

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН»**

**УЧЕБНО – ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР**

**Г.И. Логинов**

**УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ,  
ТЕЛЕМЕХАНИКИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ  
НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ**

**(Устройства сигнализации, централизации, блокировки)**

**Материалы для подготовки дежурных по посту централизации  
Московского метрополитена**

**МОСКВА 2006 ГОД**

# Введение

Устройства автоматики, телемеханики движения поездов (АТДП) включают:

- системы интервального регулирования движения поездов на перегонах (автоблокировка, АЛС – АРС);
- системы централизованного управления стрелками, сигналами на станциях (электрическая централизация);
- системы централизованного управления и контроля движения поездов на линиях (ДЦ, ДК).

Системы интервального регулирования движения поездов должны обеспечивать:

- поддержание установленных безопасных интервалов между попутно следующими поездами;
- контроль свободности и исправности участка пути перед поездом;
- доведение до машиниста информации о допустимой скорости движения с помощью сигнальных показаний светофоров и (или) АЛС – АРС;
- постоянный контроль за скоростным режимом ведения поезда;
- автоматическое снижение скорости поезда, вплоть до полной его остановки, при нарушении машинистом скоростного режима ведения поезда и сближении поездов на опасное расстояние;
- автоматическое ограждение хвоста поезда сигналом (сигнальной командой) остановки.

Системы централизованного управления стрелками и сигналами на станциях обеспечивают:

- контроль за состоянием устройств электрической централизации и поездным положением на станциях;
- централизованное управление стрелками и сигналами;
- установку и замыкание маршрутов;
- контроль фактического проследования подвижного состава по маршруту и его автоматическое размыкание.

Системы централизованного управления и контроля движения поездов на линиях предназначены для:

- контроля состояния устройств АТДП и поездного положения на линиях с выводением информации на устройства отображения;
- централизованного управления стрелками и сигналами на станциях;
- автоматического ведения исполненного графика движения.

# 1. Значение устройств АТДП на метрополитене

Устройства АТДП решают следующие основные задачи:

- обеспечение безопасности движения поездов;
- повышение пропускной способности линий;
- сокращение эксплуатационных затрат;
- улучшение условий труда работников эксплуатации.

Обеспечение безопасности движения поездов достигается за счет следующих факторов:

- задание маршрута и открытие светофора на разрешающее показание только при выполнении всех условий безопасного проследования поезда по устанавливаемому маршруту и его замыкания (постоянный контроль положения всех стрелок, входящих в маршрут, контроль свободности стрелочно-путевых и путевых участков, отсутствие заданных враждебных маршрутов, контроль взреза стрелки);

- обеспечение и поддержание минимального безопасного интервала между попутно следующими поездами;

- автоматическое ограждение хвоста поезда сигналами остановки;
- постоянный автоматический контроль за соответствием фактической скорости движения поезда допустимой (разрешенной);

- принудительной автоматической остановки движущегося поезда при превышении разрешенной скорости движения и неподтверждении машинистом своей бдительности (способности и ответственности обеспечить требуемый скоростной режим ведения поезда);

- постоянного контроля за состоянием наиболее критичных элементов пути и подвижного состава (рельсы, стрелки, буксы и др.).

Повышение пропускной способности линий обеспечивается:

- сокращением межпоездных интервалов;
- возможностью реализации оптимального скоростного режима ведения поезда;

- сокращением времени на задание маршрутов за счет централизованного управления стрелками и сигналами;

- возможностью оптимального управления перевозочным процессом (наличие объективной информации о поездном положении на линии в реальном масштабе времени, оперативная выдача и выполнение приказов по организации движения поездов).

Снижение эксплуатационных затрат обусловлено сокращением численности эксплуатационного персонала при внедрении современных устройств АТДП, а также оптимизацией перевозочного процесса.

И, наконец, внедрение устройств АТДП позволяет убрать из зон повышенной опасности, с неблагоприятными условиями труда эксплуатационный персонал.

## 2. Напольные устройства АТДП

## 2.1. Светофоры

Светофор – это сигнальный прибор, подающий сигналы огнями своих ламп в светлое и темное время суток (круглосуточно).

Светофоры предназначены для обеспечения безопасности движения поездов, а также четкой организации движения поездов и маневровой работы на метрополитене.

Основной частью светофора является светофорная головка, которая может устанавливаться на мачте, кронштейне или мостике, а также на специальных фундаментах (карликовые светофоры на путях депо).

На метрополитене применяются светофоры следующих типов:

- светофоры типа «Метро», устанавливаемые в тоннелях;
- светофоры типа МПС, устанавливаемые на наземных участках.

Светофоры, как правило, устанавливаются с правой стороны, с соблюдением габарита приближения оборудования; минимальное расстояние от оси пути 1700 мм, высота нижней линзы светофорной головки над уровнем головок рельсов должна быть 2300 мм.

Светофорная головка представляет собой литой корпус на одно, два и три показания.

С передней стороны в корпусе имеются круглые окна, в которых размещаются линзы – светофильтры, задняя сторона закрывается крышкой, шарнирно крепящейся к корпусу. Светофорные головки на два и три показания внутри разделяются на отсеки светонепроницаемыми перегородками.

Внутри каждого отсека устанавливается линзовый комплект, состоящий из основания, ламподержателя и линзы – светофильтра. У светофоров типа «Метро» снаружи линза-светофильтр закрывается защитным стеклом.

В ламподержатель устанавливаются одна или две светофорные лампы.

Линза – светофильтр фокусирует световой поток и окрашивает его в соответствующий цвет.

Светофорные лампы бывают одно – и двухнитевые. Номинальное напряжение светофорных ламп 12В, мощность 15 и 25 Вт. У двухнитевых ламп мощность каждой нити 15 и 25 Вт.

В настоящее время вместо светофорных ламп применяют светодиодные головки. В зависимости от их типа они применяются совместно с линзовыми комплектами или без них.

### 2.1.1. Особенности светофоров типа МПС и «Метро»

Светофоры типа МПС имеют:

- линзовый комплект, состоящий из линзы-светофильтра и наружной прозрачной линзы, что позволяет иметь высокую степень фокусировки светового потока;
- рассеивающие линзы и отклоняющие вставки, обеспечивающие видимость показаний светофора в кривых участках пути и в непосредственной близости от светофора;
- фоновый щит, окрашенный с лицевой стороны в черный цвет, что улучшает восприятие сигнальных показаний светофора;

- защитные козырьки, исключаящие засветку линз от посторонних источников света и ложное восприятие сигнальных показаний светофора. Светофоры типа «Метро» имеют:
- облегченный корпус;
- упрощенную оптику, состоящую из линзы-светофильтра, закрытую снаружи защитным стеклом;
- не имеют фонового щита и защитных козырьков.

### 2.1.2 Классификация светофоров

По назначению светофоры подразделяются на:

- входные, разрешающие или запрещающие поезду следовать с перегона на станцию;
  - выходные, разрешающие или запрещающие поезду отправиться со станции на перегон;
  - проходные, разрешающие или запрещающие поезду проследовать с одного блок-участка на другой;
  - маневровые, разрешающие или запрещающие выполнение маневров;
  - повторительные, повторяющие показания основного светофора, когда по местным условиям видимость основного светофора не обеспечивается;
  - предупредительные, предупреждающие о показании впереди расположенного светофора;
  - резервные, устанавливаемые в створе с основным светофором; резервный светофор нормально погашен и сигнального значения не имеет;
  - ограждения, устанавливаемые для ограждения металлоконструкций.
- Один светофор может совмещать несколько назначений (входной и маневровой, проходной и ограждения, выходной и ограждения и др.)

По конструктивному исполнению они подразделяются на:

- мачтовые;
- карликовые;
- устанавливаемые на кронштейнах и мостиках.

Сигнальные огни на светофорах применяются нормально горящие и нормально негорящие, немигающие и мигающие (периодически загорающиеся и гаснущие).

По способу управления светофоры подразделяются на светофоры автоматического действия (светофоры автоблокировки), светофоры полуавтоматического действия и светофоры независимого действия (светофоры ограждения).

### 2.1.3. Обозначение светофоров

Светофоры автоблокировки обозначаются цифрами (237), светофоры полуавтоматического действия – буквами с цифрами (ТС10) или одними буквами (В).

К обозначению светофоров автоматического и полуавтоматического действия, совмещенных со светофорами ограждения металлоконструкций, добавляется буква «М» (например 331М, ПК72М), а к обозначению светофоров полуавтоматического действия, связанных с контрольно-габаритными

устройствами, добавляется буква «Г» (например БГ201Г, АВ20МГ).

Светофоры ограждения обозначаются в зависимости от места установки:

- светофоры, устанавливаемые для ограждения металлоконструкций в правильном направлении обозначаются буквой «М» с добавлением цифрового номера металлоконструкции;

- светофоры, устанавливаемые для ограждения металлоконструкций в неправильном направлении обозначаются буквами «МК» с добавлением цифрового номера металлоконструкции;

- к обозначению светофоров, устанавливаемых для ограждения металлоконструкций на путях, по которым предусматривается двухстороннее движение, к основному обозначению добавляется буква «Н» или «Ч», что соответствует нечетному или четному направлению движения соответственно.

## 2.2. Автостопы

На метрополитене в качестве средств принудительного воздействия на тормозные устройства подвижного состава и его экстренного торможения при проследовании светофора с запрещающим показанием, перед светофором полуавтоматического действия с запрещающим показанием, а также при превышении допустимой скорости движения и перед устройствами заграждения применяются:

- электромеханические автостопы;
- сигнал абсолютной остановки «АРС-АО»;
- инерционные автостопы;
- неподвижные скобы.

Автостопы представляют собой совокупность путевых и поездных устройств.

К поездным устройствам автостопа относятся:

- пневматический срывной клапан;
- универсальный автоматический выключатель автостопа (УАВА).

К путевым устройствам относятся:

- электромеханические автостопы;
- инерционные автостопы.

Рабочим органом поездных устройств автостопа является скоба пневматического срывного клапана, которая фиксируется в вертикальном положении двумя оттягивающими спиральными пружинами.

Рабочим органом путевых автостопов является путевая скоба, устанавливаемая с правой стороны по направлению движения на расстоянии 308 плюс-минус 20 мм от внутренней грани головки рельса с возвышением 85 плюс 5 мм над уровнем головок рельсов.

При нахождении путевой скобы в заграждающем (вертикальном) положении происходит взаимодействие (удар) скобы пневматического срывного клапана с путевой скобой. В результате такого взаимодействия скоба пневматического срывного клапана отклоняется от вертикального положения, что приводит к открытию клапана тормозной магистрали и экстренному торможению.

Аналогично происходит взаимодействие скобы пневматического срывного клапана с неподвижными скобами, устанавливаемыми перед тупиковыми

упорами на станционных путях.

На линиях, где основным средством сигнализации является АЛС-АРС, для исключения проезда светофора полуавтоматического действия, имеющего запрещающее показание, в рельсовые цепи перед и за этим светофором подается сигнал абсолютной остановки (АРС-АО). При приеме этого сигнала поездными устройствами АЛС-АРС автоматически приводится в действие тормозная система поезда и исключается начало его движения.

### 2.2.1. Электромеханический автостоп

Электромеханический автостоп предназначен для автоматического экстренного торможения поезда при проследовании им светофора с запрещающим показанием.

Электромеханические автостопы устанавливаются непосредственно перед светофорами, а на подходе к станциям они могут выноситься вперед, навстречу движению, на расстояние до 20 м от светофоров. Автостопы маневровых светофоров на путях оборота или отстоя подвижного состава устанавливаются за изолирующим стыком по ходу движения в направлении главных станционных путей на расстоянии 0.7 – 1.0 м (после 1964г.).

На путях оборота составов станции с перекрестным съездом перед маневровыми светофорами могут устанавливаться дублирующие электромеханические автостопы.

Электромеханический автостоп состоит из электропривода, путевой скобы и гарнитуры.

Электропривод предназначен для перевода путевой скобы из заграждающего положения в разрешающее и обратно, а также контроля положения путевой скобы.

Контроль положения автостопа осуществляется с помощью коммутатора, входящего в состав электропривода; с его же помощью обеспечивается выполнение некоторых требований, предъявляемых ПТЭ метрополитенов к автоблокировке, например, включение на светофоре разрешающего показания только после перехода скобы его автостопа в разрешающее положение.

Путевая скоба является рабочим органом электромеханического автостопа, воздействующим на скобу пневматического срывного клапана поезда.

Она может занимать два положения: заграждающее (вертикальное) и разрешающее (горизонтальное). При заграждающем положении скобы происходит ее взаимодействие с поездными устройствами автостопа; при разрешающем положении скоба пневматического срывного клапана проходит над путевой скобой без взаимодействия.

Гарнитура автостопа обеспечивает механическую связь электропривода автостопа с путевой скобой и передачу вращающего момента от электропривода к путевой скобе. Кроме этого, с помощью груза, входящего в состав гарнитуры, осуществляется перевод скобы в заграждающее положение при неисправности электропривода автостопа. Путевая скоба принимает заграждающее положение и при нарушении механической связи ее с гарнитурой, так как скоба имеет утяжеленную нижнюю часть и центр тяжести ее находится ниже оси вращения.

## 2.2.2. Инерционный автостоп

Инерционный автостоп предназначен для принудительного воздействия на тормозные устройства поезда и его экстренного торможения при превышении поездом установленной скорости движения на проследуемом участке.

Инерционный автостоп представляет собой путевую скобу, насаженную на ось. Нижняя часть скобы утяжелена за счет установки груза. Ось вращения располагается выше центра тяжести скобы, поэтому путевая скоба при отсутствии внешнего воздействия всегда занимает вертикальное (заграждающее) положение.

При воздействии внешней горизонтально действующей силы путевая скоба отклоняется от вертикального положения и после нескольких покачиваний возвращается в исходное положение.

Принцип действия инерционного автостопа основан на свойстве инертности тел. Свойство инертности заключается в том, что для сообщения телу массой ( $m$ ) какой – либо скорости ( $V$ ) необходимо воздействовать на это тело определенной силой ( $F$ ) в течение времени ( $t$ ).

Произведение  $Ft$  называется импульсом силы, а произведение  $mV$  – импульсом тела или количеством движения. На основании свойства инертности тел

$$mV = Ft \quad \text{или} \quad F = \frac{mV}{t} .$$

Так как значения  $m$  и  $V$  можно задавать исходя из определенных требований, то величина силы  $F$  будет зависеть от времени действия  $t$  (обратно пропорциональная зависимость).

Время же действия силы, в свою очередь, зависит от скорости движения поезда, ибо для отклонения путевой скобы и пропуск скобы пневматического срывного клапана поезд всегда должен пройти один и тот же путь ( $S$ ) (Рис.1).

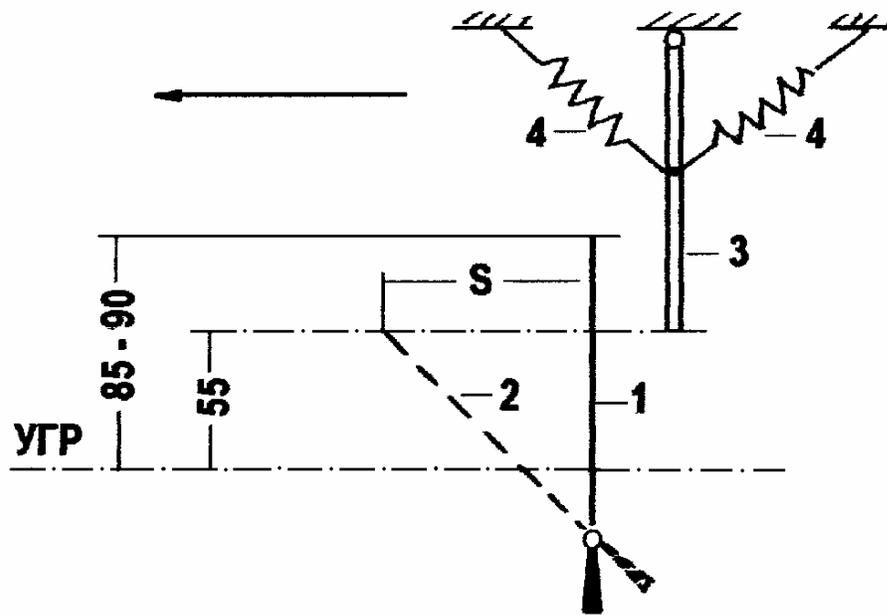


Рис.1.

Все размеры в миллиметрах (мм);  
УГР – уровень головок рельсов;  
1 – путевая скоба в заграждающем положении;  
2 – путевая скоба в отклоненном положении, когда обеспечивается проследование поезда без торможения;  
3 – скоба пневматического срывного клапана поездного автостопа;  
4 – фиксирующие (оттягивающие) пружины;  
S – участок пути, проследуемый поездом за время взаимодействия путевой и поездной скоб.

С допустимой погрешностью можно принять, что скорость движения поезда на участке S будет равномерной, тогда

$$S = Vt \quad \text{и} \quad t = \frac{S}{V}, \text{ т.е. время взаимодействия скоб зависит}$$

только от скорости движения поезда.

При проследовании поездом инерционного автостопа всегда происходит взаимодействие путевой скобы и скобы пневматического срывного клапана поезда. При этом чем ниже скорость, тем больше время взаимодействия скоб и меньше сила, действующая на поездную скобу, - в результате торможения поезда не происходит. Чем выше скорость, тем меньше время взаимодействия поездной и путевой скоб, больше действующая сила, что приводит к отклонению скобы пневматического срывного клапана и экстренному торможению поезда.

Меняя массу груза, устанавливаемого на путевой скобе, можно изменять скорость, при которой происходит срабатывание поездного автостопа.

Инерционные автостопа устанавливаются:

- на станционных путях перед упорами до неподвижных скоб автостопов;
- на главном станционном пути по прибытии поездов конечной станции линии, кроме станций, оборудованных устройствами контроля остановки поезда у платформы и станций открытых наземных участков.

На главных путях станций в начале пассажирской платформы с левой стороны по ходу движения в правильном направлении могут устанавливаться инерционные автостопа одностороннего действия.

## 3. Аппаратура АТДП

### 3.1. Реле

Реле – это устройство, которое скачкообразно меняет свое состояние при воздействии на его вход управляющего сигнала. По принципу действия реле бывают: электрические, магнитные, механические, акустические, оптические, тепловые, электронные.

В устройствах АТДП наибольшее распространение получили электромеханические реле: электромагнитные, индукционные, магнитоэлектрические.

### 3.1.1. Электромагнитное реле

Электромагнитное реле состоит из управляющей системы, подвижного якоря и контактной системы (Рис.2).

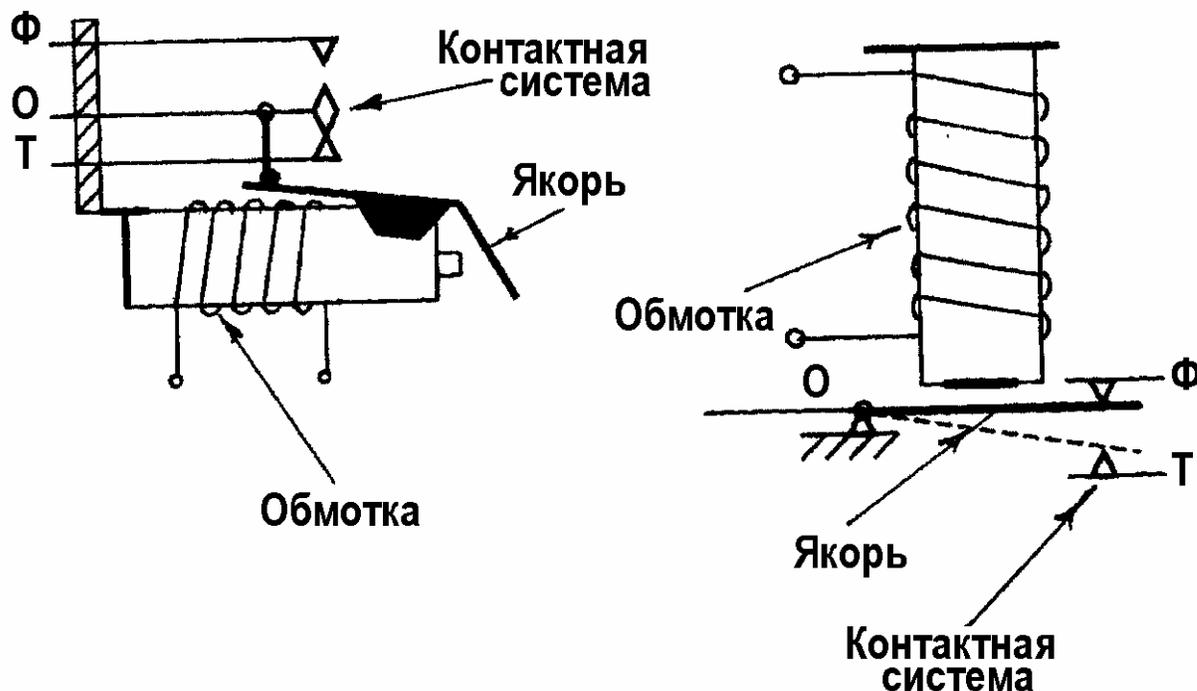


Рис.2. Электромагнитное реле

Ф – фронтальной контакт; О – осевой контакт; Т – тыловой контакт.

Управляющая и контактная системы электрически разделены, т.е. входные и выходные цепи реле электрически не связаны между собой.

Управляющая система состоит из одной или двух обмоток, выполненных из медного изолированного провода, размещенных на катушках, которые в свою очередь, располагаются на сердечнике из магнитомягкого материала (без остаточного магнетизма).

Якорь представляет собой утяжеленную металлическую пластину сложной конфигурации, которая поворачивается на опоре. Якорь имеет жесткую связь, выполненную из изоляционного материала, со средней контактной пружиной.

Контактная система образуется тремя упругими металлическими токопроводящими пластинами, называемыми контактными пружинами, одни концы которых жестко закреплены. Другие концы контактных пружин свободны, причем, свободный конец средней контактной пружины может, изгибаясь, перемещаться при воздействии на него жесткой связи якоря. На свободных концах контактных пружин устанавливают контакты из тугоплавких материалов во избежание эрозионного разрушения контактов и их сваривания.

При прохождении по обмоткам реле электрического тока якорь притягивается к сердечнику и перемещает среднюю контактную пружину,

расположенную между верхней и нижней контактными пружинами.

Подвижная (средняя) контактная пружина называется осевым контактом.

Верхняя контактная пружина, которая замыкается со средней, когда якорь притянут, т.е. по обмоткам реле протекает ток, называется фронтовым контактом.

Нижняя контактная пружина, которая замыкается со средней, когда якорь отпущен, т.е. по обмоткам реле ток не протекает, называется тыловым контактом.

Осевой, фронтовой и тыловой контакты образуют полную контактную группу. Реле могут иметь от одной до восьми контактных групп. Контактные группы могут быть неполными. Неполные контактные группы образуются следующими контактами:

- осевой – фронтовой;
- осевой – тыловой.

Все контактные группы электрически изолированы друг от друга.

Состояние реле, когда по его обмоткам протекает ток, называется возбужденным состоянием, т.е. реле находится под током. В возбужденном состоянии у реле замкнуты осевые и фронтовые контакты, тыловые контакты разомкнуты.

Состояние реле, когда по его обмоткам ток не протекает, называется обесточенным. В обесточенном состоянии у реле замкнуты осевые и тыловые контакты, фронтовые контакты разомкнуты.

Если реле имеет две обмотки, то они могут включаться последовательно, параллельно или раздельно.

По времени срабатывания на притяжение и отпадание реле подразделяются на:

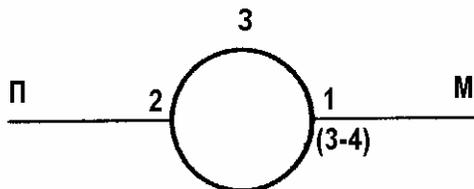
- быстродействующие – 0.03 с;
- нормальнодействующие – до 0.2 с;
- медленнодействующие – до 1.5 с;
- временные – свыше 1.5 с.

Существуют схемные способы включения реле, создающие замедление на срабатывание и отпадание реле.

На схемах реле и их контакты имеют следующие обозначения:

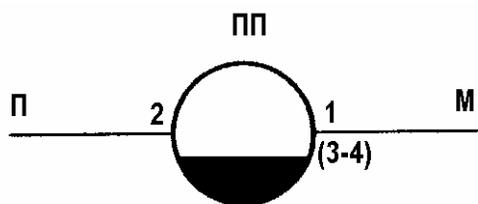
1. Собственно реле – управляющая система, состоящая из одной или двух обмоток:

- однообмоточное реле и двухобмоточное реле при последовательном соединении обмоток;

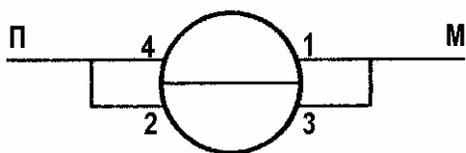


буква «з» - обозначение реле, указывающее на его назначение.

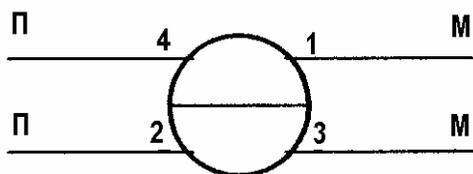
- то же с замедлением на отпадание



- двухобмоточное реле при параллельном соединении обмоток

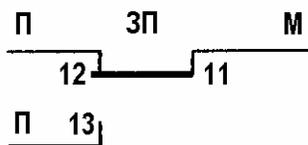


- двухобмоточное реле при раздельном включении обмоток

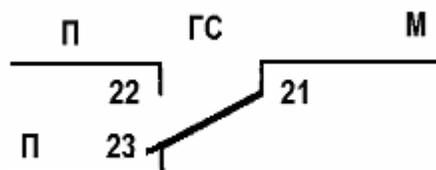


## 2. Контактные группы:

- полная контактная группа при нахождении реле под током:



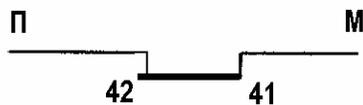
- то же, реле без тока:



Цифры в обозначении контактных групп указывают:

- первая – номер контактной группы (от 1 до 8);
- вторая: 1-осевой контакт, 2-фронтальной контакт, 3-тыловой контакт

- неполная контактная группа при нахождении реле под током:



осевой – фронтальной

осевой - тыловой

- то же, реле без тока:

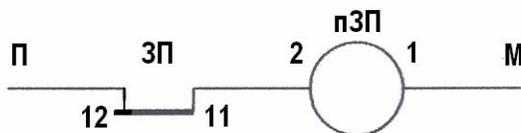


осевой – фронтальной

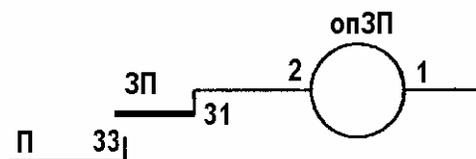
осевой – тыловой

В случае, когда при построении схем контактных групп оказывается недостаточно, используют повторители реле.

Повторитель – это реле, которое встает под ток через контакт основного реле или через контакты других повторителей этого реле. Повторитель, который встает под ток через фронтальные контакты основного реле или его повторителя, называется прямым, а который через тыловые контакты - называется обратным.

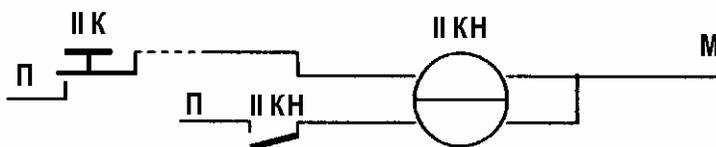


Прямой повторитель



Обратный повторитель

Самоблокировка реле – это такая схема его включения, когда реле, возбуждвшись по некоторой цепи, продолжает оставаться под током через свой фронтонный контакт по обмотке возбуждения или другой обмотке.

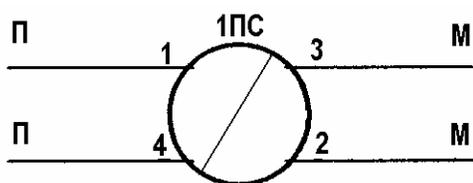


Электромагнитные реле относятся к нейтральным реле, т.е. их срабатывание не зависит от направления протекания тока по обмоткам.

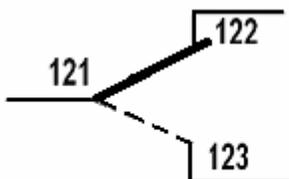
### 3.1.2. Магнитоэлектрическое (поляризованное) реле

Устройство магнитоэлектрического реле во многом напоминает электромагнитное реле. У этого реле сердечник выполнен из магнитотвердого материала, т.е. представляет собой постоянный магнит. Магнитный поток, создаваемый этим магнитом, достаточен для удержания якоря в том или другом положении, но недостаточен для его переброса. Переброс якоря возможен, когда по одной из обмоток кратковременно протекает электрический ток, создающий дополнительный магнитный поток. Под действием магнитных потоков постоянного магнита и создаваемого электрическим током, протекающим по обмотке, происходит переброс поляризованного якоря, и он остается в этом положении до прохождения следующего импульса тока по другой обмотке.

Поляризованное реле на схеме имеет следующее обозначение



Контактные группы обозначаются



Якорь поляризованного реле занимает нормальное положение при подаче напряжения на обмотку 4(+) – 2(-), при этом будут замкнуты контакты: 111 – 112; 121 – 122; 131 – 132; 141 – 142.

Якорь займет переведенное положение при прохождении тока по обмотке 1(+) – 3(-) и будут замкнуты контакты: 111 -113; 121 – 123; 131 -133; 141 -143.

Первая и четвертая контактные группы усиленные с магнитным гашением дуги, возникающей при коммутации цепей под током.

### 3.1.3. Индукционные реле

Эти реле переменного тока, двухэлементные (двухобмоточные); обмотки располагаются под углом 90° относительно друг друга, что обеспечивает сдвиг магнитных потоков, создаваемых токами, протекающими по этим обмоткам (Рис.3). В зависимости от угла сдвига между магнитными потоками изменяется направление силы, действующей на подвижный сектор. Индукционные реле обладают повышенной помехозащищенностью, т.к. их срабатывание зависит не только от наличия напряжения на обмотках реле и протекания токов в них, но и от фазовых соотношений между токами в обмотках.

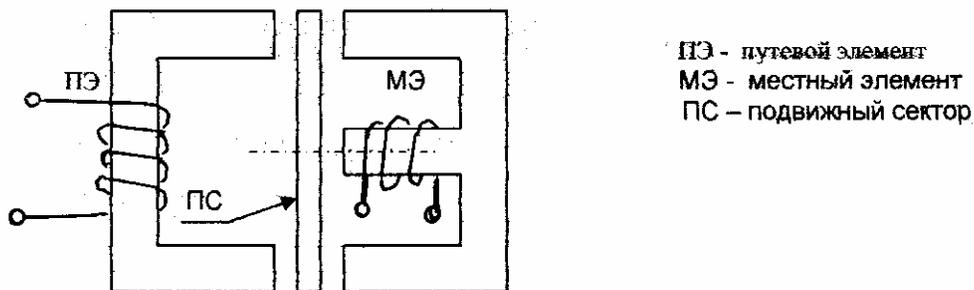


Рис.3. Индукционное реле

Применяются в наиболее ответственных схемах устройств АТДП (в качестве путевых, линейных и др. реле).

## 3.2. Трансформаторы

Трансформатор представляет собой статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте.

Трансформатор состоит из замкнутого сердечника – магнитопровода, набранного из листовой стали и обмоток, насаженных на сердечник (Рис.4).

Обмотка, подключаемая к питающей сети, называется первичной, а обмотка, к которой подключается приемник электрической энергии (нагрузка), называется вторичной.

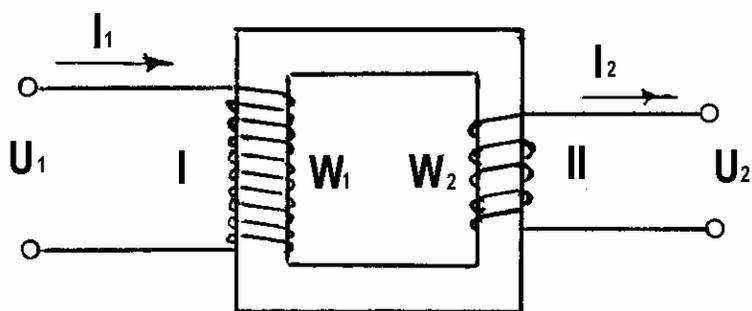


Рис.4. Трансформатор

Принцип действия трансформатора основан на явлении взаимной индукции. Под действием приложенного напряжения к первичной обмотке по ее виткам протекает переменный ток, который создает в сердечнике переменный магнитный поток. Магнитный поток пронизывает обе обмотки трансформатора и наводит в них электродвижущие силы (э.д.с.). Э.д.с., наводимая в каждой обмотке, пропорциональна магнитному потоку и числу витков обмотки. Так как магнитный поток, пронизывающий первичную и вторичную обмотки, практически одинаков, то можно считать, что наводимая э.д.с. будет пропорциональна числу витков обмоток.

Отношение напряжения на зажимах обмоток трансформатора при холостом ходе (без нагрузки) называют коэффициентом трансформации:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Если число витков первичной обмотки превышает число витков вторичной обмотки, то трансформатор называют понижающим, т.е. напряжение на вторичной обмотке будет меньше, чем на первичной. Если, наоборот, число витков вторичной обмотки больше, чем первичной – трансформатор будет повышающим.

В трансформаторе может быть две первичных обмотки, а также две и более вторичных обмоток.

Первичные обмотки могут соединяться последовательно или параллельно в зависимости от напряжения питающей сети. Вторичные обмотки секционированы и включаются отдельно, согласовано или встречно в зависимости от напряжения, которое требуется для питания нагрузки.

Для питания устройств СЦБ применяются следующие трансформаторы:  
 - путевые трансформаторы типа ПОБС: ПОБС-2, ПОБС-3, ПОБС-5, ПТЦ;  
 - сигнальные трансформаторы типа СОБС: СОБС-2, СОБС-3 и их модификации; типа СТ: СТ-2, СТ-3, СТ-4, СТ-5, СТ-6 и их модификации и другие трансформаторы.

Так как у трансформаторов первичные и вторичные обмотки электрически изолированы, трансформаторы используют для электрического разделения цепей первичной и вторичной обмоток, что существенно повышает безопасность устройств СЦБ.

## 4. Размещение аппаратуры

На метрополитене приняты два варианта размещения аппаратуры АТДП: централизованное и децентрализованное.

При централизованном размещении практически вся аппаратура автоблокировки размещается в релейной. В тоннеле остаются светофоры, автостопы, дроссель - трансформаторы. В трансформаторных шкафах или трансформаторных ящиках устанавливают сигнальные трансформаторы, предохранители и некоторые другие приборы. Аппаратура, оставшаяся в тоннеле при централизованном ее размещении, требует минимального обслуживания, имеет длительные межремонтные сроки, что сокращает время пребывания обслуживающего персонала в тоннеле в условиях повышенной опасности.

При децентрализованном размещении вся аппаратура управления светофорами, автостопами, аппаратура рельсовых цепей размещается в тоннелях и на наземных участках непосредственно у светофоров в релейных шкафах. При таком способе размещения весь объем работ по обслуживанию устройств должен выполняться в тоннеле со всеми вытекающими негативными последствиями:

- снижается надежность работы устройств СЦБ;
- затрудняется устранение отказов, возрастает время их устранения;
- затруднена диагностика работы устройств;
- возрастает трудоемкость обслуживания устройств;
- снижается качество обслуживания;
- имеют место и другие негативные факторы.

Централизованное размещение аппаратуры является основным способом ее размещения на метрополитене.

## 5. Электропитание устройств АТДП (СЦБ)

### 5.1. Организация электропитания при децентрализованном размещении аппаратуры

Электропитание устройств СЦБ осуществляется переменным и постоянным током. Организация питания переменным током зависит от способа размещения аппаратуры АТДП, которое может быть децентрализованным и централизованным.

При децентрализованном размещении аппаратуры применяют магистральное питание устройств СЦБ напряжением 380 В и 130 В. На понизительной или совмещенной тяговой подстанции устанавливаются два трансформатора с приборами коммутации и защиты для питания устройств СЦБ, понижающие напряжение 6 кВ или 10 кВ до требуемого низкого напряжения (380 В или 130 В).

С подстанции идут два фидера низкого напряжения: один для питания устройств СЦБ четного пути, второй – нечетного.

Фидерные кабели заводятся в силовые фидерные шкафы, которые расположены у входных или выходных светофоров. Вдоль перегона проходят

два силовых кабеля, которые заводятся в промежуточные силовые шкафы, расположенные у каждого светофора.

В случае применения напряжения 380 В в каждом силовом шкафу устанавливают понижающий трансформатор 380/110 В мощностью 1.5 кВА, а также устройства коммутации и защиты (рубильники и предохранители).

При использовании напряжения 130 В трансформаторы в шкафах не устанавливаются, а устанавливаются только рубильники и предохранители.

В случае неисправности одного из фидеров имеется возможность запитать устройства СЦБ по обоим путям от другого (исправного) фидера. Можно запитать два перегона от одного фидера.

## 5.2. Организация электропитания при централизованном размещении аппаратуры

При централизованном размещении аппаратуры, как правило, в помещении релейной размещаются и устройства электропитания, включающие:

- две вводные панели;
- две панели выпрямителей или две выпрямительно–преобразовательных панели;
- панель ПДЦ.

На станциях без путевого развития выпрямительные (выпрямительно – преобразовательные) панели могут не устанавливаться, а питание устройств постоянным током обеспечивается от панели ПДЦ.

При централизованном размещении аппаратуры электропитание устройств СЦБ осуществляется напряжением 220 В по двум независимым фидерам, а на вновь вводимых станциях – по трем независимым фидерам.

Вводные панели предназначены для:

- подключения питающих фидеров;
- контроля состояния фидеров и соответствия питающего напряжения фидеров установленным требованиям;
- подключения нагрузок;
- автоматического переключения питания на другой фидер при пропадании напряжения на питающем фидере или отклонении напряжения от номинального значения сверх установленных норм;
- защиты от перегрузки и короткого замыкания.

К вводным панелям подключены все нагрузки, питающиеся переменным током: рельсовые цепи, светофоры, стрелки, автостопы и другие устройства, а также выпрямительные панели и панель ПДЦ, причем к одной панели подключены все нагрузки четного пути, к другой – нечетного.

## 5.3. Питание устройств СЦБ постоянным током

Значительное количество аппаратуры СЦБ питается постоянным током с номинальным напряжением 24 В. Постоянный ток для питания устройств СЦБ получают путем выпрямления переменного тока.

На станциях с путевым развитием применяют батарейную систему питания, при которой выпрямительное устройство подключено к аккумуляторной

батареи, и вся нагрузка подключается непосредственно к выводам этой батареи. Такой режим работы называют буферным режимом.

На пульте – табло контролируется напряжение аккумуляторной батареи горением лампочки «КНБ». Когда напряжение батареи падает ниже установленного значения – лампочка «КНБ» начинает мигать и звонит звонок. На пульте – табло может контролироваться включение форсированного заряда батареи (загорается ячейка красным светом), что указывает на понижение напряжения на аккумуляторной батарее.

На станциях без путевого развития применяется безбатарейная система питания аппаратуры постоянным током непосредственно от выпрямителя. Выпрямителей два: один работает, другой находится в «горячем» резерве, т.е. на него подано переменное напряжение, он производит выпрямление переменного тока и готов питать нагрузку. Переключение на резервный выпрямитель осуществляется автоматически.

Применяется также параллельная работа двух выпрямителей на общую нагрузку, т.е. приборы получают питание сразу от двух выпрямителей.

## 5.4. Питание устройств СЦБ при полном пропадании переменного напряжения

При пропадании переменного напряжения по всем фидерам светофоры гаснут, рельсовые цепи обесточиваются и имеют контроль занятости, перевод стрелок с пульта – табло исключается.

Для организации движения поездов в этом случае предусматривается резервирование электропитания переменным током от аккумуляторной батареи через преобразователь следующих устройств СЦБ:

- контрольных цепей стрелок;
- пригласительных сигналов светофоров;
- курбельных аппаратов.

Это дает возможность организовать движение по пригласительным сигналам светофоров при переводе стрелок курбелем.

Включение преобразователя контролируется на пульте – табло горением красной лампочки или световой ячейки.

## 6. Рельсовые цепи

### 6.1. Назначение, принцип действия рельсовой цепи

Рельсовой цепью называется электрическая цепь, проводниками которой являются рельсовые нити участка железнодорожного пути, используемые для передачи электрических сигналов.

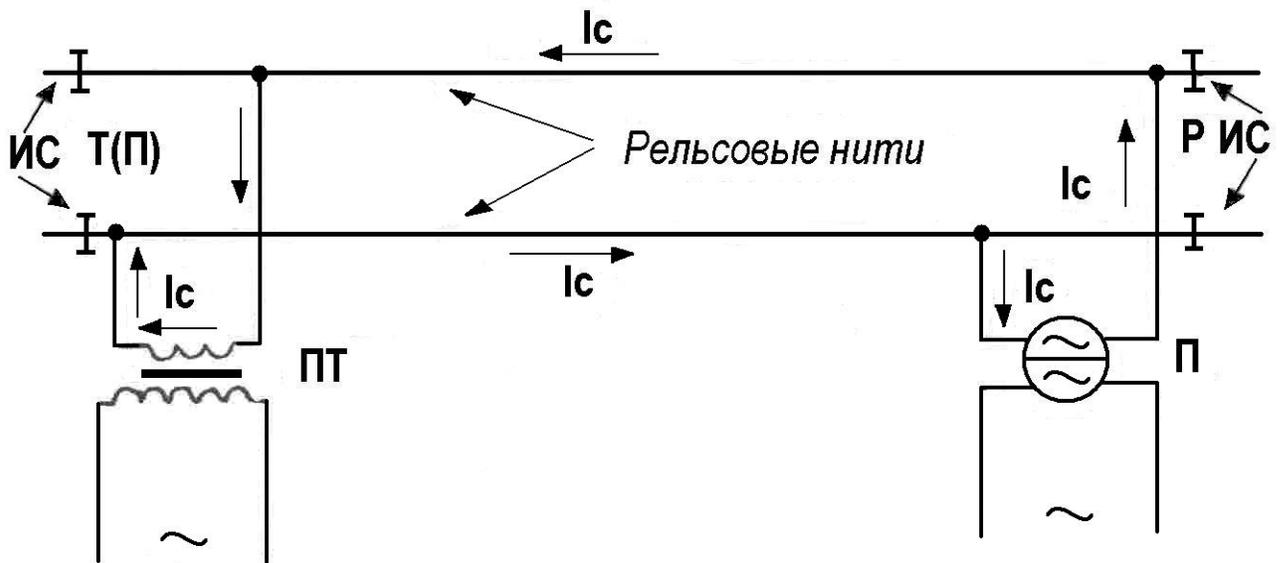


Рис.5. Схема рельсовой цепи

ПТ - питающий трансформатор (источник тока); П - путевого реле (приемник тока);  $I_c$  - сигнальный ток; Т(П) - питающий конец рельсовой цепи; Р - релейный конец рельсовой цепи; ИС – изолирующие стыки.

С помощью рельсовых цепей контролируется свободное и занятое состояние изолированных участков пути, целостность рельсовых нитей.

Рельсовые цепи обеспечивают непрерывную связь между путевыми (стационарными) устройствами и подвижным составом, с их помощью осуществляется передача на подвижной состав и с подвижного состава информации, необходимой для управления и регулирования движения поездов.

