

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

– филиал ФГБОУ ВО

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**В.А. ВОЛОДАРСКИЙ**

**АВТОМАТИКА,  
ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ  
ТРАНСПОРТЕ**

Учебное пособие

для студентов очной и заочной форм обучения

направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов  
профиль "Организация перевозок и управление на транспорте  
(железнодорожный транспорт)"

Красноярск  
КрИЖТ ИрГУПС  
2019

УДК 656.25

В 68

Володарский, В.А. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов профиль "Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)" / В.А. Володарский ; КрИЖТ ИрГУПС – Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2019. – 72 с.

Учебное пособие для студентов всех форм обучения разработано на основе рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» для направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов профиль "Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)".

Рекомендовано к изданию методическим советом КрИЖТ ИрГУПС

Печатается в авторской редакции

© В.А. Володарский, 2019

© Красноярский институт

железнодорожного транспорта, 2019

## Оглавление

Введение .....	4
1 Общие сведения о системах железнодорожной автоматики и телемеханики .....	5
2 Электрическая централизация .....	8
3 Электрические рельсовые цепи .....	13
4 Стрелочные электроприводы .....	22
5 Светофоры .....	30
6 Полуавтоматическая блокировка .....	41
7. Автоматическая блокировка .....	48
8 Автоматическая локомотивная сигнализация .....	54
9 Переездная автоматика .....	61
Заключение .....	71
Список использованных информационных ресурсов .....	71

## **Введение**

Цель учебного пособия: помочь студенту в изучении теоретического материала по дисциплине Б1.В.ДВ.05.01 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» для направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов профиль «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» и подготовке к промежуточной аттестации.

В результате освоения дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» студент должен достигнуть следующих результатов образования:

**знать:**

- назначение устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте.

**уметь:**

- использовать по назначению устройства автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте.

**владеть:**

- методами отыскания и устранения отказов в устройствах автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте совместно с представителями смежных служб.

## 1 Общие сведения о системах железнодорожной автоматики и телемеханики

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) повышают пропускную способность железных дорог, обеспечивают безопасность движения и оперативное руководство перевозочным процессом, оказывают влияние на рост производительности труда работников, связанных с движением поездов.

В зависимости от места применения системы ЖАТ подразделяются на перегонные и станционные (см. таблицу 1).

Таблица 1. Классификация современных систем ЖАТ

Основные системы	Перегоны	Перегоны + Станции	Станции
	ПАБ АБ АЛСО		ЭЦ ДЦ ТУМС АиМСГ
Дополнительные системы	УКСПС КГУ	АПС+АШ+УЗП АЛСН (КЛУБ) САУТ ДК ГИД-Урал АСКПС	УОС УЗС

1 *Перегонные системы* ЖАТ разрешают или запрещают отправление поезда на перегон, исключают возможность отправления поезда на занятый перегон или блок-участок. К основным перегонным системам относятся:

- *полуавтоматическая блокировка* ПАБ, при которой сигналы, разрешающие поезду занять перегон, открываются при определенных действиях работников, управляющих движением поездов, а закрываются автоматически;

- *автоматическая блокировка* АБ, в которой управление показаниями светофоров, ограждающих блок-участки, осуществляется движущимся поездом (без участия человека);

• *автоматическая локомотивная сигнализация как самостоятельное средство* АЛСО, при которой движение поездов на перегоне осуществляется по сигналам локомотивных светофоров.

К дополнительным системам относятся:

• *устройство контроля схода подвижного состава* УКСПС, предотвращающее приём поезда на станцию при нарушениях нижнего габарита;

• *контрольно-габаритные устройства* КГУ, предотвращающие въезд поезда на мосты и в тоннели.

2 *Станционные системы* обеспечивают взаимную зависимость стрелок и сигналов при приеме и отправлении поездов, контролируют положение стрелок, не допускают их перевод при уже заданном маршруте, замыкают их в одном из крайних положений, при оборудовании путей и стрелочных участков рельсовыми цепями, контролируют их свободу или занятость подвижным составом. К основным станционным системам относятся:

• *электрическая централизация* стрелок и сигналов ЭЦ, обеспечивающая управление стрелками и сигналами с пульта, их взаимозависимость, контролирующая взрез стрелки и исключающая перевод стрелки под составом, а также открытие светофора на занятый путь;

• *диспетчерская централизация* ДЦ, позволяющая управлять стрелками и сигналами ряда станций из одного пункта и контролировать положение стрелок, состояние занятости или свободы путей, стрелочных участков и прилегающих блок-участков, изменять показания входных и выходных сигналов в пределах диспетчерского круга. Разновидностью ДЦ является система телеуправления малой станцией ТУМС;

• *средства автоматизации и механизации сортировочных горок* АиМСГ, позволяющие управлять стрелками и горочными сигналами, регулировать скорости надвига и роспуска составов.

К дополнительным системам относятся:

• *устройства ограждения составов* УОС;

• *устройства закрепления составов* УЗС.

К дополнительным системам ЖАТ, применяемым как на перегонах, так и на станциях, относятся:

• *диспетчерский контроль* ДК, который помогает поездному диспетчеру оперативно руководить движением поездов на участке, или

*автоматизированная система ведения графика исполненного движения типа ГИД-Урал.*

- *автоматическая локомотивная сигнализация АЛС* или комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ, с помощью которых показания напольных светофоров кодовыми сигналами передаются в кабину машиниста. Кроме этого, они дополняется автостопом с устройством проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда;

- *система автоматического управления тормозами САУТ*, позволяющая автоматизированное ведение поезда машинистом;

- *автоматическая переездная сигнализация АПС, а также автоматические шлагбаумы АШ*, применяемые на железнодорожных переездах для предупреждения водителей транспортных средств о приближении поезда к переезду и запрещающие движение через переезд.

В настоящее время внедряются устройства заграждения переездов УЗП, исключающие въезд транспортных средств на железнодорожные пути;

- *автоматическая система контроля подвижного состава на ходу поезда АСКПС*, предотвращающая приём поездов на станцию при неисправностях буксовых узлов вагонов и локомотивов.