Рельсовая цепь, как любая электрическая цепь содержит источник тока, приемник тока и соединяющие их проводники, роль которых выполняют рельсовые нити участка железнодорожного пути. Как правило, источник тока подключается к рельсам на одном конце изолированного участка пути, а приемник – на другом конце его (Рис.5).

Ток, подаваемый в рельсовую цепь для контроля ее состояния, называют сигнальным током рельсовой цепи (или блокировочным током).

В большинстве случаев в качестве источника тока применяют трансформатор, а в качестве приемника тока – путевого реле или специальный путевого приемник, на выходе которого включено путевого реле.

Место подключения источника тока к рельсам называют питающим или трансформаторным концом рельсовой цепи, а приемника тока – релейным концом.

Рельсовая линия состоит из отдельных рельсов, которые соединяются между собой с помощью температурных стыков. Для обеспечения устойчивой работы рельсовой цепи температурные стыки должны хорошо проводить электрический ток; такие стыки называют токопроводящими. В целях снижения электрического сопротивления температурных стыков при их монтаже применяют графитовую смазку, установку медных приварных стыковых соединителей.

Смежные обособленные участки электрически изолируются друг от друга с помощью изолирующих стыков, которые служат физической границей между рельсовыми цепями. По конструкции изолирующие стыки могут быть с накладками из электроизоляционных материалов (лигнофоловые, композитные) и с металлическими накладками. В последнем случае накладки изолируются от рельсов с помощью стеклоткани, которая приклеивается с использованием эпоксидной смолы. Такие изолирующие стыки называются клеболтовыми; они имеют высокие механические и электроизоляционные свойства.

Рельсовая цепь в отличие от других видов электрических цепей имеет низкое сопротивление изоляции. Изоляторами рельсовой цепи являются шпалы, лежащие в бетоне или балласте. Из-за плохой изоляции между рельсами возникают токи утечки с одной рельсовой нити на другую, что усложняет работу рельсовых цепей, требует постоянного контроля за их состоянием.

Электрическое сопротивление, оказываемое току утечки в рельсовой цепи, называют сопротивлением изоляции или сопротивлением балласта.

## 6.2. Виды рельсовых цепей, применяемые на метрополитене

На метрополитене применяют однониточные и двухниточные рельсовые цепи переменного тока промышленной и тональных частот, неразветвленные и разветвленные.

Деление рельсовых цепей на двухниточные и однониточные определяется способом пропускания обратного тягового тока по ходовым рельсам.

В двухниточных рельсовых цепях обратный тяговый ток протекает по двум рельсовым нитям (Рис.6). Для его пропуска в обход изолирующих стыков на границе двух смежных рельсовых цепей устанавливают два путевых дросселя или дроссель - трансформатора.

Путевой дроссель имеет одну, основную, обмотку из медной шины большого сечения с двумя крайними выводами и выводом средней точки обмотки. Крайние выводы при помощи дроссельных тяговых соединителей подключаются к рельсам, а средние выводы двух смежных путевых дросселей соединяются между собой медной шиной, создавая обратному тяговому току путь в обход изолирующих стыков.

Путевые дроссель – трансформаторы отличаются от путевых дросселей наличием дополнительной обмотки, которая вместе с основной обмоткой образует трансформатор. Дополнительная обмотка используется для подключения приборов питающего и релейного концов рельсовой цепи.

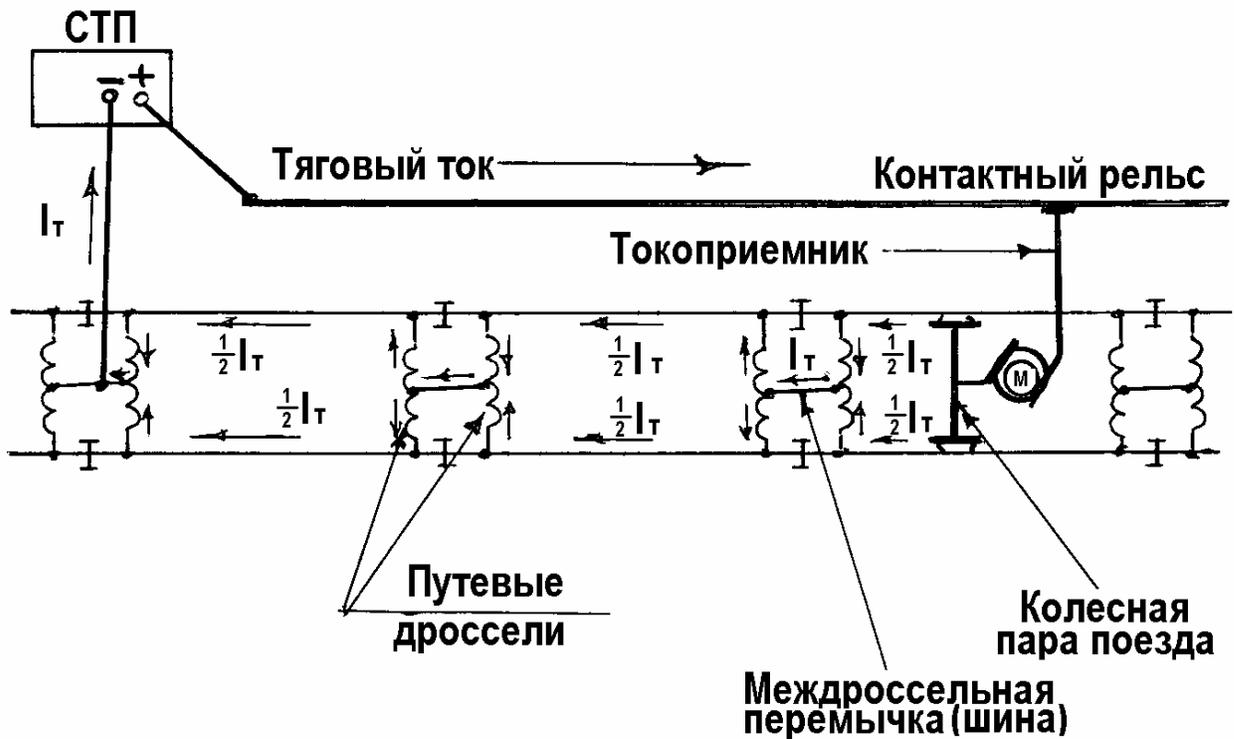


Рис.6. Двухниточная рельсовая цепь

$I_T$  - обратный тяговый ток; М – тяговый двигатель электропоезда.

В однониточной рельсовой цепи обратный тяговый ток, в ее пределах, протекает по одной рельсовой нити (Рис.7). Для пропуска обратного тягового тока в обход изолирующего стыка устанавливают между противоположными рельсовыми нитями косой тяговый соединитель.

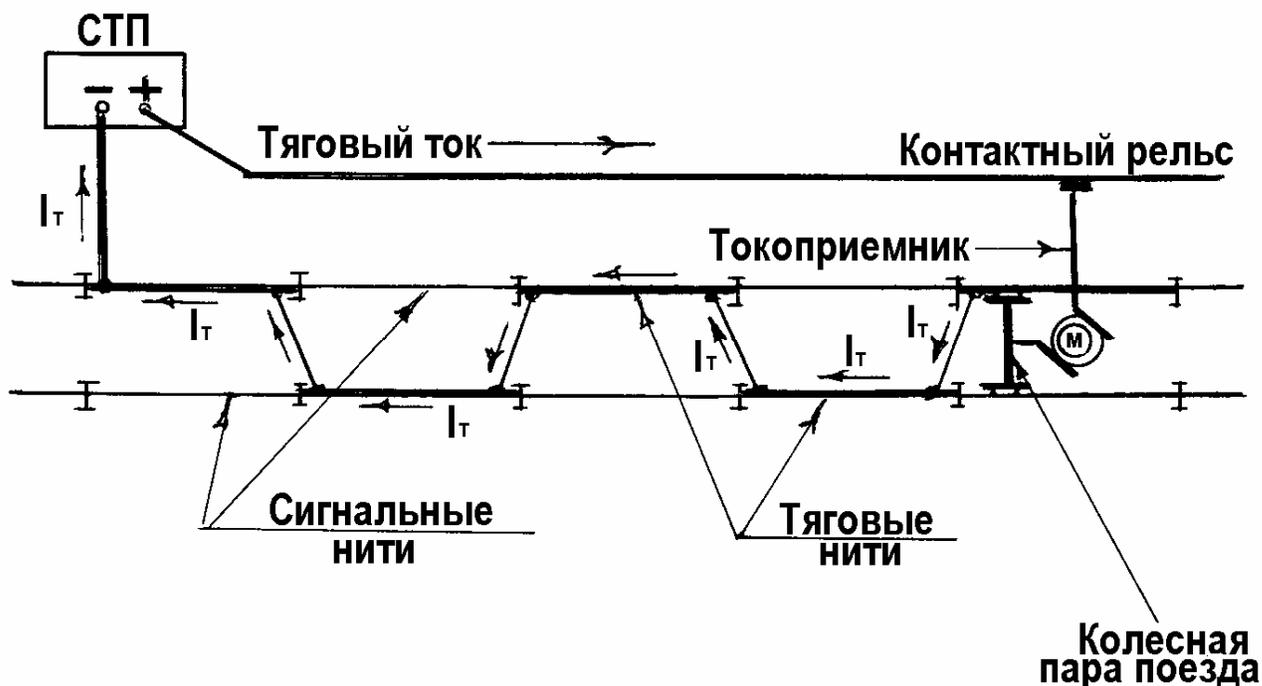


Рис.7. Однониточная рельсовая цепь

$I_T$  – обратный тяговый ток; М – тяговый двигатель электропоезда.

В однониточной рельсовой цепи рельсовую нить, по которой протекает обратный тяговый ток, называют тяговой нитью, а по которой обратный тяговый ток не протекает – сигнальной или блокировочной нитью.

Так как для пропуска обратного тягового тока должно использоваться не менее двух (тяговых) нитей, то тяговые нити разных путей в определенном порядке объединяют между собой уравнивающими тяговыми соединителями. На метрополитене однониточные рельсовые цепи, в основном, применяют в депо; в тоннеле – на перекрестных съездах. В местах перехода с однониточных рельсовых цепей на двухниточные тяговую нить соединяют со средней точкой дросселя – трансформатора ближайшей двухниточной рельсовой цепи.

Так как рельсовые цепи по своей конфигурации повторяют путевое развитие, которое включает ответвления и пересечения путей, то они бывают неразветвленные и разветвленные.

Неразветвленные рельсовые цепи устраивают в пределах изолированных участков, не имеющих ответвлений. Такие рельсовые цепи имеют один питающий и один релейный конец (Рис.8).

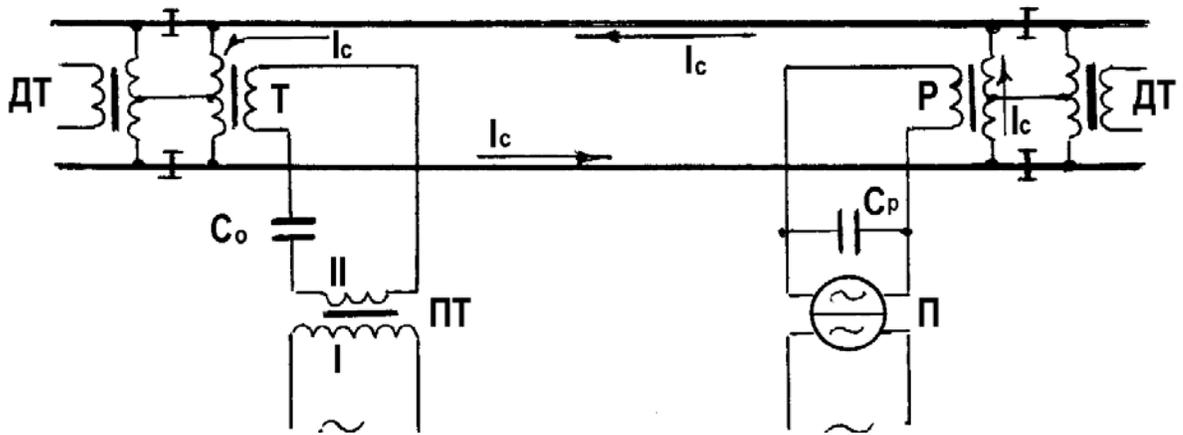


Рис.8. Неразветвленная рельсовая цепь

Т - питающий конец рельсовой цепи; ПТ - питающий трансформатор;  
 П - путевое реле; Р - релейный конец рельсовой цепи;  $C_0$ ,  $C_p$  – конденсаторы;  
 ДТ - путевой дроссель – трансформатор;  $I_c$  - сигнальный ток.

Там, где имеются ответвления и пересечения путей, устраивают разветвленные рельсовые цепи. Такие рельсовые цепи имеют один питающий и 2- 3 релейных конца в зависимости от числа ответвлений (Рис.9).  
 Разветвленная рельсовая цепь имеет контроль свободности, когда свободны все ее ответвления, и контроль занятости, когда занято хотя бы одно ответвление или питающий конец.

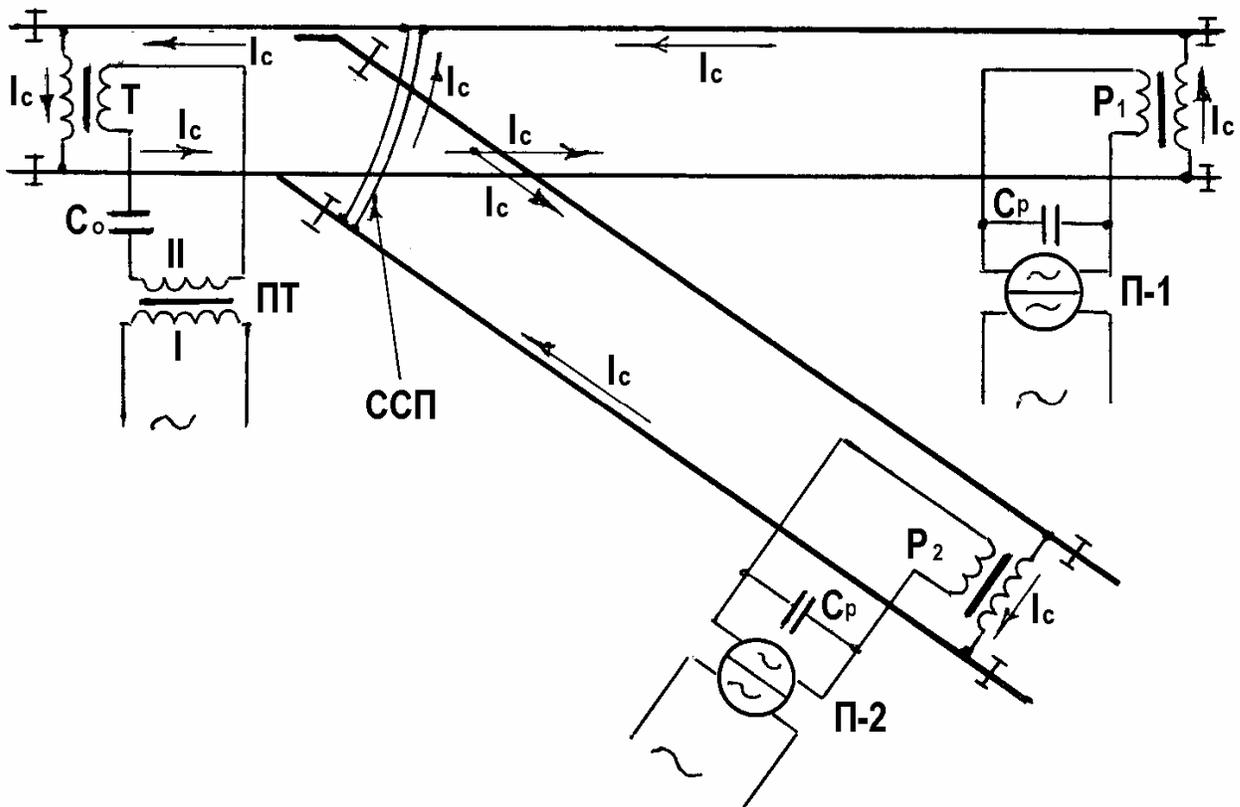


Рис.9. Разветвленная рельсовая цепь

Т - питающий конец рельсовой цепи; ПТ – питающий трансформатор;  
 $P_1, P_2$  – релейные концы рельсовой цепи; П - 1, П - 2 – путевые реле;  
 $C_o, C_p$  – конденсаторы;  $I_c$  - сигнальный ток; ССП – соединитель стрелочного перевода.

По способу изоляции смежных рельсовых цепей различают рельсовые цепи с изолирующими стыками (Рис.5) и бесстыковые (тональные) рельсовые цепи (Рис.10).

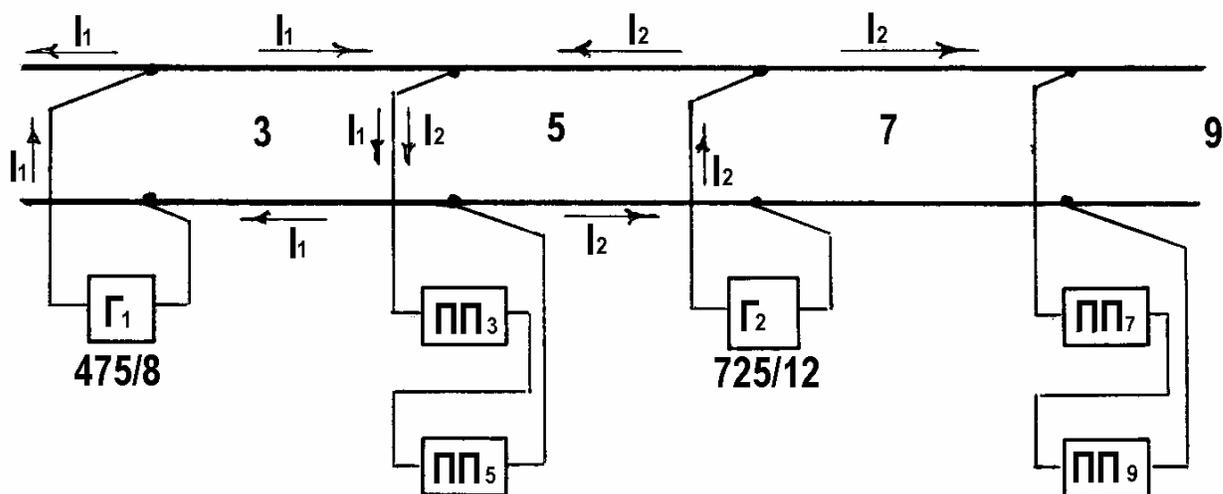


Рис.10. Бесстыковые рельсовые цепи

$G_1, G_2$  – путевые генераторы; ПП<sub>3</sub> ÷ ПП<sub>9</sub> – путевые приемники;  
 475/ 8, 725/12 – частоты модулированного сигнального тока;  $I_1, I_2$  – сигнальные токи.

В рельсовых цепях с изолирующими стыками:

- изолирующие стыки устанавливаются на границах со всеми смежными рельсовыми цепями;
- точно фиксируется граница между смежными рельсовыми цепями;
- смежные рельсовые цепи питаются сигнальным током одинаковой частоты, на метрополитене - 50 Гц.

Бесстыковые рельсовые цепи (БРЦ) характеризуются отсутствием изолирующих стыков на границах смежных рельсовых цепей. В этом случае смежные рельсовые цепи должны питаться сигнальными токами разных частот.

В качестве сигнальных токов в бесстыковых рельсовых цепях применяют амплитудно модулированные токи тональных частот в диапазоне 425 – 775 Гц. На основании этого бесстыковые рельсовые цепи называют также тональными рельсовыми цепями (ТРЦ). На метрополитене в настоящее время в ТРЦ используют частоты 475 Гц, 725 Гц и 775 Гц.

Как правило, две смежные рельсовые цепи имеют общий питающий конец, то есть один комплект аппаратуры питает две рельсовые цепи. На релейном конце устанавливают два последовательно соединенных путевых приемника, настроенных на разные частоты.

Особенность работы БРЦ по сравнению с рельсовыми цепями промышленной частоты с изолирующими стыками состоит в том, что их занятие и освобождение поездом фиксируется не в момент вступления и проследования точки подключения аппаратуры, а на некотором расстоянии от нее, что определяет на границе рельсовых цепей наличие зоны дополнительного шунтирования по приближению и удалению поезда.

Фактическая длина бесстыковой рельсовой цепи всегда будет больше ее физической длины, определяемой точками подключения аппаратуры, на длину зоны дополнительного шунтирования, которая может быть 12 – 25 метров.

Зона дополнительного шунтирования – это участок пути от точки подключения аппаратуры рельсовых цепей до местонахождения колесной пары подвижного состава, когда наступает (или сохраняется) шунтирование рельсовой цепи.

Наличие зоны дополнительного шунтирования не влияет ни на безопасность движения поездов, ни на пропускную способность линии.

Там, где необходимо точно зафиксировать границу между смежными рельсовыми цепями, устанавливают изолирующие стыки; изолирующие стыки могут устанавливаться только на одном конце рельсовой цепи. Аппаратура бесстыковых рельсовых цепей одинаково устойчиво работает как при отсутствии, так и при наличии изолирующих стыков.

### 6.3. Режимы работы рельсовых цепей

Рельсовые цепи имеют 5 режимов работы:

- нормальный – рельсовая цепь свободна от подвижного состава,
- шунтовой – рельсовая цепь занята подвижным составом,
- контрольный – осуществляет контроль лопнувшего рельса,
- режим АПС – обеспечивает надежный прием кодовых сигналов поездными устройствами АПС - АРС,
- режим короткого замыкания – обеспечивает работоспособное состояние аппаратуры рельсовой цепи при длительном нахождении подвижного состава на питающем конце рельсовой цепи.

#### 6.3.1. Нормальный режим

Это такой режим работы рельсовой цепи, когда рельсовая цепь свободна от подвижного состава, все ее элементы исправны, обтекаются сигнальным током, путевое реле находится в возбужденном состоянии, замыкает свои фронтальные контакты и выдает информацию о свободности рельсовой цепи. На основе этой информации обеспечивается управление сигнальными показаниями светофоров, проверка требований безопасности движения поездов, а также индикация о свободности рельсовой цепи на пульте – табло.

Невыполнением (нарушением) нормального режима является ложная занятость рельсовой цепи. Ложная занятость рельсовой цепи - это такое ее состояние, когда при фактической свободности рельсовой цепи от подвижного состава путевое реле находится без тока и через свои тыловые контакты выдает информацию об ее занятости. Это отказ в работе рельсовой цепи. Причинами ложной занятости могут быть:

- неисправность рельсовой линии (неисправность температурных, изолирующих стыков, изоляции стрелочной гарнитуры);
- неисправности аппаратуры и других элементов рельсовой цепи;
- неправильная регулировка параметров рельсовой цепи;
- механическая неисправность путевого реле.

Действия дежурного по посту централизации при ложной занятости рельсовой цепи:

- сделать запись в Журнале осмотра,
- доложить поездному диспетчеру,
- поставить в известность работников службы сигнализации и связи,
- отменить авторежимы маршрутов, в которые входит неисправная рельсовая цепь;
- движение поездов производить по пригласительному сигналу после проверки свободности рельсовой цепи, имеющей ложную занятость,
- при ложной занятости стрелочной секции перевод стрелки производить под кнопку «ВКС» после натурной проверки свободности стрелочных острьяков.

### 6.3.2. Шунтовой режим

Шунтовой режим – это режим работы рельсовой цепи, занятой подвижным составом. Название происходит от слова «шунт».

Шунт (англ. ответвление) – проводящая часть, подключаемая параллельно приемнику тока электрической цепи, что приводит к снижению тока в приемнике электрической цепи.

В устройствах АТДП различают поездной и нормативный шунты.

Поездной шунт – колесная пара подвижного состава, проводящая электрический ток.

Нормативный шунт – контрольное устройство, накладываемое на рельсовые нити с целью их шунтирования, имеющее нормированное электрическое сопротивление, равное максимально допустимому сопротивлению поездного шунта (0.06 Ом).

При вступлении поезда на рельсовую цепь колесная пара, имеющая низкое сопротивление, практически накоротко соединяет обе рельсовые нити, т.е. шунтирует рельсовую цепь. В рельсовой цепи для сигнального тока создается путь с низким сопротивлением, параллельный путевому приемнику (путевому реле). Сигнальный ток до путевого приемника не доходит (или доходит очень маленький) и путевой приемник обесточивается. Происходит шунтирование рельсовой цепи, и она имеет контроль занятости.

Шунтовая чувствительность рельсовой цепи – способность рельсовой цепи надежно воспринимать воздействие поездного или нормативного шунта и переходить в состояние «занято».

Возможны случаи, когда при занятой рельсовой цепи путевое реле остается под током, и рельсовая цепь имеет контроль свободности. Такое состояние рельсовой цепи называют ложной свободностью ее.

Ложная свободность рельсовой цепи возможна в следующих случаях:

- плохой поездной шунт, что наблюдается у легких подвижных единиц (хозяйственные единицы, рельсовозные тележки);
- наличие на поверхности катания головок рельсов ржавчины, масляной

пленки, когда возрастает переходное сопротивление «рельс – колесная пара»;

- неисправность изолирующих стыков и контроля за их исправностью;
- неправильная регулировка (завышение) напряжения на путевом реле;
- механическая неисправность реле.

Как правило, ложная свободность наблюдается при одновременном наличии нескольких факторов.

Ложная свободность это опасный отказ в работе рельсовой цепи, при

котором устройства СЦБ не обеспечивают безопасность движения поездов.

Действия ДСЦП при ложной свободности рельсовой цепи:

- сделать запись в Журнале осмотра,
- доложить поездному диспетчеру,
- сообщить электромеханику СЦБ или ЦДПШ,
- отменить авторежимы маршрутов, в которые входит неисправная рельсовая цепь,
- перед каждым заданием маршрута и переводом стрелки проверять фактическое состояние рельсовой цепи.

### 6.3.3. Контрольный режим

Контрольный режим предназначен для обеспечения контроля целостности рельсовой линии электрическим способом, т.е. с помощью электрического тока.

В случае излома рельса по всему профилю рельсовая цепь должна зафиксировать этот дефект и изменить свой режим работы – перейти в состояние занятости.

Действия ДСЦП в этом случае такие же, как и при ложной занятости рельсовой цепи.

Другие режимы работы рельсовой цепи подробно не рассматриваются.

## 7. Путевая автоматическая блокировка (Автоблокировка)

### 7.1. Назначение, принцип действия автоблокировки

Автоблокировка – это система автоматического регулирования движением поездов, когда управление сигнальными показаниями светофоров происходит автоматически под воздействием поезда.

Автоблокировка относится к системам интервального регулирования движения поездов на перегонах и на станциях без путевого развития и обеспечивает:

- установку и поддержание минимального безопасного интервала между попутно следующими поездами;
- непрерывное ограждение хвоста поезда запрещающим показанием светофора;
- выполнение требований, предъявляемых ПТЭ метрополитенов к

автоблокировке.

При оборудовании линии автоблокировкой с целью обеспечения требуемой пропускной способности проводятся тяговые расчеты. На основании тяговых расчетов производится расстановка светофоров на линии. При этом учитывается, чтобы расстояние между смежными светофорами было, как правило, не менее длины тормозного пути при служебном торможении со скорости, допустимой на проследуемом участке.

Участок пути между двумя соседними светофорами называется блок-участком автоблокировки.

В створе со светофорами на рельсовой линии устанавливают изолирующие стыки, т.е. линия делится на электрически изолированные участки. В пределах каждого изолированного участка устраивают рельсовую цепь. В границах блок – участка может быть одна или две рельсовые цепи.

На метрополитене в непосредственной близости от светофора устанавливают электромеханический автостоп, предназначенный для принудительного экстренного торможения электропоезда при проследовании им светофора с запрещающим показанием.

Если попутно следующие поезда разделить только одним блок - участком (что возможно при двухзначной системе сигнализации), то создается угроза столкновения (наезда) поезда с впереди идущим при проследовании следующим позади поездом светофора с запрещающим показанием.

Для исключения подобных случаев за каждым светофором выделяется участок пути, не менее длины тормозного пути при экстренном торможении с максимально реализуемой скорости на проследуемом участке, свободное состояние которого контролируется при открытии предшествующего светофора на разрешающее показание. Этот участок пути называют защитным участком.

Защитный участок за светофором – расстояние от скобы путевого автостопа данного светофора до конца участка пути, ограждаемого предыдущим светофором.

Так как длина тормозного пути при экстренном торможении меньше, чем при служебном, объективно защитный участок будет короче блок – участка (Рис.11).

Возможны случаи, когда длина защитного участка принимается равной длине блок – участка (Рис.12), а на подходе к станции защитный участок может превышать длину блок – участка (Рис.13).

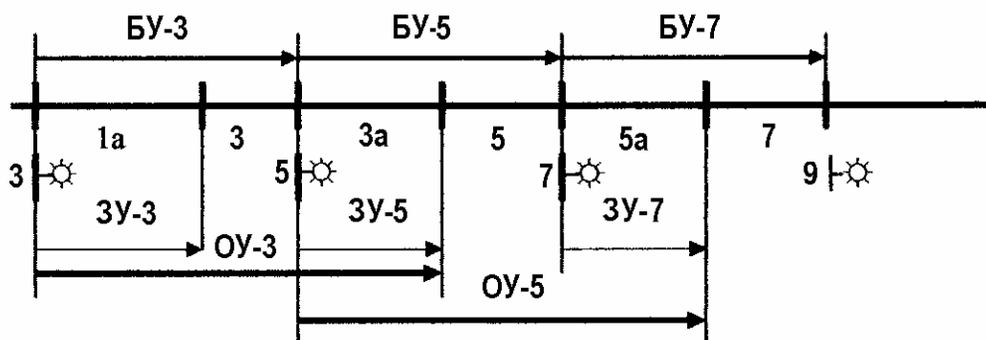


Рис.11. Защитный участок короче блок – участка

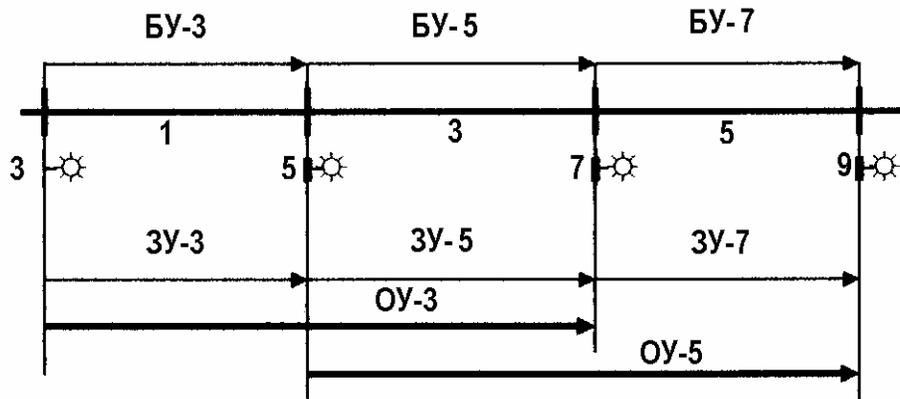


Рис.12. Защитный участок равен длине блок – участка

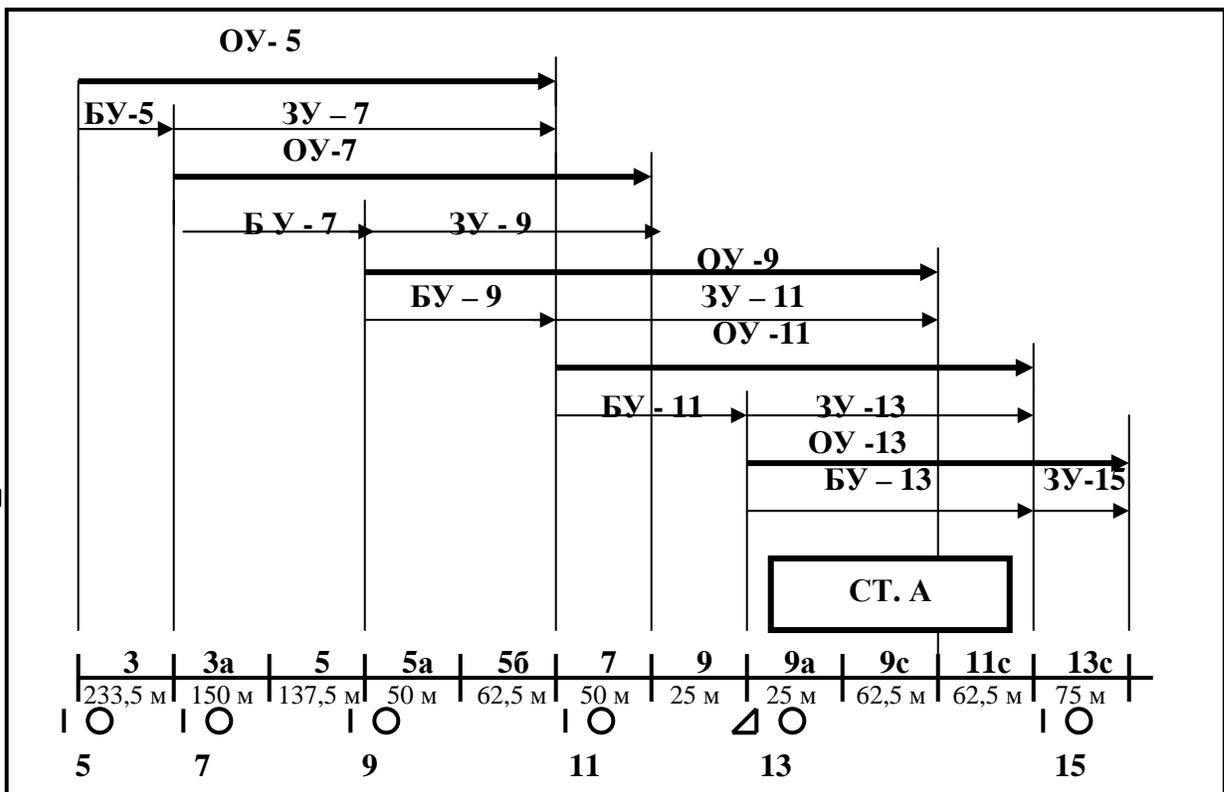


Рис.13. Защитный участок длиннее блок - участка

Таким образом, при наличии защитного участка безопасное расстояние между попутно следующими поездами будет включать блок – участок данного светофора и защитный участок, расположенный за следующим светофором.

Участок пути за светофором, включающий блок – участок за этим светофором, и защитный участок за следующим светофором называется оградяемым участком данного светофора.

Свободное состояние оградяемого участка контролируется линейным реле.

Согласно ПТЭ метрополитенов включение на светофоре разрешающего показания допускается после освобождения поездом блок – участка, защитного участка, расположенного за следующим светофором, который должен перекрыться на красный огонь, а его автостоп принять заграждающее положение. Включение на светофоре разрешающего показания возможно только после перехода путевой скобы его автостопа в разрешающее положение.

Такой порядок работы светофоров автоблокировки обеспечивает безаварийную остановку поезда в случае проследования им светофора с запрещающим показанием.

## 7.2. Система сигнализации при автоблокировке

Сигнализация при автоблокировке с автостопами и защитными участками на тоннельных и закрытых наземных участках установлена двух- или трехзначная; на открытых наземных участках – трехзначная, а при автоблокировке без автостопов и защитных участков – четырехзначная.

Видимость показаний светофоров должна обеспечиваться на расстоянии не менее длины расчетного тормозного пути при полном служебном торможении. Если требуемая видимость светофора не обеспечивается или длина блок – участка перед ним меньше тормозного пути при служебном торможении, то на предшествующем светофоре вводится предупредительная сигнализация.

### 7.2.1. Введение предупредительной сигнализации

Если светофор, расположенный в кривой, имеет ограниченную видимость (меньше длины тормозного пути при служебном торможении) или длина блок – участка перед ним меньше длины тормозного пути при служебном торможении, то на предшествующем светофоре вводится предупредительная сигнализация – желтое показание (Рис14.).

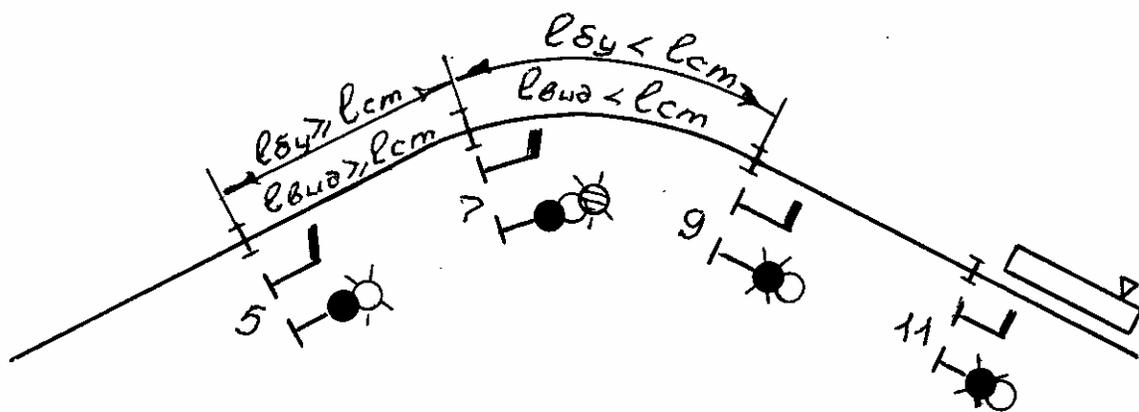


Рис.14.

В случае ограниченной видимости светофора с желтым показанием или

укороченного блок – участка перед ним, на светофоре, ограждающем укороченный блок – участок вводится желто – зеленое показание (одновременно горящие зеленый и желтый огни – Рис.15.).

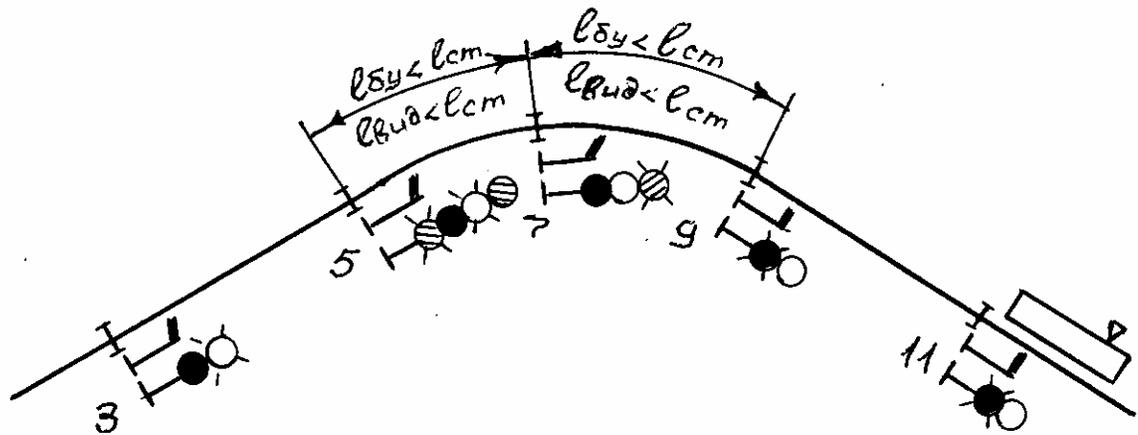


Рис.15.

### 7.3. Назначение и работа путевого реле (П)

Путевое реле предназначено для контроля состояния рельсовой цепи.

Путевое реле через устройства сопряжения подключается к рельсовой линии и получает питание от путевого трансформатора, который подключен к рельсам на питающем конце рельсовой цепи.

При свободной и исправной рельсовой линии путевое реле находится под током, тем самым, контролирует свободное и исправное ее состояние и через фронтонные контакты выдает об этом информацию для управления показаниями светофоров автоблокировки или использования при проверке зависимостей в устройствах электрической централизации (Рис.16).

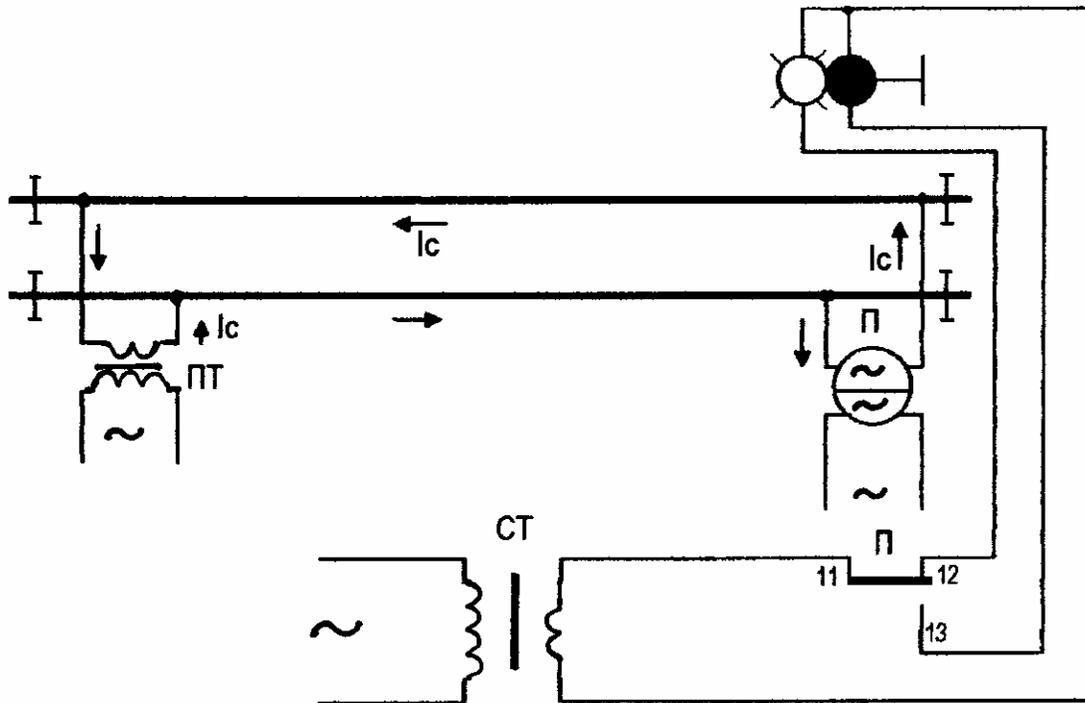


Рис.16. Рельсовая цепь свободна от подвижного состава

$I_c$  – сигнальный ток; ПТ – питающий трансформатор рельсовой цепи; П – путевое реле; СТ – сигнальный трансформатор светофора.

При вступлении поезда на рельсовую цепь первая же колесная пара шунтирует ее, ток до путевого реле не доходит, и оно обесточивается. Происходит размыкание фронтных контактов и замыкание тыловых. На светофоре отключается разрешающее показание и включается запрещающее (Рис.17).

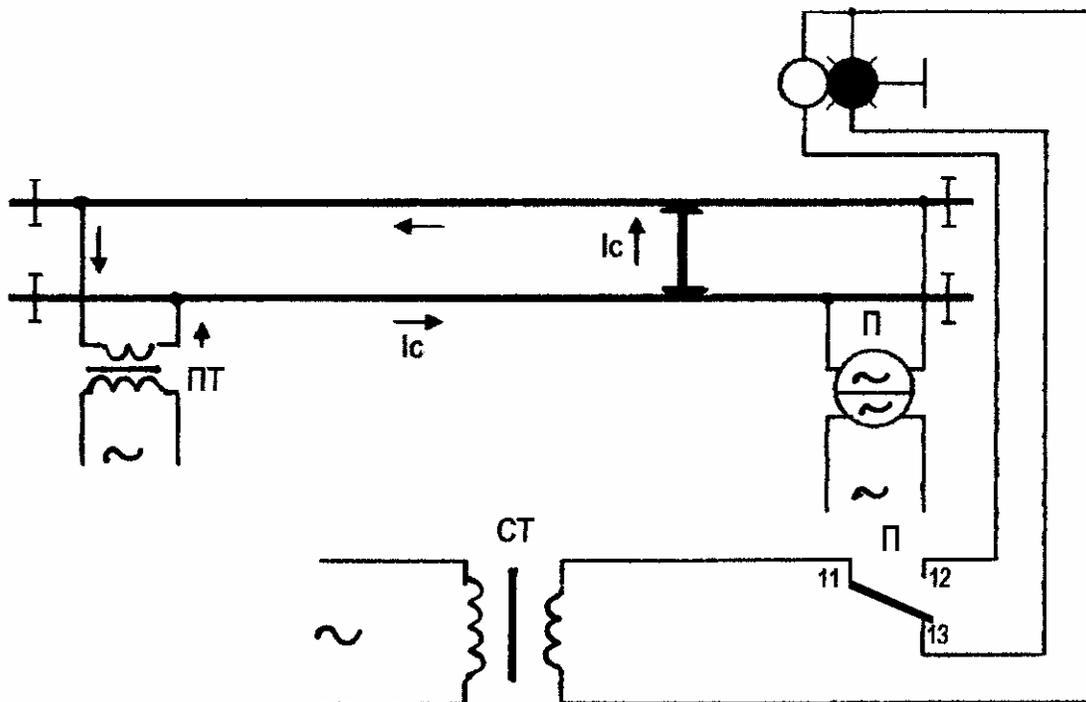


Рис.17. Рельсовая цепь занята подвижным составом

$I_c$  – сигнальный ток; ПТ – питающий трансформатор рельсовой цепи; П – путевое реле; СТ – сигнальный трансформатор светофора.

После освобождения рельсовой цепи поездом путевое реле встает под ток.

#### 7.4. Назначение и работа линейного реле (Л)

Линейное реле контролирует свободное состояние ограждаемого светофором участка линии, в который входят блок – участок данного светофора и защитный участок, расположенный за следующим светофором, и осуществляет управление сигнальными показаниями светофора и положением путевой скобы его автостопа.

С помощью линейного реле обеспечивается выполнение ряда требований, предъявляемых ПТЭ метрополитенов к автоблокировке:

- перекрытие светофора на запрещающее показание и перевод скобы его автостопа в заграждающее положение при вступлении поезда на ограждаемый светофором участок пути;

- открытие светофора на разрешающее показание после освобождения поездом блок – участка, ограждаемого светофором, защитного участка, расположенного за следующим светофором, причем этот светофор должен иметь запрещающее показание, а скоба его автостопа должна находиться в заграждающем положении.

Для управления каждым светофором и его автостопом предусматривается собственное линейное реле.

Линейное реле получило свое название исходя из основной выполняемой функции – контроля свободного состояния участка линии, включающего несколько рельсовых цепей; цепь управления линейным реле называется линейной цепью.

В состав линейной цепи включены фронтальные контакты путевых реле всех рельсовых цепей, входящих в ограждаемый участок данного светофора, контакты огневого реле красного огня светофора, следующего по отношению к рассматриваемому. В нее также включен контакт коммутатора электропривода автостопа упомянутого светофора, контролирующего его заграждающее положение (Рис.18).

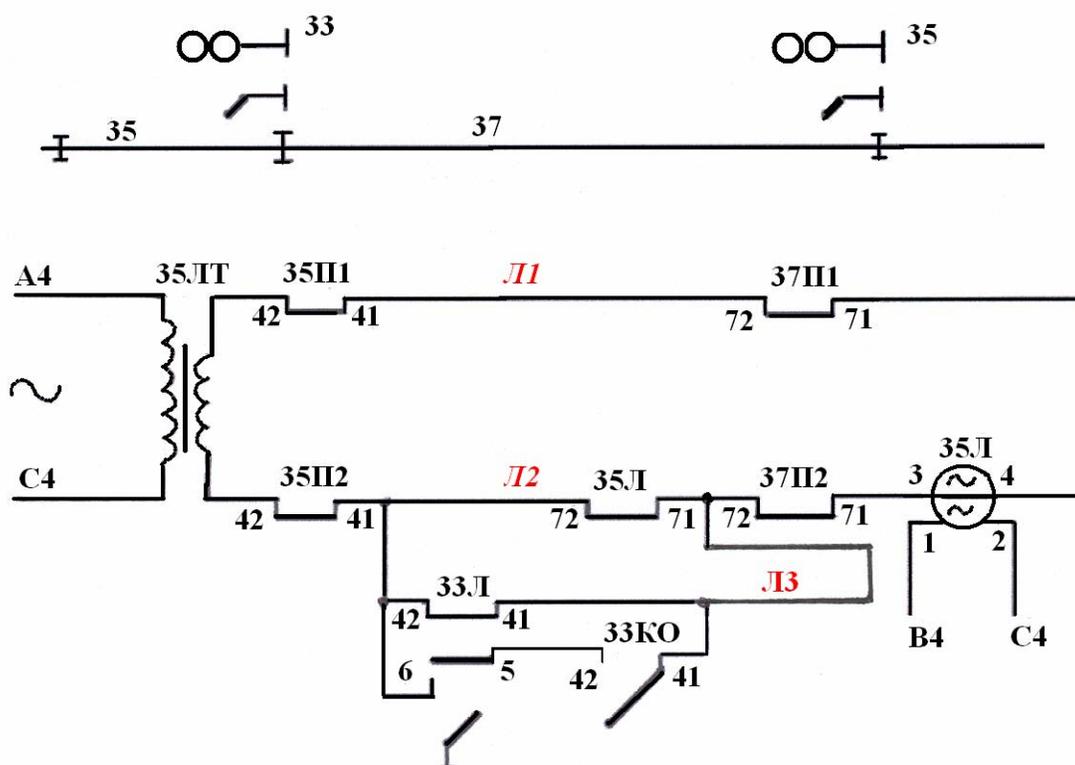


Рис.18. Схема линейного реле

Линейная цепь начинается от следующего по отношению к рассматриваемому светофору, проходит вдоль ограждаемого участка и заканчивается у своего светофора.

Когда свободен участок линии, ограждаемый светофором, линейное реле находится под током, на светофоре горит разрешающее показание, его автостоп находится в разрешающем положении.

При вступлении поезда на первую за светофором рельсовую цепь ее путевое реле обесточивается, одновременно обесточивается линейное реле, через тыловые контакты которого на светофоре включается запрещающее

показание, скоба автостопа переходит в заграждающее положение.

Поезд вступает за следующий светофор, на нем включается запрещающее показание, скоба автостопа принимает заграждающее положение.

Поезд освобождает блок – участок и защитный участок за следующим, по отношению к рассматриваемому, светофором.

Все путевые реле, контролирующие состояние ограждаемого светофором участка, встали под ток, их фронтовые контакты замыкают линейную цепь. Если следующий светофор имеет запрещающее показание, а скоба его автостопа находится в заграждающем положении линейное реле встает под ток, замыкает цепь разрешающего показания светофора, перекоммутирует цепь управления электроприводом автостопа. После перевода скобы автостопа в разрешающее положение, на светофоре загорается разрешающее показание.

В схеме линейного реле предусмотрено восстановление нормальной работы светофоров после проследования поезда в неправильном направлении, а также после кратковременной занятости рельсовых цепей, входящих в ограждаемый светофором участок.

## 7.5. Пропускная способность линии при автоблокировке

Пропускная способность линии (N) определяется числом поездов, которые могут проследовать по участку за 1 час.

Пропускная способность линии при автоблокировке зависит:

- от скорости движения поездов разрешенной и реализуемой на линии;
- принятого межпоездного расстояния между попутно следующими поездами;

- ряда других факторов, влияющих на пропускную способность (время срабатывания приборов автоблокировки, время восприятия машинистом сигнального показания светофора и других).

Для определения пропускной способности необходимо знать расчетный интервал времени между попутно следующими поездами –  $T_{ир}$ .

При определении расчетного интервала времени необходимо учитывать:

- время проследования поездом расчетного межпоездного расстояния -  $t_{мпр}$

$$t_{мпр} = \frac{L_{мпр}}{V}, \text{ где}$$

$L_{мпр}$  - расчетное межпоездное расстояние, принимаемое, исходя из требований безопасности и обеспечения условий оптимального режима ведения поезда, равным длине двух блок – участков и одного защитного участка; в этом случае машинист всегда будет следовать на разрешающее показание светофора.

При определении расчетного межпоездного расстояния необходимо учитывать длину поезда (Рис.19).

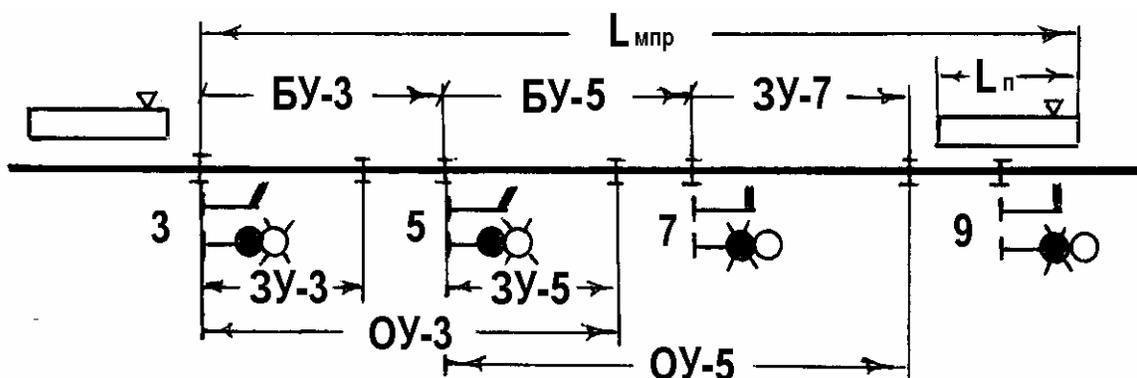


Рис.19. Разграничение поездов, следующих по перегону.

С учетом изложенного расчетное межпоездное расстояние будет равно:

$$L_{\text{мпр}} = 2 L_{\text{бу}} + L_{\text{зу}} + L_{\text{п}} \text{ (м) , где}$$

$L_{\text{бу}}$  - длина блок – участка автоблокировки ;

$L_{\text{зу}}$  - длина защитного участка;

$L_{\text{п}}$  - длина поезда;

Если  $L_{\text{зу}} = L_{\text{бу}}$  , то

$$L_{\text{мпр}} = 3 L_{\text{бу}} + L_{\text{п}} ;$$

$V$  – допустимая скорость на проследуемом участке (м/сек);

Тогда 
$$t_{\text{мпр}} = \frac{2L_{\text{бу}} + L_{\text{зу}} + L_{\text{п}}}{V} \text{ (сек).}$$

- время восприятия машинистом сигнального показания светофора –  $t_{\text{в}} = 2$  сек;

- время срабатывания приборов автоблокировки, когда происходит изменение сигнальных показаний светофора –  $t_{\text{сп}} = 3$  сек;

- резервное время, необходимое для гарантированного выполнения графика движения поездов:  $t_{\text{рез}} = 15$  сек на перегоне;  $t_{\text{рез}} = 4$  сек на подходе к станциям.

Таким образом, расчетный интервал времени между попутно следующими поездами составит:

$$T_{\text{ир}} = t_{\text{мпр}} + t_{\text{в}} + t_{\text{сп}} + t_{\text{рез}} \text{ (сек).}$$

Пропускная способность будет

$$N = \frac{3600}{T_{\text{ир}}} \text{ (поездов / час) .}$$

На перегоне пропускная способность при автоблокировке достаточно велика. Так для семивагонного поезда серии Е при длине его 140 м, скорости движения 65 км/час – пропускная способность  $N = 51$  поезд/час; при скорости 75 км/час –  $N = 54$  поезда/час.

Проблемы с пропускной способностью появляются в районе станций, что связано с остановкой поездов на станциях.

### 7.5.1. Пропускная способность линий в районе станций

Без принятия дополнительных мер пропускная способность линий в районе станций не превышает 35 поездов/час, что не удовлетворяет требованиям перевозочного процесса. Поэтому были приняты меры, повышающие пропускную способность в районе станций:

1. Сокращена до 62.5 м длина блок – участков на подходах к станциям, что соответствует тормозному пути при полном служебном торможении со скорости 35 км/час.

2. Применена 4-х значная сигнализация, имеющая скоростное значение, что позволяет обеспечить своевременное снижение скорости и остановку поезда перед светофором с запрещающим показанием без его проезда в условиях укороченных блок – участков.

3. На входных светофорах автостопы были вынесены вперед, навстречу движению, на расстояние до 20 м, что позволило сохранить необходимую длину защитных участков.

4. На входных светофорах были применены автостопы ускоренного действия, обеспечивающие включение разрешающего показания на них через 1 сек. с начала работы автостопа вместо 3 сек.

5. Так как на подходе к станции скорость движения поездов снижается, стало возможным сократить длины защитных участков в районе станции. С этой целью главный станционный путь разделили на несколько рельсовых цепей (как правило на 3), которые и вошли как защитные участки в ограждаемые участки входных светофоров. Оборудование рельсовых цепей главного станционного пути устройствами внепоездного контроля скорости позволяет включать на входных светофорах разрешающие показания до полного освобождения защитных участков, ограждаемых этими светофорами, если скорость уходящих со станции поездов, превышает расчетное значение.

### 7.5.2. Внепоездной контроль скорости

Принцип действия внепоездного контроля скорости основан на фиксировании прохода хвостовым вагоном поезда выделенного контрольного участка пути в начале рельсовой цепи за установленный интервал времени (1 сек).

Если хвостовой вагон поезда проходит контрольный участок станционной рельсовой цепи (примерно 5 – 6 м) за время менее 1 секунды, то на входном светофоре, в ограждаемый участок которого эта рельсовая цепь входит как защитный участок, включается разрешающее показание до полного освобождения указанной рельсовой цепи.

В случае, когда время прохождения контрольного участка будет более 1 секунды, внепоездной контроль скорости не срабатывает, и разрешающее показание на светофоре включается после полного освобождения указанной рельсовой цепи.

Такой порядок включения разрешающего показания на светофоре не создает угрозы безопасности движения поездов, так как в случае проследования поездом контрольного участка со скоростью равной или выше

расчетной и включении на светофоре разрешающего показания до полного освобождения защитного участка произойдет экстренное торможение, поезд до остановки обязательно освободит защитный участок, т.е. создание аварийной ситуации исключается.

Схема внепоездного контроля скорости приводится в исходное состояние после освобождения поездом рельсовой цепи, на которой осуществляется контроль скорости.

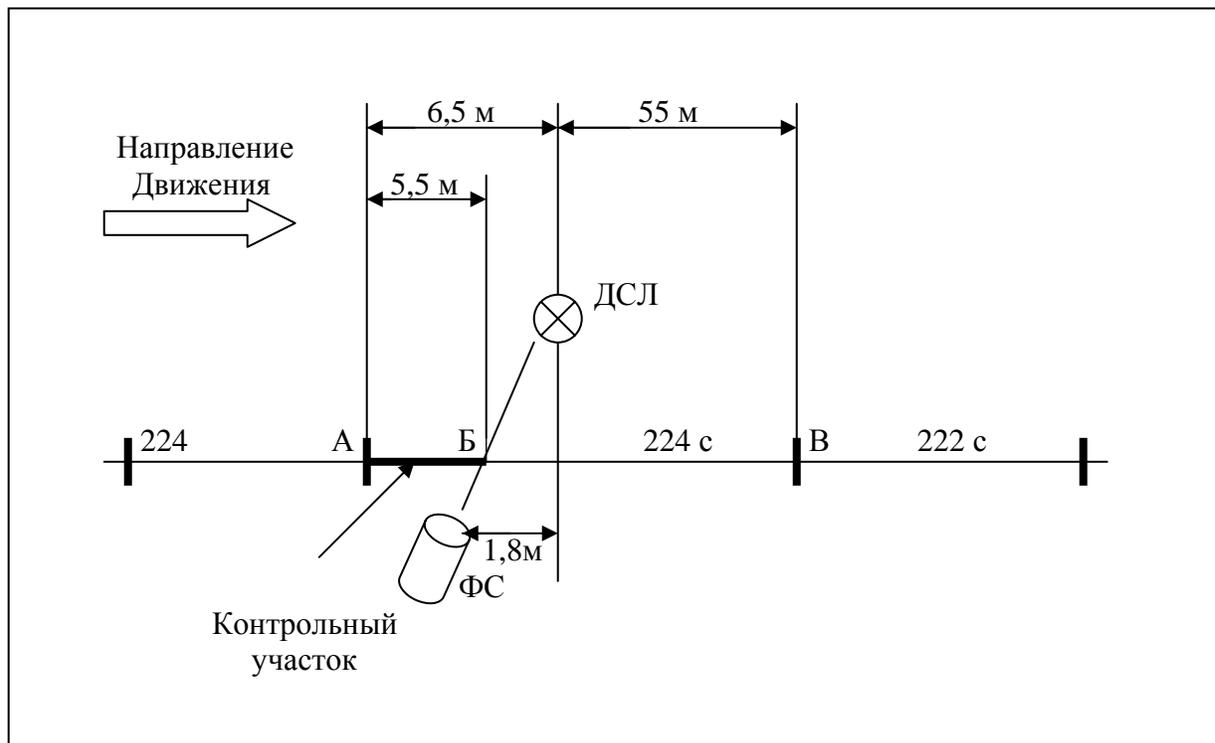


Рис.20. Внепоездной контроль скорости

Лампа датчика световых лучей (ДСЛ) загорается при занятии рельсовых цепей 224, 224с, 222с (Рис.20).

Отсчет времени проследования контрольного участка начинается с момента освобождения рельсовой цепи 224. Поезд за 1 секунду должен освободить участок АБ и должно встать под ток реле ФС (приемник световых лучей). Это произойдет, если скорость движения поезда превышает расчетную, и тогда на светофоре, ограждающем рельсовую цепь 224с, появится разрешающее показание до освобождения участка БВ.

Схема внепоездного контроля скорости приходит в исходное состояние после освобождения рельсовой цепи 224с.

## 7.6. Автоблокировка без автостопов и защитных участков

Автоблокировка без автостопов и защитных участков является резервным средством регулирования движения поездов на линиях, где основным средством сигнализации является АПС – АРС.

Система сигнализации при автоблокировке без автостопов и защитных

участков трех- и четырехзначная.

Автоблокировка нормально отключена. Светофоры автоматического действия погашены и сигнальных показаний не имеют. Светофоры полуавтоматического действия включены и имеют следующие сигнальные показания:

- разрешающее – синий огонь;
- запрещающее – красно-желтый или красный огни.

Движение поездов производится по сигнальным показаниям АЛС – АРС.

Блок – участок автоблокировки включает перегон и главный станционный путь станции приема.

Автоблокировка включается и отключается по - перегонно по приказу поездного диспетчера нажатием кнопки – счетчика в следующих случаях:

- при неисправности на электроподвижном составе основного и резервного комплектов поездных устройств АЛС – АРС;
- при движении по линии поезда, не оборудованного устройствами АЛС – АРС;
- для организации движения хозяйственных поездов.

Включение и отключение автоблокировки всегда производит станция приема при заданных маршрутах по светофорам полуавтоматического действия.

При включенной автоблокировке действие устройств АЛС – АРС сохраняется.

При включении автоблокировки установленные авторежимы отменяются автоматически.

## ***8. Автоматическая локомотивная сигнализация с автоматическим регулированием скорости (АЛС – АРС)***

### **8.1. Назначение и принцип работы АЛС – АРС**

АЛС – АРС – система устройств, обеспечивающая передачу сигнальных показаний в кабину управления поездом, непрерывный контроль свободности пути и скорости движения поезда, автоматическое снижение скорости при ее превышении.

АЛС – АРС относится к автоматическим системам интервального регулирования движения поездов и обеспечивает:

- непрерывный контроль длины свободного участка пути перед поездом и поддержание безопасного интервала между попутно следующими поездами в зависимости от скорости движения поездов;
- передачу в кабину машиниста информации о допустимой (разрешенной) скорости движения в реальном масштабе времени;
- постоянное сравнение фактической скорости с разрешенной;
- автоматическое включение тормозов с выдачей акустического сигнала, если фактическая скорость превышает разрешенную;
- автоматическое прекращение торможения, если фактическая скорость стала меньше или равна разрешенной;

- автоматическое торможение вплоть до полной остановки поезда, если машинист не подтвердит свою бдительность; такое подтверждение производится нажатием специальной кнопки или педали;

- ограждение хвоста впереди идущего поезда сигнальной командой, запрещающей движение, подаваемой в последнюю свободную (перед занятой поездом) рельсовую цепь;

- выполнение других требований безопасности движения поездов, согласно ПТЭ метрополитенов.

При АЛС – АРС также обеспечивается контроль целостности рельсовых нитей железнодорожного пути.

На линиях, где система АЛС – АРС является основным средством сигнализации при движении поездов, она дополняется дублирующим автономным устройством АРС (ДАУ – АРС). В этом случае на пульте в кабине машиниста имеется информация о допустимой скорости движения как на проследуемой рельсовой цепи (основная сигнализация), так и об ожидаемой допустимой скорости движения на впередилежащей рельсовой цепи (предупредительная сигнализация).

Для передачи информации о допустимой скорости движения используются частотные кодовые сигналы, когда каждой частоте кодового сигнала соответствует определенная скорость:

75 Гц - 80 (90) км/час,

125 Гц - 70 (75) км/час,

175 Гц – 60 км/час,

225 Гц – 40 км/час,

275 Гц - 0 - сигнал остановки.

Частота 325 Гц имеет следующие значения:

- в системе «Днепр» - предупредительное сигнальное показание «Равенство скоростей», указывающее, что скорость на впередилежащей рельсовой цепи равна или больше допустимой скорости на проследуемой рельсовой цепи;

- комбинация сигнальных частот 225 Гц и 325 Гц используется для передачи кодового сигнала направления движения (КС – Н); при этом она несет информацию о допустимой скорости движения 40 км/час;

- в ДАУ – АРС – несет информацию о направлении движения поезда и о допустимой скорости 40 км/час.

Указателем в кабине управления электропоездом подаются сигналы:

- цифровое показание – «Разрешается движение со скоростью, не превышающей указанную сигнальным показанием»;

- цифра «0» (ноль) – «Стоять! Требуется остановка»;

- буквы «НЧ» (нет частоты) или «ОЧ» (отсутствие частоты) – «Стоять!

Требуется остановка. Впереди путь занят, неисправность путевых, поездных устройств АЛС – АРС, излом рельса, не задан маршрут, не кодируемая рельсовая цепь»;

- чередующиеся показания «О» и «НЧ» («ОЧ») – сигнал абсолютной остановки (допускается на линиях, где основным средством сигнализации является АЛС – АРС) – «Стоять! Требуется остановка».

Предупредительная сигнализация о допустимой скорости движения на впередилежащей рельсовой цепи подается в виде цифрового или буквенного сигнального показания («РС»).

При АЛС – АРС попутно следующие поезда разграничиваются блок –

участком АЛС – АРС.

Блок – участок АЛС – АРС - участок пути от конца рельсовой цепи, занимаемой поездом, равный длине тормозного пути при торможении устройствами АЛС – АРС со скорости, разрешенной на проследуемой рельсовой цепи. Границами блок – участка АЛС – АРС являются изолирующие стыки или точки подключения к рельсам аппаратуры рельсовых цепей. На границе рельсовых цепей устанавливается литерная табличка с номером рельсовой цепи, занимаемой головой поезда.

Длина блок – участка АЛС – АРС переменная и зависит от допустимой скорости на проследуемой рельсовой цепи. Свободное состояние блок – участка АЛС – АРС контролируется управляющим реле.

## Структурная схема АЛС - АРС

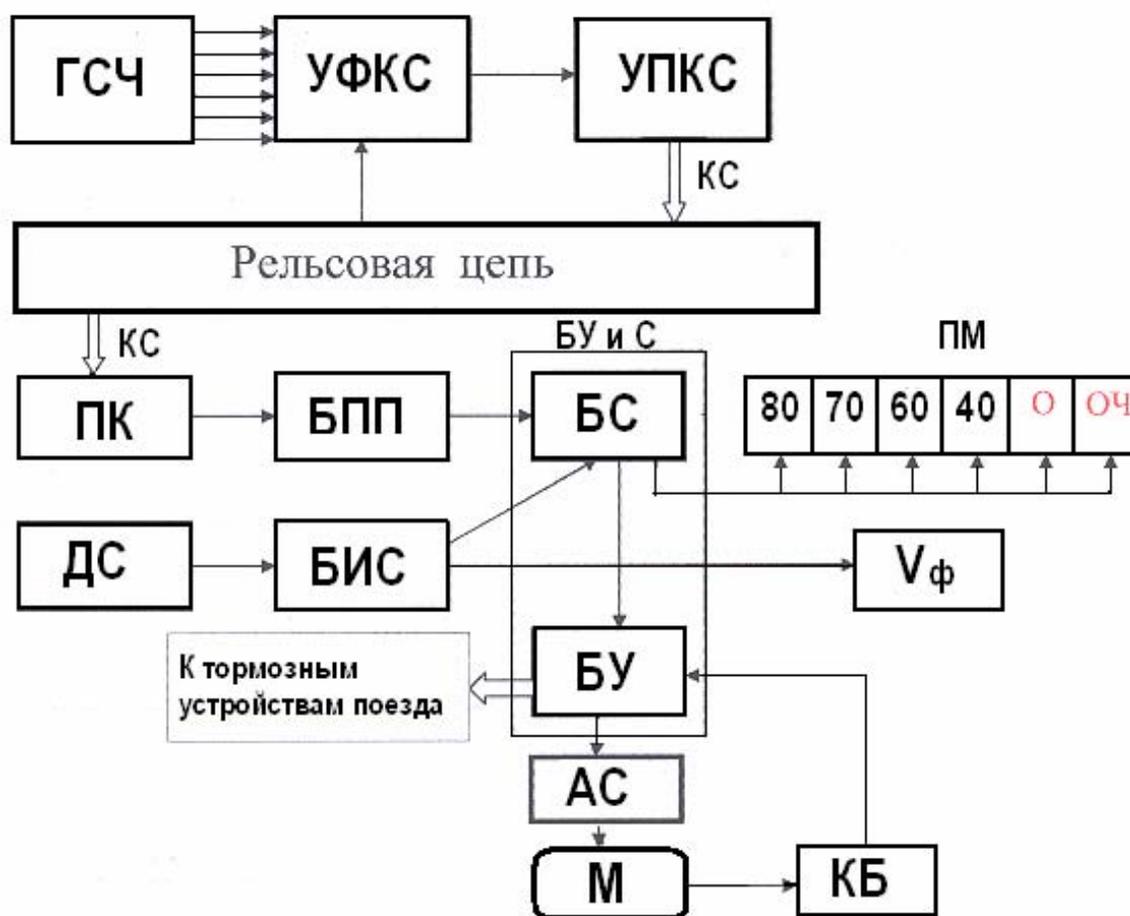


Рис.21.

ГСЧ - генераторы сигнальных частот; УФКС - устройства формирования кодовых сигналов; УПКС - устройства передачи кодовых сигналов; КС - кодовый сигнал; ПК - приемные катушки; БПП - блок поездных приемников; БС - блок сигнализации; ДС - датчик скорости; БИС - блок

измерения скорости; БУ - блок управления; КБ(ПБ) - кнопка (педаль) бдительности; АС - акустический сигнал; М – машинист; ПМ - пульт машиниста; БУ и С - блок управления и сигнализации.

## 8.2. Структурная схема АЛС – АРС

Система АЛС – АРС включает путевые и поездные устройства. Роль телемеханического канала связи между ними выполняет рельсовая цепь (Рис.21).

Путевые устройства предназначены для контроля участков пути перед поездом, генерации (получения) кодовых сигналов и выдачи в рельсовые цепи соответствующих кодовых сигналов в зависимости от состояния блок – участков АЛС – АРС.

В состав путевых устройств входят генераторы кодовых сигналов, устройства формирования кодовых сигналов, устройства передачи кодовых сигналов.

Генераторы кодовых сигналов могут быть двух видов:

- групповые устройства АЛС – АРС;
- индивидуальные генераторы для каждой рельсовой цепи (ГАЛС – М).

В общем случае групповые устройства АЛС – АРС включают 7 генераторов кодовых сигналов: шесть основных и один резервный. На станции предусматривается два комплекта групповых устройств – для I и II путей. Каждый из шести основных генераторов генерирует одну частоту кодового сигнала. После усиления кодовые сигналы поступают в сигнальные шины, к одной из которых в каждый конкретный момент может быть подключена аппаратура кодирования рельсовой цепи.

Резервный генератор нормально отключен от сигнальных шин; он автоматически перестраивается на отсутствующую частоту и подключается к соответствующей шине вместо вышедшего из строя основного генератора.

Нарушение нормальной работы групповых устройств контролируется на пульте – табло горением красной лампочки или ячейки.

Для нормальной работы поездных устройств АЛС – АРС в рельсовую цепь должны выдаваться одна или две частоты кодовых сигналов из шести возможных. Выбор необходимой частоты для передачи в рельсовую цепь осуществляется устройствами формирования кодового сигнала, причем выбор частоты зависит от длины свободного участка пути перед поездом, т.е. от свободы блок – участков АЛС – АРС.

Выбранная частота должна быть усилена до уровня, обеспечивающего ее устойчивый прием поездными устройствами. Эти функции выполняют устройства передачи кодовых сигналов.

Поездные устройства АЛС – АРС предназначены для приема, обработки, распознавания и запоминания кодовых сигналов о допустимой скорости движения, определения и запоминания фактической скорости движения поезда, постоянного сравнения в автоматическом режиме допустимой и фактической скоростей и воздействия на тормозную систему поезда, когда фактическая скорость начинает превышать допустимую.

При занятии поездом рельсовой цепи по ней навстречу движению передается кодовый сигнал. Кодовый сигнал принимается поездными устройствами, в состав которых входят приемные катушки, блок поездных

приемников, датчик скорости, блок измерения скорости движения, блок сигнализации, блок управления, пульт машиниста и кнопка (педаля) бдительности.

Приемные катушки размещаются под кузовом вагона с кабиной управления перед первой колесной парой на высоте 120 -180 мм над УГР и предназначены для приема кодовых сигналов с рельсовой цепи.

Принятые из рельсовой цепи кодовые сигналы распознаются (расфильтровываются) и усиливаются блоком поездных приемников.

Сигнал с блока поездных приемников поступает в блок сигнализации, который определяет допустимую скорость движения, запоминает ее и выдает информацию на пульт машиниста, где она высвечивается в цифровом виде.

Информация о фактической скорости поезда формируется датчиком скорости и блоком измерения скорости, далее она поступает в блок сигнализации и на пульт машиниста ( $V_{\phi}$ ).

В блоке сигнализации происходит сравнение фактической и допустимой скоростей движения. Если фактическая скорость не превышает допустимую, то устройства АРС не влияют на процесс управления поездом. В случае превышения допустимой скорости в блоке сигнализации формируется сигнал на включение тормозной системы поезда, который передается в блок управления.

Блок управления воздействует на устройства управления поездом, причем это воздействие зависит от режима ведения поезда. Сначала тяговые двигатели отключаются от питающего напряжения, затем приводится в действие система электродинамического (электрического) торможения. В случае его неэффективности приводится в действие система электропневматического торможения, а затем и экстренного торможения.

### 8.3. Дублирующее автономное устройство АРС (ДАУ – АРС)

Для функционирования ДАУ - АРС используется комплект поездных устройств АРС – АРС хвостового вагона поезда. Кодовые сигналы ДАУ – АРС передаются в хвост поезду.

АРС с ДАУ – АРС имеет два режима работы:

1. Режим предупредительной сигнализации (режим ДАУ – ПС) – реализуется при совместной работе поездных устройств головного и хвостового вагонов электропоезда.

2. Режим ДАУ – АРС реализуется при отключении комплекта поездных устройств головного вагона и работающем комплекте поездных устройств хвостового вагона.

#### 8.3.1. Режим ДАУ – ПС

В режиме ДАУ – ПС на поездные устройства поступает двухчастотный кодовый сигнал (один – в головной, другой – в хвостовой вагоны поезда), в котором более низкая частота несет основную информацию о текущем значении допустимой скорости на проследуемой рельсовой цепи, а более высокая частота – предупредительную информацию об ожидаемой допустимой

скорости на последующей (впередилежащей) рельсовой цепи. Если на последующей рельсовой цепи допустимая скорость меньше, чем на проследуемой, в кабине машиниста воспроизводятся два цифровых сигнальных показания: большее – соответствует скорости на проследуемой рельсовой цепи, меньшее – на впередилежащей.

Когда на впередилежащей рельсовой цепи допустимая скорость равна скорости на проследуемой рельсовой цепи, на поездные устройства в головной и хвостовой вагоны передается двухчастотный кодовый сигнал одинаковой частоты, соответствующий допустимой скорости движения на проследуемой рельсовой цепи. В этом случае на пульте машиниста воспроизводится только одно цифровое сигнальное показание, соответствующее допустимой скорости движения на проследуемой и впередилежащей рельсовых цепях.

### 8.3.2. Режим ДАУ – АРС

В режиме ДАУ – АРС неисправные устройства АЛС – АРС головного вагона отключаются, система переводится в режим одночастотного кодового сигнала. Принимаемый поездными устройствами АЛС – АРС хвостового вагона кодовый сигнал несет предупредительную информацию об ожидаемой допустимой скорости движения на впередилежащей рельсовой цепи; цифровое значение этой скорости высвечивается на пульте машиниста в головном вагоне. Сигнальное показание о допустимой скорости на проследуемой рельсовой цепи отсутствует.

При изменении направления движения поезда переключение устройств АЛС – АРС головного и хвостового вагонов возможно только после приема устройствами АЛС – АРС хвостового вагона кодового сигнала «Направление движения» частотой 325 Гц. В случае неполучения этого сигнала прием кодовых сигналов поездными устройствами АЛС – АРС исключается.

## 8.4. Система «Днепр»

Резервированная система интервального регулирования и обеспечения безопасности движения на метрополитене – система «Днепр» представляет собой комплекс стационарных и поездных устройств.

Сохраняя все эксплуатационные возможности типовой системы АЛС – АРС, система «Днепр» обладает рядом преимуществ, значительно улучшающих ее эксплуатационные характеристики:

1. Полное резервирование аппаратуры поездных устройств и автономное функционирование основного и резервного комплектов, находящихся соответственно в головном и хвостовом вагонах поезда. Такой принцип функционирования исключает потерю информации на пульте машиниста при неисправности одного (любого) комплекта аппаратуры поездных устройств.

2. Резервирование наиболее ответственных узлов стационарных устройств (групповых устройств АЛС - АРС).

3. Предоставление машинисту полной информации о разрешенных скоростях движения (основной и предупредительной сигнализации) при работе как основного, так и резервного комплектов поездных устройств.

4. Применение двухчастотных кодовых сигналов, принимаемых поездными устройствами головного вагона, что обеспечивает функционирование системы с любым типом рельсовых цепей.

5. Сохранение работоспособности системы при возникновении отказов, не создающих прямой угрозы безопасности движения поездов (потеря одной частоты в двухчастотном кодовом сигнале).

6. Осуществление контроля движения поезда только в направлении, заданном стационарными устройствами; движение в противоположном направлении с использованием устройств системы «Днепр» исключено.

7. Невозможность, в общем случае, движения поезда при выключении поездных устройств системы.

8. Применение целого ряда технических решений, обеспечивающих высокие технико – экономические показатели системы.

## 8.5. Кодовый сигнал абсолютной остановки АРС - АО

Кодовый сигнал АРС – АО применяется на линиях, где основным средством сигнализации является АПС – АРС, и предназначен для исключения возможности движения поезда при нахождении его на последней рельсовой цепи перед светофором полуавтоматического действия, имеющем запрещающее показание, и на первой рельсовой цепи за этим светофором.

Сигнал АРС – АО представляет собой последовательность импульсов частотой 275 Гц, длительностью 1.5 – 1.8 сек, следующих с такими же по длительности интервалами и подается в рельсовые цепи при занятости их поездом.

На пульте машиниста при приеме сигнала АРС – АО попеременно высвечиваются показания «О» и «ОЧ» («НЧ»), при этом движение поезда исключается даже при нажатой педали (кнопке) бдительности.

Для аварийного выключения сигнала АРС – АО на пульте – табло имеется пломбируемая кнопка «АВ».

Сигнал АРС – АО должен автоматически отключаться:

- при задании маршрута и открытии светофора на разрешающее показание;

- при включении пригласительного сигнала.

Если в указанных случаях отключения сигнала АРС – АО не произошло, он отключается кнопкой «АВ», пользоваться которой можно только с разрешения поездного диспетчера.

Порядок выдачи частот в рельсовую цепь, расположенную перед светофором, оборудованную сигналом АРС – АО:

- на светофоре запрещающее показание – в рельсовую цепь выдается сигнал АРС – АО;

- на светофоре разрешающее показание и впереди свободен участок пути больше длины тормозного пути со скорости 40 км/час – выдается разрешающая частота 225 Гц («40»);

- разрешающее показание на светофоре, но впереди свободен участок меньше длины тормозного пути со скорости 40 км/час – выдается частота, запрещающая движение, - 275 Гц («О»);

- при включении пригласительного сигнала на светофоре - в рельсовую цепь частота не выдается – «ОЧ» («НЧ»);
- при нажатии кнопки «АВ» в рельсовую цепь частота не выдается – «ОЧ» («НЧ»).

## 8.6. Увязка устройств автоблокировки и АЛС – АРС

На линиях, где основным средством сигнализации является автоблокировка с автостопами и защитными участками, система АЛС – АРС является дополнительным средством сигнализации. В этом случае она не дополняется ДАУ – АРС и работает в режиме одночастотного кодового сигнала. На таких линиях приоритетными являются показания светофоров автоблокировки, и они подлежат безусловному выполнению.

Разрешающее показание на светофоре автоблокировки разрешает движение поезду со скоростью согласно сигнальному показанию АЛС – АРС, причем при желто – зеленом показании на светофоре в рельсовые цепи перед этим светофором подается кодовый сигнал, разрешающий движение со скоростью 60 км/час, а при желтом показании на светофоре – 40 км/час.

Запрещающее показание на светофоре требует остановки или запрещает начало движения независимо от сигнального показания АЛС – АРС. При этом возможны следующие случаи:

- на светофоре горит красное показание, что указывает на занятость защитного участка, расположенного за светофором; на пульте машиниста высвечивается сигнальное показание «О»;
- красно – желтое показание на светофоре указывает на свободность защитного участка, расположенного за светофором; при этом, в зависимости от соотношения длин защитного участка и блок – участка АЛС – АРС, на пульте машиниста будет гореть сигнальное показание «О», если длина блок – участка АЛС – АРС больше длины защитного участка, и разрешающее цифровое сигнальное показание, если длина блок – участка АЛС – АРС равна длине защитного участка. В этом случае проследование светофора с запрещающим показанием допускается в порядке, установленном ПТЭ метрополитенов.

При запрещающем показании светофора полуавтоматического действия рельсовые цепи, расположенные перед светофором и входящие в состав предмаршрутного участка кодируются частотой, запрещающей движение; на пульте машиниста высвечивается сигнальное показание «О». При незаданном маршруте рельсовые цепи, расположенные перед маневровыми светофорами, перед входными светофорами, установленными у торца пассажирской платформы, не кодируются; на пульте машиниста высвечивается сигнальное показание «НЧ» («ОЧ»).

На станциях, где предусмотрен оборот составов, оборудованных контролем прибытия, когда не установлен маршрут подачи (отправления), при вступлении поезда на последнюю рельсовую цепь перед маневровым (выходным) светофором на этом светофоре горит красно-желтый огонь, а в рельсовую цепь подается частота 225 Гц, соответствующая скорости 40 км/час.

Через 5 секунд после вступления поезда на эту рельсовую цепь на упомянутом светофоре загорается красное показание и прекращается кодирование указанной рельсовой цепи – на пульте машиниста загорается

сигнальное показание «ОЧ».

На линиях, где основным средством сигнализации является АЛС – АРС, при перегорании лампы разрешающего показания на светофоре полуавтоматического действия выдача кодовых сигналов в рельсовые цепи перед светофором осуществляется в обычном порядке. Создается предпосылка для проследования такого светофора без остановки по разрешающему сигнальному показанию АЛС – АРС. В этом случае о перегорании лампы синего огня необходимо предупреждать машинистов поездов, так как такой светофор может быть проследован с разрешения поездного диспетчера в порядке, установленном ПТЭ метрополитенов.

## 9. Электрическая централизация

### 9.1. Общие сведения об электрической централизации

Электрическая централизация – это автоматизированная система централизованного управления стрелками и сигналами станции при помощи электрической энергии, обеспечивающая взаимное замыкание стрелок и сигналов.

Устройства электрической централизации обеспечивают:

- дистанционный перевод стрелок и постоянный электрический контроль их положения с применением электромеханических и релейных устройств и приборов;
- контроль свободности станционных путей, стрелочных секций и других изолированных участков;
- проверку условий безопасного проследования по маршруту подвижного состава и замыкание установленного маршрута;
- дистанционное включение на светофоре, ограждающем установленный маршрут, разрешающего показания и выдачу разрешающих сигнальных частот в рельсовые цепи, входящие в установленный маршрут;
- исключение возможности задания маршрутов, враждебных установленному;
- автоматическое размыкание маршрута после использования его поездом;
- контроль состояния устройств электрической централизации и поездного положения на пульте – табло;
- исключение перевода стрелки под составом;
- контроль взреза стрелки и исключение возможности ее перевода после взреза.

Электрическая централизация включает станционные и напольные устройства (объекты). Станционные устройства электрической централизации размещают в служебных помещениях станции: в релейной, аккумуляторной и, частично, на блок – посту. Напольные устройства размещаются в зоне путевого развития станции. К напольным устройствам относятся светофоры, стрелочные электроприводы и рельсовые цепи.

В электрической централизации для управления стрелками и сигналами применяется, в основном, дистанционное (прямопроводное ) управление, при

котором каждый управляемый объект связан с аппаратурой управления индивидуальными линейными цепями (линейными проводами).

Телемеханическое (кодовое) управление, применяемое для управления удаленными объектами (устройствами), в электрической централизации метрополитена, практически, не встречается.

Дистанционное управление может быть отдельным (индивидуальным) и маршрутным.

При разделенном управлении напольные объекты управляются индивидуальными кнопками (рукоятками) с пульта электрической централизации.

При маршрутном управлении все стрелки, входящие в маршрут, переводятся автоматически после нажатия кнопок начала и конца маршрута, а после проверки всех зависимостей и замыкания маршрута происходит открытие светофора на разрешающее показание.

Электрическая централизация, в которой применяется маршрутное управление стрелками и сигналами, а все зависимости реализуются с помощью реле, называется маршрутно – релейной централизацией (МРЦ).

Маршрутно – релейная централизация включает аппараты управления и контроля (пульт – табло), реле сборной группы, реле исполнительной группы, аппаратуру управления и контроля, устройства электропитания и напольные объекты (Рис.22).