Из систем полуавтоматической блокировки наибольшее распространение получила релейная блокировка, в которой все маршрутные зависимости осуществляются электрическим способом, что повышает ее надежность. Наиболее совершенной системой регулирования движения поездов на перегонах является автоматическая блокировка, которая по сравнению с ПАБ обеспечивает повышение пропускной способности.

Среди станционных систем наиболее эффективной с точки зрения сокращения времени на приготовление маршрута является электрическая централизация стрелок и сигналов, которая по сравнению с ключевой зависимостью увеличивает пропускную способность станции на 50...70 %. Разновидностями ЭЦ являются: релейная централизация РЦ промежуточных станций, блочная маршрутно-релейная централизация БМРЦ крупных станций, релейно-процессорная централизация РПЦ и микропроцессорная централизация МПЦ.

Средства механизации и автоматизации сортировочных горок включают системы АРС (автоматическое регулирование скорости

скатывания отцепов), ГПЗУ (горочное программно-задающее устройство), ГАЦ-МН (горочная автоматическая централизация на микропроцессорах), ГАЛС Р (горочная АЛС с передачей информации по радиоканалу и телеуправлением локомотивом) и др.

Таким образом, системы ЖАТ служат для автоматизации процессов управления и регулирования движения поездов. Эти системы постоянно совершенствуются, благодаря чему повышаются технико-экономические показатели эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. В настоящее время в указанных системах осуществляется переход на новую элементную базу, применяются микроэлектронная и микропроцессорная техника.

## **2 Электрическая централизация**

### **2.1 Электрическая централизация**

Электрическая централизация (ЭЦ) представляет собой автоматизированную систему управления движения поездов на железнодорожных станциях, при которой предусматривается маршрутизация поездных и маневровых передвижений со светофорной сигнализацией.

При электрической централизации главные и приемоотправочные пути, а также стрелочные и бесстрелочные участки пути, оборудуются рельсовыми цепями (РЦ). Этим исключается:

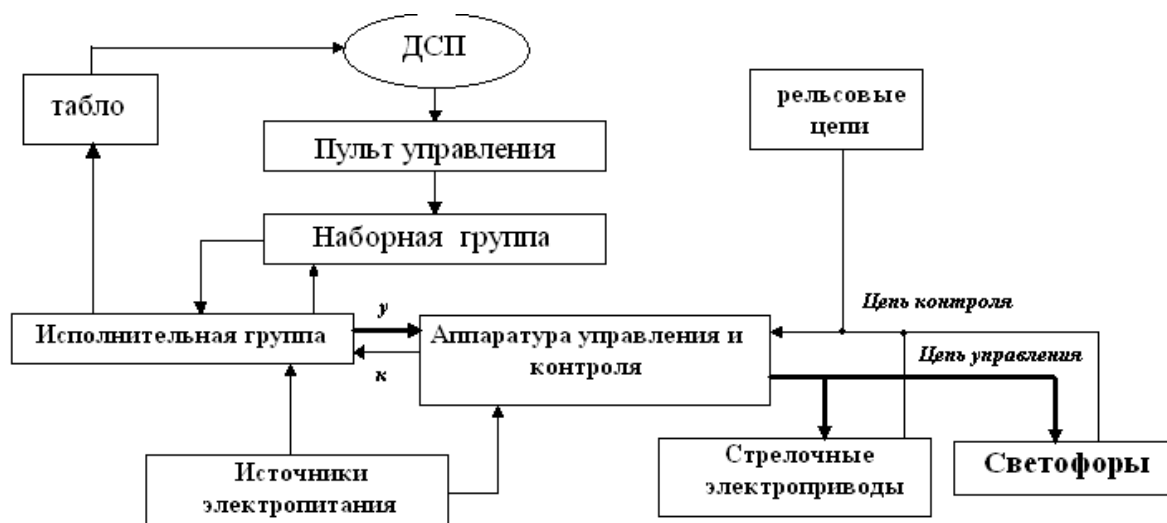
- прием поезда на занятый путь;
- перевод стрелок под подвижным составом;
- открытие светофоров при занятом состоянии РЦ.

На стрелках устанавливаются стрелочные электроприводы, что обеспечивает дистанционный перевод, замыкание и контроль положения стрелочных остяков. Светофоры, в соответствии с инструкцией по сигнализации и принятой маршрутизацией регулируют движение поездов. Это позволяет дежурному по станции (ДСП) руководить поездной и маневровой работой, контролируя поездную ситуацию на табло.



## 2.2 Структурная схема электрической централизации

Действия ДСП на пульте управления фиксируется наборной группой. Условия безопасности движения проверяются аппаратурой исполнительной группы, а для перевода стрелок и открытия светофоров используется аппаратура управления и контроля напольных объектов. Все устройства имеют электропитание от двух внешних независимых источников электроснабжения с автоматическим переключением, а на крупных станциях дополнительно от автономной дизель – генераторной установки.



На малых станциях пульт управления объединяется с табло и отсутствует наборная группа.

## 2.3 Требования к электрической централизации

В соответствии с ПТЭ, гл. 6 «Сооружения и устройства СЦБ, информатизации и связи» устройства ЭЦ должны обеспечивать.

1. Взаимное замыкание стрелок и светофоров.
2. Контроль взреза стрелки с одновременным закрытием светофора, ограждающего данный маршрут.
3. Контроль положения стрелок, занятости путей и стрелочных секций на аппарате управления.
4. Возможность маршрутного или отдельного управления стрелками и светофорами, производства маневровых передвижений по показаниям

маневровых светофоров, при необходимости передачи стрелок на местное управление.

Устройства ЭЦ не должны допускать.

1. Открытие входного светофора при маршруте, установленном на занятый путь. Открытие выходного светофора на занятый перегон.

2. Перевод стрелки под подвижным составом.