## 9.2. Структурная схема МРЦ.

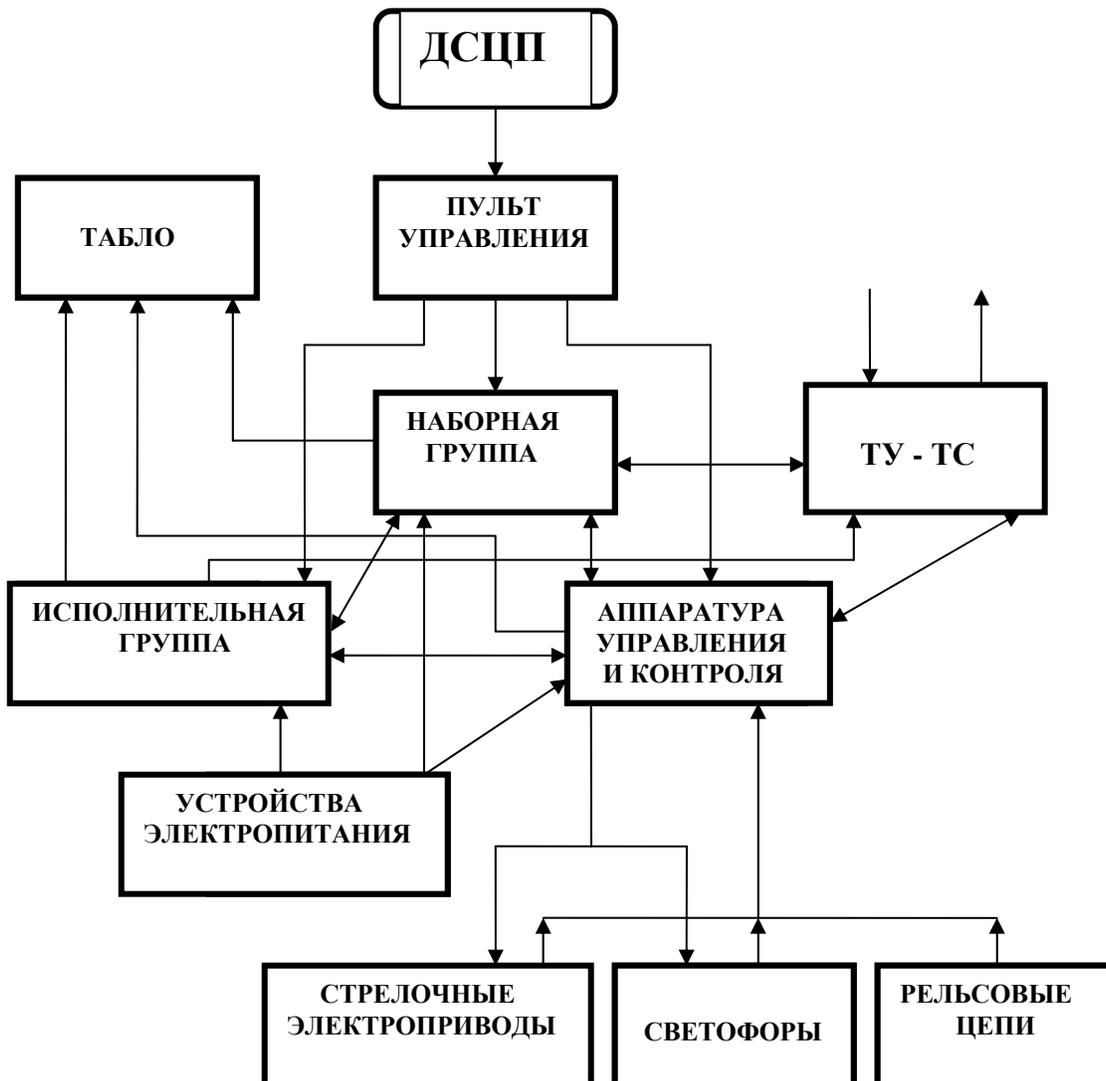


Рис.22.

На пульте– табло имеется вся информация о состоянии устройств электрической централизации и поездном положении в режиме текущего времени (в реальном масштабе времени).

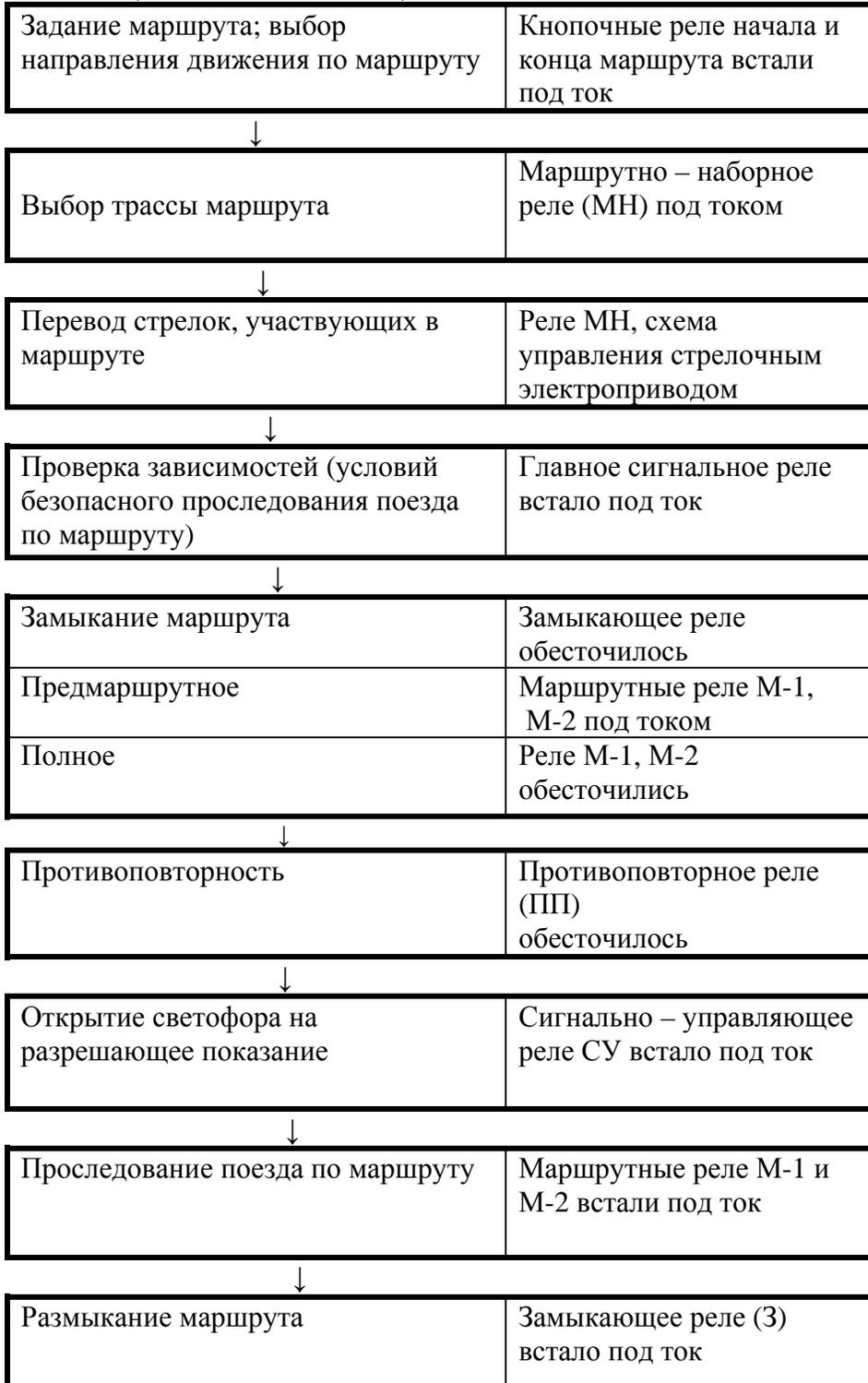
Процедура задания маршрута начинается с нажатия кнопок начала и конца маршрута. Реле наборной группы, определив трассу маршрута, выдают команды на перевод стрелок, входящих в маршрут, в требуемое положение. После перевода стрелок и получения контроля их положения реле исполнительной группы, проверив все условия безопасного проследования поезда по устанавливаемому маршруту, замыкают его, и только после проверки фактического замыкания маршрута, на светофоре включается разрешающее показание и подготавливаются цепи выдачи кодовых сигналов АЛС – АРС.

При проследовании поезда по маршруту происходит его автоматическое размыкание.

## Алгоритм работы МРЦ

Нажата кнопка  
начала маршрута

Нажата кнопка  
конца маршрута



### 9.3. Эксплуатационно – технические основы электрической централизации

Передвижения подвижного состава по станции могут быть маршрутизированными и немаршрутизированными.

Маршрутизированные передвижения производятся по установленным маршрутам: запертым и замкнутым по пути следования стрелкам, по разрешающему показанию светофора, ограждающего этот маршрут.

Немаршрутизированные передвижения производятся по установленным в соответствующее положение запертым, но незамкнутым в маршруте стрелкам, по приказу, распоряжению или пригласительному сигналу.

Запирание стрелки\_(запирание острия стрелки) – это исключение возможности перемещения прижатого острия внутрь колеи после окончания перевода стрелки и получения контроля ее положения с помощью стрелочного электропривода.

Замыкание стрелки в маршруте – это исключение возможности ее дистанционного перевода с пульта – табло.

При электрической централизации все поездные передвижения на станции маршрутизируются. Маневровые передвижения могут быть маршрутизированными и немаршрутизированными.

Маршрут – часть путевого развития станции со стрелками, установленными и замкнутыми в направлении предполагаемого следования подвижного состава. Началом маршрута является соответствующий светофор, имеющий разрешающее показание, а концом – элемент путевого развития станции или участок перегона (в зависимости от вида маршрута).

Маршрут называется основным, если поездные или маневровые передвижения по нему реализуются по кратчайшему расстоянию, с наибольшей скоростью и наименьшим количеством враждебных маршрутов. Основной маршрут задается нажатием двух кнопок: начала и конца маршрута.

Вариантные маршруты имеют одинаковые с основным маршрутом начало и конец, но их трасса отличается от основного положением стрелок, и они имеют большую протяженность. Вариантные маршруты задаются нажатием кнопки начала маршрута, вариантных кнопок и кнопки конца маршрута.

Несколько маршрутов могут включать в себя одни и те же элементы путевого развития станции, т.е. одновременное движение по таким маршрутам невозможно.

Маршруты, по которым одновременное движение невозможно, называются враждебными маршрутами.

Враждебными являются:

- маршруты, в которые входит одна и та же стрелка, один и тот же изолированный участок;
- маршрут приема на главный станционный путь и маршрут подачи на этот же путь;
- встречные маршруты приема и маневров на один и тот же путь;
- встречные маневровые маршруты на один и тот же путь, до одного и того же светофора или до маневровых светофоров разных направлений, расположенных в створе;
- другие взаимоисключающие по условиям безопасности маршруты,

исходя из местных особенностей конкретных станций.

Процесс подготовки путевого развития станции для следования поезда или маневрового состава с проверкой условий безопасности движения называют заданием или установкой маршрута.

Задать (установить) маршрут – это значит перевести ходовые и охранные стрелки в требуемое положение, проверить выполнение условий безопасного движения по всем элементам маршрута, замкнуть маршрут, включить на светофоре, ограждающем установленный маршрут, разрешающее показание и подготовить выдачу разрешающих частот АПС – АРС в рельсовые цепи, входящие в установленный маршрут.

Таким образом, при задании маршрута, до открытия светофора, разрешающего движение по устанавливаемому маршруту, необходимо исключить возможность перевода ходовых и охранных стрелок, входящих в маршрут, а также задание враждебных маршрутов, т.е. выполнить замыкание маршрута.

Такой алгоритм (порядок) работы устройств электрической централизации гарантирует безопасность движения поездов: вначале замыкаются стрелки и исключается задание враждебных маршрутов, а затем на светофоре включается разрешающее показание.

В электрической централизации предусмотрены два вида замыкания маршрута:

- предварительное (предмаршрутное) замыкание, наступающее перед открытием светофора на разрешающее показание и отсутствии поезда или маневрового состава перед светофором (на предмаршрутном участке);
- окончательное или полное замыкание, которое наступает при вступлении поезда на предмаршрутный участок при установленном маршруте или задании маршрута, когда поезд или маневровый состав уже находится на предмаршрутном участке.

Вид замыкания определяет порядок отмены и размыкания (разделки) маршрута.

Размыкание маршрута – процесс обратный замыканию, т.е. надо вернуть стрелки в состояние, доступное для их перевода с пульта – табло и предоставить возможность задания маршрутов.

В процессе размыкания маршрута сначала его нужно отменить, т.е. перекрыть светофор на запрещающее показание, а затем освободить стрелки и враждебные маршруты от замыкания.

При предмаршрутном замыкании процедуры отмены маршрута и его размыкания практически совмещены во времени и максимально упрощены: достаточно нажатия двух кнопок, чтобы светофор перекрылся на запрещающее показание и произошло размыкание маршрута; причем эти кнопки свободны для пользования.

При полном (окончательном) замыкании маршрута процедуры его отмены и размыкания разделены: сначала необходимо перекрыть светофор на запрещающее показание, а затем произвести искусственную разделку маршрута.

Перекрытие светофора на запрещающее показание производится нажатием трех кнопок, при этом одна из них недоступна для свободного пользования – ею можно воспользоваться только с разрешения поездного диспетчера. Далее необходимо произвести искусственное размыкание

(искусственную разделку) маршрута одновременным нажатием двух кнопок разделки маршрута, пользоваться которыми можно только с разрешения поездного диспетчера.

Принятый порядок отмены и разделки окончательно замкнутого маршрута исключает ошибочные действия дежурного по посту централизации и снижает угрозу безопасности движения поездов.

При проследовании поезда по маршруту обеспечивается его автоматическое размыкание; при этом проверяется фактическое проследование поезда по маршруту регистрацией последовательного занятия и освобождения изолированных участков (секций), входящих в маршрут.

Такой порядок контроля проследования поезда по маршруту исключает его преждевременное размыкание при кратковременной ложной занятости секций, кратковременной потере шунта, переключении фидеров питания при «посадке» напряжения и других сбойных ситуациях.

В электрической централизации предусмотрены два вида автоматического размыкания маршрутов: маршрутное и секционное (по частям).

Маршрутное размыкание наступает после проследования поезда по всему маршруту.

Если маршрут состоит из нескольких частей предусматривается его секционное размыкание: после проследования поездом каждой части маршрута она размыкается, при этом последующие части маршрута остаются замкнутыми и размыкаются по мере их освобождения (использования) поездом.

Секционное размыкание маршрута повышает оперативность работы станции.

Если при проследовании поезда автоматическое размыкание маршрута не произошло, производится искусственная его разделка.

## 9.4. Аппараты управления и контроля

Аппараты управления и контроля предназначены для управления стрелками, сигналами и другими устройствами (объектами), контроля состояния управляемых объектов, отображения поездного положения на станциях, оборудованных электрической централизацией. Они устанавливаются в помещении дежурного по централизации (на блок - посту).

В общем случае аппараты управления содержат пульта, предназначенные для размещения на них органов управления (кнопок, рукояток), и табло, предназначенные для отображения информации. На табло размещаются различные элементы световой индикации: световые ячейки, повторители светофоров, лампочки, светодиоды.

Пульта и табло могут быть выполнены в виде отдельных устройств, а могут быть совмещены в единую конструкцию, называемую пульт – табло.

Наибольшее распространение на метрополитене имеют унифицированные пульта, совмещенные с табло типов УП -1 и УП – 2 и пульта наклонные с табло из блочных элементов типа ППНБ.

### 9.4.1. Пульт – табло унифицированные типов УП–1, УП-2

Унифицированный пульт – табло представляет собой сварной корпус, в верхней части которого располагается лицевая панель. На лицевой панели размещаются световая схема путевого развития станции, повторители светофоров и другие средства индикации, а также кнопки (рукоятки) управления. Ниже лицевой панели к корпусу крепится столешница.

Лицевая панель представляет собой металлический лист с прорезями для установки световых ячеек пульта – табло, отверстиями для размещения другой индикации и органов управления. Прорези лицевой панели прикрываются полосками из органического стекла.

Корпус пульта – табло сверху и с боковых сторон обшит листовой сталью; спереди, ниже столешницы, установлены съемные щиты (крышки), а сзади – дверцы или съемные щиты, - все они снабжены приспособлениями для пломбирования.

Световая схема станции выполняется с помощью световых ячеек, устанавливаемых в прорези лицевой панели. В каждой световой ячейке размещены две коммутаторные лампы, перед одной из ламп установлен зеленый светофильтр. При включении той или другой лампы ячейка может светиться белым или зеленым цветом. Лампы пульта – табло питаются напряжением 24 В.

Контрольные лампы повторителей светофоров, пригласительных сигналов и других устройств размещаются в отдельных патронах для коммутаторных ламп, снабженных линзами соответствующих цветов.

Кнопки задания маршрутов (маршрутные кнопки) располагаются на табло в соответствии с путевым развитием станции в начале и конце маршрутов. Они могут быть разного типа, в зависимости от варианта проекта. В настоящее время наибольшее применение имеют двухпозиционные кнопки без фиксации нажатого положения и кнопки – счетчики.

Кнопки бывают пломбируемые и непломбируемые.

На пульте – табло устанавливаются:

- маршрутные кнопки, с помощью которых обеспечивается задание маршрутов;

- кнопки индивидуального перевода стрелок;

- кнопки установки авторежимов;

- кнопки отмены маршрутов;

- кнопки включения резервного комплекта стрелок;

- кнопка отмены резерва стрелок;

- кнопки включения макета стрелок;

- кнопки отключения стрелок «КВ»;

- кнопки «ВКС»;

- кнопки размыкания курбелей;

- кнопка отключения пульта – табло;

- кнопка включения подсветки контроля положения стрелок;

- кнопка выключения стрелочного звонка;

- кнопка выключения контрольного звонка батареи;

- кнопка выключения оповестительной сигнализации;

- кнопка включения амперметра контроля расхода тока стрелочного электропривода;

- кнопки – счетчики включения пригласительных сигналов, искусственного размыкания маршрутов, перекрытия светофоров в случае полного замыкания маршрутов и другие.

Сбоку на пульте – табло устанавливается ключ – жезл для перевода станции на диспетчерское или местное управление. При местном управлении ключ – жезл находится в вертикальном положении, для перехода на диспетчерское управление он поворачивается по часовой стрелке на 90°.

Пульты – табло бывают двух типов. Они различаются по длине и количеству размещаемых на лицевой панели кнопок или коммутаторов.

Габаритные размеры пультов унифицированных:

Тип пульта	Длина	Размеры в мм	
		Ширина	Высота
УП – 1	850	350	1530
УП – 2	1200	350	1530

С 1987 года сняты с производства.

#### 9.4.2. Пульты наклонные с табло из блочных элементов типа ППНБ

Пульт ППНБ представляет собой сварную конструкцию с наклонной и горизонтальной передней частью. Задняя и боковые стенки вертикальные.

Пульт состоит из металлического каркаса, сверху и с боков наглухо закрытого металлическими листами. Передняя нижняя и задняя части каркаса закрываются съемными щитами (крышками), имеющими приспособление для пломбирования.

Табло набирается из мозаичных блоков размером 40 x 40 мм.

Для создания светосхемы табло выпускаются 44 конструктивных типа мозаичных блоков световой индикации, отличающихся друг от друга формой и размерами световых индикаторов (мнемознаков).

В мозаичных блоках применяются коммутаторные лампы КМ -24 -35, а там, где светофильтры зеленого и синего цветов – КМ-24-90.

На пульте (на горизонтальной части) в уменьшенном варианте воспроизводится путевое развитие станции и на нем размещаются маршрутные кнопки. Другие кнопки, кнопки – счетчики размещаются на горизонтальной и наклонной частях пульта.

Габаритные размеры пультов ППНБ:

Тип пульта	Длина	Размеры в мм	
		Ширина	Высота
ППНБ - 800-75	885	910	1350(1460)
ППНБ -1200-75	1240	910	1350(1460)

С 1999 года выпускаются пульты ППНБМ с субблоками на светодиодах, относящиеся к III поколению.

В качестве аппаратов управления маршрутно – релейной централизацией унифицированной системы и блочной маршрутно – релейной централизацией применяются пульты – табло; пульты – манипуляторы и выносные табло. На пульте – табло размещаются световая схема путевого развития станции, повторители светофоров, кнопки управления маршрутами, стрелками и сигналами; на нем отображается состояние свободности путей, стрелочных секций; положение стрелок и сигналов и другая информация.

Пульт – табло состоит из отдельных секций прямоугольной формы. Выпускаются 4 типа секций: А, Б, В и С. Секции А,Б,В отличаются друг от друга габаритными размерами и на них размещается светосхема станции. Секция С служит для размещения аппаратуры связи.

Габаритные размеры секции в мм:

Тип	Длина	Ширина	Высота
А	850	350	1530-1800-1950
Б	1200	350	1530-1800-1950
В	500	350	1530-1800-1950
С	350	350	1530-1800-1950

Схема расположения секций может быть различной, исходя из местных особенностей станций, помещений, количества устройств.

Для управления устройствами электрической централизации с числом стрелок свыше 50 применяют пульт – манипулятор и выносное табло.

Конструктивно пульт – манипулятор состоит из прямоугольных и трапециевидных секций с наклонной верхней панелью. На панели размещаются кнопки и коммутаторы для управления устройствами электрической централизации.

Выносное табло состоит из прямоугольных секций, которые могут располагаться в линию; возможно размещение крайних секций под углом 150° к секциям, установленным в линию. На выносном табло размещаются: светосхема станции, повторители светофоров и другие элементы индикации. В нижней части выносного табло устанавливаются пломбируемые кнопки выключения стрелок, искусственной разделки маршрутов и другие.

#### 9.4.3. Щиты стрелочных предохранителей и вспомогательных приборов

Щит стрелочных предохранителей (ЩСП) размещается вблизи пульта централизации, имеющей 30 – 50 стрелок. На щите размещены предохранители пусковых цепей стрелок. Каждый предохранитель находится под отдельной пломбируемой крышкой.

При 4 -7 стрелках на станции на боковой стенке пульта – табло располагается панель предохранителей.

Щит вспомогательных приборов (ЩВП) устанавливается вблизи пульта – табло.

На ЩВП располагаются:

- кнопки пригласительных сигналов (ПС);
- контрольные лампочки горения ПС;
- предохранители пусковых и рабочих цепей стрелок;
- вольтметр с переключателем для измерения напряжения рабочей и контрольной батарей.

Контрольный щит электромеханика предназначен для проверки исправности линий и ламп пригласительных сигналов, а также для извещения электромеханика СЦБ об отсутствии контроля положения стрелок, погасшем светофоре, перегорании предохранителей.

#### 9.4.4. Контрольное табло электромеханика (КТ)

Контрольное табло электромеханика (табло – дублер) применяют с 1965 года; оно, как правило, устанавливается в релейной. Конструктивно контрольное табло напоминает унифицированное пульт – табло. В верхней части КТ размещена световая схема станции и прилегающих перегонов.

Кнопки управления стрелками, сигналами, маршрутами и другими устройствами электрической централизации на контрольном табло отсутствуют, кроме кнопок, участвующих в постановке стрелок на макет.

Имеются кнопки для проверки состояния отдельных устройств электрической централизации и вспомогательные кнопки.

К ним относятся:

- кнопка включения контроля положения стрелок,
- кнопки проверки исправности ламп пригласительных сигналов,
- кнопка проверки работы схемы контроля прибытия,
- кнопка выключения контрольного звонка,
- кнопка выключения КТ.

На контрольном табло имеется индикация о состоянии следующих устройств СЦБ:

- состояние рельсовых цепей,
- состояние светофоров,
- контроля включения пригласительных сигналов светофоров,
- контроль положения стрелок,
- контроль состояния линейных реле,
- контроль положения автостопов,
- контроль состояния реле ГС,
- контроль состояния замыкающих реле,
- контроль состояния реле СУ, групповых частотно – управляющих реле,
- контроль работы управляющих реле,
- контроль включения резервного комплекта стрелки,
- контроль включения макета стрелки,
- полный контроль работы групповых устройств АЛС – АРС,
- состояние кнопочных реле,
- включение авторежимов,
- срабатывание контроля прибытия,
- контроль состояния МК и другая информация (реле СДС, контроль перегорания предохранителей и т.п.).

## 9.5. Стрелочный электропривод

Стрелочный электропривод предназначен для перевода в повторно – кратковременном режиме острия стрелки в крайние положения, запираания их по окончании перевода и электрического контроля положения стрелки в непрерывном режиме.

Стрелочный электропривод должен:

- обеспечивать при крайних положениях стрелки плотное прилегание прижатого острия к рамному рельсу;
- не допускать запираания острия стрелки при зазоре между прижатым острием и рамным рельсом 4 мм и более;
- отводить другой острием от рамного рельса на расстояние не менее 125 мм.

Стрелочные электроприводы бывают неврезного (Рис.23) и взрезного (Рис.24) типов.

Стрелочный электропривод неврезного типа состоит из:

- электродвигателя переменного или постоянного тока мощностью 0.25 или 0.3 кВт;
- редуктора со встроенной фрикционной муфтой;
- главного вала с шибберной шестерней;
- автопереключателя;
- рабочего шиббера;
- контрольных линеек;
- муфты сцепления.

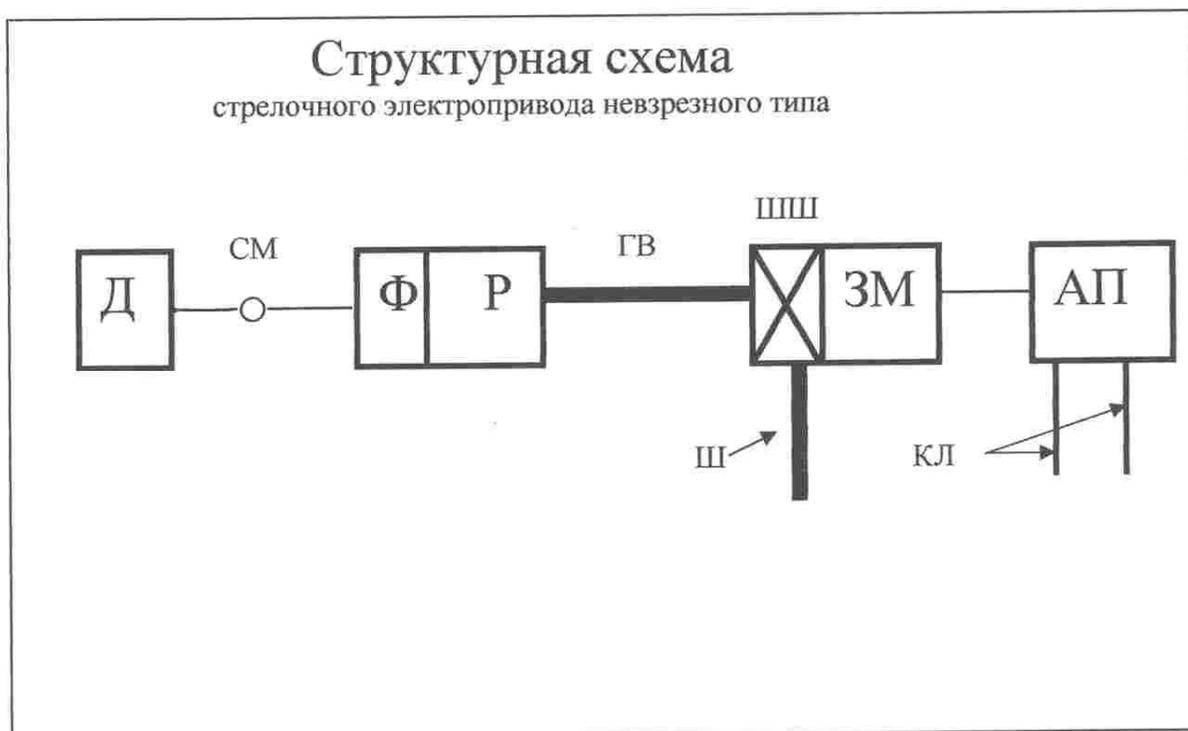


Рис.23.

Д – электродвигатель; СМ – соединительная муфта (муфта сцепления); Ф – фрикционный механизм (фрикционная муфта); Р – редуктор; ГВ – главный вал; ШШ – шиберная шестерня; Ш – рабочий шибер; ЗМ – запирающий механизм (запирающее устройство); АП -автопереключатель; КЛ – контрольные линейки.

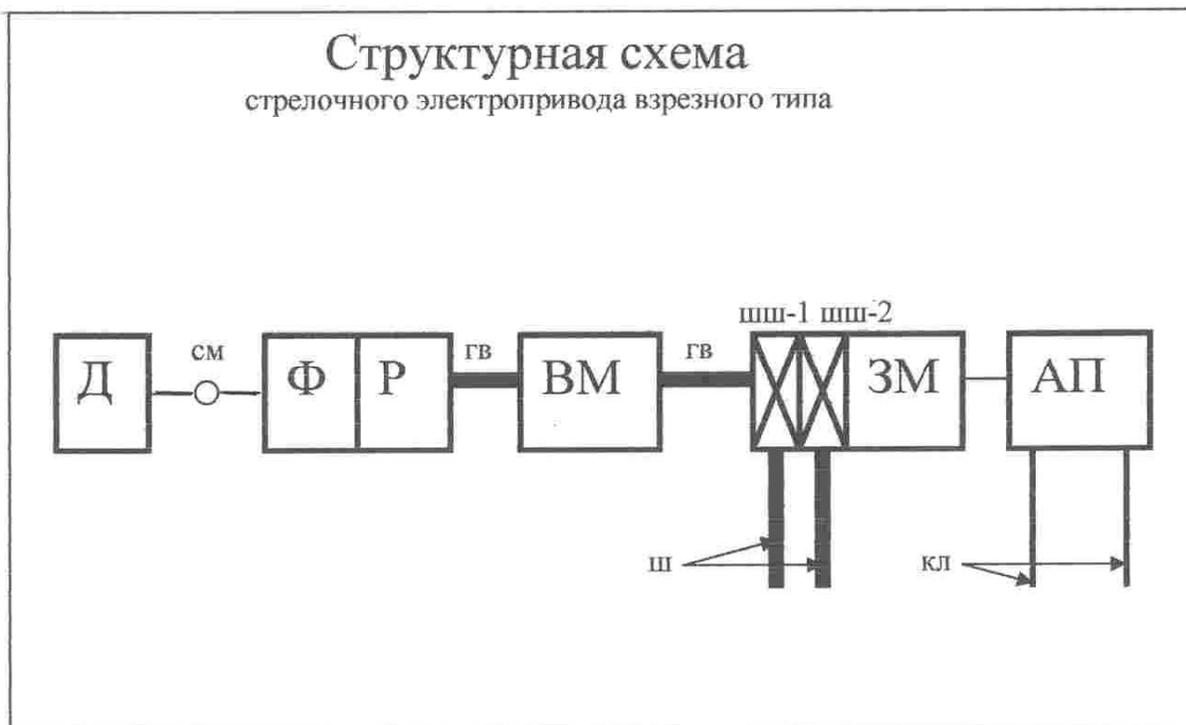


Рис.24.

Д – электродвигатель; СМ – соединительная муфта (муфта сцепления); Ф – фрикционный механизм (фрикционная муфта); Р – редуктор; ГВ – главный вал; ВМ – взрезной механизм (взрезное устройство); ШШ-1, ШШ - 2 – шиберные шестерни; Ш – рабочие шиберы; ЗМ – запирающий механизм (запирающее устройство); АП -автопереключатель; КЛ – контрольные линейки.

Все узлы стрелочного электропривода устанавливаются в чугунном корпусе, который сверху закрывается стальной крышкой; крышка запирается на внутренний замок – защелку.

Ось ротора (вал) электродвигателя стрелочного электропривода имеет выход с двух сторон: с одной стороны, она с помощью муфты сцепления соединяется с валом редуктора; а с другой стороны, конец (хвостовик) оси заканчивается квадратом 12 x 12 мм, на который надевается курбель, что дает возможность переводить стрелку вручную с его помощью. Напротив квадратного хвостовика оси электродвигателя, в торце корпуса электропривода имеется отверстие, в которое вставляется курбель. В нормальном состоянии это отверстие закрыто курбельной заслонкой, которая в закрытом состоянии фиксируется специальным винтом с квадратной головкой 12 x 12 мм.

Фиксирующий винт отворачивается и заворачивается с помощью курбеля.

Внутри корпуса электропривода установлен блокировочный контакт; он размыкается при опускании курбельной заслонки и отключает электродвигатель (разрывает рабочую цепь электропривода).

Включить блокировочный контакт можно только после открытия крышки электропривода.

Редуктор с фрикционной муфтой, главный вал с шиберной шестерней и рабочий шибер образуют механическую передачу стрелочного электропривода.

Скошенные крайние зубья шиберной шестерни и рабочего шибера образуют внутреннее (кулачковое) запирающее устройство стрелочного электропривода.

Автопереключатель представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для контроля окончания перевода стрелки с проверкой положения прижатого и отведенного острия, коммутации рабочей и контрольной цепей. Автопереключатель имеет четыре группы контактов: две крайние группы коммутируют рабочую цепь, две средние группы – контрольную цепь.

Стрелочный электропривод может устанавливаться как с правой, так и с левой стороны стрелки. Для установки электропривода на стрелке применяется стрелочная гарнитура.

Стрелочная гарнитура – это комплект деталей, элементов соединения их для установки электропривода на стрелке и присоединения его линеек (рабочего шибера и контрольных линеек) к остриям.

В состав стрелочной гарнитуры электропривода неврезного типа входят:

- фигурные угольники – 4 шт.;
- фундаментные угольники – 2 шт.;
- связная полоса – 1 шт.;
- рабочая тяга – 1 шт.;
- соединительная тяга – 1 шт.;
- контрольные тяги – 2 шт.;
- валики шарнирных соединений;
- шарнир Гука;
- втулки;
- комплект изоляции.

Стрелочный электропривод работает следующим образом. После создания (замыкания) рабочей цепи по обмоткам электродвигателя протекает электрический ток, и ротор электродвигателя начинает вращаться в требуемую сторону. Вращение от электродвигателя через муфту сцепления передается на вход редуктора и фрикционную муфту. С выхода редуктора вращение передается на главный вал с шиберной шестерней, которая находится в зацеплении с рабочим шибером. Шиберная шестерня и рабочий шибер образуют реечную передачу, с помощью которой вращательное движение главного вала преобразуется в поступательное движение шибера и связанных с ним через рабочую и соединительную тяги острия стрелки. Сразу после включения электродвигателя электропривод работает в режиме холостого хода; во время холостого хода автопереключатель отключает контрольное реле, которое сигнализирует о начале перевода стрелки, включает через свои контакты красную лампочку, горящую ровным светом. Одновременно

подготавливается цепь резервирования, т.е. цепь для возможного возврата стрелки в первоначальное положение.

Далее следует отпирание и перевод стрелки - перемещение ее острия в другое крайнее положение.

После выключения электродвигателя кинетическая энергия якоря электродвигателя и других вращающихся масс (деталей) электропривода гасится фрикционной муфтой и трением в других узлах электропривода.

При переводе стрелки главный вал с шиберной шестерней делает один неполный оборот – поворачивается на  $280^{\circ}$ .

### 9.5.1. Механическая передача стрелочного электропривода

Механическая передача электропривода передает вращающий момент от электродвигателя к остриям стрелки и усиливает его; преобразует вращательное движение вала электродвигателя в поступательное движение шибера, обеспечивает перевод острия стрелки и их запирающие в крайних положениях.

Она состоит из редуктора, фрикционной муфты, главного вала с шиберной шестерней и рабочего шибера.

Редуктор снижает число оборотов электродвигателя и увеличивает вращающий момент, он имеет передаточное отношение 70. Это значит, что ось электродвигателя совершает 70 оборотов, а главный вал за это время всего один оборот. Соответственно вращающий момент на главном валу в 70 раз превышает вращающий момент на оси электродвигателя.

Шибер с шиберной шестерней образуют реечную передачу, с помощью которой вращательное движение шиберной шестерни преобразуется в поступательное движение рабочего шибера. Крайние срезанные зубья шиберной шестерни и шибера образуют внутреннее запирающее устройство электропривода, с помощью которого производится запирающее острия стрелки в крайних положениях.

При переводе стрелки обеспечивается перемещение рабочего шибера и острия на  $154 \pm 2$  мм, ход контрольных линеек  $154 \pm 4$  мм.

Фрикционная муфта предназначена для передачи нормированного усилия от электродвигателя на шибер, погашения кинетической энергии вращающихся частей механической передачи электропривода и защиты электродвигателя от перегрузки в случае невозможности перевода стрелки.

В фрикционной муфте усилие передается за счет сил трения между дисками, сжимаемыми с помощью пружины или тарельчатых шайб.

### 9.5.2. Работа стрелочного электропривода на фрикцию

Работа стрелочного электропривода на фрикцию – это такой режим его работы, когда при работающем электродвигателе привода острия стрелки не перемещаются.

Это возможно в следующих случаях:

- при наличии внешних причин, препятствующих перемещению острия;
- при разъединении острия;
- при неправильной регулировке фрикционной муфты, когда сжатие фрикционных дисков оказывается недостаточным для передачи вращающего момента, необходимого для перемещения острия.

В двух первых случаях амперметр на пульте – табло показывает повышенный расход тока – на 10 - 30 процентов больше нормального.

В последнем случае амперметр будет показывать пониженный расход тока.

При работе на фрикцию красная лампочка потери контроля положения стрелки на пульте – табло горит ровным светом и звенит стрелочный контрольный звонок.

Действия дежурного на посту централизации при работе электропривода на фрикцию:

- попытаться вернуть стрелку в первоначальное положение и несколько раз попробовать ее перевести;
- если эти действия не дают результата, - отключить электродвигатель кнопкой «КВ» (с разрешения поездного диспетчера);
- организовать натурный осмотр стрелки и, в зависимости от результатов осмотра, определить дальнейший порядок действий по переводу стрелки (попробовать перевести курбелем и др.);
- доложить поездному диспетчеру и сменному инженеру центрального диспетчерского пункта службы сигнализации и связи.

### 9.5.3. Механическое запираение стрелочных остряков

Механическое запираение остряков осуществляется внутренним запирающим устройством стрелочного электропривода, состоящим из двух кулачковых пар.

Запирающие кулачковые пары образованы крайними срезанными (скошенными) зубьями шибера и шиберной шестерни, которые по окончании перевода остряков, заклинивают шибер, исключая его перемещение внутрь колеи, т.е. отведение прижатого остряка от рамного рельса.

Запираение остряков может не наступить при:

- неприлегании прижатого остряка;
- отставании остряка от рамного рельса на 4 мм и более;
- разъединении остряков;
- неисправности стрелочного электропривода.

На то, что запираение остряков не произошло, указывает отсутствие контроля положения стрелки на пульте – табло после окончания ее перевода – начинает мигать красная лампочка и звенит стрелочный контрольный звонок.

Действия ДСЦП при отсутствии запираения остряков (отсутствии контроля положения стрелки):

- несколько раз перевести стрелку из одного положения в другое;
- перейти на резервный комплект;
- организовать осмотр стрелки;
- попробовать перевести стрелку курбелем;
- закрыть стрелку на закладку и запереть на замок в требуемом положении;
- зашить, при необходимости, остряки;
- в установленном порядке поставить стрелку на макет;
- о неисправности стрелки доложить ДЦХ, ЦДПШ и другим причастным работникам службы сигнализации и связи (ШН, ШНС).

#### 9.5.4. Назначение контрольных линейек стрелочного электропривода и их взаимодействие с автопереключателем электропривода

Контрольные линейки и автопереключатель образуют контрольное устройство электропривода, с помощью которого контролируется перемещение острия на заданное расстояние, фиксируется окончание перевода и обеспечивается получение электрического контроля положения стрелки.

Реализованный принцип дистанционного контроля положения стрелки основан на фиксировании контрольным устройством электропривода перемещения острия на заданное расстояние относительно жестко связанной конструкции «привод – гарнитура – рельсы».

Контрольные линейки жестко связаны с остриями стрелки с помощью контрольных тяг и перемещаются вместе с ними при переводе стрелки. Их назначение – проконтролировать фактическое перемещение острия на заданное расстояние.

В контрольных линейках имеются вырезы, в которые могут западать ножевые рычаги автопереключателя. Ножевые рычаги взаимодействуют с переключающими рычагами автопереключателя и с их помощью производится коммутация рабочей и контрольной цепей схемы управления стрелкой.

Верхняя часть переключающего рычага снабжена роликом, который катается по поверхности шайбы, насаженной на главный вал в месте сочленения его с редуктором. Шайба имеет вырез, в который западает ролик переключающего рычага, фиксируя конечное запирающее положение вала и кулачкового механизма.

Замыкание контрольных контактов автопереключателя возможно, если одновременно в вырезы контрольных линейек прижатого и отведенного острия западает клювообразный конец ножевого рычага.

Если при переводе стрелки острия переместились на заданное расстояние, то вырезы на контрольных линейках располагаются под ножевым рычагом автопереключателя, который западает в эти вырезы; переключающий рычаг, под действием стягивающей пружины, перебрасывается, разрывая действующую рабочую цепь и замыкая контрольную – появляется контроль положения стрелки.

Контроль положения стрелки может не быть при:

- недоведении острия до крайнего положения;
- разъединении острия;
- разъединении контрольных тяг с остриями стрелки и контрольными линейками;
- деформации контрольных тяг;
- неисправности стрелочного электропривода;
- неисправности контрольной цепи схемы управления стрелкой.

При отсутствии контроля положения стрелки на пульте – табло мигает красная лампочка и звенит стрелочный контрольный звонок.

Действия ДСЦП:

- индивидуально несколько раз перевести стрелку;
- перейти на резервный комплект;
- организовать натурный осмотр стрелки;

- попробовать перевести стрелку курбелем;
- в установленном порядке поставить стрелку на макет;
- доложить о неисправности ДЦХ и ЦДПШ.

### 9.5.5. Взрез стрелки

Взрез стрелки - принудительное перемещение острия стрелки под действием колесной пары подвижного состава при движении в пошерстном направлении, когда стрелка установлена в положение, не соответствующее направлению движения.

Взрез стрелки возможен:

- при немаршрутизированных передвижениях, когда стрелка установлена в положение, не соответствующее заданному направлению движения;
- при переводе стрелки под составом;
- при маршрутизированном передвижении, когда стрелка выключена из зависимости с сохранением пользования сигналами (поставлена на макет), и установлена в положение, не соответствующее контролю ее положения на макете.

Последствиями взреза стрелки могут быть:

- деформация острия;
- деформация стрелочных тяг;
- поломка отдельных узлов стрелочного электропривода.

При взрезе стрелки должен теряться контроль ее положения и исключаться перевод с пульта – табло, в том числе одноразовый. Стрелка должна быть выключена из централизации кнопкой «КВ».

Запрещается производить отмену или разделку маршрута, в который входит взрезанная стрелка, без разрешения поездного диспетчера.

После взреза движение по стрелке запрещается; она должна быть осмотрена работниками служб пути и сигнализации и связи.

Порядок осмотра взрезанной стрелки, действий должностных лиц, организации движения поездов регламентируются п.п. 2.31÷ 2.39 Инструкции по движению поездов и маневровой работе на метрополитенах Российской Федерации,

При применении электроприводов взрезного типа при взрезе стрелки под воздействием усилия от колесной пары начинает перемещаться отжатый остриек, вращая шибберную шестерню; при этом освобождается от запирающего прижатый остриек, и они оба перемещаются. По окончании перемещения острия, запирающего их не происходит, стрелка контроля положения не имеет, контакты автопереключателя находятся в среднем положении, и она с пульта – табло не переводится.

### 9.5.6. Типы стрелочных электроприводов, применяемые на метрополитене

На метрополитене, в основном, применяются стрелочные электроприводы с внутренним запирающим острия с нормальным временем перевода (до 5 с), неврезного типа: СП-6, СП-6М, СП-6БМ (Рис.23).