3. Открытие светофоров, соответствующих данному маршруту, если стрелки не поставлены в надлежащее положение.

4. Перевод входящей в маршрут стрелки или открытие светофора враждебного маршрута, при открытом светофоре ограждающим установленный маршрут.

## **2.4 Классификация систем электрической централизации**

Сегодня в основном применяются системы ЭЦ с центральными зависимостями и с центральным питанием.

В ЭЦ применяются следующие системы управления.

1 Дистанционное управление, которое подразделяется:

а) на раздельное управление, при котором каждая стрелка и светофор управляются индивидуальной кнопкой;

б) на маршрутное управление, при котором все стрелки по трассе маршрута переводятся автоматически после нажатия кнопок начала и конца маршрута, а затем открывается светофор.

2 Телемеханическое (кодовое) управление используется для управления стрелками и светофорами удаленных районов станции.

По способу замыкания и размыкания маршрутов системы ЭЦ подразделяются:

- с групповым (маршрутным) размыканием;
- с секционным размыканием.

3 По виду и компоновке аппаратуры можно выделить системы ЭЦ:

- со стативной релейной аппаратурой (РЦ);
- с блочной релейной аппаратурой (БМРЦ);
- с гибридной элементной базой (смесь релейной и электронной аппаратуры), то есть релейно-процессорная централизация (РПЦ), когда пульт и табло заменяются АРМом ДСП, а наборная группа – промышленным компьютером;

- микропроцессорная централизация (МПЦ), когда пульт и табло заменяются АРМом, а наборная и исполнительная группы – промышленными компьютерами.

## 2.5 Понятие и виды маршрутов

Основным понятием в системах ЭЦ является маршрут, его установка, замыкание и размыкание. Маршрутом называется часть путевого развития станции, подготовленная для следования подвижного состава. Началом маршрута являются разрешающие показания соответствующих светофоров (входного, выходного, маршрутного или маневрового), а концом – элемент путевого развития станции или перегона в зависимости от категории маршрута.

Поездом называют подвижную единицу, подготовленную для отправления на перегон.

Выделяют поездные и маневровые маршруты, причем среди поездных маршрутов различают маршруты приема, отправления и передачи.

Маршруты приема обеспечивают перемещение поездов с перегона на станционные пути. Началом маршрута является входной светофор, расположенный на границе станции, а концом – светофор, установленный в конце приемного пути (см. рис. 2.1 «а»).

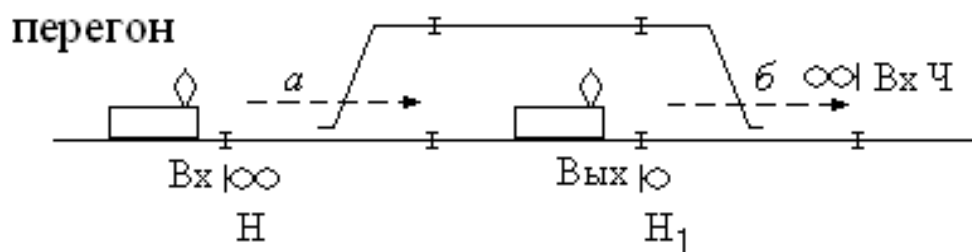


Рисунок 2.1

Маршруты отправления позволяют поездам проследовать с путей станции на прилегающие перегоны. Началом маршрута является выходной светофор, а концом – граница станции (см. рис.2.1 «б»).

Маршруты передачи позволяют поезду передвигаться с одного станционного пути на последовательно расположенный другой станционный путь. Началом маршрута является маршрутный светофор,

разрешающий движение со станционного пути, а концом – выходной или маршрутный светофор в конце этого пути (см. рисунок 2.2).

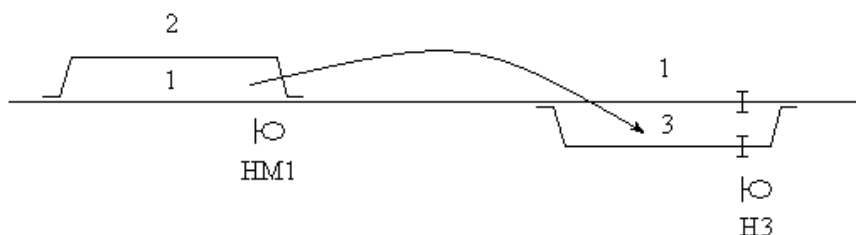


Рисунок 2.2

По маневровым маршрутам передвигаются подвижные единицы, не подготовленные для выхода на перегон. Началом маневого маршрута может быть маневровый светофор (совмещенный с выходным или маршрутным) или место получения разрешения на передвижение, передаваемого по радио связи или с помощью ручных сигналов, а концом – первый попутный маневровый светофор, станционный путь, тупик или граница станции.

Маневровые движения могут быть обеспечены двумя способами.

1. Стрелки переводит дежурный по станции с пульта управления, а машинисту информация передается по радио связи. Такие маневры называются не маршрутизированными. Применяются на небольших станциях.

2. Маневровые передвижения организуются по маневровым маршрутам, которые ограждаются светофорами, управляемыми дежурным по станции. Такой способ называется маршрутизированными маневрами.

Когда путевое развитие горловины станции допускает несколько маршрутов, у которых одинаковые начало и конец, различают:

- основной маршрут – кратчайший путь следования подвижной единицы, имеющий наименьшее количество пересечений с другими маршрутами и допускающий наибольшую скорость движения (см. стрелка на рис.3):

- вариантный маршрут отличается от основного положением стрелок (см. пунктир на рис.2.3).

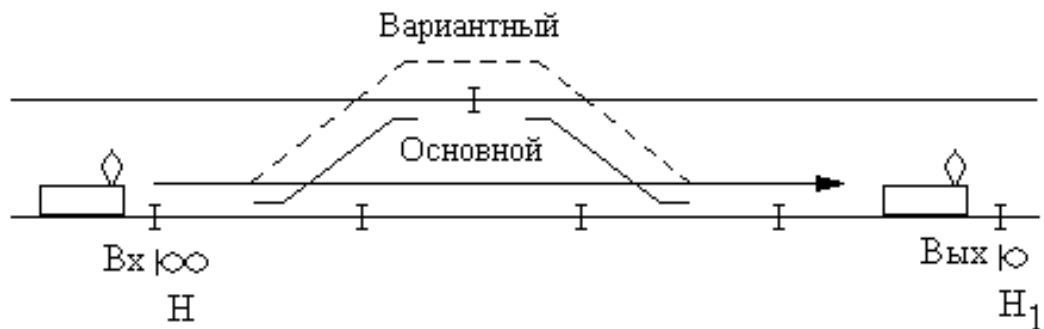


Рисунок 2.3

### 3 Электрические рельсовые цепи

#### 3.1 Общие сведения

Контроль состояния участков железнодорожного пути может осуществляться с помощью:

- 1) непрерывных путевых датчиков посредством электрических рельсовых цепей;
- 2) точечных путевых датчиков посредством счета осей.

**Электрической рельсовой цепью (РЦ)** называется путевой датчик состояния железнодорожного пути, воспринимающим элементом которого является рельсовая линия. Благодаря этому устанавливается непрерывная связь между подвижным составом и устройствами, регулирующими движение поездов и обеспечивающими их безопасность.

**Точечный путевой датчик** устанавливается для контроля прохождения колесной пары подвижного состава, при которых контроль занятости или свободности участка пути построен на **системе счета осей**.

Преимущества рельсовой цепи по сравнению с точечным путевым датчиком:

- 1) контроль целостности рельсовых нитей (отсутствие полного механического и электрического разрыва рельсовой нити);
- 2) возможность использования рельсовой цепи в качестве телемеханического канала между смежными сигнальными точками в кодовой автоблокировке и передачи оперативной информации с пути на локомотив в системах непрерывной автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН).

Согласно требованиям НТП СЦБ/МПС - 99 [4] рельсовые цепи должны быть защищены:

а) от взаимного влияния при замыкании изолированных стыков между ними;

б) от влияния обходных цепей, возникающих при обрыве одной из рельсовых нитей за счет утечки рельс-земля-рельс, а на участках с электрической тягой за счет утечки сигнального тока через заземления опор контактной сети, трансформаторных подстанций, мостов и т.п.;

в) от влияния тягового тока в рельсах и асимметрии тягового тока;

г) от влияния блуждающих токов;

д) от влияния РЦ наложения, используемых в других системах.

Рельсовые цепи работают в тяжелых условиях эксплуатации:

1) по рельсам движутся подвижные составы, которые оказывают механическое воздействие на элементы РЦ;

2) на путях проводятся различные работы по техническому обслуживанию, очистке и ремонту;

3) по рельсам проходит обратный тяговый ток, который оказывает влияние на аппаратуру РЦ;

4) за рельсы заземляются опоры контактной сети и другие конструкции, вызывающие в РЦ асимметрию тягового тока;

5) на РЦ оказывают воздействия климатические и погодные факторы (колебание температуры, дождь и т.п.);

б) балласт засоряется различными грузами, который понижает сопротивление изоляции РЦ и др.

### **3.2 Устройство рельсовой цепи**

Простейшая нормально – замкнутая рельсовая цепь представлена на рис. 3.1, на котором приняты следующие обозначения:

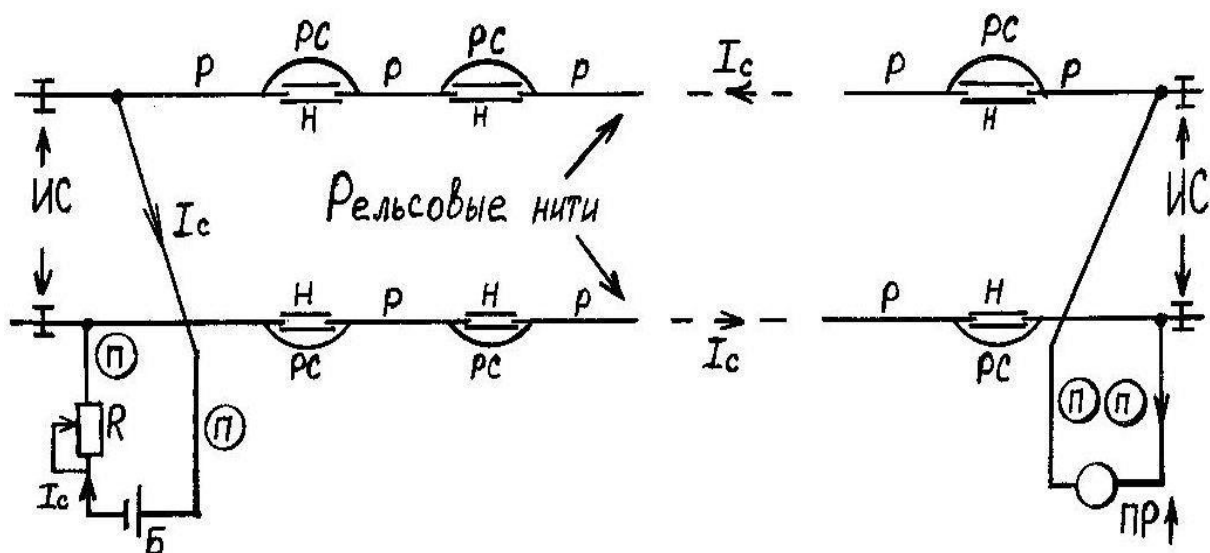


Рисунок 3.1

$I_c$  – сигнальный ток; Р – рельс; Н – рельсовая накладдка; РС – рельсовый соединитель; ИС – изолированный стык; Б – источник питания; R – ограничивающее сопротивление; ПР – путевое реле; П – путевая перемычка.

Рельсовые линии содержат следующие элементы.