Электроприводы неврезного типа имеют один рабочий шиббер, одну

рабочую тягу и обеспечивают нераздельный ход остряков при переводе стрелки.

Ограниченное применение находят горочные электроприводы СПГБ - 4М и СПГБ - 4Б, имеющие время перевода стрелок до 1 с, а также электроприводы взрезного типа СПВ - 6.

Электроприводы взрезного типа (Рис.24) имеют взрезной механизм, две шибберные шестерни на главном валу, два рабочих шиббера, благодаря чему при взрезе обеспечивается срабатывание взрезного механизма без поломки узлов электропривода и деформации остряков.

В случае применения электроприводов взрезного типа, при переводе стрелки, обеспечивается раздельный ход остряков и запираение прижатого остряка. Положение отведенного остряка фиксируется шибберной шестерней, находящейся в зацеплении со своим шиббером; перемещение отведенного остряка возможно, когда на него действует горизонтальное усилие  $10 \div 13$  кН.

Все более широкое применение находят стрелочные электроприводы с бесконтактными датчиками (с бесконтактным автопереключателем): СП – 6БМ, СПГБ – 4М, СПГБ – 4Б.

С помощью бесконтактных датчиков обеспечивается контроль положения стрелки.

По принципу действия бесконтактный датчик представляет собой трансформатор с тремя обмотками: питающей, сигнальной и компенсационной и вращающимся магнитопроводом (ротор – сектор). В зависимости от положения ротора – сектора по отношению к питающей и сигнальной обмоткам, а это зависит от положения остряков, в последней наводится напряжение, достаточное или недостаточное для срабатывания реле контроля положения стрелки.

В электроприводе устанавливаются два датчика: один для контроля плюсового положения стрелки, другой – минусового.

## 9.6. Курбельный аппарат

Курбельный аппарат предназначен для хранения и замыкания (блокировки) съемной рукоятки (курбеля) стрелочного электропривода. Он устанавливается вблизи расположения стрелок, что позволяет повысить оперативность при необходимости перевода стрелки ручным способом. На станции может быть один или несколько курбельных аппаратов в зависимости от количества стрелок и их расположения.

Устройство курбельного аппарата обеспечивает хранение курбеля в заблокированном состоянии с помощью электрозащелки, управляемой с пульта – табло электрической централизации. В заблокированном состоянии курбель повернут рукояткой вниз и заведен за удерживающий сектор.

Изъятие курбеля возможно только с разрешения дежурного по посту централизации при нажатии и удержании им пломбируемой кнопки «Размыкание курбеля стрелки N...». Кнопка в нажатом состоянии должна удерживаться в течение нескольких секунд.

На пульте – табло имеется индикация контроля наличия и замыкания курбеля в курбельном аппарате (лампочка с линзой зеленого цвета). При наличии и блокировании курбеля в курбельном аппарате она горит, при

разблокировании и изъятии – гаснет.

На курбельном аппарате, в левом верхнем углу, установлена лампочка с линзой белого цвета, которая загорается при разблокировании и изъятии курбеля. Загорание лампочки на курбельном аппарате указывает на то, что курбель разблокирован и можно производить действия по его изъятию. Изъятие курбеля производится поворотом его на пол – оборота против часовой стрелки; при этом он выводится из-под удерживающего сектора и извлекается из курбельного аппарата.

Установка курбеля в курбельный аппарат производится в обратном порядке: сначала курбель вставляется в курбельный аппарат (рукояткой вверх), а затем поворачивается по часовой стрелке (заводится под удерживающий сектор) и происходит его заблокирование.

Когда курбель вставлен в курбельный аппарат и заблокирован, лампочка на курбельном аппарате гаснет, а на пульте – табло загорается зеленым цветом лампочка «Замыкание курбеля стрелки N...».

Курбельный аппарат закрыт на внутренний замок и опломбирован. Пломба размещается на передней стенке корпуса курбельного аппарата.

Возможность пользования курбельным аппаратом сохраняется при снятии переменного напряжения со всех устройств СЦБ.

## 9.7. Способы перевода стрелки

На метрополитене применяются следующие способы перевода стрелки:

- автоматический – реализуется при установленных авторежимах, когда задание маршрутов происходит автоматически;

- маршрутный, при котором все стрелки, входящие в маршрут, переводятся в соответствующее маршруту положение после нажатия кнопок начала и конца маршрута;

- индивидуальный – в этом случае каждая стрелка в соответствующее положение переводится индивидуально путем нажатия управляющих стрелочных кнопок «+» или «-»;

- ручной – перевод стрелки курбелем.

Автоматический, маршрутный и индивидуальный способы перевода стрелки реализуются дистанционно с проверкой всех условий безопасного ее перевода.

При ручном способе перевода никакие условия безопасности устройствами электрической централизации не проверяются, т.е. можно перевести замкнутую в маршруте стрелку при занятой стрелочной секции и установленном авторежиме. При этом стрелка выключается из централизации в электроприводе и централизованный перевод ее исключается.

После каждого перевода стрелки при помощи курбеля дежурный по посту централизации должен на пульте – табло нажать соответствующую стрелочную управляющую кнопку, а при рукояточном управлении – установить рукоятку этой стрелки в соответствующее положение.

Если при переводе стрелки курбелем отсутствует электрический контроль ее положения, то на стрелочные управляющие кнопки этой стрелки надевают красные колпачки, а стрелка запирается на закладку и навесной замок.

Если нарушен контроль положения стрелки, не переводившейся

курбелем, то перед запираем такой стрелки на закладку и навесной замок необходимо опустить курбельную заслонку стрелочного электропривода.

## 9.8. Схемы управления стрелочным электроприводом

Схемы управления стрелочными электроприводами относятся к числу наиболее ответственных в системах электрической централизации.

Стрелочные электроприводы должны обеспечивать:

- перевод из одного крайнего положения в другое незамкнутой в маршруте и незанятой подвижным составом стрелки;
- перевод стрелки из крайних и промежуточного положений в любое крайнее;
- контроль фактического положения стрелки, которая может занимать плюсовое, минусовое и промежуточное положения, а также отвечать ряду других требований.

Указанным требованиям удовлетворяют применяемые схемы управления стрелочными электроприводами, которые содержат пусковую (управляющую), рабочую и контрольную цепи.

Для управления стрелочными электроприводами применяют дистанционное управление, которое предполагает наличие линейных проводов между аппаратурой управления и контроля и стрелочным электроприводом.

По числу линейных проводов, используемых в схеме управления стрелочным электроприводом, различают 2-, 4-, 5-, 7-, 9-, 11- проводные схемы управления электроприводами.

Наибольшее распространение на метрополитене имеют 7- и 9- проводные схемы управления стрелочными приводами с электродвигателями переменного тока.

## 9.9. Семипроводная схема управления стрелочным электроприводом

Семипроводная схема предназначена для управления стрелочным электроприводом с автопереключателем контактного типа и трехфазным реверсивным электродвигателем переменного тока.

- В семипроводной схеме управления линейные провода предназначены:
- три провода – для подключения обмоток электродвигателя к источнику питания;
  - четыре провода – для контрольной цепи.

### 9.9.1. Пусковая (управляющая) цепь

Пусковая цепь предназначена для восприятия действий ДСЦП по переводу стрелки в требуемое положение, подготовке и включению рабочей цепи и проверке требований безопасного перевода стрелки.

В состав пусковой цепи входят:

- управляющие стрелочные кнопки или стрелочные рукоятки,
- кнопка «ВКС»,
- плюсовое и минусовое управляющие реле и контакты маршрутно –

наборных реле,

- кнопка «КВ»,
- реле выключения контроля стрелочной секции (ВКС),
- нейтральные пусковые стрелочные реле (НС),
- поляризованное пусковое стрелочное реле (ПС),
- блок вспомогательных приборов, включающий резисторы, конденсатор,

диоды.

Пусковая цепь питается постоянным током от аккумуляторной батареи.

В пусковой цепи проверяется выполнение ряда требований безопасности при переводе стрелки, а именно:

- стрелка не участвует (не замкнута) в устанавливаемом маршруте и враждебных маршрутах;
- не установлен автоматический режим маршрута, в который входит стрелка;
- свободна стрелочная секция данной стрелки и смежная рельсовая цепь, расположенная за негабаритным изолирующим стыком;
- стрелка не установлена на макет.

Пусковая цепь должна также удовлетворять следующим требованиям:

1. Пусковые стрелочные реле, включающие рабочую цепь электропривода, должны срабатывать от кратковременного (но фиксированного) нажатия стрелочной управляющей кнопки и не зависеть от времени удержания ее в нажатом состоянии. После срабатывания нейтральные пусковые стрелочные реле должны удерживаться в этом состоянии до конца перевода стрелки током, протекающим в рабочей цепи через обмотки стрелочного электродвигателя, чем фиксируется фактическое подключение электродвигателя к источнику питания. Если нейтральные пусковые стрелочные реле по рабочему току не блокируются, то они должны немедленно выключаться и размыкать рабочую цепь.

2. Перевод стрелки, начинающийся при свободном стрелочном участке, должен закончиться в случае занятия его поездом или ложной занятости. Выполнение этого требования исключает сход подвижного состава с рельсов из – за недохода (недоведения) острия до крайнего положения. Поэтому свобода стрелочного участка проверяется только в момент возбуждения стрелочных пусковых реле.

3. Управление пусковыми стрелочными реле не должно зависеть от положения стрелки. Этим обеспечивается возможность перевода стрелки при любом положении острия и независимость перевода стрелки от наличия контроля ее положения.

Работа пусковой цепи начинается с момента нажатия стрелочной управляющей кнопки и срабатывания соответствующего управляющего реле или после срабатывания маршрутно – наборного реле.

При замыкании пусковой цепи контактами управляющего реле или маршрутно – наборного реле сначала срабатывают (становятся под ток) нейтральные стрелочные реле (НС), контактами которых размыкается контрольная цепь, замыкается рабочая цепь, а также цепь поляризованного пускового стрелочного реле (ПС).

Контакты реле ПС перебрасываются и перекоммутируют фазы А и В рабочей цепи, обеспечивая перевод стрелки в другое положение.

В течение времени от срабатывания реле НС при нажатии кнопки до

замыкания рабочей цепи, нейтральные стрелочные реле находятся под током по цепи самоблокировки, получая питание от конденсатора емкостью 1000.0 мкФ, а после замыкания рабочей цепи они остаются под током до окончания перевода стрелки за счет протекания рабочего тока по своим низкоомным обмоткам.

После окончания перевода стрелки контактами автопереключателя разрывается рабочая цепь стрелки и замыкается контрольная. Реле НС обесточиваются и своими контактами вторично обрывают рабочую цепь и подключают к линейным проводам приборы контрольной цепи (стрелочные контрольные реле и изолирующий стрелочный трансформатор).

При необходимости перевода стрелки при занятой стрелочной секции это можно сделать с помощью кнопки «ВКС», которая, при нажатии, в пусковой цепи исключает контроль свободности стрелочной секции.

Кнопка «ВКС» нажимается одновременно с управляющей стрелочной кнопкой.

Так как пусковая цепь постоянно током не обтекает, ее неисправность выявляется только при попытке перевода стрелки.

### 9.9.2. Признаки неисправности пусковой цепи

Если при нажатии стрелочной управляющей кнопки (кнопки перевода стрелки) стрелка не переводится и не теряет контроля положения, амперметр не показывает ни броска, ни расхода тока, - неисправна пусковая цепь.

В этом случае необходимо проверить:

- не осталась ли стрелка замкнутой в маршруте (реле 3 под током);
- не занята ли стрелочная секция (путевое реле стрелочной секции должно быть под током);
- отменен ли автоматический режим;
- не нажата ли кнопка «КВ».

При положительных результатах проверки попробовать еще раз перевести стрелку как индивидуально, так и в маршруте. Если она не переводится ни индивидуально, ни в маршруте – перейти на резервный комплект. Если переход на резервный комплект не дает результата, попробовать перевести стрелку под кнопку «ВКС».

При непереведе стрелки и в этом случае – перейти на ручное управление стрелкой (перевод курбелем).

В случае неисправности пусковой цепи в части, относящейся к поляризованному пусковому стрелочному реле, когда при переводе стрелка кратковременно теряет контроль положения (наблюдается перемигивание одной из контрольных лампочек и красной лампочки), но на амперметре броска тока не наблюдается, необходимо сразу перейти на резервный комплект. При отсутствии положительного результата перейти на ручное управление.

### 9.9.3. Рабочая цепь

Рабочая цепь предназначена для подключения электродвигателя стрелочного электропривода к источнику питания и перевода стрелки из одного положения в другое.

В рабочую цепь входят: предохранители рабочей цепи, амперметр для

контроля рабочего тока, низкоомные обмотки нейтральных стрелочных реле, контакты поляризованного и нейтральных стрелочных реле, линейные провода, рабочие контакты автопереключателя, контакты блокировочного устройства (контакты курбельной заслонки) и обмотки электродвигателя стрелочного электропривода. Рабочая цепь реверсируемая, так как при переводе стрелки из одного положения в другое необходимо изменять направление вращения электродвигателя стрелочного электропривода. Реверсирование рабочей цепи производится контактами поляризованного пускового стрелочного реле (ПС).

Подключение электродвигателя к источнику питания по всем трем фазам производится только на время перевода стрелки, чем исключается несанкционированное включение электродвигателя при сообщении рабочей цепи данной стрелки с рабочими цепями других стрелок и линейными цепями других путевых устройств электрической централизации.

В начальный момент перевода стрелки (до трогания острия) контактами автопереключателя размыкается контрольная цепь и подготавливается рабочая цепь для обратного перевода стрелки, тем самым обеспечивается перевод стрелки из любого положения острия, включая промежуточное.

По окончании перевода стрелки рабочая цепь размыкается контактами автопереключателя, а затем и контактами нейтральных стрелочных реле.

Если при начавшемся, но незаконченном по какой-либо причине переводе стрелки, рабочая цепь обесточилась (острия остановились в промежуточном положении), то для завершения перевода стрелки необходимо сначала вернуть ее в первоначальное положение, а затем перевести в требуемое положение.

Наличие и величина тока в рабочей цепи контролируется амперметром, установленным на пульте – табло. Нормально амперметр отключен и его включение производится нажатием специальной кнопки.

Во время перевода стрелки на пульте – табло отсутствует контроль ее положения, что фиксируется погасанием зеленой или желтой лампочки контроля положения стрелки и горением ровным светом красной лампочки.

Рабочая цепь нормально током не обтекает и ее неисправность выявляется только при переводе стрелки.

#### 9.9.4. Признаки неисправности рабочей цепи

При нажатии стрелочной управляющей кнопки стрелка кратковременно теряет контроль, амперметр показывает бросок тока, а затем восстанавливается контроль положения стрелки; стрелка амперметра возвращается в крайнее левое положение, - неисправна рабочая цепь.

Действия ДСЦП при неисправности рабочей цепи:

- перейти на резервный комплект;
- при отсутствии положительного результата – перейти на ручное управление стрелкой (перевод курбелем).

При осмотре стрелки перед переводом ее курбелем обратить внимание на состояние курбельной заслонки – она при определенных условиях, может самопроизвольно опуститься и разомкнуть блокировочные контакты.

Примечание. Так как на многих пультах – табло установлен один амперметр для контроля тока рабочей цепи, включенный в фазу С, то в случае неисправности рабочей цепи по фазе С, при нажатии кнопки перевода стрелки,

она будет кратковременно терять контроль, но броска тока на амперметре наблюдаться не будет.

Аналогичная ситуация будет наблюдаться, если опущена курббельная заслонка электропривода и разомкнуты блокировочные контакты, т.е. при нажатии стрелочной управляющей кнопки будет кратковременно теряться контроль положения, а броска тока, в том числе при наличии трех амперметров, наблюдаться не будет.

Таким образом, возможны случаи, когда фактически неисправна рабочая цепь, а признаки ее проявления указывают на неисправность пусковой цепи.

В этом случае необходимо:

- перейти на резервный комплект;
- перейти на ручное управление, если стрелка не перевелась на резервном комплекте.

### 9.9.5. Контрольная цепь

Контрольная цепь стрелки предназначена для непрерывного контроля всех положений стрелки (плюсового, минусового, промежуточного) с помощью контрольного устройства электропривода.

Контрольная цепь стрелки питается переменным током с резервированием от аккумуляторной батареи с использованием преобразователя.

Контрольная цепь включает предохранители, изолирующий стрелочный трансформатор (ИСТ), тыловые контакты нейтральных стрелочных реле (НС), линейные провода, контакты автопереключателя стрелочного электропривода и контрольные реле плюсового и минусового положения стрелки.

Изолирующий стрелочный трансформатор устанавливается отдельно на каждую стрелку, что исключает возможность получения ложного контроля положения стрелки от посторонних источников тока при сообщении линейных цепей (проводов).

Нормально контрольная цепь обтекается током и одно из контрольных реле, в зависимости от положения стрелки, находится под током и выдает информацию о положении стрелки на пульте – табло горением лампочки зеленого или желтого цвета.

При переводе стрелки контрольная цепь размыкается сначала контактами нейтральных стрелочных реле, а затем и контактами автопереключателя электропривода; замыкается контрольная цепь контактами автопереключателя и контактами нейтральных пусковых стрелочных реле по окончании перевода стрелки.

Замыкание контрольной цепи контактами автопереключателя происходит при выполнении следующих условий:

- стрелка перевелась в крайнее положение, и произошло запираение прижатого остряка внутренним запирающим устройством стрелочного электропривода;
- проконтролирована плотность прилегания прижатого остряка к рамному рельсу;
- проконтролировано положение отведенного остряка, т.е. не произошло разъединения остряков.

Если эти условия выполнены, контакты автопереключателя перебрасываются, размыкают действовавшую рабочую цепь и замыкают

контрольную цепь.

По рабочей цепи прекращается протекание тока, нейтральные пусковые стрелочные реле обесточиваются и своими тыловыми контактами замыкают контрольную цепь, подключая изолирующий стрелочный трансформатор к линейным проводам и линейные провода к контрольным реле. В зависимости от того, какие контрольные контакты автопереключателя замкнуты, встает под ток соответствующее контрольное реле и появляется контроль положения стрелки.

Построение контрольной цепи, способ включения контрольных стрелочных реле исключают появление ложного контроля положения стрелки при сообщении линейных проводов, а также в момент перевода стрелки.

Кроме момента перевода стрелки, контрольная цепь постоянно обтекается током, тем самым обеспечивается непрерывный контроль ее исправного состояния.

При возникновении неисправности или взрезе стрелки контрольная цепь обрывается, контрольное реле обесточивается, гаснет лампа контроля положения стрелки на пульте – табло, мигающим светом загорается красная лампочка, сигнализируя о потере контроля положения стрелки. Через 7 – 8 сек. включается стрелочный контрольный звонок.

С момента потери контроля положения стрелки исключается возможность задания маршрутов, в которые входит эта стрелка как ходовая, так и охранная, включения пригласительных сигналов, кроме случая потери контроля охранной стрелки.

Светофор установленного маршрута перекрывается на запрещающее показание, установленный маршрут, после его использования, автоматически не размыкается.

Неисправность контрольной цепи может возникнуть в любой момент времени:

- когда стрелка не переводится, т.е. находится в контрольном режиме;
- при переводе стрелки.

При возникновении неисправности в контрольной цепи в первом случае гаснет зеленая или желтая лампочка, начинает мигать красная лампочка и через 7 - 8 сек. звонит стрелочный контрольный звонок.

Если неисправность контрольной цепи возникла во время перевода стрелки, горевшая ровным светом красная лампочка начинает мигать, и через 4 - 5 сек звонит стрелочный контрольный звонок.

При неисправности контрольной цепи необходимо:

- индивидуально несколько раз перевести стрелку из одного положения в другое - контроль стрелки может восстановиться; если этого не произошло:

- доложить ДЦХ и ЦДПШ;
- перейти на резервный комплект; при отсутствии контроля и в этом

случае:

- организовать натурный осмотр стрелки;
- попробовать перевести стрелку курбелем;
- в установленном порядке поставить стрелку на макет.

## 9.10. Резервный комплект аппаратуры управления стрелкой

Для обеспечения возможности управления стрелкой при возникновении неисправности в ее схеме управления, предусматривается резервный комплект аппаратуры управления стрелкой. Для всех стрелок станции, имеющих однотипные схемы управления, предусматривается, как правило, один резервный комплект, т.е. на резервном управлении может находиться только одна стрелка.

Резервируются не вся схема управления стрелкой, а только та ее часть, которая является общей для всех стрелок, а именно:

- в пусковой цепи - нейтральные и поляризованное пусковые стрелочные реле со своими вспомогательными элементами (конденсаторы, диоды, резисторы);
- в рабочей цепи – предохранители и вся схема коммутации рабочей цепи;
- в контрольной цепи – устройства питания (предохранители, изолирующий стрелочный трансформатор и вспомогательные элементы: конденсаторы и др.)

Не резервируются кнопки управления стрелками, управляющие реле, реле ВКС, контрольные реле, часть пусковой цепи, в которой проверяются условия безопасности при переводе стрелки.

Для включения резервного комплекта на каждую стрелку имеется своя кнопка и группа реле включения резервного комплекта. Кнопка включения резервного комплекта пломбируемая.

При нажатии кнопки включения резервного комплекта встанут под ток реле включения резервного комплекта и своими контактами отключают часть схемы управления стрелкой и вместо нее подключают резервный комплект. При этом исключается возможность подключения резервного комплекта к схемам управления других стрелок. На пульте – табло загорается красная лампочка включения резервного комплекта данной стрелки.

При включении резервного комплекта управление стрелкой, индикация ее положения остаются такими же, как и при работе на основном комплекте.

Отключение резервного комплекта производится специальной кнопкой, которая устанавливается на пульте – табло одна на все стрелки.

На каждый вид схемы управления стрелками предусматривается свой резервный комплект аппаратуры.

## 9.11. Макет стрелки

Макет стрелки – это совокупность кнопок управления и релейной аппаратуры, предназначенная для получения контроля положения стрелки без электрической проверки фактического положения ее острия устройствами электрической централизации.

Постановка стрелки на макет производится в два лица: дежурным по посту централизации и электромехаником СЦБ. Соответственно, кнопки для постановки стрелки на макет располагаются на пульте – табло и на

контрольном табло электромеханика, находящимся в релейной.

С помощью макета обеспечивается искусственная постановка под ток одного из контрольных стрелочных реле с исключением из контрольной цепи контактов автопереключателя стрелочного электропривода, т.е. без электрического контроля положения стрелки, плотности прижатия острия к рамным рельсам и их запираения. При всем этом сохраняется возможность задания маршрутов и организации движения поездов по разрешающим показаниям светофора полуавтоматического действия. На станции имеется один макет на все стрелки, т.е. на макет можно поставить только одну стрелку.

При постановке на макет стрелки, находящейся на резервном управлении, схемой включения макета предусмотрено автоматическое отключение резервного комплекта.

В случае постановки стрелки на макет кнопка «КВ» выключаемой стрелки должна быть нажата, а курбельная заслонка опущена. Стрелка должна быть закрыта на закладку и заперта на замок или защита в соответствующем положении.

### 9.11.1. Порядок постановки стрелки на макет

1. При проведении технического обслуживания, ремонта электропривода, замены монтажа в схеме управления стрелкой, неисправности контрольной цепи стрелка может быть выключена из централизации с сохранением пользования сигналами с постановкой ее на макет.

Выключение производится на срок:

- до суток – с разрешения начальника службы сигнализации и связи по согласованию с начальником службы движения;
- свыше суток – с разрешения начальника метрополитена.

Стрелка может быть поставлена на макет только при местном управлении централизацией. Если стрелка находится на макете, переход на диспетчерское управление централизацией исключается.

При выключении стрелки из централизации, если механическая связь между остриями сохраняется, то она запирается на закладку и на навесной замок работниками службы движения.

В случае нарушения механической связи между остриями (при разъединении остриев) они закрепляются (зашиваются) в требуемом положении работниками службы пути.

Ответственность за надежность закрепления остриев несет работник службы пути, а за соответствие положения стрелки заданному маршруту и надежность запираения навесным замком – работник службы движения.

Ответственность за соответствие контроля положения поставленной на макет стрелки ее фактическому положению несут дежурный по посту централизации и электромеханик СЦБ.

2. Электромеханик СЦБ, получив разрешение на выключение стрелки из централизации и постановке ее на макет, делает запись в Журнале осмотра. В этой записи указывается цель выключения, необходимость запираения стрелки на закладку и навесной замок или закрепления ее остриев.

Дежурный по посту централизации на основании записи работника службы сигнализации и связи дает указание работнику службы движения о проверке

положения стрелки и запираении стрелки на закладку и навесной замок в требуемом положении или работнику службы пути о закреплении (зашивке) остряков в требуемое положение. Если нарушен контроль положения стрелки, не переводившейся курбелем, то перед запираением этой стрелки на закладку и навесной замок необходимо опустить курбельную заслонку стрелочного электропривода.

Получив сообщение о том, что стрелка заперта или ее остряки закреплены в требуемом положении (при наличии записи об этом работника службы пути в Журнале осмотра), дежурный по посту централизации надевает на стрелочную рукоятку или обе стрелочные кнопки колпачки красного цвета и подписывается под текстом записи работника службы сигнализации и связи.

Для постановки стрелки на макет дежурный по посту централизации делает запись в Журнале осмотра о распломбировании кнопки макета «Включение макета», кнопки плюсового (минусового) положения, кнопки номера стрелки, переводимой на макет, и уведомляет об этом диспетчера.

Первой нажимается кнопка «Включение макета» (двухпозиционная с фиксацией), после чего загораются лампа над этой кнопкой и лампочка на контрольном табло в релейной. Затем дежурный по посту централизации на пульте – табло и работник службы сигнализации и связи на контрольном табло в релейной одновременно нажимают кнопки плюсового(минусового) положения, при этом над кнопками загораются зеленые лампочки плюсового (желтые минусового) реле макета стрелки. После этого одновременно нажимаются кнопки с номером стрелки, устанавливаемой на макет, над этими кнопками загораются лампочки и гаснут лампочки «Разрешение включения». Если стрелка, переключенная на макет, имела на пульте – табло контроль положения, то гаснет лампочка контроля положения стрелки над стрелочными кнопками (стрелочной рукояткой) пульта – табло.

Убедившись, что выключение стрелки из централизации с сохранением пользования сигналами произведено правильно, работник службы сигнализации и связи делает в Журнале осмотра вторую запись о выключении стрелки из централизации и постановке ее на макет. Дежурный по посту централизации расписывается под этой записью. С этого момента можно устанавливать маршруты по этой стрелке для организации движения поездов по сигналам и выполнять работы по стрелке.

После устранения неисправности или окончания производства работ стрелка должна быть снята с макета и включена в централизацию. Электромеханик СЦБ или ответственный по дистанции (службе) сигнализации делает запись в Журнале осмотра о снятии стрелки с макета и о включении ее в централизацию для опробования с пульта – табло или сообщает об этом регистрируемой в Журнале осмотра телефонограммой, передаваемой по тоннельной связи поездному диспетчеру и дежурному по посту централизации.

Согласно записи или телефонограмме дежурный по посту централизации отжимает на пульте – табло кнопку «Включение макета». Загораются лампочки «Разрешение включения» и гаснут лампочки над кнопками макета; над стрелочными кнопками (стрелочной рукояткой) появляется контроль положения стрелки, включаемой в централизацию. После этого можно снять навесной замок и отвести от остряка закладку или раскрепить (расшить) остряки стрелки.

Во время проверки дежурному по посту централизации запрещается пользоваться светофорами по маршрутам, в которые входит проверяемая

стрелка.

После проверки плотности прижатия остряка в плюсовом и минусовом положениях стрелки и соответствия индикации на пульте – табло фактическому положению стрелки, а также другим требованиям безопасности работник службы сигнализации и связи делает запись о результатах проверки и включения стрелки в централизацию в Журнале осмотра или сообщает об этом регистрируемой в Журнале осмотра телефонограммой, передаваемой по тоннельной связи поездному диспетчеру и дежурному по посту централизации.

3. Если стрелку, выключенную из централизации с сохранением пользования сигналами, необходимо перевести в другое положение, движение поездов по указанной стрелке прекращается. Затем дежурный по посту централизации дает указание электромеханику о снятии макета и соответствующему, предусмотренному в ТРА станции работнику службы пути или движения о переводе стрелки в требуемое положение.

После доклада работника, переведившего стрелку, о фактическом переводе стрелки и ее запирации (закреплении) дежурный по посту централизации уведомляет об этом электромеханика. Электромеханик приступает к установке макета, соответствующего положению запертых (закрепленных) остряков.

Далее порядок действий электромеханика и дежурного по посту централизации аналогичен порядку, приведенному в п.2.

## 9.11.2. Включение макета

Состояние. Действия по включению макета	Кнопки	Индикация		Состояние Реле
		Пульт - табло	Контрольное Табло	
Макет не включен	Все кнопки отжаты	Зеленая лампа «МИЛ»	Зеленая лампа «Разрешение включения макета («МИЛ»)»	МИ↑; остальные реле макета без тока
Нажимается кнопка «Включение макета» (кнопка с фиксацией)	«МВК» нажать	Горит зеленая лампа «МИЛ». Загорается красная лампа «МВЛ»	Горят: зеленая «МИЛ», красная «МВК»	МИ↑; МВ↑; Остальные реле макета без тока
Нажимается кнопка положения стрелки «+» или «-» (совместно ДСЦП и ШН)	«+» или «-» (без фиксации)	Горят: зеленая «МИЛ»; красная «МВЛ»; зеленая «+» или желтая «-»	Горят: «МИЛ»; «МВК»; «+» или «-»	МИ↑; МВ↑; МП или ММ↑ остальные реле без тока
Нажимается кнопка номера стрелки, устанавливаемой на макет (совместно ДСЦП и ШН)	М...СК (без фиксации)	Горят: красная «МВЛ»; «+» или «-»; красная «Нстр». ☀-потеря контроля; «МИЛ» погасла *	Горят: «МВК»; «+» или «-»; красная «Нстр.»	МВ↑; МП или ММ↑; М...С↑; МИ↓
Отжимается кнопка «Включение макета»	«МВК» отжата	Все лампы гаснут, загорается «МИЛ», загорается лампа контроля стрелки	Все лампы гаснут. Загорается «МИЛ»	МИ↑; МВ↓; МП (ММ)↓; М...С↓

\* Если в момент постановки на макет стрелка имела контроль положения, - лампочка контроля положения гаснет.

## 9.12. Кнопка «ВКС»

Кнопка выключения контроля стрелочной секции «ВКС» предназначена для индивидуального перевода стрелки с пульта – табло при ложной занятости стрелочной секции и (или) смежной рельсовой цепи, расположенной за негабаритным стыком, или при занятии их подвижным составом, а также в случае выключения неисправной стрелочной секции с переносом зависимости на следующую по ходу рельсовую цепь. При пользовании кнопкой «ВКС» в пусковой цепи стрелки исключается контроль свободного состояния стрелочной секции. Поэтому перед переводом стрелки с использованием кнопки «ВКС»

необходимо произвести натурную проверку свободности стрелочной секции, а в случае занятости ее подвижным составом – свободности остряков стрелки.

Для перевода стрелки одновременно нажимаются соответствующая стрелочная управляющая кнопка и кнопка «ВКС». При этом стрелка не должна быть замкнута в маршруте и должен быть отменен авторежим.

Перевод стрелки с использованием кнопки «ВКС» производится и при неисправности пусковой цепи. В этом случае из пусковой цепи исключается возможная неисправность в цепи контроля свободности стрелочной секции.

Кнопка «ВКС» пломбируемая; пользоваться ею можно только с разрешения поездного диспетчера.

### 9.12.1. Проверка работы стрелки после завершения работ, связанных с отключением монтажа

По завершении работ на стрелке электромеханик совместно с дежурным по посту централизации проверяют правильность ее работы. При этом проверяются:

- перевод стрелки с пульта – табло;
- получение на пульте – табло контроля перевода стрелки в плюсовое и минусовое положения;
- соответствие фактического положения стрелки нажатию плюсовой (минусовой) стрелочной кнопки или положению стрелочной рукоятки и индикации на пульте – табло;
- потеря контроля положения стрелки при размыкании контрольных контактов автопереключателя электропривода;
- отсутствие контроля спаренных стрелок на пульте управления, когда они находятся в разных положениях;
- невозможность перевода стрелки при занятом изолированном участке;
- невозможность перевода замкнутой в маршруте стрелки;
- невозможность замыкания и получения на пульте – табло контроля положения стрелки при закладке шаблона 4 мм между остряком и рамным рельсом (при ремонте или переборке электропривода и гарнитуры).

Указанные проверки выполняют на основной и резервной схемах управления стрелкой.

По окончании проверок электромеханик делает запись в Журнале осмотра о проведенных проверках и включении стрелки в централизацию.

Дежурный по посту централизации ставит свою подпись под текстом записи электромеханика, и с этого момента стрелка считается включенной в централизацию.

## 9.13. Схематический план станции

Пути и стрелки образуют путевое развитие станции, которое изображается на ее схематическом плане. Схематический план станции – это однониточное изображение путевого развития станции с указанием путей, стрелок и сигналов с привязкой их местонахождения к пикетам.

Напольные устройства электрической централизации размещаются на станции в соответствии с планируемой организацией поездной и маневровой

работы и наносятся на схематический план.

При составлении схематического плана станции учитывается ряд обязательных требований:

- все стрелки электрифицированных путей включаются в электрическую централизацию и приводятся во взаимную зависимость с ограждающими их светофорами;

- стрелки примыкания ветвей или путей ограждаются светофорами, расположенными от предельных столбиков или реек на расстоянии не менее расчетного тормозного пути при экстренном торможении;

- светофоры полуавтоматического действия, кроме маневровых, разрешающих движение в неправильном направлении, а также светофоров на путях депо, оборудуются пригласительными сигналами;

- все изолированные участки оборудуются электрическими рельсовыми цепями.

### 9.13.1. Размещение светофоров

Со стороны перегонов станция ограждается входными светофорами, которые регулируют движение поездов, прибывающих на станцию. Входные светофоры устанавливаются с правой стороны, по направлению движения, на расстоянии не менее расчетного тормозного пути от первой стрелки при экстренном торможении со скорости, разрешенной на участке перед входным светофором.

При установке входного светофора в кривой, когда видимость его не обеспечивается, устанавливают повторительный светофор.

Для регулирования отправления поездов со станции устанавливают выходные светофоры.

Маневровые передвижения регулируются маневровыми светофорами.

Один и тот же светофор может совмещать несколько функций: например, выходного и маневрового. В этом случае на выходном светофоре предусматривается лунно – белый огонь.

Если по светофору возможно задание нескольких маршрутов, он дополняется маршрутным указателем.

Сигнал опасности «ОП» устанавливается по главному станционному пути для ограничения конца маршрута подачи в неправильном направлении и исключения выхода подвижного состава на перегон. Имеет одно запрещающее показание – постоянно горящий красный огонь и дополняется электромеханическим автостопом.

Горение красного огня и заграждающее положение скобы автостопа контролируется при задании маршрутов подачи из тупиков на главный станционный путь в неправильном направлении. При погасшем красном огне, нахождении скобы автостопа в любом положении, кроме заграждающего, задание указанных маршрутов подачи исключается.

При движении поездов в правильном направлении путевая скоба автостопа светофора «ОП» находится в разрешающем положении:

- при установленном режиме автодействия - постоянно;

- при индивидуальном задании маршрута – при разрешающем показании последнего входного светофора и занятой рельсовой цепи, в пределах которой расположен автостоп светофора «ОП».

Дополнительный сигнал опасности «ДОП» устанавливается на промежуточных станциях для ограждения стрелки, находящейся в положении по отклоненному пути, при маневровых передвижениях с тупиков на главный станционный путь в неправильном направлении. При нахождении стрелки в положении по главному пути сигнал «ДОП» погашен и сигнального значения не имеет; при положении стрелки по отклоненному пути и занятости изолированного участка перед ним - имеет запрещающее показание – один красный мигающий огонь. Красный мигающий огонь включается и в случае потери контроля положения стрелки.

Светофоры продвижения устанавливаются в тупиках, на конечных станциях, для разграничения мест расстановки составов на ночной отстой. Эти светофоры, нормально имеющие запрещающие показания, могут оборудоваться пригласительными сигналами.

### 9.13.2. Рельсовые цепи

Для контроля свободности путей, стрелочных секций путевое развитие станции разделяют на изолированные участки. На их границах устанавливаются изолирующие стыки независимо от вида рельсовых цепей.

В изолированные участки выделяют станционные пути, стрелочно – путевые участки (стрелочные секции), бесстрелочные участки. Изолированные участки оборудуются рельсовыми цепями, с помощью которых осуществляется контроль их свободности.

По своей конфигурации станционные рельсовые цепи бывают неразветвленные и разветвленные. Разветвленные рельсовые цепи устраивают на стрелочных секциях. В одну стрелочную секцию может входить не более трех стрелок. В разветвленных рельсовых цепях контролируется свободность всех ответвлений; они, как правило, должны обтекаться током, а на конце каждого ответвления предусматривается установка путевого реле.

Изолирующие стыки на станционных путях и стрелочных секциях располагаются на расстоянии не менее 3.5 метра от предельного столбика или рейки в сторону пути. Если изолирующий стык располагается ближе к предельному столбику, он называется негабаритным и на схематическом плане станции обводится кружком. Рельсовая цепь, расположенная за негабаритным изолирующим стыком и примыкающая к устанавливаемому маршруту, контролируется как охранная.

Принятый порядок нумерации рельсовых цепей позволяет легко определить ограждаемый участок каждого светофора. Номер последней по ходу поезда (в правильном направлении) рельсовой цепи, входящей в ограждаемый участок светофора всегда соответствует номеру этого светофора.

На светофоре появится разрешающее показание после освобождения рельсовой цепи с тем же номером, какой номер имеет светофор.

Буквы в обозначении рельсовых цепей смысловой нагрузки в этом случае не имеют.

### 9.13.3. Стрелки

Все стрелки, включаемые в централизацию, оборудуются стрелочными электроприводами, с помощью которых обеспечивается их дистанционный перевод и контроль положения.

Замыкание стрелок в маршрутах возможно только в том случае, если они включены в электрическую централизацию.

Стрелки, не включенные в централизацию, но допускающие выезд подвижного состава на станционные пути, оборудуются устройствами, контролирующими их положение.

На схематическом плане станции также указывается расположение автостопов как электромеханических, так и инерционных; устройств внепоездного контроля скорости, а, в необходимых случаях, других устройств и оборудования.

### 9.14. Маршрутизация станции.

#### Таблица взаимозависимости маршрутов, стрелок и сигналов

Маршрутизация станции – это составление перечня маршрутов, включаемых в электрическую централизацию.

Маршрутизация станции производится на основании схематического плана станции и планируемой организации поездной и маневровой работы.

Перечень маршрутов, включаемых в централизацию, оформляется в виде таблицы, состоящей из горизонтальных строк и вертикальных граф, и в которой приводится полная характеристика всех маршрутов. Такая таблица называется «Таблицей взаимозависимости маршрутов, стрелок и сигналов» (далее по тексту «Таблица зависимости»).

В таблицу зависимости включаются только маршрутизированные передвижения.

В таблице зависимости приводятся:

- перечень маршрутов;
- группировка маршрутов по направлениям;
- предусматриваемые автоматические режимы;
- порядковые номера маршрутов;
- составные части маршрутов, порядок задания и размыкания маршрутов;
- светофоры, разрешающие движение по установленному маршруту;
- наименование кнопок или номера и положение маршрутно – сигнальных рукояток, с помощью которых устанавливаются маршруты;
- наименование замыкающих реле, которые замыкают стрелки в установленном маршруте;
- враждебность маршрутов – отмечается косыми крестами в клетках на пересечении горизонтальных строк и вертикальных граф; число граф равно числу маршрутов; крест на пересечении означает, что маршрут, указанный в горизонтальной строке, не может быть задан, если задан маршрут, указанный в вертикальной графе;
- номера стрелок и их положение в задаваемом маршруте, обозначаемое знаком «+» или «-»; положение стрелок, входящих в маршрут, как охранные, -

обозначается в скобках («+») или («-»);

- разрешающие огни светофоров и показание маршрутных указателей при установленных маршрутах;

- открытое (разрешающее) положение автостопов светофоров, являющихся левосторонними для задаваемого маршрута;

- заграждающее положение автостопов светофоров, ограждающих попутные маршруты, враждебные задаваемому;

- заграждающее положение автостопов сигналов опасности;

- номера путевых и стрелочных участков в цепях сигнально – управляющих, линейных, главных сигнальных, включающих автостопных, замыкающих и маршрутных реле.

В графе «СУ;Л» указаны номера рельсовых цепей, при свободном состоянии которых соответствующие реле СУ, Л встают под ток, включают на светофорах, участвующих в устанавливаемом маршруте, разрешающее показание и переводят скобы их автостопов в разрешающее положение.

В графе «ГС» указаны номера рельсовых цепей, при свободности которых происходит установка и замыкание маршрута; на пульте – табло загорается зеленая полоса, соответствующая устанавливаемому маршруту, но светофор, ограждающий этот маршрут, будет иметь запрещающее показание до тех пор, пока не освободятся рельсовые цепи, входящие в ограждаемый светофором участок (указаны в графе «СУ;Л»).

В графе «ВА» указывается рельсовая цепь, при занятии которой подвижным составом скоба левостороннего автостопа переводится в разрешающее положение и не мешает проходу хвостового вагона поезда.

В графе «З» указаны рельсовые цепи, свободное состояние которых проверяется в цепи возбуждения замыкающего реле при проследовании поезда по маршруту или его части. Если указанная рельсовая цепь свободна, замыкающее реле встаёт под ток и происходит размыкание маршрута или его части, при условии нахождения под током маршрутных реле (М-2).

В графе «Предмаршрутное замыкание» приведены номера рельсовых цепей, входящих в предмаршрутный участок. При открытии светофора и свободном предмаршрутном участке происходит предварительное замыкание установленного маршрута; при занятии хотя бы одной из указанных рельсовых цепей, происходит полное замыкание установленного (или устанавливаемого) маршрута.

В графе «Проследование по маршруту» указаны рельсовые цепи, при последовательном занятии и освобождении которых создаются условия для размыкания маршрута или его части; причем рельсовая цепь, указанная первой должна быть свободна (ее свободное состояние дополнительно проверяется в цепи замыкающего реле), а последней – должна быть занята.

## 9.15. Построение схем МРЦ

При построении схем маршрутно – релейной централизации враждебные маршруты одного направления отдельно по приему и отправлению, а также маршруты подачи объединяются в отдельные группы. Для каждой из таких групп составляются схемы включения реле, которые проверяют выполнение условий безопасного проследования поезда или маневрового состава по

маршруту, замыкают стрелки и маршруты, контролируют проследование подвижного состава по маршруту, а также обеспечивают искусственное размыкание маршрута или его части и повторность.

Указанные реле объединяются в сигнальные группы, в состав каждой из которых входят:

- главное сигнальное реле (ГС);
- замыкающее реле (З);
- маршрутные реле (М-1 и М-2);
- реле искусственной разделки маршрута (РИ);
- повторное реле (ПР).

Организация сигнальных групп позволила исключить враждебных маршрутов производить между сигнальными группами, а не отдельными маршрутами, что существенно упрощает построение схем МРЦ и уменьшает количество аппаратуры. Производить схемно исключение враждебных маршрутов внутри сигнальных групп не требуется, т.к. после задания любого маршрута, входящего в состав сигнальной группы, другие маршруты этой сигнальной группы задать невозможно – просто отсутствует для этого незадействованная аппаратура.

Сигнальные группы имеют буквенно – цифровое обозначение, как правило, цифры указывают на принадлежность к главному пути.

Сигнальные группы маршрутов приема на главный станционный путь, не содержащие ходовых стрелок, обозначаются буквой «а» с указанием номера пути (1а или 2а). Такие маршруты приема делятся на две или три части, что обусловлено необходимостью повышения пропускной способности в районе станции и различными зависимостями и условиями враждебности частей этого маршрута и других маршрутов. Если в первых частях маршрута приема не проверяется положение стрелки, уложенной в главный путь за выходным или маневровым светофором в пределах защитного участка или тормозного пути АРС, то в последней части этого маршрута проверяется плюсовое положение указанной стрелки, производится ее замыкание и проверяется свободное состояние рельсовой цепи за выходным или маневровым светофором. Размыкание последней части маршрута увязано с контролем остановки поезда на станции.

Маршрут приема включает две или три сигнальные группы, которые обозначаются дробью («1а/1», «1а/2» или «2а/1», «2а/2»).

Маршруты подачи с главного станционного пути на станционные пути и со станционных путей на главный станционный путь в правильном направлении, и в которые входят стрелки, уложенные в станционные пути, по размыканию состоят из двух частей. Сигнальная группа первой части таких маршрутов обозначается цифрой «1» или «2», что указывает на принадлежность к главному пути, с которого или на который следует подвижной состав. Сигнальная группа второй части этих маршрутов имеет буквенно – цифровое обозначение: к номеру главного пути добавляется буква «с» («1с», «2с»).

Маршрут отправления с главного станционного пути входит в одну сигнальную группу с первой частью маршрутов подачи с этого пути (в тупики), которая обозначается цифрами «1» или «2».

Маршрут приема на главный станционный путь, когда в него входит ходовая стрелка, включается в одну сигнальную группу со второй частью маршрутов подачи со станционных путей на главный станционный путь. Как

известно, эта сигнальная группа имеет буквенно – цифровое обозначение «1с» или «2с».

Маршруты подачи со станционных путей на главный станционный путь в неправильном направлении образуют одну сигнальную группу, которая имеет буквенно – цифровое обозначение «1б» или «2б». Маршруты подачи с главного станционного пути на станционные пути в неправильном направлении по светофору «Д» образуют сигнальную группу, обозначаемую также, как и светофор - «Д».

Другие сигнальные группы, объединяющие маршруты подачи в депо, из депо обозначается порядковыми цифрами: «3», «4» и т.д., причем нечетные цифры указывают на принадлежность этих маршрутов к первому главному пути, четные – ко второму главному пути. При движении в неправильном направлении в обозначении сигнальных групп добавляется буква «б» («3б», «4б»).

Сигнальные группы, в которых объединяются маршруты подачи в депо обоих направлений, обозначаются дробью, например, «3/2», а при движении в неправильном направлении – «3/4б».

В «Таблице взаимозависимости маршрутов, стрелок, сигналов» указывается обозначение замыкающих реле сигнальных групп, включающих те или иные маршруты. Обозначения замыкающих реле включают наименования сигнальных групп с добавлением буквы «з» (Рис.25).

Замыкающие реле маршрутов обозначаются:

- маршруты приема на главный станционный путь, не содержащие ходовых стрелок – 1а/1з и 1а/2з или 2а/1з и 2а/2з;

- маршрут отправления с главного станционного пути в правильном направлении – 1з или 2з;

- маршруты подачи с главного станционного пути на станционные пути в правильном направлении – 1сз и 1с3з или 2з и 2сз;

- маршруты подачи со станционных путей на главный станционный путь в неправильном направлении – 1бз или 2бз;

- маршрут приема на главный станционный путь, в состав которого входит ходовая стрелка – 1сз или 2сз;

- маршруты подачи со станционных путей на главный станционный путь в правильном направлении – 1з и 1сз или 2з и 2сз;

- маршруты подачи с главного станционного пути на станционные пути в неправильном направлении по светофору «Д» - Дз.



допускается.

Кнопки необходимо нажимать до конца, фиксированно. Подтверждением возбуждения кнопочного реле является горение мигающим светом белой лампочки.

Кнопочные реле обесточиваются после использования заданного маршрута и возбуждения замыкающего реле, а также при отмене маршрута.

### 9.16.2. Маршрутно – наборное реле (МН)

Маршрутно – наборное реле определяет топологию (трассу) устанавливаемого маршрута. Фактически являясь повторителем кнопочных реле начала и конца маршрута, маршрутно – наборное реле, встав под ток, своими фронтowymi контактами обеспечивает:

- установку стрелок, входящих в маршрут, включая охранные, в положение соответствующее задаваемому маршруту;
- включение, совместно с замыкающим реле, зеленой полосы, соответствующей устанавливаемому маршруту;
- замыкание цепи возбуждения главного сигнального реле, подтверждая задание маршрута.

Нормально маршрутно – наборное реле находится без тока. Встает под ток и обесточивается вместе с кнопочными реле. Никакие зависимости в цепи возбуждения маршрутно – наборного реле не проверяются. Маршрутно – наборное реле не определяет направление движения по маршруту.

Нормальное состояние маршрутно – наборного реле, его срабатывание непосредственно на пульте – табло не контролируется, о срабатывании маршрутно – наборного реле можно судить косвенно по установке стрелок в положение, соответствующее устанавливаемому маршруту.

Совместно с кнопочными реле маршрутно – наборное реле подготавливает цепь возбуждения главного сигнального реле.

### 9.16.3. Реле отмены маршрутов. Порядок отмены маршрутов

Для отмены маршрутов в составе устройств маршрутно – релейной централизации имеется группа реле отмены маршрутов и кнопки управления ими.

В схему отмены маршрутов входят следующие реле:

- ГВ – групповое включающее реле,
- ГКНО – групповое кнопочное отменяющее реле,
- ГО – групповое отменяющее реле,
- КНО – кнопочное отменяющее реле,
- ОАС – отменяющее реле автоматических режимов.

Реле: ГВ, ГКНО, ГО – общие для всей станции.

Реле КНО устанавливаются, как правило, три на станцию – по одному на несколько сигнальных групп:

- одно – на сигнальные группы маршрутов приема на главный станционный путь и подачи на этот путь в неправильном направлении;
- второе – на сигнальные группы маршрутов подачи с главного станционного пути на станционные пути в правильном направлении и отправления с этого пути;

- третье – на сигнальные группы маршрутов подачи со станционных путей на главный станционный путь в правильном направлении, приема на этот путь и подачи с этого главного станционного пути на станционные пути в неправильном направлении по светофору «Д».

В зависимости от путевого развития и маршрутизации станции число реле КНО будет меняться.

Реле ОАС устанавливаются по одному на каждый авторежим.

На пульте – табло устанавливаются кнопки:

- ГОК – групповая отменяющая кнопка, без фиксации, не пломбируемая;
- ОМОК – общая отмены маршрутов кнопка, кнопка – счетчик.

Для отмены маршрутов используются также кнопки задания маршрутов, для отмены авторежимов - кнопки их установки.

Нажатие кнопки «ГОК» и возбуждение реле ГКНО не приводит к отмене установленных маршрутов и авторежимов; в этом случае исключается задание новых маршрутов и авторежимов.

Нормально реле отмены маршрутов находятся без тока; возбуждаются только во время отмены маршрута или авторежима и обесточиваются после перекрытия светофора на запрещающее показание или отмены авторежима.

Порядок отмены маршрута зависит от вида его замыкания и производится следующим образом:

1. Отмена предварительно замкнутого маршрута (предмаршрутное замыкание):

1.1. Нажимается на 2-3 секунды и отпускается кнопка «ГОК», на пульте – табло начинает мигать красная лампочка, установленная возле кнопки «ГОК». На светофоре, ограждающем установленный маршрут, продолжает гореть разрешающее показание.

1.2. Нажимается, кратковременно, одна из кнопок задания маршрута:

- обесточиваются кнопочные реле, гаснут белые лампочки у кнопок задания маршрута;
- обесточивается маршрутно – наборное реле;
- обесточиваются главное сигнальное и сигнально-управляющее реле;
- светофор перекрывается на запрещающее показание;
- возбуждаются замыкающие реле, происходит размыкание маршрута; на пульте – табло загораются лампочки контроля замыкающих реле, гаснет зеленая полоса;
- восстанавливается вторая цепь питания маршрутных и противоположного реле;
- гаснет красная лампочка у кнопки «ГОК».

2. Отмена окончательно замкнутого маршрута:

2.1. Нажимается на 2-3 секунды и отпускается кнопка «ГОК» – на пульте – табло начинает мигать красная лампочка; на светофоре продолжает гореть разрешающее показание.

2.2. Нажимается, кратковременно, кнопка «ОМОК» - загорается красная лампочка у этой кнопки.

2.3. Одновременно или последовательно с кнопкой «ОМОК» нажимается одна из кнопок задания маршрута:

- обесточиваются кнопочные реле, гаснут белые лампочки у кнопок задания маршрута;
- обесточивается маршрутно – наборное реле;

- гаснет зеленая полоса на пульте – табло;
- обесточиваются главное сигнальное и сигнально-управляющее реле;
- светофор перекрывается на запрещающее показание;
- гаснут красные лампочки у кнопок «ГОК» и «ОМОК»;
- замыкающие реле остались без тока, лампочки контроля состояния замыкающих реле не горят.

2.4. Далее производится искусственная разделка маршрута одновременным нажатием кнопок «ИРК» и «ОИРК». Искусственная разделка маршрута производится при отключенных автоматических режимах.

#### Отмена ошибочных действий при задании и отмене маршрута:

- нажать кнопку «ГОК»,
- нажать ошибочно нажатую маршрутную кнопку,
- при ошибочном нажатии кнопки «ГОК» - нажать ее повторно.

При отмене маршрута по светофору, переведенному на автодействие, одновременно с отменой маршрута отменяется режим автодействия.

Отмена авторежимов производится нажатием кнопки «ГОК» и кнопки установки соответствующего авторежима.

Отмена авторежима не отменяет установленный маршрут и не ведет к перекрытию светофора.

#### 9.16.4. Порядок действий при неисправности кнопки «ГОК»

При неисправности кнопки «ГОК» исключается:

- отмена маршрута и перекрытие светофора на запрещающее показание;
- отмена автоматических режимов.

В случае неисправности кнопки «ГОК» необходимо:

- при наличии на линии диспетчерской централизации – передать управление станцией на диспетчерское управление;
- при невозможности передать станцию на диспетчерское управление для перекрытия светофора на запрещающее показание курбелем перевести любую стрелку, входящую в установленный маршрут, – при потере контроля положения стрелки светофор перекроется на запрещающее показание.

(Исключение составляет первая часть маршрута приема, в которую не входит стрелка. Перекрыть на запрещающее показание светофоры, входящие в первую часть маршрута приема, можно только «засветив» одну из рельсовых цепей, входящих в эту часть маршрута приема);

- если не был установлен автоматический режим, с помощью кнопок «ОИРК» и «ИРК» произвести искусственную разделку маршрута и организовать движение поездов в обычном порядке; стрелку, выключенную из централизации в приводе, до ее включения переводить курбелем.

Если был установлен автоматический режим, то до его отмены искусственную разделку маршрута произвести нельзя, пригласительным сигналом пользоваться нельзя.

В этом случае необходимо перейти на ручное управление стрелками, а движение поездов производить по приказу (распоряжению).

На линиях, где основным средством сигнализации является АПС – АРС,

отменить автоматический режим можно путем кратковременного включения автоблокировки. Далее порядок действий такой же, как и при отсутствии автоматического режима.

### 9.16.5. Кнопка «КЗС»

Кнопка «КЗС» вместе с реле закрытия сигнала (ЗС) предназначена для экстренного закрытия светофора, а при предмаршрутном замыкании - и отмены маршрута.

Применяется в ранних системах маршрутно – релейной централизации с кнопочным управлением и в централизации с рукояточным управлением.

Реле ЗС устанавливается по одному на каждую сигнальную группу.

Нормально реле ЗС находится под током, получая питание через тыловые контакты маршрутно – наборных реле, относящихся к данной сигнальной группе. При задании маршрута, когда встает под ток соответствующее маршрутно – наборное реле, создается цепь питания реле ЗС через фронтальной контакт маршрутно – наборного реле и кнопку «КЗС» соответствующего светофора. Фронтальные контакты реле ЗС включены в цепь питания кнопочных реле.

При необходимости перекрыть светофор и отменить маршрут нажимается кнопка «КЗС». При этом:

- обесточивается реле ЗС,
- обесточиваются кнопочные реле данного маршрута,
- обесточивается маршрутно – наборное реле,
- обесточиваются главное сигнальное и сигнально-управляющее реле – светофор перекрывается на запрещающее показание,
- с замедлением встает под ток реле ЗС,
- встает под ток замыкающие реле.

Если имело место полное замыкание маршрута, воспользоваться кнопкой «ВКМ» для искусственной разделки маршрута.

## 9.17. Реле сигнальной группы

### 9.17.1. Главное сигнальное реле (ГС)

Главное сигнальное реле предназначено для проверки всех условий безопасного проследования подвижного состава по устанавливаемому (задаваемому) маршруту.

Нормально главное сигнальное реле находится без тока. Встает под ток при установке маршрута, чем подтверждается выполнение всех зависимостей, обеспечивающих безопасность движения по маршруту.

В цепи возбуждения главного сигнального реле проверяется:

- положение стрелок ходовых и охранных, входящих в маршрут;
- свобода стрелочно – путевых и путевых участков, участвующих в задаваемом маршруте;
- отсутствие заданных враждебных маршрутов;
- отсутствие действия по искусственной разделке маршрута;
- наличие действий по заданию маршрута;

- другие условия безопасности с учетом особенностей отдельных станций.  
При выполнении указанных условий главное сигнальное реле встает под ток и своими контактами:

- отключает замыкающее реле;
- отключает одну цепь питания маршрутных реле и противоповторного реле;
- подготавливает цепи включения сигнально – управляющего и групповых частотно – управляющих реле.

Главное сигнальное реле обесточивается:

- при вступлении поезда на первую рельсовую цепь за светофором, ограждающим установленный маршрут;
- при отмене маршрута - контактами маршрутно – наборного или кнопочного реле.

Возбужденное состояние реле ГС контролируется на контрольном табло электромеханика в релейной АТДП, на пульте – табло состояние главного сигнального реле не контролируется.

### 9.17.2. Замыкающее реле (З)

Предназначено для замыкания установленного маршрута и исключения задания маршрутов, враждебных установленному.

Нормально, при неустановленном маршруте, находится под током. Нормальное состояние замыкающего реле контролируется на пульте – табло горением лампочки или световой ячейки белым цветом.

При установке маршрута замыкающее реле обесточивается контактом главного сигнального реле и своими контактами:

- замыкает ходовые и охранные стрелки, участвующие в маршруте;
- исключает задание враждебных маршрутов;
- замыкает цепи питания сигнально – управляющего и групповых частотно– управляющих реле;
- совместно с маршрутно – наборным реле включает зеленую полосу на пульте – табло;
- переключает лампочки у маршрутных кнопок в режим постоянного горения;
- отключает лампочки «Размыкание маршрута» на пульте – табло.

Возбуждаются замыкающие реле:

- при автоматическом размыкании маршрута после проследования поездом маршрута в целом или его частей при условии возбуждения маршрутных реле и проверки свободности стрелочных секций, входящих в маршрут или его части; в цепи возбуждения замыкающих реле может проверяться наличие контроля положения стрелок, входящих в маршрут;
- при искусственной разделке маршрута (при этом светофор, ограждающий установленный маршрут, должен иметь запрещающее показание, автоматический режим должен быть отменен).

### 9.17.3. Маршрутные реле (М-1, М-2)

Маршрутные реле:

- определяют вид замыкания маршрута (предварительное или окончательное);
- контролируют фактическое проследование поезда по маршруту или его

части, фиксируя последовательное занятие и освобождение изолированных участков, входящих в маршрут или в часть маршрута;

- участвуют в автоматическом размыкании маршрута.

В состав каждой сигнальной группы входят два маршрутных реле: М-1 и М-2. Реле М-1 возбуждается при занятии поездом стрелочно – путевого участка, а реле М-2 при его освобождении и занятии следующего изолированного участка.

Нормально маршрутные реле находятся под током и имеют две параллельные цепи питания:

- через тыловой контакт главного сигнального реле, - размыкается при задании маршрута;

- через фронтальные контакты повторителей путевых реле рельсовых цепей, входящих в предмаршрутный участок, - размыкается при вступлении подвижного состава на предмаршрутный участок.

Состояние маршрутных реле на пульте – табло не контролируется.

Маршрутные реле обесточиваются при вступлении поезда на предмаршрутный участок при разрешающем показании впереди расположенного светофора или при задании маршрута в момент нахождения поезда на предмаршрутном участке.

Маршрутные реле встают под ток при обесточенном состоянии главного сигнального реле в следующих случаях:

- при проследовании поезда по маршруту или его частям, когда обеспечивается контроль фактического проследования подвижного состава по ним;

- при искусственной разделке маршрута.

Нарушение нормальной работы маршрутных реле ведет к неразмыканию маршрута при проследовании поезда.

#### 9.17.4. Противоповторное реле (ПП)

Противоповторное реле исключает возможность повторного открытия светофора, перекрывшегося на запрещающее показание при проходе поезда, а также вследствие возникшей внешней причины или неисправности в устройствах СЦБ с последующим их самоустраниением без повторных действий дежурного по посту централизации по заданию маршрута.

В последнем случае необходимо отменить маршрут кнопками «ГОК», «ОМОК» и маршрутной кнопкой и повторно задать маршрут, или произвести искусственную разделку маршрута кнопками «ОИРК» и «ИРК» и задать маршрут повторно.

Нормально противоповторное реле находится под током. Оно получает питание по той же цепи, что и маршрутные реле, а далее по цепи самоблокировки.

Параллельно цепи самоблокировки подключены последовательно соединенные тыловые контакты кнопочных реле всех маршрутов, в которых участвует данная сигнальная группа.

Противоповторное реле обесточивается при наступлении полного замыкания маршрута.

Встает под ток при обесточенном состоянии главного сигнального реле и кнопочных реле, участвующих в устанавливаемых маршрутах.

Противоповторность обеспечивается только при окончательно замкнутом маршруте; при задании автоматических режимов она исключается.

### 9.17.5. Реле искусственной разделки маршрутов (РИ)

Реле искусственной разделки маршрутов предназначено для искусственного возбуждения замыкающего и маршрутных реле при отмене окончательно замкнутого маршрута и во всех других случаях, когда не произошло автоматическое размыкание маршрута.

Искусственная разделка маршрута возможна только при запрещающем показании светофора (при обесточенном состоянии главного сигнального реле) и отмене автоматических режимов.

Нормально реле искусственной разделки маршрутов находится без тока. Для проведения искусственной разделки маршрута необходимо кратковременно поставить под ток реле искусственной разделки.

Искусственная разделка маршрута производится путем одновременного нажатия двух кнопок:

- общей – «ОИРК»,
- кнопки «ИРК» конкретной сигнальной группы.

Искусственная разделка маршрута производится в следующих случаях:

1. При отмене окончательно замкнутого маршрута.
2. При перекрытии светофора в случае полного замыкания маршрута перед повторным его заданием.
3. Не произошло автоматического размыкания маршрута при проследовании поезда:
  - занята стрелочная секция;
  - стрелка потеряла контроль положения.
4. При несрабатывании контроля прибытия.
5. Неисправности устройств СЦБ.

### 9.18. Контроль остановки поезда у платформы станции (Контроль прибытия)

Контроль остановки поезда у платформы предназначен для задержки на 20 секунд размыкания последней части маршрута приема, в состав которой в качестве охранной входит стрелка, уложенная в главный путь за выходным или маневровым светофором. Если прибывающий поезд проследует выходной или маневровый светофор с запрещающим показанием, он будет следовать по замкнутой стрелке, что исключает ее перевод с пульта – табло непосредственно перед поездом.

Условием срабатывания контроля остановки является освобождение поездом рельсовой цепи, расположенной перед пассажирской платформой, и занятие последней рельсовой цепи главного станционного пути, расположенной перед выходным или маневровым светофором.

После срабатывания контроля остановки, т.е. через 20 секунд после вступления поезда на рельсовую цепь перед выходным или маневровым светофором, происходит размыкание последней части маршрута приема и охранный стрелка освобождается от замыкания.

Контроль остановки поезда у платформы применяют на промежуточных станциях, где предусматривается оборот составов, и на конечных станциях.

На промежуточных станциях, когда одновременно заданы маршруты приема и отправления, контроль остановки отключается фронтовым контактом сигнально – управляющего реле выходного светофора.

При задании и использовании маршрутов подачи с тупиков на главный станционный путь в неправильном направлении срабатывает контроль остановки. Для его срабатывания необходимо, чтобы маневровый состав освободил последнюю стрелочную секцию и в течение 20 секунд занимал рельсовую цепь перед выходным или маневровым светофором с главного станционного пути.

В случае несрабатывания контроля остановки производится искусственная разделка маршрута.

## 9.19. Сигнально – управляющее реле (СУ)

Сигнально – управляющее реле предназначено для управления сигнальными показаниями светофора и положением скобы его автостопа непосредственно или через линейное реле. Фронтовыми контактами сигнально–управляющего реле включаются групповые частотно – управляющие реле.

Нормально реле СУ находится без тока. В цепи возбуждения сигнально – управляющего реле проверяется установка и замыкание маршрута, а также может проверяться свобода изолированных участков, входящих в маршрут.

Установка маршрута с проверкой всех условий безопасности осуществляется фронтовым контактом главного сигнального реле; замыкание маршрута – тыловыми контактами замыкающего реле, которые включены в цепь возбуждения сигнально – управляющего реле.

Сигнально – управляющее реле исключает включение на светофоре разрешающего показания при незамятом маршруте.

Обесточивается реле СУ при занятии любого изолированного участка, входящего в установленный маршрут.

Состояние сигнально - управляющих реле на пульте – табло непосредственно не контролируется. О возбуждении сигнально – управляющего реле можно судить по открытию светофора на разрешающее показание.

В случае неисправности цепи возбуждения сигнально – управляющего реле светофор на разрешающее показание не открывается, скоба его автостопа продолжает находиться в заграждающем положении при установленном и замкнутом маршруте. На пульте – табло соответствующие лампочки «Размыкание маршрута» гаснут, белые лампочки у маршрутных кнопок перестают мигать и загораются ровным светом, высвечивается зеленая полоса, обозначающая трассу установленного маршрута.

Движение поездов производится по пригласительному сигналу.

## 9.20. Включение ламп светофоров полуавтоматического действия

Управление огнями светофоров полуавтоматического действия производится линейным или сигнально – управляющим реле.

Включение разрешающего показания на светофоре возможно только после проверки всех условий безопасного проследования подвижного состава

по устанавливаемому маршруту и его замыкания.

Горение всех сигнальных огней контролируется огневыми реле, включаемыми в цепи всех огней светофора. Огневое реле встает под ток при фактическом включении на светофоре соответствующего сигнального показания.

Включение разрешающих огней на светофоре возможно только при разрешающем положении скобы его автостопа.

Схемой включения огней светофора может быть предусмотрено резервирование разрешающих огней светофора. Если перегорает лампа зеленого огня, то вместо зеленого показания на светофоре будет желтое; в случае перегорания лампы желтого огня на светофоре будет гореть желтый огонь от красно – желтого показания.

При заданном маршруте, в случае перегорания лампы разрешающего показания, светофор может быть погашенным или на нем загорается красное показание; при этом скоба автостопа будет находиться в разрешающем положении. В зависимости от состояния светофора индикация на пульте – табло будет различной.

Если при задании маршрута произошло его замыкание, сигнально - управляющее и линейное реле встали под ток, но из – за неисправности автостопа его скоба осталась в заграждающем положении, на светофоре будет гореть красный огонь, а на пульте – табло будет индикация, соответствующая установленному маршруту, т.е. лампочки у маршрутных кнопок будут гореть ровным светом, высветится зеленая полоса, лампочки контроля замыкающих реле погаснут.

Контроль горения огней светофора на пульте – табло осуществляется следующим образом:

- горение лампы красного огня на пульте – табло, как правило, непосредственно не отображается – в случае перегорания лампы красного огня на повторителе светофора начинает мигать лампочка наиболее разрешающего показания этого светофора;

- горение разрешающих огней светофора контролируется горением соответствующих лампочек на повторителе;

- в случае перегорания лампы разрешающего показания, когда на светофоре не включается красный огонь, гаснет соответствующая лампочка на повторителе и начинает мигать лампочка наиболее разрешающего показания этого светофора;

- при перегорании лампы разрешающего показания и включения на светофоре красного огня на повторителе гаснет лампочка горевшего разрешающего показания.

Управление автостопом производится линейным реле или включающим автостопным реле.

## 9.21. Пригласительный сигнал

Пригласительный сигнал (ПС) предназначен для разрешения следования поезда при запрещающем показании светофора полуавтоматического действия.

Пригласительные сигналы бывают двух типов:

- лунно – белый мигающий огонь светофорной головки;

- фонарь прямоугольной формы, в дверце которого размещен трафарет с буквенно – цифровым показанием «20 км», закрытый молочно – белым стеклом.

При включении пригласительного сигнала показание «20 км»

высвечивается на молочно – белом фоне.

Пригласительными сигналами оборудуются светофоры полуавтоматического действия кроме разрешающих движение на главный станционный путь в неправильном направлении.

Условия включения пригласительного сигнала:

1. Светофор не открывается на разрешающее показание.
2. Имеется контроль положения ходовых стрелок; положение охранных стрелок при включении ПС не контролируется.
3. Автоматические режимы по данному светофору должны быть отменены, кроме входных светофоров, входящих в первую часть маршрута приема.
4. Произведена проверка фактической свободности секций, входящих в маршрут и имеющих ложную занятость.
5. Получено разрешение поездного диспетчера.

Примечание:

1. По пригласительному сигналу можно принять поезд на занятый путь, если это требуется по условиям организации движения.
2. Движение по пригласительному сигналу, в большинстве случаев, относится к немаршрутизированным передвижениям, т.е. происходит по незамкнутым в маршруте стрелкам, не исключается возможность задания враждебных маршрутов.

3. Должны быть приняты меры, исключаящие ошибочные действия по переводу стрелок, входящих в маршрут (ходовых и охранных), и заданию враждебных маршрутов.

4. В зависимости от ситуации, при которой производится включение пригласительного сигнала, скоба автостопа может находиться как в заграждающем, так и в разрешающем положении.

Скоба автостопа будет находиться в заграждающем положении, когда:

- не задается маршрут;
- маршрут задан, высветилась зеленая полоса, но светофор не открывается на разрешающее показание.

Скоба будет в разрешающем положении в следующих случаях:

- маршрут задан, но перегорела лампа разрешающего показания светофора;
- согласно инструкции пригласительный сигнал включен при разрешающем показании светофора.

### 9.21.1. Автоматическое включение пригласительных сигналов (Режим «Авто – ПС»)

Пригласительные сигналы светофоров полуавтоматического действия, переводимых на автоматический режим работы, дополняются автоматическим режимом их включения.

Режим «Авто - ПС» включается при следующих условиях:

1. Задан режим автодействия.
2. Светофор имеет запрещающее показание.
3. Имеется контроль положения стрелок, входящих в маршрут, кроме охранных.

4. Занята рельсовая цепь перед светофором.

Авто – ПС включается через 30 секунд после занятия рельсовой цепи перед светофором с запрещающим показанием.

Авто – ПС выключается:

- при появлении на светофоре разрешающего показания;
- при освобождении рельсовой цепи перед светофором.

На выходном светофоре Авто – ПС включается через 30 секунд при установленном маршруте (через 45 – 50 секунд после прибытия поезда на станцию) и только при движении по прямому пути. (При автоматическом задании маршрутов в тупики Авто – ПС не включается).

### 9.21.2. Маршрутные указатели

Маршрутные указатели предназначены для указания направления движения или номера пути, на который следует поезд или маневровый состав. Сигнальные показания маршрутных указателей могут быть буквенными, цифровыми или в виде стрелы.

Маршрутные указатели, устанавливаемые в тоннеле, представляют собой фонарь прямоугольной формы размером 380 x 170 x 135 мм, в его дверцу устанавливается трафарет из светонепроницаемого материала, в котором вырезаны соответствующие буквы, цифры или стрелы. Снаружи трафарет закрыт молочно – белым стеклом. Внутри фонаря размещены две лампы. При включении маршрутного указателя на молочно – белом фоне высвечиваются соответствующие сигнальные показания. Маршрутные указатели могут быть на одно и два показания; в последнем случае внутри фонаря устанавливается светонепроницаемая перегородка.

На наземных участках применяются маршрутные указатели в виде сварного каркаса с наклонной передней панелью размером 620 x 840 мм, на которой размещаются 42 лампы, расположенные в семь горизонтальных рядов по 6 ламп в каждом ряду. Лампы размещаются в ячейках, прикрытых спереди дверцей с линзами и козырьками. С помощью такого указателя могут быть высвечены все буквы алфавита и цифры от 1 до 19.

Цифровые и буквенные маршрутные указатели включаются как при разрешающем показании светофора, так и при пользовании пригласительным сигналом. Указатели в виде стрелы включаются, как правило, при пользовании пригласительным сигналом.

В цепи включения маршрутных указателей проверяется наличие контроля ходовых стрелок, которые должны быть установлены в соответствующее положение.

### 9.22. Включающее автостопное реле (ВА).

Включающее автостопное реле ВА предназначено для вариантного управления электромеханическим автостопом светофора, который в зависимости от направления движения по установленному маршруту может быть как правосторонним, так и левосторонним.

Путевая скоба такого автостопа должна находиться в разрешающем

положении при:

- открытии светофора на разрешающее показание, когда светофор является правосторонним;
- проследовании поезда по рельсовой цепи, в пределах которой расположен автостоп, когда светофор и его автостоп являются левосторонними; в этом случае обеспечивается беспрепятственный проход автостопа хвостовым вагоном поезда.

Когда светофор является правосторонним, перевод скобы его автостопа в разрешающее положение происходит после установки и замыкания маршрута перед включением на светофоре разрешающего показания. Цепь управления реле ВА создается через фронтные контакты сигнально – управляющего и линейного реле.

Когда же светофор является левосторонним, перевод скобы его автостопа в разрешающее положение обеспечивается при следующих условиях:

- установлен маршрут, при движении по которому светофор и его автостоп являются левосторонними;
- левосторонний светофор имеет запрещающее показание;
- подвижным составом занята рельсовая цепь, в пределах которой расположен левосторонний автостоп.

Цепь управления реле ВА проходит через тыловые контакты сигнально – управляющих, замыкающего реле, а также через тыловой контакт путевого реле рельсовой цепи, в пределах которой расположен левосторонний автостоп.

Схема включения реле ВА приведена на рис.26.

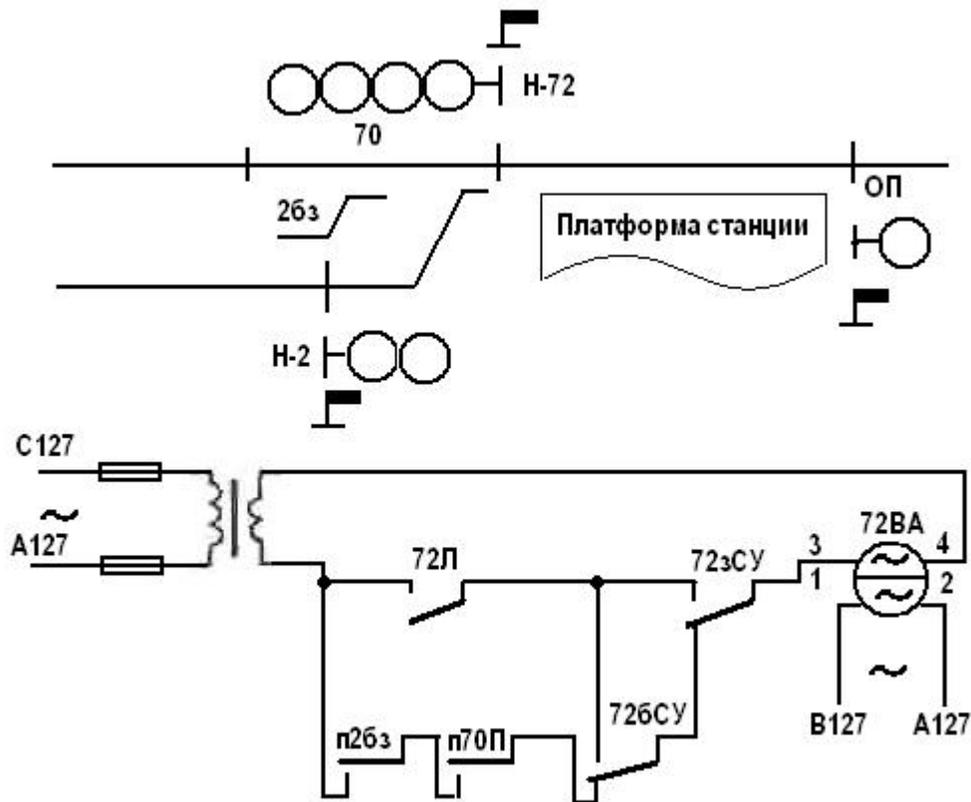


Рис.26. Схема включения реле ВА

## 9.23. Последовательность работы устройств МРЦ и индикация на пульте – табло при задании маршрута

### 9.23.1. Поезд отсутствует на предмаршрутном участке:

1. Нажимается кнопка начала маршрута:
  - встает под ток кнопочное реле начала маршрута и становится на самоблокировку,
  - на пульте – табло лампочка у маршрутной кнопки загорается мигающим светом.
2. Нажимается кнопка конца маршрута:
  - встает под ток кнопочное реле конца маршрута и становится на самоблокировку,
  - на пульте – табло лампочка у маршрутной кнопки загорается мигающим светом.
3. Встает под ток маршрутно – наборное реле – изменений в индикации на пульте – табло нет.
4. Контактными маршрутно – наборного реле замыкаются пусковые цепи стрелок, входящих в маршрут.

5. Стрелки переводятся в положение, соответствующее устанавливаемому маршруту:

- на пульте – табло появляется контроль положения стрелок после их перевода,
- по индикации на пульте – табло можно проконтролировать положение стрелок в устанавливаемом маршруте.

6. В цепи главного сигнального реле проверяются все условия безопасности проследования поезда по маршруту (все зависимости).

При выполнении этих условий реле ГС встает под ток, при этом:

- обесточивается замыкающее реле,
- отключается одна цепь питания маршрутных реле и противоположного реле,
- подготавливается цепь включения сигнально – управляющего реле.

7. Замыкающее реле обесточилось:

- произошло замыкание маршрута (разомкнулись пусковые цепи стрелок, входящих в маршрут, цепи главных сигнальных реле враждебных маршрутов),
- замкнулась цепь питания сигнально – управляющего реле,
- на пульте – табло: высветилась зеленая полоса, соответствующая установленному маршруту; лампочки у маршрутных кнопок загораются ровным светом; гаснут лампочки «Размыкание маршрута».

8. Сигнально – управляющее реле (СУ) встает под ток:

- контактами сигнально – управляющего реле непосредственно или через контакты линейного реле замыкается цепь разрешающего показания светофора, ограждающего установленный маршрут;
- контактами линейного реле или включающего автостопного реле осуществляется управление автостопом: после перехода скобы автостопа в разрешающее положение на светофоре загорается разрешающее показание;
- через контакты реле СУ становятся под ток групповые частотно – управляющие реле, подготавливая цепи выдачи разрешающих сигнальных частот в рельсовые цепи, участвующие в маршруте;
- на пульте – табло на повторителе светофора загорается разрешающее показание.

### 9.23.2. Поезд вступает на предмаршрутный участок:

- размыкается вторая цепь питания маршрутных и противоположного реле – они обесточились;
- произошло полное замыкание маршрута;
- действует противоположность.

## 9.24. Последовательность работы устройств МРЦ и индикация на пульте – табло при проследовании поезда по маршруту

1. Поезд вступает за светофор:

- обесточивается путевое реле первой секции;
- обесточивается главное сигнальное реле;
- обесточивается сигнально – управляющее реле;
- светофор перекрывается на запрещающее показание;
- скоба автостопа переходит в заграждающее положение;
- встает под ток первое маршрутное реле;
- в рельсовую цепь выдается разрешающая частота АПС – АРС.

На пульте – табло:

- занятая рельсовая цепь засвечивается белым цветом (вместо зеленого);
- на повторителе светофора гаснет лампочка разрешающего показания.

2. Поезд занимает следующую по ходу рельсовую цепь и освобождает

предыдущую:

- обесточивается путевое реле, следующей по ходу рельсовой цепи;
- встает под ток путевое реле предыдущей рельсовой цепи;
- встает под ток второе маршрутное реле;
- встает под ток замыкающее реле – маршрут размыкается;
- обесточиваются кнопочные реле;
- встает под ток противоположное реле;
- обесточивается маршрутно – наборное реле.

На пульте – табло:

- первая за светофором рельсовая цепь имеет контроль свободности (темная);

- следующая по ходу рельсовая цепь засвечивается белым цветом (вместо зеленого);

- загорается соответствующая лампочка «Размыкание маршрута»;

- гаснут лампочки у маршрутных кнопок.

## 9.25. Автоматическая установка маршрутов

Для автоматической установки часто повторяющихся поездных и маневровых маршрутов применяются следующие виды автоматических режимов:

- автоматическое действие светофоров, при котором светофоры полуавтоматического действия переводятся в автоматический режим работы;
- автоматический оборот составов, при котором маршруты подачи с главного станционного пути на оборотный путь и с оборотного пути на другой главный станционный путь устанавливаются автоматически;
- автоматическая установка маршрута подачи одного состава в отстой или из отстоя при установленном режиме автодействия светофоров по главному пути или автообороте составов по оборотному пути (при подаче составов в депо или из депо);
- автоматический режим зонного движения поездов, обеспечивающий

чередование маршрутов оборота составов по обратному пути и пропуск поездов по главным путям;

- автоматическая установка маршрутов размена отстойных составов при установленном режиме автооборота составов.

### 9.25.1. Автоматическое действие светофоров

Автоматическое действие устанавливается в следующем порядке:

- нажатием кнопок начала и конца маршрута задается маршрут приема или отправления;

- после установки задаваемого маршрута нажимается кнопка автодействия.

При отсутствии заданных маршрутов враждебных маршруту автодействия, светофоры переводятся в автоматический режим работы.

Режим автодействия может быть отменен в любой момент времени нажатием кнопки «ГОК» и кнопки «Автодействие». После отмены гаснет лампочка включения режима автодействия; при этом перекрытие светофора не происходит, установленный маршрут не отменяется. При отмене маршрута одновременно отменяется и режим автодействия.

### 9.25.2. Автоматический оборот составов

Автоматический оборот составов представляет собой чередование маршрутов подачи с одного главного станционного пути на оборотный путь и подачи с этого оборотного пути на другой главный станционный путь, т.е. для оборота составов используется один из станционных путей.

Автооборот может дополняться автоматическим режимом подачи составов в отстой и из отстоя, а также автоматическим режимом размена отстойных составов.

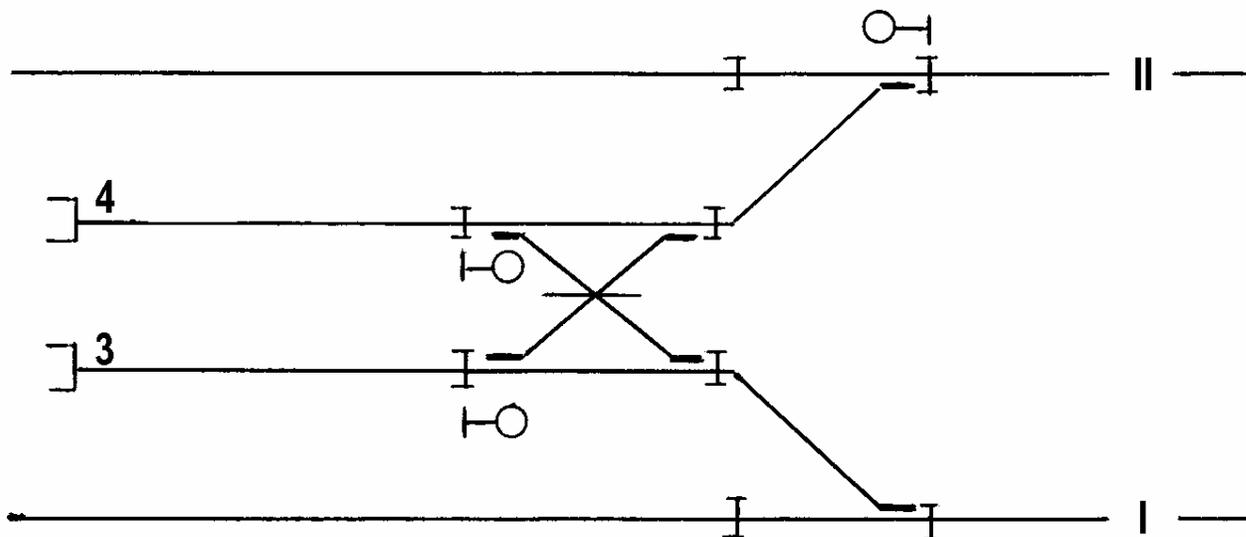


Рис.27. Автооборот. Автооборот «Чередование»

Автооборот задается нажатием соответствующей кнопки с номером пути после установки одного из маршрутов подачи, входящего в задаваемый автооборот. Так при обороте по 3 станционному пути (Рис.27) сначала надо установить маршрут подачи со II главного станционного пути на 3 станционный путь, а затем нажать кнопку «3 АД»; при этом индивидуально задавать маршрут подачи с 3 станционного пути на I главный станционный путь не требуется. На пульте – табло загорается лампочка у кнопки «3 АД».

Можно установить автооборот после задания маршрута подачи с 3 станционного пути на I главный станционный путь, нажав кнопку «3 АД», - с этого момента начинается действие автооборота.

Отмена автооборота производится нажатием кнопки «ГОК» и кнопки установки автооборота. Отменить автооборот можно в любое время, т.к. отмена автооборота не ведет к отмене маршрута и перекрытию светофора. При отмене любого маршрута, входящего в автооборот, - автооборот отменяется.

При отмене автооборота лампочка у кнопки задания автооборота гаснет.

### 9.25.3. Автооборот «Чередование»

При задании этого режима для оборота составов используется оба оборотных пути.

Автооборот «Чередование» состоит из последовательной автоматической установки маршрутов подачи в следующем порядке (Рис.27):

- подача со II главного станционного пути на 3 станционный путь;
- подача со II главного станционного пути на 4 станционный путь;
- подача с 3 станционного пути на I главный станционный путь;
- подача со II главного станционного пути на 3 станционный путь;
- подача с 4 станционного пути на I главный станционный путь;
- подача со II главного станционного пути на 4 станционный путь.

Далее процесс автоматического задания маршрутов продолжается в изложенном выше порядке.

Автооборот «Чередование» устанавливается нажатием кнопки «Автооборот чередование» при установленном маршруте, входящем в оборот; на пульте – табло загорается лампочка (ячейка) «Чередование».

На некоторых станциях автооборот «Чередование» задается нажатием кнопок автооборота по 3 и 4 путям при одном установленном маршруте, входящем в автооборот.

Отмена автооборота «Чередование» производится нажатием кнопок «ГОК» и «Автооборот чередование» или кнопки «ГОК» и одной из кнопок задания автооборота, - «3 АД» или «4 АД».

### 9.25.4. Автоотстой

Это программа автоматического наложения маршрута подачи состава в отстой или подачи состава из отстоя на режим автодействия светофоров.

Программа автоотстоя включает по каждому главному пути отмену автодействия светофоров, установку маршрута подачи состава в отстой или из отстоя, восстановление режима автодействия светофоров.