1. Рельсы. На магистральных линиях, как правило, применяются рельсы типа Р-65.
2. Стыковые рельсовые соединители, как правило приварные: при тепловозной тяге - стальные; при электротяге переменного тока – медные сечением 50 кв. мм, сталемедные - 70 кв.мм , стальные - 120 кв.мм.
3. Стрелочные соединители для работы разветвленных рельсовых цепей.
4. Дроссель - трансформаторы для пропуска обратного тягового тока.
5. Дроссельные, междроссельные, междупутные и другие перемычки для канализации обратного тягового тока.
6. Изолирующие стыки для разделения рельсовых цепей между собой.
7. Перемычки от путевых трансформаторных ящиков и кабельных стоек.

### 3.3 Классификация и основные виды рельсовых цепей

Рельсовые цепи являются основным элементом всех современных автоматических и телемеханических систем регулирования движения

поездов и в значительной степени определяют надежность работы устройств и безопасность движения поездов.

Классификация рельсовых цепей осуществляется по следующим признакам.

1. По месту использования:
  - а) перегонные;
  - б) станционные;
  - в) горочные.
2. По виду рельсовой линии:
  - а) неразветвленные, применяемые на путях перегонов и станций;
  - б) разветвленные, применяемые на стрелочных секциях станций и горок.
3. По режиму работы:
  - а) нормально – замкнутые, применяемые на станциях и перегонах;
  - б) нормально – разомкнутые, применяемые на горках.
4. По виду тяги:
  - а) автономная;
  - б) электрическая.
5. По типу питания:
  - а) постоянного тока;
  - б) переменного тока.
6. По используемой частоте:
  - а) 25Гц при электротяге переменного тока;
  - б) 50 Гц при электротяге постоянного тока;
  - в) тональные рельсовые цепи при любом виде тяги.
7. По режиму питания:
  - а) непрерывное;
  - б) импульсное;
  - в) кодовое.
8. По типу путевого приемника:
  - а) с нейтральным реле;
  - б) с импульсным реле;
  - в) с фазочувствительным реле;
  - г) с путевым приемником тональной частоты.
9. По пропуску тягового тока:
  - а) однониточные;
  - б) двухниточные.
10. По наличию изостыков:



- а) с изостыками, применяемые на станциях и на перегонах при АБЧК и АБТс;
- б) без изостыков, применяемые на перегонах при АБТ и АБТЦ.

На Красноярской железной дороге применяются следующие основные виды рельсовых цепей.

1. На перегонах:

- а) кодовые РЦ частотой 25 Гц;
- б) тональные РЦ с изостыками и без изостыков.

2. На станциях:

- а) фазочувствительные РЦ частотой 25 Гц;
- б) тональные РЦ;
- в) импульсные РЦ частотой 25 Гц;
- г) непрерывные РЦ частотой 50 Гц при автономной тяге.

Защита рельсовых цепей от пробоя изолирующих стыков осуществляется следующим образом.

1. В однониточных РЦ защита обеспечивается переходной дроссельной перемычкой, которая при пробое изолирующего стыка закорачивает одну из смежных РЦ.



2. В фазочувствительных РЦ обеспечивается путем подключения источников питания таким образом, чтобы у каждого изолирующего стыка была разноименная мгновенная полярность.



3. В импульсные и кодовых РЦ обеспечивается путем схемной защиты при питании смежных РЦ импульсами или кодами, сдвинутыми во времени.



4. В тональных РЦ обеспечивается путем чередования в смежных РЦ несущей частоты и частоты модуляции.

### 3.4 Режимы работы рельсовых цепей

РЦ обеспечивают надежность действия систем регулирования и условия безопасности движения поездов, поэтому к их работе предъявляют ряд требований. При свободной от подвижного состава РЦ путевое реле должно надежно фиксировать ее свободное состояние при самых неблагоприятных условиях работы. При нахождении на РЦ хотя бы одной колесной пары или при полном изломе рельса путевое реле должно отпускать якорь и фиксировать занятое состояние РЦ при самых неблагоприятных условиях ее работы. В случае электрического замыкания изолирующих стыков и поступления в РЦ тока от источника питания смежной РЦ путевое реле не должно притягивать якорь и надежно фиксировать в этом случае ложную занятость РЦ, т.е. ее неисправное состояние.

В соответствии с этими требованиями РЦ должна работать в трех основных режимах: нормальном, шунтовом и контрольном. На условия работы РЦ в этих режимах влияют независимые переменные величины: сопротивление балласта и рельсов, напряжение источника питания, причем каждая из переменных величин в том или ином режиме влияет по-разному.

**Нормальный (регулируемый) режим** соответствует свободному от подвижного состава состоянию РЦ. В этом режиме через путевое реле П (рис. 3.2, а) протекает ток, при котором якорь реле надежно удерживается в притянутом положении или надежно притягивается (при импульсном питании) при самых неблагоприятных для данного режима условиях работы. Неблагоприятными условиями для работы РЦ в нормальном режиме являются те, которые приводят к снижению тока в путевом

реле до величины тока отпускания или не притяжения якоря реле.

К снижению рабочего тока в путевом реле приводят: увеличение сопротивления РЦ при нарушении целостности стыковых соединителей, увеличение тока утечки через балласт из-за уменьшения сопротивления балласта (вследствие загрязнения балласта и неблагоприятных метеорологических условий), снижение напряжения источника питания. Для определения требуемого напряжения на зажимах реле при свободной РЦ в зависимости от ее длины и состояния балласта производятся расчеты РЦ. На основании этих расчетов составлены регулировочные таблицы, с помощью которых регулируют РЦ с учетом всех неблагоприятных условий работы в нормальном режиме.