Для задания маршрута подачи состава в отстой или из отстоя, при установленном режиме автодействия, нажимается кнопка «АО» с номером пути, на который необходимо поставить состав в отстой или с которого выпустить состав из отстоя (кнопки «3 АО» и «4 АО»). Нажать кнопку необходимо после автоматической установки маршрута по прямому пути последнему маршруту перед отстойным составом до начала автоматической разделки этого маршрута.

После нажатия кнопки «...АО» автоматически установленный маршрут приема или отправления не отменяется, т.е. сначала будет реализован этот маршрут, а затем отменяется режим автодействия; далее автоматически задается маршрут подачи состава в отстой или из отстоя, и после использования маршрута отстойным составом задается маршрут по прямому пути и восстанавливается режим автодействия.

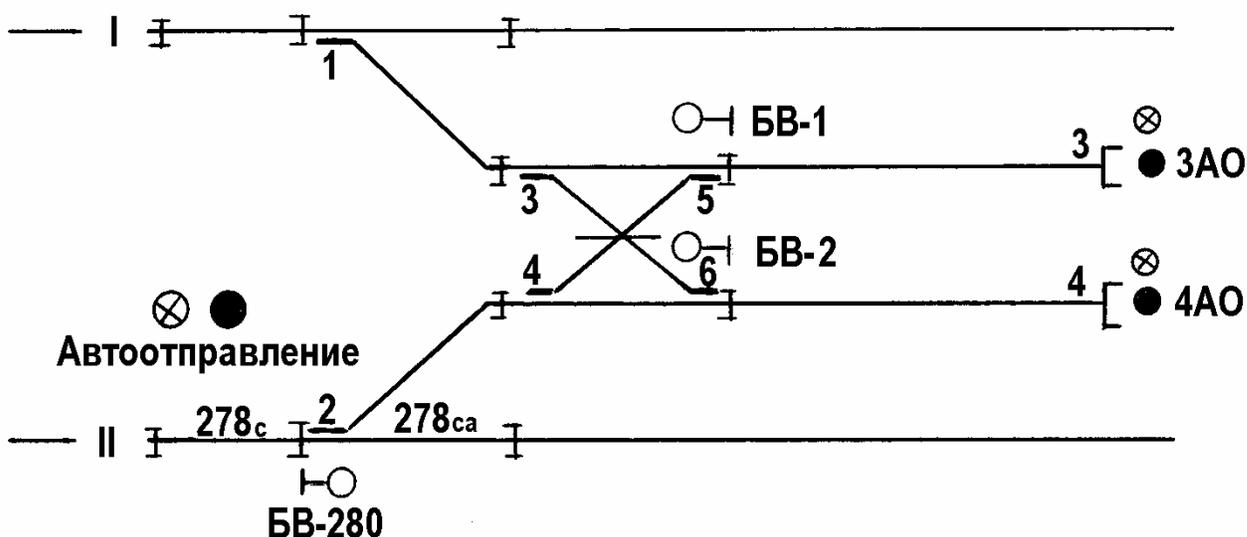


Рис.28. Автоотстой

Рассмотрим постановку состава в отстой на 3 станционный путь (Рис.28).

На станцию прибывает последний перед отстойным составом маршрут, который должен проследовать по прямому пути, следующий состав должен быть поставлен в отстой. Маршрут отправления по прямому пути установлен автоматически.

Нажимается кнопка «3 АО». На пульте – табло загорается лампочка возле этой кнопки. Продолжает гореть лампочка «Автоотправление».

Поезд следует по прямому пути и вступает за светофор БВ -280. Светофор переключается на запрещающее показание, отменяется режим «Автоотправление», гаснет лампочка у этой кнопки.

Отстойный состав прибывает на станцию (занимает рельсовую цепь 278с, т.е. последнюю перед выходным светофором).

Задается автоматически маршрут подачи со II главного станционного пути на 3 станционный путь.

После проследования отстойным составом первой части маршрута и ее размыкания автоматически задается маршрут отправления по прямому пути,

восстанавливается автодействие и отменяется режим «Автоотстой».

На пульте – табло загорается лампочка «Автоотправление» и гаснет лампочка у кнопки «3 АО».

В зависимости от того свободен или занят станционный путь, выбранный для отстоя, при нажатии соответствующей кнопки автоотстоя, будет отменен режим автодействия по приему или отправлению с последующим автоматическим восстановлением.

Отмена программы автоотстоя производится нажатием кнопок «ГОК» и «...АО» до перекрытия выходного светофора на запрещающее показание.

При наличии соединительных ветвей в депо и автооборота составов на станции эта программа накладывается на режим автооборота.

### 9.25.5. Автоматический режим размена отстойных составов («Авторазмен»)

Режим авторазмена составов дополняет режим автооборота на конечной станции, где производится осмотр подвижного состава.

Режим авторазмена представляет собой последовательное задание маршрутов подачи оборотному и отстойному составам с главного станционного пути на станционные пути и со станционных путей на другой главный станционный путь с временной приостановкой автооборота и последующим его автоматическим восстановлением.

Возможны два варианта авторазмена отстойных составов:

1. Авторазмен простой со сменой оборотного пути.

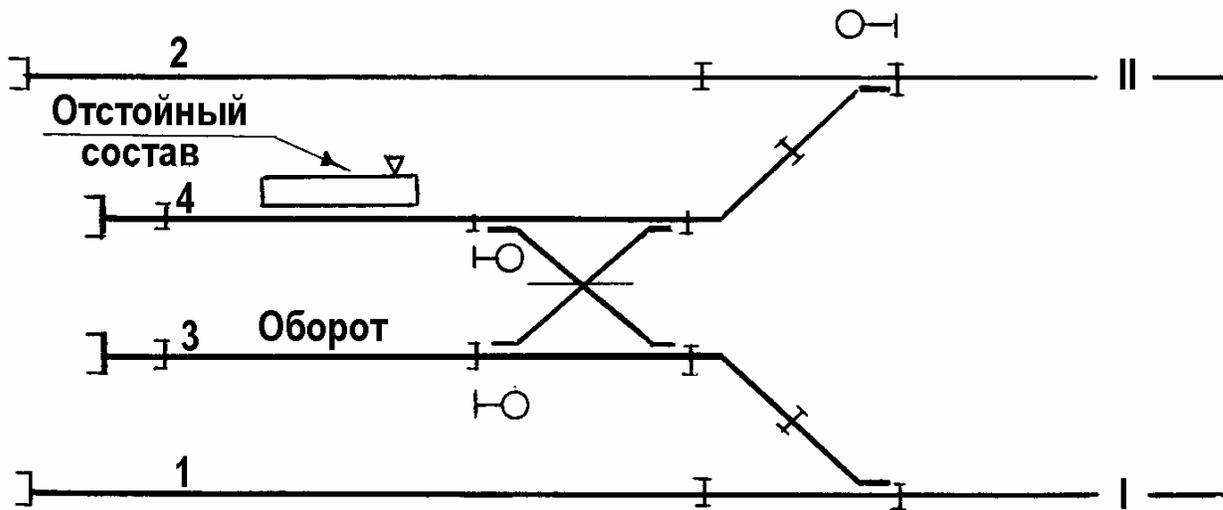


Рис.29. Авторазмен простой (исходное состояние)

Исходное состояние (Рис.29):

- оборот составов ведется по 3 ст. пути;
- отстойный состав находится на 4 ст. пути;
- на II главный станционный путь прибывает последний оборотный состав (его надо обернуть), а за ним отстойный состав (его надо поставить в отстой);

Задание режима простого авторазмена производится нажатием кнопки

«АРП». Причем задание этого режима производится только после автоматической установки маршрута подачи со II главного станционного пути на 3 станционный путь последнему оборотному составу до автоматической разделки первой части этого маршрута.

После нажатия кнопки «АРП» на пульте – табло загорается лампочка «АРП», продолжает гореть лампочка «3 АД».

Последний оборотный состав следует на 3 станционный путь. После автоматического размыкания этого маршрута задается маршрут подачи последнему оборотному составу с 3 станционного пути на I главный станционный путь; оборотный состав уходит с оборотного пути. Далее автоматически задается маршрут подачи отстойному составу со II главного станционного пути на 3 станционный путь.

После задания этого маршрута действие программы простого авторазмена заканчивается. Автоматически отменяется автооборот по 3 станционному пути, устанавливается автооборот по 4 станционному пути.

На пульте – табло гаснет лампочка автооборота по 3 станционному пути, загорается лампочка автооборота по 4 станционному пути, гаснет лампочка «АРП».

Далее задается маршрут подачи отстойному составу с 4 станционного пути на I главный станционный путь и автооборот продолжается по 4 станционному пути.

Отмена ошибочно заданного простого авторазмена производится нажатием кнопок «ГОК» и «АРП» до вступления последнего оборотного состава на 3 станционный путь.

## 2. Авторазмен комбинированный без смены оборотного пути.

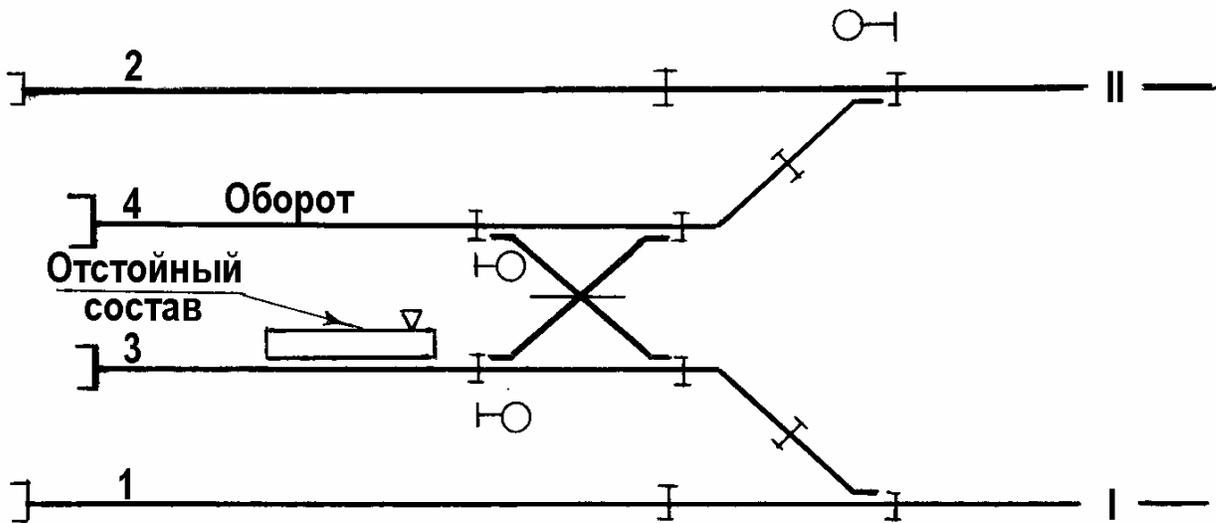


Рис.30. Авторазмен комбинированный (исходное состояние)

Исходное состояние (Рис.30):

- оборот составов производится по 4 станционному пути;
- отстойный состав находится на 3 станционном пути;
- на II главный станционный путь прибывает последний оборотный состав за ним состав в отстой.

Задание режима «Авторазмен комбинированный» производится нажатием кнопки «АРК» при установленном маршруте подачи со II главного станционного пути на 4 станционный путь последнему оборотному составу (до начала разделки этого маршрута).

После нажатия кнопки «АРК» на пульте - табло загорается лампочка «АРК», продолжает гореть лампочка «4 АД» (автооборот по 4 пути).

Комбинированный авторазмен задан, действие автооборота по 4 станционному пути приостановлено, но оборотный состав следует на 4 станционный путь.

Дальнейшее задание маршрутов подачи автоматически производится в следующем порядке:

- задается маршрут подачи с 3 станционного пути на I главный станционный путь отстойному составу;

- после выхода отстойного состава с 3 станционного пути задается маршрут подачи со II главного станционного пути на 3 станционный путь составу, следующему в отстой. С момента задания этого маршрута действие программы «Авторазмен комбинированный» прекращается и восстанавливается автооборот по 4 станционному пути.

На пульте – табло гаснет лампочка у кнопки «АРК».

После использования отстойным составом маршрута подачи на 3 станционный путь автоматически задается маршрут подачи оборотному составу с 4 станционного пути на I главный станционный путь и далее автооборот продолжается по 4 станционному пути.

Отмена ошибочно заданного комбинированного авторазмена производится нажатием кнопок «ГОК» и «АРК».

Задание режима авторазмена возможно только при наличии отстойного состава на одном из станционных путей и установленном режиме автооборота по другому станционному пути.

### 9.25.6. Автоматический режим зонного движения

Представляет собой чередование маршрутов оборота составов и пропуска поездов по главным путям в заданном соотношении согласно выбранной программе.

Программа зонного авторежима разделена на две самостоятельные части:

- подача состава с главного станционного пути на оборотный путь и отправление поездов с этого главного станционного пути на соседнюю станцию;
- подача состава с оборотного пути на главный станционный путь и прием поездов на этот главный станционный путь с соседней станции.

Каждая часть программы задается отдельно.

Варианты зонного авторежима могут быть различными: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4.

Первая цифра указывает, сколько поездов оборачивается, а вторая – сколько проследует до соседней станции.

Для установки режимов зонного движения на пульте – табло имеются следующие кнопки:

- две кнопки выбора пути оборота 4 АЗ и 3 АЗ (могут отсутствовать);
- кнопки выбора вариантов зонного авторежима по I пути: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4;
- кнопки выбора вариантов зонного авторежима по II пути: 1:1; 1:2; 1:3; 1:4.

Порядок нажатия кнопок:

- кнопка выбора пути оборота;
- кнопка выбора варианта зонного авторежима.

Зонный авторежим начинается с подачи состава под оборот, затем поезда пропускаются по прямому пути согласно заданной программе, и цикл повторяется.

При задании зонного авторежима по другому пути сначала состав подается с обратного пути на главный станционный путь, а затем пропускаются поезда по прямому пути в соответствии с установленным вариантом.

### 9.25.7. Порядок задания зонного авторежима

Перед заданием зонного авторежима по данному пути все автоматические режимы должны быть отменены.

По прибытии на станцию поезда, который должен уйти под оборот, задать маршрут подачи с главного станционного пути на выбранный для оборота станционный путь. После установки этого маршрута нажать кнопку с номером выбранного пути оборота и кнопку варианта зонного авторежима. Зонный авторежим по данному главному пути установлен; на пульте – табло загораются лампочки желтого (или белого) цвета «3 ст. путь» или «4 ст. путь» и выбранного варианта зонного авторежима.

Для задания зонного авторежима по другому главному пути необходимо установить маршрут подачи с одного из станционных путей на главный станционный путь нажать кнопку с номером обратного пути и кнопку варианта зонного авторежима.

При отсутствии кнопок выбора обратного пути задание зонного авторежима производится в следующем порядке:

- устанавливается соответствующий маршрут подачи;
- нажимается кнопка выбора варианта зонного авторежима.

Отмена зонного авторежима производится нажатием кнопки «ГОК» и кнопки выбора пути оборота, а при ее отсутствии – кнопки выбора варианта зонного авторежима.

При любом установленном авторежиме возможность задания маршрутов, входящих в установленный авторежим при помощи маршрутных кнопок, исключается.

## 9.26. Маршрутно – релейная централизация унифицированной системы

В централизации унифицированной системы схемы исполнительной группы реле, предназначенные для установки, замыкания и разделки маршрутов, управления стрелочными электроприводами и светофорами, имеют одинаковое построение как при раздельном управлении стрелками и сигналами, так и при маршрутном управлении. Унифицированная система централизации применяется на метрополитене для управления стрелками и сигналами путей депо и парковых путей.

Схемы централизации унифицированной системы имеют следующие особенности:

1. Каждый стрелочный и путевой изолированный участок является элементарным маршрутом с самостоятельными приборами контроля и замыкания; кроме путевого реле участок имеет еще четыре реле: контрольно – секционное реле КС, замыкающее реле З, маршрутное реле М и реле искусственной разделки РИ; цепь возбуждения контрольно – секционного реле КС проверяет свободу участка и соответствие положения стрелок устанавливаемому маршруту.

2. Поездные и маневровые маршруты состоят из элементарных маршрутов, число которых и порядок включения определяются избранным вариантом движения.

3. Схемы исполнительной группы реле имеют объединенные электрические цепи для поездных и маневровых маршрутов; категория маршрута и направление движения определяется нажатием кнопки начала маршрута.

4. Перед открытием светофора проверяется правильность установки маршрута по всем элементарным маршрутам и в зависимости от состояния предмаршрутного участка происходит предварительное или полное замыкание одновременно всего маршрута.

5. Размыкается маршрут по частям по мере освобождения участков подвижным составом; каждый последующий участок может быть разомкнут только при условии разомкнутого состояния предыдущего участка маршрута.

6. Схемы установки, замыкания и разделки маршрутов составляются по плану станции, что позволяет использовать все варианты движения, допускаемые путевым развитием.

### 9.26.1. Расстановка сигнальных кнопок

В качестве сигнальных кнопок применяются трехпозиционные кнопки с внутренней лампой и автоматическим возвратом в среднее положение.

По своему назначению кнопки могут быть поездные, маневровые и вариантные. Поездные и маневровые кнопки размещаются по схеме путевого развития станции в начале и конце маршрутов, вариантные кнопки – между двух стрелок в середине маршрута.

Кнопки начала поездных маршрутов с линзами зеленого цвета располагаются вне оси пути у повторителей светофоров.

Кнопки конца поездных маршрутов с линзами белого цвета, а также кнопки конца маневровых маршрутов с такими же линзами располагаются на оси пути.

Концом поездного маршрута является путь приема (для маршрутов приема) или участок удаления (для маршрутов отправления).

Кнопки начала маневрового маршрута с линзами белого цвета могут устанавливаться на оси пути рядом с повторителем светофора или у повторителя маневрового светофора вне оси пути.

Концом маневрового маршрута может быть смежный маневровый светофор, изолированный путевой участок или приемо – отправочный путь.

Варианты размещения кнопок:

1. При совпадении начала поездного и начала маневрового маршрутов устанавливаются две кнопки:

- кнопка начала поездного маршрута (с линзой зеленого цвета) – у повторителя светофора;
- кнопка начала маневрового маршрута с линзой белого цвета – на оси пути рядом с повторителем светофора.

2. При совпадении концов поездного и маневрового маршрутов устанавливается на оси пути одна общая кнопка с линзой белого цвета.

3. При совпадении концов поездного и маневрового маршрутов или одного из них с началом маневрового маршрута встречного направления, в этом месте на оси пути ставится одна начальная – конечная кнопка с линзой белого цвета.

4. При совпадении конца маневрового маршрута с началом маневрового маршрута попутного направления устанавливаются две кнопки с линзами белого цвета: конечная – на оси пути, начальная – у основания повторителя маневрового светофора.

5. При совпадении концов поездного и маневрового маршрутов с началом поездного и маневрового маршрутов попутного направления устанавливаются три кнопки:

- одна – с линзой белого цвета - общая концов поездного и маневрового маршрутов - на оси пути;
- вторая – с линзой зеленого цвета – начала поездного маршрута - у основания повторителя поездного светофора;
- третья – с линзой белого цвета – начала маневрового маршрута – на оси пути возле повторителя маневрового светофора.

6. У двух маневровых светофоров встречного направления, расположенных в створе,- на оси пути устанавливается по одной кнопке с линзой белого цвета, каждая из которых в зависимости от задаваемого маршрута может быть начальной и конечной.

При нажатии сигнальной кнопки начала маршрута встает под ток кнопочное реле и самоблокируется; при этом загорается мигающим светом зеленая или белая лампа этой кнопки и общая лампа **«Задание маршрута»**, которая указывает, что до окончания установки данного маршрута нельзя начинать набор следующего маршрута.

При вытягивании сигнальной кнопки, кнопочное реле, находящееся на самоблокировке, обесточивается.

Устанавливаемый маршрут отменяется нажатием кнопки «Отмена маршрутного набора», что приводит к отключению питания от всех реле наборной группы.

Если по какой – либо причине светофор перекрылся до прохода поезда, он может быть открыт повторно нажатием только одной сигнальной кнопки – начала маршрута.

Для того, чтобы задать маршрут по дополнительным вариантам, допускаемым путевым развитием, применяются варианты кнопки с белыми линзами, которым присваиваются номера прилегающих к ним стрелок. Для установки маршрута по основному варианту нажимаются кнопки начала и конца маршрута, при задании маршрута по другим вариантам нажимаются: кнопка начала маршрута, соответствующие варианты кнопки, затем конечная кнопка маршрута.

Для индивидуального перевода стрелок на крайних панелях пульта – табло размещены стрелочные коммутаторы. Над рукояткой каждого коммутатора установлены нормально погашенные контрольные лампы плюсового (зеленая) и минусового (желтая) положения стрелки и взреза стрелки (красная), которая включается при переводе стрелки и при нарушении ее контроля. Над контрольными лампами имеются вспомогательные кнопки «ВКС». Для включения контрольных ламп и дополнительного контроля положения стрелок, не замкнутых в маршрутах, имеется кнопка «**Контроль положения стрелок**», при нажатии которой включаются контрольные лампы над рукоятками коммутаторов и зеленые полосы стрелочных участков в направлении, соответствующем положению стрелок.

В верхней части панели пульта – табло размещены для каждого элементарного маршрута кнопки искусственной разделки маршрутов ИРК и общая кнопка искусственной разделки ОИРК, над которой установлена красная лампа.

Кроме этого на пульте – табло имеются следующие кнопки и лампочки:

- включения пригласительных сигналов;
- размыкания курбелей;
- кнопка контроля питания рельсовых цепей с внутренней лампой, которая включается при отсутствии питания группы рельсовых цепей;
- кнопка снижения напряжения на светофорах с контрольной лампой;
- кнопка отключения звонка контроля фидеров, который звонит при отключении питания централизации переменным током;
- кнопка дневного и ночного режимов питания ламп табло;
- красные и белые контрольные лампы основного и резервного фидеров.

## 9.27. Блочная маршрутно – релейная централизация (БМРЦ)

БМРЦ применяется на метрополитене для управления стрелками и сигналами на путях депо.

Около 70% всей аппаратуры БМРЦ размещается в функциональных блоках, которые в виде типовых конструкций с законченным монтажом изготавливают на заводах. Схемы БМРЦ для станций с любым числом стрелок и светофоров собирают, соединяя между собой, наборные и исполнительные блоки в соответствии со схематическим планом станции. Блочное построение электрической централизации позволяет упростить проектирование устройств, сократить сроки монтажных работ, улучшить ремонтнопригодность при эксплуатации устройств.

В качестве аппаратов управления и контроля применяют, в основном, пульты – манипуляторы и выносные табло.

В БМРЦ реализуется маршрутное управление стрелками и сигналами. Имеется возможность задания основных и вариантных маршрутов.

Задание маршрутов производится с помощью поездных, маневровых и вариантных кнопок. Назначение кнопок, порядок пользования ими аналогичны МРЦ унифицированной системы.

Одна и та же кнопка пульта управления может быть начальной и конечной, а при наличии вариантных маршрутов кнопки маневровых

светофоров могут использоваться в качестве вариантных.

При нажатии и отпуске начальной маршрутной кнопки определяется:

- вид и направление передвижения;
- начало маршрута;
- трасса основного маршрута.

После нажатия и отпуске конечной маршрутной кнопки определяется конец задаваемого маршрута.

Далее следует перевод стрелок, проверка условий безопасности, замыкание маршрута и открытие светофора на разрешающее показание.

В случае неисправности маршрутного набора применяется вспомогательное управление. Вспомогательное управление включается нажатием кнопки «ВУ». Порядок задания маршрута с использованием вспомогательного управления:

- перевести индивидуально все ходовые и охранные стрелки, входящие в маршрут;
- нажать и удерживать кнопку «ВУ»;
- нажать кнопки начала и конца маршрута.

На табло кратковременно загорается красная лампочка. После установки маршрута отпустить кнопку «ВУ».

Отмена маршрутного набора при ошибочных действиях на пульте управления производится нажатием кнопки отмены набора «ОН».

В БМРЦ применен секционный способ размыкания маршрутов, позволяющий размыкать секции поочередно, по мере их освобождения подвижным составом.

Число блоков наборной группы -10.

Число блоков исполнительной группы – 16.

## 9.28. Маршрутно – релейная централизация с рукояточным управлением

Для управления стрелками и сигналами на посту централизации устанавливается пульт – табло.

Все маршруты станции делятся на сигнальные группы, которые объединяют взаимовраждебные маршруты, связанные обычно с одним из главных путей. Каждая сигнальная группа имеет приборы установки, замыкания и размыкания маршрутов.

Для управления стрелками, задания маршрутов и открытия светофоров применяются трехпозиционные коммутаторы с автоматическим возвратом рукояток в среднее положение. Над рукояткой каждого стрелочного коммутатора установлены три контрольные лампы. Левая (зеленая) лампа включается при плюсовом положении, средняя (красная) во время перевода, правая (желтая) при минусовом положении стрелки. Над крайними положениями рукояток маршрутно – сигнальных коммутаторов устанавливаются белые лампы, которые загораются при задании маршрутов.

Для маршрутного или индивидуального управления стрелками имеется трехпозиционная кнопка МДК, над которой установлены две лампы. При нажатии кнопки включается маршрутное, при вытягивании – индивидуальное управление стрелками. Пользование пригласительными сигналами светофоров

возможно только при индивидуальном управлении стрелками.

Для экстренного закрытия светофоров на пульте устанавливаются кнопки закрытия сигналов двухпозиционные, без фиксации. На панели пульта имеются кнопки установки автоматических режимов, стрелочные вспомогательные ВКС, маршрутные вспомогательные ВКМ, пригласительных сигналов КПС, размыкания курбеля, отключения ламп табло и стрелочного звонка. Кроме того, установлены амперметр рабочего тока, вольтметры рабочей и контрольной батарей, контрольные лампы размыкания маршрутов.

Задание маршрута производится поворотом соответствующей маршрутно-сигнальной рукоятки, что приводит к возбуждению управляющего сигнального реле УС. Для каждого маршрута предусматривается свое управляющее сигнальное реле, т.е. если по светофору задается несколько маршрутов, то для управления им используется несколько реле УС. В цепи возбуждения управляющего сигнального реле проверяется отсутствие установленных враждебных маршрутов. Возбуждись при повороте маршрутно – сигнальной рукоятки, реле УС становится на самоблокировку и остается под током до размыкания маршрута после прохода поезда или отмены маршрута.

Реле УС подготавливает цепь включения главного сигнального реле, а при маршрутном управлении стрелками включает пусковые реле стрелок, входящих в маршрут, т.е. оно выполняет функции, аналогичные кнопочным и маршрутно – наборному реле.

Главные сигнальные реле, замыкающие, маршрутные, повторные и реле искусственной разделки, а также сигнально – управляющие и линейные реле, лампы светофоров и пригласительных сигналов, включаются по схемам, которые подобны одноименным схемам централизации с кнопочным управлением маршрутами.

Схемы реле сигнальной группы имеют следующие особенности:

- в цепь реле ГС включается фронтальный контакт управляющего сигнального реле УС;
- применено одно маршрутное реле, которое возбуждается при проследовании поезда по маршруту, когда поезд освободил один изолированный участок и находится на двух последних участках маршрута;
- в цепь возбуждения повторного реле ПП последовательно включены тыловые контакты реле УС маршрутов данной сигнальной группы.

В маршрутно – релейных централизациях с рукояточным управлением могут применяться маршрутно - сигнальные коммутаторы с фиксацией рукояток в крайних положениях. В таких централизациях реле УС не имеют самоблокировки и автоматического отключения; они отключаются при возврате рукояток коммутаторов в среднее положение.

## 10. Диспетчерская централизация (ДЦ)

### 10.1. Назначение и принцип действия диспетчерской централизации

ДЦ предназначена для централизованного управления стрелками, сигналами и другими объектами, расположенными на линии, из одного пункта и получения информации о поездном положении на линии и состоянии объектов в реальном масштабе времени.

ДЦ представляет собой комплекс устройств, включающий системы интервального регулирования движения поездов на перегонах (АБ или АЛС – АРС), электрические централизации на станциях, систему телеуправления и телесигнализации (ТУ - ТС), которая предназначена для передачи и приема управляющих и известительных приказов, средств управления и отображения информации (АРМ ПД), рис.31.

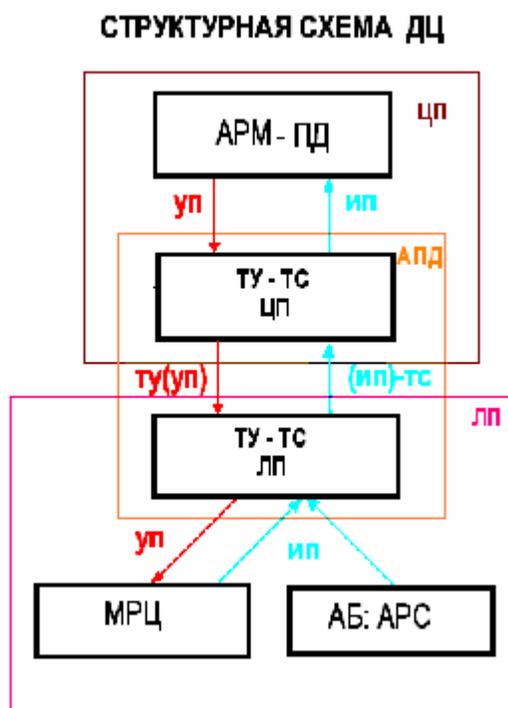


Рис.31.

ЦП – центральный пункт; ЛП – линейный пункт; ТУ(УП) – управляющие приказы; ТС(ИП) – известительные приказы; АПД – аппаратура передачи данных.

Управляющие приказы – это закодированные команды управления различными объектами на линии (задание, отмена маршрута, перевод стрелки и т.п.).

Известительные приказы – это информация о состоянии объектов на

линии и поездном положении в закодированном виде.

Управляющие приказы формируются аппаратурой центрального пункта при выдаче соответствующих команд с АРМ ПД.

Известительные приказы формируются аппаратурой линейных пунктов станций при срабатывании контрольных реле объектов и несут информацию об их состоянии.

Согласно ПТЭ ДЦ должна обеспечивать:

- управление из одного пункта стрелками и сигналами станций;
- контроль на аппарате управления за положением стрелок, занятостью стрелочно – путевых участков, путей на станциях и прилегающих к ним перегонов, а также повторение показаний светофоров полуавтоматического действия;
- возможность перехода на местное управление стрелками и сигналами на самой станции;
- выполнение требований, предъявляемых к автоблокировке (АЛС-АРС) и электрической централизации;
- автоматическую запись графика исполненного движения поездов и контроль за номерами поездов или маршрутов, прибывающих на станцию с путевым развитием.

ДЦ дополняется автоматической системой считывания номера поезда (АСНП), которая позволяет поездному диспетчеру контролировать движение поездов на линии с привязкой к номерам маршрутов и состояние поездных устройств АЛС – АРС.

Номера маршрутов автоматически считываются на станциях с путевым развитием и по каналам связи передаются на центральный пункт, где они высвечиваются на цветном дисплее поездного диспетчера с привязкой к местонахождению поезда.

Комплекс технических средств АСНП включает:

- поездную аппаратуру;
- станционную аппаратуру;
- аппаратуру центрального пункта АСНП;
- каналы связи.

Аппаратура АСНП контролирует включенное состояние поездных устройств АРС:

- белые цифры номера маршрута – на поезде включены АРС и ДАУ АРС;
- желтые цифры – на поезде отключена АРС;
- красные цифры – на поезде отключены АРС и ДАУ – АРС.

## 10.2. Автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (АРМ ПД)

АРМ ПД предназначено для выдачи команд управления стрелками и сигналами на линии, отображения поездного положения и состояния устройств СЦБ, а также поездных устройств АЛС – АРС.

Система ДЦ – АРМ ПД выполняет следующие основные функции:

1. Телесигнализации – отображение на мониторе ПЭВМ состояния устройств СЦБ и поездного положения.
2. Телеуправления – диспетчерское управление стрелками и сигналами

от ПЭВМ.

3. Отображение информации о номерах маршрутов поездов и случаях отключения АРС (ДАУ – АРС) на составах.

4. Автоматическое опробование стрелок и возможность задания маршрутов перед началом движения поездов.

5. Ведение графика исполненного движения в табличном виде и на плоттере.

6. Вспомогательные функции:

6.1. Архивацию на центральной ПЭВМ с привязкой к реальному времени (срок хранения 5 дней):

- телесигналов (ТС), поступивших с линии;

- команд управления (ТУ) с личным паролем, выдаваемых ДЦХЗ в центральную ПЭВМ;

- команд управления, выдаваемых в линию с центральной ПЭВМ.

6.2. Видеоархив, обеспечивающий просмотр индикации видеogramм станций с путевым развитием или фрагментов линий за любой интервал времени в любой из 5 последних дней.

6.3. Автоматическую коррекцию времени один раз в час по сигналу от часов единого времени метрополитена, автоматическую коррекцию сезонного времени весной и осенью.

В состав АРМ ПД входят следующие технические средства (Рис.32):

- две центральные ПЭВМ: основная (ЦК – А) и резервная (ЦК – Б), расположенные в Инженерном корпусе;

- две ПЭВМ поездного диспетчера линии ДЦХ1 (правая и левая);

- две ПЭВМ поездных диспетчеров ДЦХЗ, непосредственно предназначенные для управления движением на участках линии;

- служебная ПЭВМ для технического персонала;

- табло поездного диспетчера;

- плоттер.

Все ПЭВМ комплектуются монитором, клавиатурой и устройством управления курсором «мышь».

Питание каждой ПЭВМ осуществляется от сети через источник бесперебойного питания, который обеспечивает электропитание компьютера при отсутствии напряжения в сети в течение 15 минут.

Все компьютеры, входящие в состав АРМ ПД включены в локальную вычислительную сеть (ЛВС), что позволяет осуществлять обмен информацией между ними.

В эту ЛВС включаются АРМ ЭЦ станций, на которых предусматривается местное управление с их использованием.

Структурная схема АРМ ПД имеет следующий вид:

## Структурная схема АРМ ПД

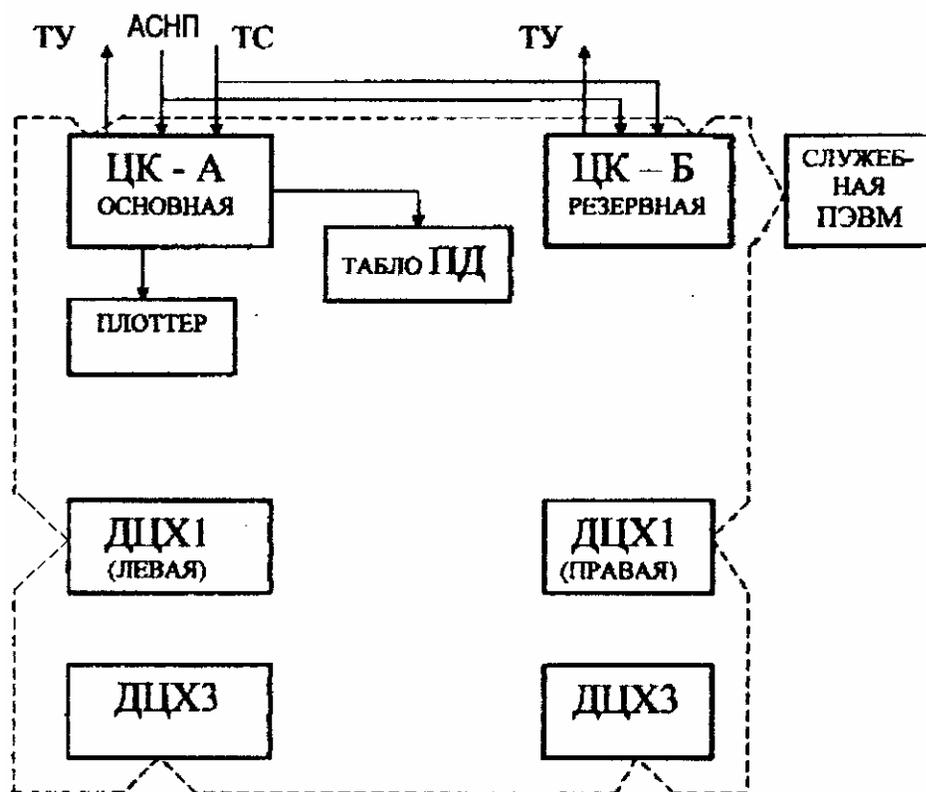


Рис.32.

### 10.2.1. Назначение технических средств системы

ПЭВМ ДЦХ3 предназначены для диспетчерского управления стрелками, сигналами и отображения на экране ПЭВМ: состояния устройств СЦБ, поездного положения и случаев отключения АРС (ДАУ АРС) на составах, увеличенных интервалов движения поездов на станциях, просмотра видеоархива.

Правая ПЭВМ ДЦХ1 выполняет те же функции, что и ПЭВМ ДЦХ3, но с нее невозможно управлять стрелками и сигналами. На правой ПЭВМ ДЦХ1 имеется Информационно – справочная система для поездных диспетчеров.

Левая ПЭВМ ДЦХ1 предназначена для:

- слежения за перемещением номеров маршрутов поездов на линии и для передачи их на все остальные ПЭВМ поездных диспетчеров;
- вывода на дисплей увеличенных интервалов движения или интервалов движения поездов по станциям;
- отображения случаев отключения АРС и ДАУ АРС на составах;
- переобозначения вручную с клавиатуры этой ПЭВМ символьных номеров маршрутов в цифровые;
- отображения поездного положения на линии.

Два центральных комплекта ПЭВМ предназначены для:

- 1) приема сигналов ТС с линии (от всех линейных пунктов), обработки этой информации и передачи ее на ПЭВМ ДЦХ1, ДЦХ3 и табло поездного

диспетчера;

2) приема от ПЭВМ ДЦХЗ команд управления стрелками и сигналами и передачи их в линию (на линейные пункты);

3) приема информации от центральных устройств АСНП о номерах маршрутов и случаях отключения АРС и ДАУ АРС по станциям с путевым развитием;

4) ведения базы данных и архивов;

5) выполнения функции видеоархива.

Только на основном комплекте центральной ПЭВМ ведется архив с номерами маршрутов поездов и график исполненного движения в табличном виде или на плоттере.

Табло поездного диспетчера предназначено для отображения состояния устройств СЦБ, поездного положения, номеров маршрутов поездов и случаев отключения АРС (ДАУ АРС) на поездах.

### 10.3. Автоматизированное рабочее место дежурного по посту централизации (АРМ ЭЦ)

АРМ ЭЦ предназначено для управления стрелками и сигналами станции в режиме местного управления.

АРМ ЭЦ представляет собой комплекс технических средств (КТС) компьютеризированного управления движением поездов в составе:

- промышленной электронно – вычислительной машины (ПЭВМ),

- монитора (дисплея),

- клавиатуры,

- устройства управления указателем (курсором) – «мышь» в защищенном корпусе.

Функции, реализуемые АРМ ЭЦ, определяются программой, заложенной в него.

В настоящее время на АРМ ЭЦ реализуются следующие функции:

1. Телеуправление (ТУ) в режиме АРМ ЭЦ стрелками и сигналами с личным паролем дежурного по посту централизации.

2. Переключение режимов управления (ДУ – АРМ).

3. Телесигнализация (ТС) – отображение на экране дисплея поездного положения и состояния устройств СЦБ.

4. Архивация с привязкой к реальному времени всех команд ТУ -ТС (срок хранения 10 дней).

5. Просмотр видеограмм станции из видеоархива за любой интервал времени в любой из 10 последних дней.

6. Автоматическая коррекция времени.

Функции п.п.3,4,5,6 реализуются также и на АРМ АТДП.

#### 10.3.1. Режимы управления устройствами

При наличии на линии диспетчерской централизации, а на станции - АРМ ЭЦ, в настоящее время предусматривается также размещение на посту централизации типового пульта – табло.

При этом могут быть реализованы следующие режимы управления устройствами маршрутно – релейной централизации:

1. Диспетчерское управление (ДУ), осуществляемое поездным диспетчером с АРМ ПД.

В этом случае ключ – жезл, установленный на типовом пульте – табло, должен находиться в положении ДУ (повернут на 90° по часовой стрелке). На пульте – табло горит ячейка синего цвета с надписью «ДУ».

2. Управление с АРМ ЭЦ.

Это режим местного управления, когда АРМ ПД по управлению станцией отключен, а управление производится с АРМ ЭЦ.

Указанный режим устанавливается дежурным по посту централизации в следующем порядке:

- ключ – жезл на пульте – табло находится в положении ДУ;
- на АРМ ЭЦ курсор с помощью «мыши» подводится к зеленому квадрату (прямоугольнику) с буквами «ДУ» на мониторе и нажимается левая клавиша «мыши»;
- цвет квадрата изменится на белый, в котором видны красные буквы «АРМ» - станция переведена на местное управление с АРМ ЭЦ.

Управление с АРМ ЭЦ возможно только после ввода личного пароля дежурного по посту централизации. Личный пароль вводится при приемке смены, отменяется по окончании смены. Если по какой – либо причине ДСЦП покидает рабочее место, он должен отменить личный пароль. Личный пароль уничтожается при перезапуске и отключении ЭВМ, при переходе в видеоархив.

Если пароль не устанавливается, ДСЦП сообщает об этом поездному диспетчеру, дежурному инженеру ЦДПШ и, по приказу поездного диспетчера, переходит на местное управление с пульта – табло.

3. Местное управление с пульта – табло.

Переход на местное управление осуществляется поворотом ключа – жезла на 90° против часовой стрелки. На пульте – табло гаснет ячейка синего цвета с надписью «ДУ» и загорается ячейка зеленого цвета с надписью «МУ».

На АРМ ПД и АРМ ЭЦ появляются прямоугольники белого цвета, в которых красными буквами написано «МУ».

### 10.3.2. Порядок управления объектами

Управление объектами (маршрутами, стрелками и сигналами) производится при помощи «мыши» с использованием видеогаммы на дисплее. «Мышь» управляет курсором на экране и имеет две клавиши. В основном используется левая клавиша; правая клавиша используется для формирования команд с подтверждением.

Курсор подводится внутрь изображения объекта управления на мониторе и нажатием клавиши «мыши» выдается команда с ПЭВМ на устройства МРЦ.

Объекты управления отображаются на видеогамме в виде графических символов (прямоугольников, квадратов, кружков) разного цвета; причем цвет этих геометрических фигур может меняться в зависимости от состояния объектов управления.

Существуют два вида команд управления с ПЭВМ:

- первый – команды с подтверждением, для создания которых курсор подводится внутрь изображения объекта управления, производится щелчок

левой клавишей «мыши», после чего на видеограмме выводится сообщение «Внимание! Подтвердите управление!», и тогда для подтверждения нажимается правая клавиша «мыши».

К таким командам относятся:

- искусственное размыкание маршрута;
- включение пригласительного сигнала;
- включение автоблокировки;
- индивидуальный перевод стрелок;
- включение резервного комплекта;
- снятие стрелки с резервного комплекта;
- выключение стрелок кнопками «КВ»;
- постановка стрелок на макет;
- снятие стрелки с макета;
- выключение звонковой оповестительной сигнализации.

Отмена команды, выдаваемой с подтверждением, производится до подтверждения повторным нажатием левой клавиши «мыши» при нахождении курсора на отображаемом объекте.

- второй – команды без подтверждения, для создания которых курсор подводится внутрь изображения объекта управления (независимо есть ли в нем другие значки) и производится щелчок левой клавишей «мыши».

Команды постановки стрелки на макет выполняются одновременно с АРМ ЭЦ и АРМ АТДП.