**Шунтовой режим** соответствует занятому подвижным составом состоянию РЦ. В этом режиме при занятии рельсовой цепи подвижным составом (рис. 3.2, б) происходит электрическое соединение (шунтирование) рельсовых нитей колесными парами, имеющими незначительное сопротивление по сравнению с сопротивлением обмотки путевого реле. При этом напряжение на реле П должно снижаться до значения напряжения отпускания и якорь должен быть надежно отпущен при самых неблагоприятных условиях шунтового режима. Неблагоприятными условиями для работы РЦ в шунтовом режиме являются те, которые приводят к увеличению тока в путевом реле, а именно: наибольшее напряжение источника питания, наименьшее сопротивление рельсов, наибольшее сопротивление балласта.

Основной характеристикой работы рельсовой цепи в шунтовом режиме является шунтовая чувствительность. Она представляет собой наибольшее сопротивление поездного шунта, при замыкании которым рельсовой линии происходит снижение тока (напряжения) в путевом реле до величины тока (напряжения) отпускания якоря реле. Эта величина всегда переменная и зависит от числа колесных пар на РЦ и величины переходного сопротивления между бандажом колеса и головкой рельса. По действующим техническим условиям шунтовая чувствительность не должна быть менее 0,06 Ом. Эта наименьшая величина шунтовой чувствительности проверяется наложением на рельсы испытательного нормативного шунта сопротивлением 0,06 Ом. При наложении этого шунта в любой точке на рельсовую линию путевое реле должно отпустить якорь.

**Контрольный режим** (рисунок 3.2, в) соответствует свободному, но неисправному состоянию РЦ (лопнувший рельс, изъятие рельса). В этом случае прекращается нормальное прохождение тока по рельсовой линии и путевое реле должно отпустить свой якорь при самых неблагоприятных условиях работы в контрольном режиме. При лопнувшем рельсе через путевое реле продолжает протекать ток по обходному пути через балласт (см. рисунок 3.2, в). Несмотря на уменьшение величины этого тока он может оказаться достаточным для удержания якоря путевого реле и контроля лопнувшего рельса не получится. Таким образом, наихудшими условиями контрольного режима, которые приводят к увеличению тока будут: наибольшее напряжение источника питания, наименьшее сопротивление рельсов и критическое сопротивление балласта (сопротивление балласта при определенном расстоянии от конца РЦ до

места повреждения, когда цепь тока сохраняется благодаря утечке его через балласт и настолько велико, что приводит к увеличению тока реле)

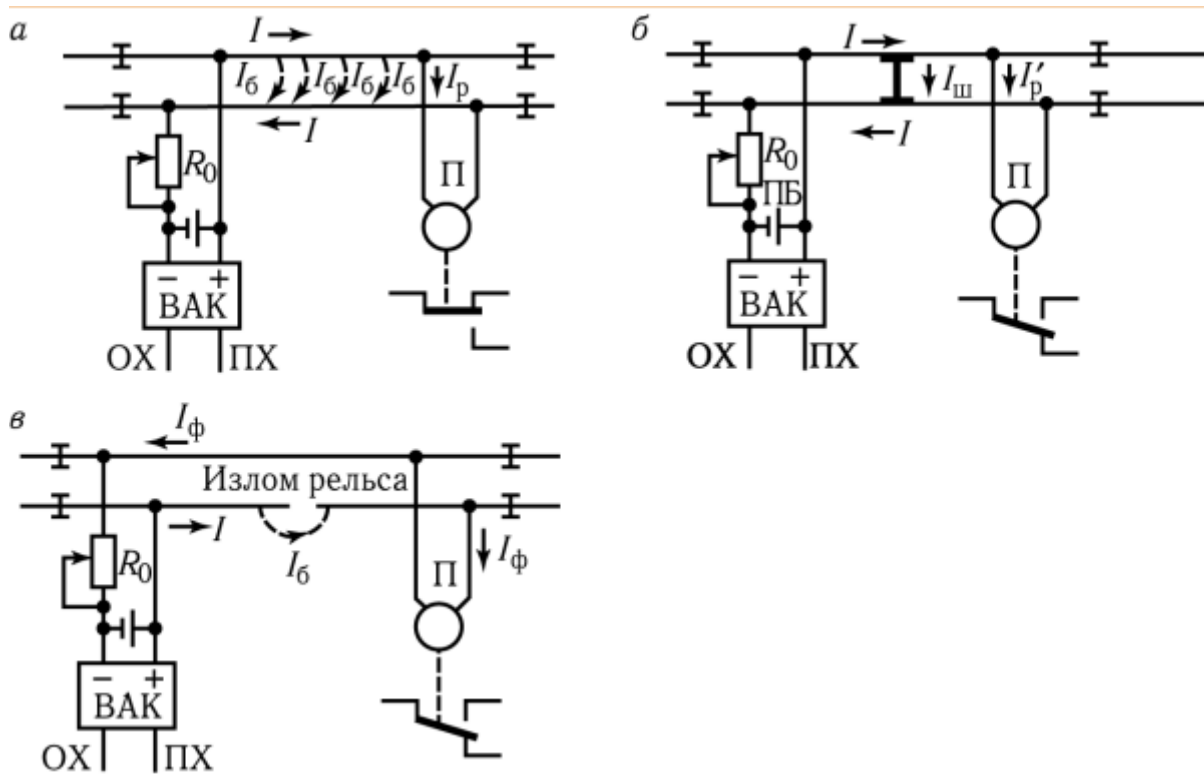


Рисунок 3.2 – Режимы работы рельсовой цепи

### 3.5 Надежность работы рельсовых цепей

Бесперебойная работа систем регулирования движения в значительной степени зависит от надежного действия электрических РЦ. Отказы в работе РЦ вносят значительные сбои в движение поездов, усложняют работу работникам службы движения, способствуют возникновению аварийных ситуаций. Наиболее распространенными отказами в работе РЦ являются повреждения типов «ложная занятость» и «ложная свободность».

**«Ложная занятость»** появляется, когда при отсутствии на РЦ подвижного состава путевое реле не притягивает свой якорь. В этом случае стрелки не переводятся, светофоры по маршрутам не открываются, на перегонах закрывается автоблокировка, т.е. происходят

сбои в движении поездов, влияющие на пропускную способность железнодорожных линий.