### 10.3.3. Видеограмма

На видеограмме отображена мнемосхема путевого развития станции, а также объекты управления и контролируемые объекты в виде геометрических фигур: прямоугольников, квадратов и кружков.

Рельсовые цепи изображены в виде прямоугольников, цвет которых может меняться в зависимости от их состояния:

- черный – рельсовые цепи свободны,
- белый – заняты,
- зеленый – свободные и входят в установленный маршрут.

Отображение разветвленных рельсовых цепей соответствует их фактической конфигурации. Номера рельсовых цепей нормально не отображаются; для их высвечивания на клавиатуре нажимается клавиша F1.

Повторители светофоров изображены двумя вертикально расположенными кружками: верхний, цвет которого меняется, - для отображения основных показаний; нижний – является повторителем пригласительного сигнала.

Верхний круг имеет следующие цвета: черный – соответствует горящему красному огню, остальные цвета соответствуют показаниям светофора.

При включении пригласительного сигнала нижний кружок мигает белым цветом.

Контроль положения стрелок отображается в виде прямоугольников зеленого (плюсовое положение) или желтого (минусовое положение) цветов, расположенных около «разветвления» стрелочной рельсовой цепи. Прямоугольники контроля положения стрелок являются одновременно и отображением стрелочных кнопок.

На видеограмме отображены также другие кнопки управления:

- резерв стрелок,
- колпачки на стрелки,
- макет стрелок,
- размыкание курбеля,
- задание маршрутов,
- задание авторежимов,
- отмена маршрутов («ГОК», «ОМОК»),
- искусственной разделки маршрутов.

При пользовании этими кнопками их цвет на видеограмме меняется.

Имеются мнемознаки контроля замыкающих реле и других объектов и устройств.

## **11. Устройства контроля состояния подвижного состава на ходу поезда**

### **11.1. ПОНАБ (ДИСК – Б)**

ПОНАБ – устройство, предназначенное для обнаружения греющихся букс бесконтактным способом при движении поезда.

ДИСК – Б – представляет собой дальнейшее развитие и совершенствование устройства ПОНАБ и является базовой подсистемой комплексной дистанционно-информационной системы обнаружения перегретых букс, неровностей колес, волочащихся и провисающих деталей ДИСК-БКВ-Ц. ДИСК – Б – это функционально законченная подсистема, которая может работать самостоятельно; остальные подсистемы: ДИСК – К, ДИСК – В могут работать только совместно с ДИСК – Б.

Принцип действия ПОНАБ основан на регистрации и оценке интенсивности инфракрасного (теплого) излучения, испускаемого корпусом греющейся буксы.

Чувствительным элементом, воспринимающим инфракрасное излучение, является болометр. При попадании на болометр излучения от корпуса буксы меняется его сопротивление и на выходе болометра появляется электрический сигнал, амплитуда (величина) которого прямо пропорциональна интенсивности излучения, исходящего от корпуса буксы. Далее сигнал, полученный с выхода болометра, усиливается, запоминается и обрабатывается в определенном порядке. После обработки и оценки величины сигнала выдается информация о нагреве буксы.

Для фокусировки инфракрасного излучения на чувствительный элемент болометра применяется оптическая система.

Болометр, оптическая система и устройства предварительного усиления сигналов размещаются в напольных камерах, которые устанавливаются с двух сторон вне колеи пути. В ПОНАБе напольных камер две, в ДИСК – Б – четыре (по две с каждой стороны пути).

Расположение напольных камер, ориентирование оптической системы болометра, порядок проведения температурного контроля буксового узла

максимально исключают попадание на болометр теплового излучения от посторонних источников.

В ПОНАБе предусмотрен порядковый счет осей и вагонов в поезде, т.е. информация о греющейся буксе выдается с привязкой к порядковому номеру вагона в поезде и стороне поезда (« + » правая, « - » левая), а в ДИСК – Б – и с указанием номера оси в вагоне с греющейся буксой.

Предусмотрена самодиагностика (самопроверка) работоспособности системы от встроенного имитатора нагрева букс; имитируется проход условного шестиосного контрольного вагона, в котором греются буксы 4,5 и 6 осей.

Система ПОНАБ работоспособна при скоростях движения от 5 до 250 км/час.

На метрополитене скорость движения при нахождении поезда в зоне контроля установлена 25 км/час без применения торможения.

Система ДИСК-Б также позволяет выявить заторможенные колесные пары, тип букс в вагоне (роликовая или скольжения).

Если тепловые сигналы, принятые от букс правой и левой сторон одной оси, одинаковы и превышают некоторый заданный уровень, это является признаком заторможенности колесной пары, о чем и выдается информация.

Известно, что при нормальной работе буксы скольжения имеют более высокую температуру, чем роликовые буксы. Принимаемые от букс вагона тепловые сигналы запоминаются и обрабатываются. Если принятые сигналы, в большинстве своем, превышают некоторый установленный уровень, это указывает, что вагон оборудован буксами скольжения, если сигналы меньше этого уровня – вагон с роликовыми буксами.

Далее результаты контроля передаются на пост централизации, где размещено станционное оборудование, и на центральный пункт сбора информации (ЦДПШ).

Объем информации, выдаваемой аппаратурой ПОНАБ:

- точное указание порядкового номера вагона с перегретой буксой и стороны поезда («+»- правая сторона, «-» - левая);
- общее количество вагонов в поезде;
- количество неисправных вагонов в поезде;
- признак функциональной исправности или неисправности аппаратуры (Р – исправна, Н – неисправна).

Объем информации, выдаваемой аппаратурой ДИСК – Б:

- время вступления поезда на участок контроля (часы, минуты, секунды);
- уровень нагрева букс в условных единицах с левой и правой сторон;
- точное указание порядкового номера оси в вагоне и номера вагона с греющейся буксой в поезде; если букса перегрета, то после номера оси вагона один раз печатается буква «М»;
- указание типа буксового узла вагона, в котором выявлены греющиеся буксы;
- признак заторможенности;
- общее количество вагонов в поезде;
- порядковый номер поезда за смену;
- время вывода информации о поезде на печать (часы, минуты, секунды).

Выводимая на печать информация о динамике колес, негабарите смыслового значения в ДИСК – Б не имеет.

При проходе поездом участка контроля и наличии в нем вагона с

греющейся буксой включается световая и звуковая сигнализация на пульте оператора:

- загорается светодиод «Тревога – 1», что указывает на наличие греющейся буксы (температура шейки свыше 100°С);
- загорается светодиод «Тревога – 2» - это указывает на наличие в поезде перегретой буксы (температура шейки свыше 140°С).

Звуковая сигнализация отключается нажатием кнопки «Зв» (звонок) на пульте оператора.

Если при срабатывании тревожной сигнализации распечатка о вагонах с греющимися буксами не прошла, ее необходимо вызвать искусственно до вступления очередного поезда в зону контроля (на блоке сопряжения переключатель «РАБОТА – КОНТРОЛЬ» поставить в положение «Контроль» и нажать кнопку «Пуск»). Если и в этом случае распечатки не будет, необходимо вывести информацию на пульт оператора.

О всех случаях неправильной работы, неисправности ПОНАБ (ДИСК-Б) необходимо докладывать ДЦХ, ЦДПШ и сделать запись в Журнале осмотра.

При приеме дежурства производится проверка работоспособности аппаратуры ПОНАБ и ДИСК – Б с записью в Журнале осмотра.

Аппаратура ПОНАБ проверяется переключением тумблера на пульте оператора в положение «контроль» с росписью на регистрационной ленте.

Аппаратура ДИСК – Б проверяется по следующим показаниям:  
на пульте оператора:

- светится светодиод «СЕТЬ», означающий исправность питания аппаратуры;
- светодиод «АПС» не горит, что соответствует исправности линии связи и каналобразующей аппаратуры;
- светодиод «МПУ» прерывисто загорается только в момент печати принтера, что соответствует исправности печатающего устройства;
- на печатающем устройстве светится светодиод «ГОТ», что свидетельствует о переводе принтера в режим управления с блока сопряжения;
- светится светодиод «КАЧ», указывающий на включение режима качественной печати.

Установить регистр номера поезда в нулевое состояние нажатием кнопки «РНП» на пульте оператора и убедиться в этом по индикатору нажатием кнопки «НОМЕР».

Убедиться по индикатору в правильном показании текущего времени нажатием кнопки «ВРЕМЯ» на пульте оператора.

При проходе поездом участка контроля убедиться, что мигает светодиод «ПОЕЗД», и нажатием кнопки «ВАГОНЫ» убедиться в правильном счете вагонов и осей (оси на индикаторе отображаются справа от точки, вагоны – слева). После ухода поезда с участка контроля счетчик должен обнулиться.

Переключатель «РАБОТА – КОНТРОЛЬ» на блоке сопряжения переключить в положение «контроль» и дождаться контрольной распечатки от одного или нескольких поездов.

Расписаться на ленте печатающего устройства с указанием числа, месяца и года.

Пример распечатки ПОНАБ:

01+ 03 – 04 x 07 3 P, где

01+ - в первом вагоне одна из букс с правой стороны перегрета;  
03 - - в третьем вагоне одна из букс с левой стороны перегрета;  
04x - в четвертом вагоне перегретые буксы с правой и левой сторон;  
07 - количество вагонов в поезде;  
3 - количество неисправных («больных») вагонов;  
P - признак функциональной исправности аппаратуры (Н – аппаратура неисправна).

Пример распечатки ДИСК – Б:

10 – 45 + 50  
28 06 00 2M 005 + 0 –  
30 31 004 29 29 005 28 30 006 007+ 0 +  
007 – 0005  
10 - 46 +15, где

1-я строка:

10 – 45 + 50 – время захода поезда на участок контроля (10 часов 45 минут 50 секунд);

2-я строка:

28 – уровень нагрева левой буксы в условных единицах;  
06 – уровень нагрева правой буксы в условных единицах;  
00 – уровень динамики колес (в ДИСК - Б не проверяется);  
2 - номер оси в вагоне с перегретой буксой;  
M - сигнал о наличии в вагоне перегретой буксы (печатается только один раз при выявлении первой перегретой буксы в поезде);  
005 – номер больного вагона;  
«+» - тип буксы (роликовая букса);  
0 - информация о нижнем негабарите ( в ДИСК – Б – не контролируется);

«-» - признак заторможенности («-» - вагон не заторможен; «+» - вагон заторможен);

3-я строка – распечатка условного контрольного шестиосного вагона, в котором имитируется нагрев с двух сторон букс 4, 5 и 6 осей; контрольному вагону присваивается номер последнего вагона поезда, и он всегда имеет признак заторможенности.

4-я строка:

007 – количество вагонов в поезде;  
0005 – порядковый номер поезда за смену;

5-я строка:

10 - 46 + 15 – время вывода информации о поезде на печать (10 часов 46 минут 15 секунд).

## 11.2. Контрольно – габаритное устройство (КГУ)

КГУ предназначено для контроля нижнего габарита подвижного состава (волочащихся и провисающих деталей) и должно срабатывать при проходе поезда, если подвагонное оборудование выступает за пределы нижнего габарита подвижного состава, в результате механического взаимодействия его с путевым устройством КГУ (УК СПС, планка с датчиком и т.п.)

В состав КГУ входят (Рис.33):

- путевое устройство (датчик контроля нижнего габарита подвижного состава, устанавливаемый на подходе к станции с путевым развитием на расстоянии не более 100 метров от торца платформы);
- регистрирующее устройство (группа реле), размещаемое в релейной и увязанное с устройствами МРЦ;
- устройства индикации и управления, размещаемые на пульте – табло (контрольные лампы, контрольный звонок и кнопка выключения КГУ – двухпозиционная, с фиксацией, пломбируемая).

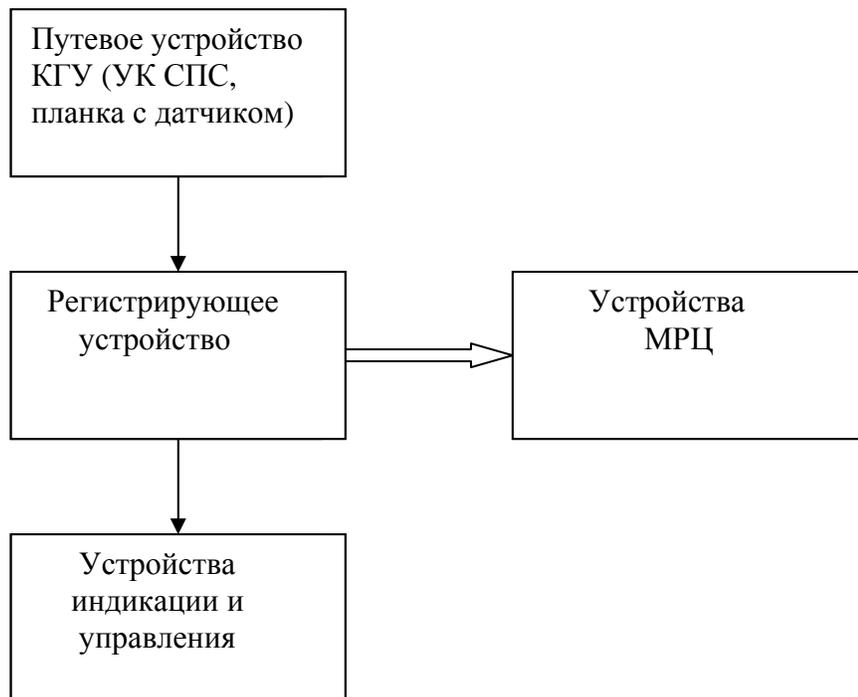


Рис.33. Структурная схема КГУ

### 11.2.1. Срабатывание КГУ

В нормальном состоянии, когда КГУ включено в действие и исправно, на пульте – табло ровным зеленым светом горит лампа «КГУ ЛЗ».

При срабатывании КГУ во время нахождения поезда в зоне контроля, т.е. на рельсовой цепи, в пределах которой расположено КГУ, происходит следующее:

- выходной светофор перекрывается на запрещающее показание;
- на светофоре загорается световой указатель «КГУ»;

- в последнюю станционную рельсовую цепь выдается сигнал АРС – АО;
- на пульте – табло гаснет зеленая лампа «КГУ ЛЗ» и начинает мигать красная лампа «КГУ ЛК»;
- звонит звонок «КГУ».

### 11.2.2. Действия ДСЦП при срабатывании КГУ

При срабатывании КГУ ДСЦП:

- докладывает поездному диспетчеру о срабатывании КГУ;
- после выхода поезда из зоны контроля, с разрешения поездного диспетчера, распломбирует и нажимает кнопку «ВКГУ» (выключает КГУ из действия);
- организует высадку пассажиров;
- производит искусственную разделку ранее установленного маршрута;
- задает новый маршрут;
- делает запись в Журнале осмотра о срабатывании КГУ и выключении его из действия и сообщает ЦДПШ.

При выключении КГУ из действия:

- на светофоре гаснет указатель «КГУ»;
- на пульте – табло гаснет красная лампа «КГУ ЛК» и мигающим светом загорается зеленая лампа «КГУ ЛЗ»;
- перестает звонить звонок КГУ.

Работник службы СЦБ и связи производит осмотр КГУ и делает запись в Журнале осмотра о возможности включения КГУ в действие.

ДСЦП отжимает кнопку «ВКГУ», тем самым включает КГУ в действие. На пульте – табло зеленая лампочка «КГУ ЛЗ» загорается ровным светом. Работник службы СЦБ и связи пломбирует кнопку «ВКГУ».

В случае ложного срабатывания КГУ при отсутствии поезда в зоне контроля (на рельсовой цепи, в границах которой расположено КГУ), выходной светофор не перекрывается, указатель КГУ не загорается; на пульте – табло гаснет зеленая лампочка «КГУ ЛЗ», начинает мигать красная лампочка «КГУ ЛК» и звонит звонок «КГУ». С разрешения поездного диспетчера, дежурный по посту централизации распломбирует, нажимает и отжимает кнопку «ВКГУ»; при этом гаснет красная лампочка «КГУ ЛК», загорается ровным светом зеленая лампочка «КГУ ЛЗ», перестает звонить звонок «КГУ».

О ложном срабатывании КГУ дежурный по посту централизации делает запись в Журнале осмотра, сообщает поездному диспетчеру и сменному инженеру ЦДПШ.

Если же в это время повторно произойдет ложное срабатывание КГУ, дежурный по посту централизации, с разрешения поездного диспетчера, нажатием кнопки «ВКГУ»; выключает КГУ из действия, о чем делает запись в Журнале осмотра и сообщает сменному инженеру ЦДПШ.

Включение КГУ в действие производится после устранения неисправности.

### 11.2.3. Увязка КГУ с устройствами АТДП.

При срабатывании КГУ светофоры полуавтоматического действия, выходные светофоры автоматического действия автоматически переключаются на запрещающее показание, их автостопы принимают заграждающее положение, на соответствующих светофорах загорается указатель «КГУ».

При наличии АПС – АРС в рельсовые цепи перед этими светофорами должны подаваться сигнальные частоты, запрещающие движение, или могут не подаваться вообще.

Ложное срабатывание КГУ на нормальную работу светофоров никакого действия не оказывает, в рельсовые цепи перед этими светофорами подается кодовый сигнал «40».

## **12. Неисправности устройств автоматики, телемеханики движения поездов (устройств СЦБ)**

### **12.1. Действия дежурного по посту централизации при неисправности устройств СЦБ**

При обнаружении неисправности устройств СЦБ дежурный по посту централизации обязан немедленно сделать соответствующую запись в Журнале осмотра и сообщить о неисправности поезвному диспетчеру, сменному инженеру и (или) другому причастному работнику службы сигнализации и связи.

Пользование неисправными устройствами для организации движения поездов запрещается.

До прибытия работника службы сигнализации и связи дежурный по посту централизации должен использовать все имеющиеся в его распоряжении средства для организации движения поездов и маневровой работы, а также для выяснения причины нарушения нормального действия устройств СЦБ или признаков нарушения на основании действий и индикации на пульте – табло.

Способы и средства, используемые для организации движения поездов при неисправности устройств СЦБ:

- индивидуальный перевод стрелки;
- резервный комплект стрелки;
- перевод стрелки под кнопку «ВКС»;
- перевод стрелки курбелем;
- макет стрелки;
- пригласительный сигнал;
- искусственное размыкание маршрута;
- кнопка «АРС – АО»;
- индивидуальное задание маршрутов;
- движение поездов по приказу или распоряжению.

Способами и средствами, обеспечивающими безопасность движения поездов в этих случаях, являются:

- натурная проверка свободности изолированных участков, входящих в маршрут, имеющих ложную занятость или ложную свободность;
- натурная проверка свободности стрелочных секций (стрелочных остряков) при переводе стрелки с использованием кнопки «ВКС»;
- закрытие стрелки на закладку и навесной замок;
- красные и белые колпачки на стрелочные и маршрутные кнопки;
- разрешение поездного диспетчера на распломбирование кнопок и пользование кнопками – счетчиками.

В зависимости от места и характера неисправности устройств СЦБ, для организации движения поездов можно использовать:

1. При неисправности в схеме управления стрелкой:
  - индивидуальный перевод стрелки с пульта – табло;
  - резервный комплект стрелки;
  - перевод стрелки с использованием кнопки «ВКС»;
  - постановку стрелки на макет.

2. При ложной занятости изолированных участков, в том числе стрелочных секций, входящих в маршрут:
  - перевод стрелок с использованием кнопок «ВКС»;
  - пригласительный сигнал.
3. При неисправности устройств, обеспечивающих задание маршрута:
  - индивидуальный перевод стрелок;
  - пригласительный сигнал.
4. Не произошло автоматическое размыкание маршрута:
  - искусственная разделка маршрута.
5. При неисправности устройств управления сигнальными показаниями светофора:
  - пригласительный сигнал.
6. Неисправность устройств автоматической установки маршрутов:
  - индивидуальное задание маршрутов.
7. Автоматически не снимается сигнал абсолютной остановки «АРС – АО»:
  - кнопка «АВ» («АРС – АО»).







## 12.3. Неисправности в схеме управления стрелкой

### 12.3.1. Признаки неисправности в цепях управления стрелкой (П – пусковая, Р – рабочая, К – контрольная цепи)

NN п.п.	Признаки неисправности	Неисправность в цепи		
		П	Р	К
1.	При переводе стрелка не переводится, не теряет контроль положения.	■		
2.	При переводе стрелка не переводится, кратковременно теряет контроль положения, «броска» тока на амперметре не наблюдается.	■	■	
3.	При переводе стрелки в маршруте или длительном (свыше 5 сек.) нажатии стрелочной управляющей кнопки стрелка теряет контроль положения, красная лампочка горит ровным светом, на амперметре в течение 3 -5 сек, наблюдается нормальный расход тока, а затем стрелка амперметра возвращается в крайнее левое положение. При индивидуальном переводе и кратковременном (не более 2 сек.) нажатии стрелочной управляющей кнопки стрелка переводится и имеет контроль положения.	■		
4.	При переводе стрелка кратковременно теряет контроль положения, на амперметре наблюдается «бросок» тока; стрелка не переводится.		■	
5.	При переводе стрелка теряет контроль положения, переводится (амперметр показывает нормальный расход тока), красная лампочка горит ровным светом, а через 4 – 5 сек начинает мигать, звонит стрелочный контрольный звонок.			■
6.	Стрелка не переводилась, гаснет лампочка контроля положения стрелки, красная лампочка начинает мигать, через 7 – 8 сек звонит стрелочный контрольный звонок.			■
	При начавшемся переводе стрелка потеряла контроль положения, красная лампочка горит ровным светом, через 7 – 8 сек с начала перевода звонит стрелочный контрольный звонок, амперметр показывает повышенный или пониженный расход тока.	Стрелка работает на фрикцию		

**12.3.2. Порядок действий дежурного по посту централизации  
при неисправности в цепях управления стрелкой**  
(П – пусковая, Р – рабочая, К – контрольная цепи)

NN п.п.	Действия дежурного по посту централизации	Неисправность в цепях управления стрелкой		
		П	Р	К
1.	Проверить выполнение условий безопасного перевода стрелки: - отсутствие замыкания в маршруте; - свободу стрелочной секции; - отсутствие установленных авторежимов.	■		
2.	Проверить состояние кнопки «КВ».	■		
3.	Перевести стрелку: - индивидуально, - в маршруте.	■ ■		■
4.	Перейти на резервный комплект	■	■	■
5.	Индивидуально перевести стрелку под кнопку «ВКС»	■		
6.	Натурный осмотр стрелки и при необходимости перевод ее курбелем	■	■	■
7.	Постановка стрелки на макет			■

При работе электропривода на фрикцию:

- попробовать перевести стрелку в исходное состояние;
- 2-3 раза перевести стрелку индивидуально;
- отключить электродвигатель кнопкой «КВ»;
- организовать натурный осмотр стрелки; дальнейший порядок действий будет зависеть от результатов осмотра.

Примечание:

Каждое последующее действие выполняется, если предыдущее не привело к устранению неисправности.

## 13. Дополнение

### 13.1. Девятипроводная схема управления стрелкой

Девятипроводная схема предназначена для управления стрелкой, оборудованной бесконтактным стрелочным электроприводом (электропривод с бесконтактным автопереключателем) с 3 – фазным электродвигателем переменного тока.

Девятипроводная схема содержит пусковую (управляющую), рабочую и контрольную цепи. Назначение, функции пусковой, рабочей и контрольной цепей девятипроводной схемы аналогичны одноименным цепям семипроводной схемы управления стрелкой. В построении же указанных цепей, порядке их работы имеются существенные отличия.

**Пусковая цепь** не претерпела значительных изменений. Она содержит одно нейтральное и два поляризованных пусковых стрелочных реле. Поляризованные пусковые стрелочные реле включены параллельно и оба выполняют аналогичные функции по реверсированию рабочей цепи и управлению ее устройствами коммутации.

Порядок работы пусковой цепи девятипроводной схемы такой же, как и у семипроводной. После срабатывания соответствующего управляющего или маршрутно-наборного реле, проверив все условия, обеспечивающие безопасный перевод стрелки, встает под ток нейтральное пусковое стрелочное реле НС. Своими контактами реле НС размыкает цепь питания контрольных стрелочных реле (ПК или МК), замыкает рабочую цепь и цепь питания поляризованных пусковых стрелочных реле. Якори поляризованных пусковых стрелочных реле занимают переведенное положение, перекоммутируют (реверсируют) рабочую цепь и цепь управления бесконтактными коммутаторами тока (БКТ), включенными в фазы А и В, которые переходят в проводящее состояние. Рабочая цепь подготовлена для перевода стрелки в соответствующее положение: электродвигатель привода подключен к источнику питания в порядке, соответствующем переводу стрелки в требуемое положение.

На пульте – табло гаснет соответствующая лампочка (зеленая или желтая) контроля положения стрелки и ровным светом загорается красная лампочка.

**Рабочая цепь** по своему составу и порядку работы имеет существенные отличия от семипроводной схемы.

Коммутация рабочей цепи осуществляется не контактами автопереключателя, а бесконтактными коммутаторами тока, включенными в рабочую цепь. Управление коммутаторами тока производится контактами поляризованных пусковых стрелочных реле и контактами реле контроля положения бесконтактных датчиков (ПД или МД).

Исправное состояние рабочей цепи по всем трем фазам во время перевода стрелки контролируется фазоконтрольным блоком. Если рабочая цепь исправна и по всем ее трем фазам протекает ток, на выходе фазоконтрольного блока имеется напряжение, достаточное для нахождения под током реле НС ( $30 \pm 6$  В, при напряжении срабатывания реле НМПШ – 1200/250 – 24 В). В случае неисправности любой из фаз рабочей цепи на выходе фазоконтрольного блока напряжение будет небольшим, нейтральное пусковое стрелочное реле обесточивается и своими контактами отключает электродвигатель привода от источника питания (напряжение

на выходе фазоконтрольного блока при обрыве любой из фаз будет  $1.5 \pm 0.5$  В, при напряжении отпадания реле 4.5 В).

**Контрольная цепь** девятипроводной схемы управления стрелкой включает:

- контрольный стрелочный трансформатор, устанавливаемый автономно на каждую стрелку;
- два бесконтактных датчика контроля положения стрелки: левый – ДЛ и правый – ДП;
- два реле контроля положения датчиков: ПД – для контроля плюсового положения стрелки, МД – минусового;
- контрольные реле положения стрелки ПК и МК;
- шесть линейных проводов (жил кабеля): два для питания датчиков, два для подключения реле ПД и два для подключения реле МД.

При переводе стрелки, исключая взрез, бесконтактный датчик имеет два положения:

- начальное, когда на выходе датчика напряжение практически отсутствует (не превышает 4.0 В);
- переведенное (контрольное), при котором напряжение на выходе датчика должно быть не менее 55.0 В – достаточное для срабатывания реле ПД или МД.

По окончании перевода стрелки контроль ее положения появится после срабатывания автопереключателя и перехода одного из датчиков в контрольное положение. В этом случае реле ПД или МД встает под ток и после размыкания рабочей цепи появится контроль положения стрелки.

Таким образом, по окончании перевода стрелки один датчик занимает переведенное (контрольное) положение и его реле контроля положения находится под током, другой датчик занимает начальное положение и его реле контроля положения находится без тока. При переводе стрелки в другое положение – положение датчиков и состояние их контрольных реле меняется на противоположное.

Девятипроводная схема управления стрелкой работает следующим образом.

После срабатывания пусковой цепи и создания рабочей цепи по рабочей цепи начинается протекание тока. На начальном этапе рабочего цикла электропривод работает в режиме холостого хода. Во время этого режима переключающим рычагом автопереключателя датчик, находившийся в контрольном положении, переводится в начальное, его контрольное реле обесточивается. Таким образом, до начала перемещения острижков стрелки оба датчика находятся в начальном положении, реле ПД и МД находятся без тока, созданы условия для возможного перевода стрелки в первоначальное положение.

Далее начинается рабочий режим, в течение которого происходит перемещение острижков. По окончании перемещения острижков и их запираения, - другим переключающим рычагом автопереключателя датчик, который до перевода стрелки находился в начальном положении, переводится в контрольное и соответствующее реле (ПД или МД) встает под ток. Своими контактами оно размыкает цепи управления бесконтактными коммутаторами тока, которые переходят в непроводящее состояние. Протекание тока по рабочей цепи прекращается, нейтральное пусковое стрелочное реле обесточивается, своими контактами отключает рабочую цепь от источника питания и замыкает цепь питания контрольных стрелочных реле ПК и МК. В зависимости от состояния реле ПД (МД) встает под ток одно из контрольных стрелочных реле (ПК или МК), на пульте – табло появляется контроль положения стрелки.

Если по окончании перевода стрелки по какой – либо причине реле ПД или МД не встанет под ток, рабочая цепь не разомкнется, стрелка начинает работать на фрикцию.

Одной из причин несрабатывания реле ПД или МД может быть пониженное напряжение на контрольном стрелочном трансформаторе. В этом случае переход на резервный комплект может привести к восстановлению нормальной работы стрелки.

## 13.2. Порядок выдачи кодовых сигналов в АРС с ДАУ – АПС

В режиме ДАУ – ПС кодовые сигналы выдаются в следующем порядке:

1. Когда скорость на впередилежащей рельсовой цепи меньше, чем на проследуемой, в головной и хвостовой вагоны передаются разные частоты в диапазоне 75-275 Гц, причем, более низкая частота несет основную сигнализацию (о допустимой скорости движения на проследуемой рельсовой цепи), а более высокая частота – предупредительную сигнализацию (об ожидаемой допустимой скорости движения на впередилежащей рельсовой цепи). На пульте в кабине машиниста высвечиваются два цифровых сигнальных показания: большее соответствует допустимой скорости на проследуемой рельсовой цепи, меньшее – ожидаемой допустимой скорости на впередилежащей рельсовой цепи.

2. Если допустимая скорость на впередилежащей рельсовой цепи равна или больше, чем на проследуемой, в головной и хвостовой вагоны поезда передаются одинаковые частоты в диапазоне 75 -275 Гц. На пульте в кабине машиниста высвечивается одно цифровое сигнальное показание, соответствующее допустимой скорости движения на проследуемой и впередилежащей рельсовых цепях.

3. Кодовый сигнал частотой 325 Гц несет информацию о направлении движения и допустимой скорости 40 км/час и выдается в хвостовой вагон в следующем порядке:

3.1. На станциях без путевого развития при нахождении поезда перед выходным светофором в головной вагон выдается частота 175 Гц, а в хвостовой – 325 Гц. На пульте машиниста высвечивается два цифровых сигнальных показания «60» и «40». Цифра «60» соответствует разрешенной скорости движения, «40» - указывает, что сигнал «Направление движения» принят.

3.2. На промежуточных станциях с путевым развитием при заданном маршруте и разрешающем показании выходного светофора в головной вагон выдается частота 22 Гц, а в хвостовой – 325 Гц. На пульте в кабине машиниста высвечивается одно цифровое сигнальное показание «40», что указывает на разрешенную скорость движения 40км/час и прием кодового сигнала «Направление движения».

3.3. На конечных станциях при обороте составов, при переключении кабин управления, после задания маршрута отправления в рельсовую цепь перед маневровым светофором выдается частота 325 Гц. На пульте машиниста загорается цифра «40», что указывает на прием сигнала «Направление движения» и разрешенную скорость 40 км/час. Только после приема сигнала «Направление движения» происходит изменение функций кабин и появляется возможность приема кодовых сигналов.

В режиме ДАУ – АРС используется одночастотный кодовый сигнал, принимаемый хвостовым вагоном поезда; неисправные устройства АЛС – АРС головного вагона отключены.

В хвостовой вагон передается одночастотный кодовый сигнал частотой 75, 125, 175, 225, 275 Гц, и на пульте машиниста головного вагона высвечивается соответствующее цифровое сигнальное показание об ожидаемой допустимой скорости движения на впередилежащей рельсовой цепи.

При приеме кодового сигнала частотой 325 Гц на пульте машиниста в головной кабине высвечивается цифра «40», что указывает на прием сигнала «Направление движения» и возможность следования со скоростью 40 км/час.

### 13.3. Безопасность систем железнодорожной автоматики и телемеханики (систем ЖАТ)

#### 13.3.1. Общие положения

**Безопасность системы ЖАТ** – это свойство системы непрерывно сохранять исправное, работоспособное или защитное состояния в течение некоторого времени или наработки.

**Безопасная система** должна удовлетворять требованиям **внешней и внутренней безопасности**.

**Внешняя безопасность** – это способность системы оставаться безопасной по отношению к управляемому объекту или процессу при воздействии внешних опасных и мешающих факторов (помехи, персонал и т.п.).

**Внутренняя безопасность** – это способность системы не выступать источником опасности по отношению к управляемому объекту, процессу или персоналу при возникновении отказов в системе.

**Защитное состояние** – неработоспособное состояние системы, при котором в полном объеме обеспечивается безопасное состояние управляемого объекта или процесса.

**Опасное состояние** – неработоспособное состояние системы, при котором не выполняется хотя бы одно условие обеспечения безопасности управляемого объекта или процесса.

**Защитный отказ** – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния при сохранении защитного состояния системы.

**Опасный отказ** – событие, заключающееся в нарушении работоспособного и защитного состояния системы.

**Безотказность системы ЖАТ** – свойство системы сохранять исправное и работоспособное состояния.

**Отказоустойчивость** – способность системы сохранять работоспособное состояние при возникновении или наличии отказов элементов за счет резервных возможностей.

Построение **безопасной** системы возможно на основе следующих принципов или их сочетаний: безотказность, отказоустойчивость, безопасное поведение при отказах.

Повышение отказоустойчивости системы достигается:

- применением различных способов резервирования наиболее важных (ответственных) элементов системы;
- дублированием устройств;
- применением средств диагностирования, что позволяет оперативно выявить и локализовать неисправные элементы;
- реконфигурацией системы (перераспределение функций).

**Безопасная система** – система, построенная в соответствии с определенной концепцией безопасности и удовлетворяющая заданному уровню безопасности.

Создание безопасных систем железнодорожной автоматики и телемеханики требует соблюдения определенных правил построения таких систем. Следует иметь в виду, что построение безопасных систем зависит от применяемой элементной базы. Так, в случае применения реле I класса надежности, их переход в защитное состояние гарантируется при любой неисправности в цепях управления этих реле. В случае же применения микропроцессорных средств такой переход не гарантируется и требуется использование специальных мер по контролю такого перехода и правильности их функционирования.

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики относятся к безопасным системам.

Так в процессе функционирования системы, вследствие воздействия внешних факторов и появления внутренних отказов не должно создаваться ситуаций, угрожающих безопасности движения поездов (самопроизвольный перевод стрелок, самопроизвольное включение разрешающих показаний на светофоре, ложный контроль положения стрелок, ложная свободность рельсовых цепей при неисправности ее элементов и т.п.).

Для исключения подобных и иных опасных ситуаций предусматриваются соответствующие меры:

- применение приборов I класса надежности;
- использование в наиболее ответственных цепях фронтных контактов реле;
- двухполюсное отключение цепей, в первую очередь содержащих линейные провода;
- питание наиболее ответственных цепей от отдельных источников (контрольные цепи стрелок, огни светофоров);
- схемные способы защиты от сообщения линейных проводов (полярная селекция);
- защита приборов от ложного срабатывания при воздействии внешних источников (фазовая селекция);
- применение в наиболее ответственных цепях контактов основных реле и их повторителей, соединенных последовательно;
- электрический контроль исправности изолирующих стыков;
- дублирование приборов в наиболее ответственных устройствах (два путевых реле);
- постоянный контроль фактического состояния наиболее ответственных устройств (контроль положения стрелок, горение огней светофоров);
- переход системы в состояние защитного отказа при неисправности отдельных элементов;
- блокирование ошибочных действий человека, создающих угрозу безопасности движения поездов (исключение перевода стрелок, замкнутых в маршруте).

Основы безопасности релейных систем железнодорожной автоматики и телемеханики можно сформулировать как совокупность следующих положений:

- в цепях релейных устройств, проверяющих условия безопасности движения поездов, должны, как правило, использоваться фронтовые (замыкающие) контакты реле I класса надежности;
- при использовании в цепях, проверяющих условия безопасности движения поездов, тыловых (размыкающих) контактов реле I класса надежности и любых контактов реле более низкого класса надежности их исправность должна контролироваться при нормальной работе устройств;
- исполнительные и контрольные элементы и устройства, имеющие внешние кабельные линии связи, должны иметь двухполюсное отключение от источника электропитания;
- любые неисправности элементов и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, создающие непосредственную угрозу безопасности движения поездов, должны приводить к защитному отказу.

### 13.3.2. Требования безопасности к схеме управления стрелкой

#### **Требования к пусковой цепи:**

1. Пусковая цепь должна срабатывать от кратковременного нажатия управляющей кнопки. Пусковое стрелочное реле должно оставаться под током до окончания перевода стрелки.
2. Перевод стрелки, начавшийся при свободном стрелочном участке, должен закончиться в случае его занятости.
3. Управление пусковыми приборами не должно зависеть от положения стрелки.
4. Контакты пусковых реле должны быть рассчитаны на коммутацию максимальных токов в рабочей цепи (при реверсировании рабочей при работе на фрикцию). Положение контактов реле ПС должно соответствовать положению контактов автопереключателя привода.

#### **Требования к рабочей цепи:**

1. Выход из строя любого элемента рабочей цепи должен обнаруживаться не позднее очередного перевода стрелки;
2. Все обмотки стрелочного электродвигателя в нормальном режиме должны быть отключены от всех полюсов источника питания рабочей цепи.

#### **Требования к контрольной цепи:**

1. Неисправность в контрольной цепи должна обнаруживаться немедленно.
2. Порядок включения приборов контрольной цепи: источник – контакты автопереключателя – контрольное реле – исключает ложное срабатывание реле при сообщении линейных проводов.
3. Во время перевода стрелки контрольные реле должны быть отключены от источника с двух сторон.

4. Повышенная помехозащищенность приборов, применяемых в контрольной цепи.

### 13.3.3. Требования безопасности к цепям управления огнями светофоров

Цепи управления огнями светофоров должны удовлетворять следующим требованиям:

- переключение огней светофоров должно осуществляться контактами реле I класса надежности, причем, разрешающие огни включаются фронтowymi контактами;
- если светофор имеет два или более разрешающих огней, которые могут гореть одновременно, то более разрешающий огонь включается фронтowym контактом реле, а менее разрешающий – тыловым контактом (например, зеленый и желтый огни);
- схема включения огней светофора должна обеспечивать контроль фактического горения ламп;
- в схеме должно применяться двухполюсное отключение разрешающих огней от источника питания, чтобы исключалась вероятность ложного горения огней от посторонних источников тока вследствие сообщений между кабельными жилами;
- однополюсное отклонение огней светофоров допускается при питании каждого светофора от отдельного разделительного трансформатора

## Оглавление

<i>Введение</i> .....	2
1. Значение устройств АТДП на метрополитене .....	3
2. Напольные устройства АТДП .....	4
3. Аппаратура АТДП .....	9
4. Размещение аппаратуры .....	17
5. Электропитание устройств АТДП (СЦБ) .....	17
6. Рельсовые цепи .....	19
7. Путевая автоматическая блокировка .....	28
8. Автоматическая локомотивная сигнализация с автоматическим регулированием скорости (АЛС – АРС) .....	40
9. Электрическая централизация .....	48
10. Диспетчерская централизация .....	114
11. Устройства контроля состояния подвижного состава на ходу поезда .....	121
12. Неисправности устройств автоматики, телемеханики движения поездов.....	128
13. Дополнение.....	135
Оглавление .....	142
Краткое содержание .....	143

## Краткое содержание

1. Значение устройств АТДП на метрополитене .....	3
2. Напольные устройства АТДП .....	4
2.1. Светофоры	
2.2. Автостопы	
3. Аппаратура АТДП .....	9
3.1. Реле	
3.2. Трансформатор	
4. Размещение аппаратуры .....	17
5. Электропитание устройств АТДП (СЦБ) .....	17
5.1. Организация электропитания при децентрализованном размещении аппаратуры	
5.2. Организация электропитания при централизованном размещении аппаратуры	
5.3. Питание устройств СЦБ постоянным током	
5.4. Питание устройств СЦБ при полном пропадании переменного напряжения	
6. Рельсовые цепи .....	19
6.1. Назначение, принцип действия рельсовой цепи	
6.2. Виды рельсовых цепей, применяемые на метрополитене	
6.3. Режимы работы рельсовых цепей	
7. Путевая автоматическая блокировка .....	28
7.1. Назначение, принцип действия автоблокировки	
7.2. Система сигнализации при автоблокировке	
7.3. Назначение и работа путевого реле (П)	
7.4. Назначение и работа линейного реле (Л)	
7.5. Пропускная способность линии при автоблокировке	
7.6. Автоблокировка без автостопов и защитных участков	
8. Автоматическая локомотивная сигнализация с автоматическим регулированием скорости (АЛС – АРС) .....	40
8.1. Назначение и принцип работы АЛС - АРС	
8.2. Структурная схема АЛС – АРС	
8.3. Дублирующее автономное устройство АРС (ДАУ – АРС)	
8.4. Система «Днепр»	
8.5. Кодовый сигнал абсолютной остановки АРС – АО	
8.6. Увязка устройств автоблокировки и АЛС – АРС	
9. Электрическая централизация .....	48
9.1. Общие сведения об электрической централизации	
9.2. Структурная схема МРЦ	
9.3. Эксплуатационно – технические основы электрической централизации	
9.4. Аппараты управления и контроля	
9.5. Стрелочный электропривод	

9.6.	Курбельный аппарат	
9.7.	Способы перевода стрелки	
9.8.	Схемы управления стрелочным электроприводом	
9.9.	Семипроводная схема управления стрелочным электроприводом	
9.10.	Резервный комплект аппаратуры управления стрелкой	
9.11.	Макет стрелки	
9.12.	Кнопка «ВКС»	
9.13.	Схематический план станции	
9.14.	Маршрутизация станции. Таблица взаимозависимости маршрутов, стрелок и сигналов	
9.15.	Построение схем МРЦ	
9.16.	Наборная группа	
9.17.	Реле сигнальной группы	
9.18.	Контроль остановки поезда у платформы (контроль прибытия)	
9.19.	Сигнально – управляющее реле (СУ)	
9.20.	Включение ламп светофоров полуавтоматического действия	
9.21.	Пригласительный сигнал	
9.22.	Включающее автостопное реле (ВА)	
9.23.	Последовательность работы устройств МРЦ и индикация на пульте – табло при задании маршрута	
9.24.	Последовательность работы устройств МРЦ и индикация на пульте – табло при проследовании поезда по маршруту	
9.25.	Автоматическая установка маршрутов	
9.26.	Маршрутно – релейная централизация унифицированной системы	
9.27.	Блочная маршрутно – релейная централизация (БМРЦ)	
9.28.	Маршрутно – релейная централизация с рукояточным управлением	
10.	Диспетчерская централизация .....	114
10.1.	Назначение и принцип действия диспетчерской централизации	
10.2.	Автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (АРМ ПД)	
10.3.	Автоматизированное рабочее место электрической централизации (АРМ ЭЦ)	
11.	Устройства контроля состояния подвижного состава на ходу поезда .....	121
11.1.	ПОНАБ (ДИСК – Б)	
11.2.	Контрольно – габаритное устройство (КГУ)	
12.	Неисправности устройств автоматики, телемеханики движения поездов.....	128
12.1.	Неисправности устройств маршрутно-релейной централизации	
12.2.	Неисправности в схеме управления стрелкой	
13.	Дополнение.....	135
13.1.	Десятипроводная схема управления стрелкой	
13.2.	Порядок выдачи кодовых сигналов в АРС с ДАУ – АЛС	
13.3.	Безопасность систем железнодорожной автоматики и телемеханики (систем ЖАТ)	