Одной из главных причин такого отказа в работе РЦ является ухудшение состояния верхнего строения пути, в результате чего

нарушается нормальная работа изолирующих стыков, рельсовых стыковых соединителей, которые часто выходят из строя. Засорение балласта сыпучими грузами, особенно солями и минеральными удобрениями, приводит к резкому снижению сопротивления балласта и увеличению токов утечки через балласт, а также к разрушению элементов верхнего строения пути (рельсов, болтов, подкладок, шпал). Таким образом, ложная занятость РЦ может быть по причине отсутствия или плохого контакта в рельсовом соединителе, при замыкании рельсов металлическим предметом, пробое изоляции в изолирующих стыках, загрязненности и плохой подрезке балласта, ненадежном электропитании, обрыве кабельных и дроссельных перемычек.

**«Ложная свобода»** появляется, когда при занятой подвижным составом РЦ путевое реле не отпускает свой якорь. В этом случае резко нарушается безопасность движения поездов, что приводит к возникновению аварийных ситуаций, приводящих к крушению поездов, к появлению возможности перевода стрелки под составом, открытию светофора на занятый путь или блок-участок. Причинами такого отказа РЦ являются: не обеспечение шунтовой чувствительности РЦ и срабатывание путевого реле от другого постороннего источника питания (источника питания смежной РЦ при замыкании изолирующих стыков и нарушении чередования полярностей, помехи тягового тока на участках с электротягой, вагонного освещения и др.).

Не обеспечение шунтовой чувствительности РЦ происходит из-за резкого увеличения сопротивления поездного шунта. Причинами увеличения сопротивления поездного шунта являются ржавчина, напескованный снег, лед и грязь на головке рельсов, наличие битума и песка на колесах подвижного состава, что увеличивает переходное сопротивление между бандажом колеса и головкой рельса. Одиночный локомотив и автодрезина также плохо шунтируют РЦ, так как сопротивление скатов двух или трех тележек слишком велико и напряжение на путевом реле снижается, но не до величины напряжения отпущения якоря реле, и якорь путевого реле остается притянутым, фиксируя «ложную свободу пути».

Во избежание потери шунтовой чувствительности нельзя допускать загрязнения головок рельсов песком, снегом, шлаком и другими материалами; работы, связанные с загрязнением головок рельсов, необходимо выполнять с согласия дежурного по станции после записи руководителя работ в Журнале осмотра; периодически обкатывать

малодеятельные РЦ с тем, чтобы не допускать ржавчины на головке рельсов; не оставлять одиночные локомотивы и дрезины на загрязненных рельсах; дополнительно проверять при снегопадах свободу малодетальных путей перед приемом поезда, внимательно следить по табло за шунтированием РЦ подвижным составом; если путь приема или стрелочный участок занят подвижным составом более суток, сообщить об этом электромеханику.

Для повышения надежности работы РЦ устанавливают дополнительные реле на ответвлениях разветвленных РЦ; сокращают предельную длину РЦ, что позволяет улучшить их работоспособность при пониженном сопротивлении балласта, или используют тональные РЦ; применяют водоструйные путевые машины для полного удаления солей и других загрязнителей с элементов верхнего строения пути; используют клееболтовые изолирующие стыки, которые работают дольше и надежнее, а также изолирующие стыки из стеклопластика; внедряют более надежные конструкции стыкового соединителя (токопроводящего стыка) — пружинные соединители, втулочные алюминиевые соединители и др., дублируют рельсовые соединители. Для повышения безопасности движения поездов и надежности действия РЦ устраивается чередование полярности постоянного тока или чередование фаз переменного тока в смежных РЦ. Это делается для того, чтобы в случае повреждения изоляции (электрическое замыкание или пробой изолирующих стыков) путевое реле одной РЦ не смогло получить питание из смежной РЦ и дать ложный контроль свободы.

## **4 Стрелочные электроприводы**

### **4.1 Назначение и требования**

Стрелочные электроприводы (СЭП) предназначены:

- 1) для перевода остяков стрелки;
- 2) для запираания остяков стрелки. Под запираанием стрелки подразумевается исключение возможности перемещения стрелочных остяков внутрь колеи;
- 3) для контроля четырех положений остяков стрелки:
  - а) нормального (плюсового)
  - б) переведенного (минусового);

в) промежуточного (среднего);

г) взреза.

Согласно **требованиям ПТЭ**, п.6.28 стрелочные электроприводы должны:

1) обеспечивать при крайних положениях стрелок плотное прилегание прижатого остряка к рамному рельсу;

2) не допускать замыкание остряков стрелки при зазоре между прижатым остряком и рамным рельсом 4мм и более;

3) отводить другой остряк от рамного рельса на расстояние не менее 125мм.

## **4.2 Классификация стрелочных электроприводов**

По виду потребляемой энергии приводы бывают:

1) электромеханические;

2) электромагнитные;

3) электропневматические;

4) электрогидравлические.

По виду запираания:

1) с внутренним запираанием остряков;

2) с внешним запираанием остряков. Механизм с внутренним запираанием остряков находится внутри электропривода.

По способу восприятия взреза стрелки:

1) взрезные стрелочные приводы (СПВ) имеют устройство, предотвращающее разрушение механизма привода при взрезе;

2) невзрезные стрелочные приводы (СП) такого механизма не имеют. Они более просты и надежны, но при взрезе повреждаются.

По времени перевода:

1) быстро действующие (время перевода до 1 секунды);

2) нормально действующие (время перевода до 5 секунд)

3) медленно действующие (время перевода более 5 секунд).

## **4.3 Режимы работы стрелочных электроприводов**

Различают следующие режимы работы:

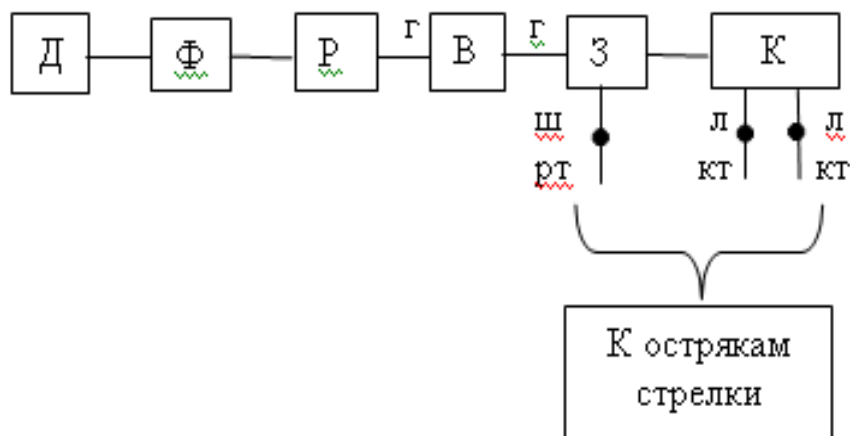
1) рабочий, при котором СЭП обеспечивает перемещение остряков с нормированным усилием;

2) контрольный, когда осуществляется механическое запираение остряков в крайнем положении с надежным электрическим контролем прилегания остряка к рамному рельсу;

3) динамический, когда СЭП и элементы его крепления (гарнитура) воспринимают динамические воздействия подвижного состава, при которых не должны нарушаться взаимосвязи узлов СЭП;

4) взреза стрелки подвижным составом, в результате которого нарушается контрольный режим и исключается возможность выполнения рабочего режима.

Для обеспечения указанных режимов конструкция СЭП содержит:



Д - реверсивный электродвигатель, Ф - фрикционный механизм,  
Р - редуктор, Г - главный вал, В - врезной механизм,  
З - запирающий механизм, Ш - шиббер, К - контрольное устройство,  
Л - контрольная линейка, РТ - рабочая тяга, КТ - контрольная тяга.

#### 4.4 Защищенность СЭП от опасных отказов

Под опасным отказом СЭП подразумевают такое состояние электропривода и его гарнитуры, при котором:

1) возможно получение ложного контроля, если зазор между прижатым остряком и рамным рельсом более 4мм;

2) уменьшено расстояние между отведенным остряком и рамным рельсом;

3) отсутствует запираение остряков;

4) имеются деформации и изломы.

Опасные отказы не должны возникать не только при его работе в обычных режимах, но и при воздействии случайных событий, могущих



вызвать внезапные повреждения, например прогиб межостряковой тяги от удара и отход прижатого остряка от рамного рельса.

Усилия перевода стрелки нормируется для того, чтобы не происходил отжим рамного рельса, создающий получение ложного контроля. Фрикционный механизм регулируется так, чтобы ток фрикции не превышал более чем на 30% ток нормального перевода стрелки.

Уширение и сужение колеи в зоне стрелочного переводов приводит к изменению зазора между остряком и рамным рельсом, на который контрольное устройство СЭП не реагирует.

## **4.5 Электропривод типа СП**

Стрелочный невзрезной электропривод с внутренним замыканием типа СП предназначен для перевода в повторно-кратковременном режиме, запираения и контроля положения в непрерывном режиме стрелок с нераздельным ходом остряков. Устанавливается с правой или левой стороны стрелочного перевода.

### **4.5.1 Устройство электропривода**

Кинематическая схема электропривода типа СП показана на рис. 4.1. Конструкция электропривода включает в себя такие основные части: 1 — корпус; 2 — рабочий шиббер; 3 — контрольные линейки; 4 — блок главного вала с автопереключателем; 5 — зубчатое колесо с упором; 6 — редуктор с фрикционным сцеплением; 7 — соединительная муфта; 8 — электродвигатель; 9 — обогревательный элемент

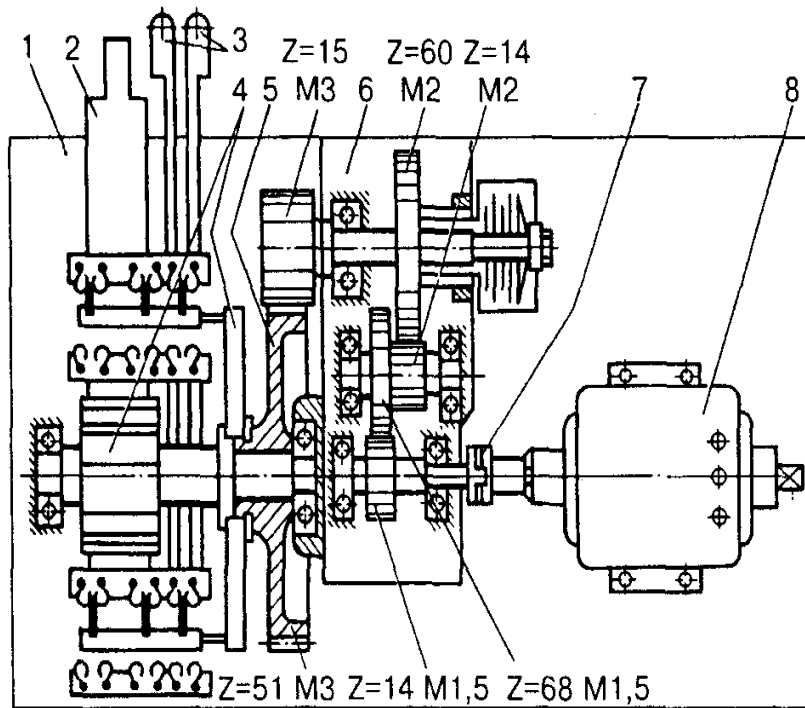


Рисунок 4.1

Электродвигатель через соединительную муфту и редуктор с фрикционным сцеплением находится в зацеплении с зубчатым колесом, имеющим упор. Свободно вращающееся на главном валу зубчатое колесо своим упором заходит в вырез диска главного вала. Шиберная шестерня выполнена как одно целое с главным валом и находится в зацеплении с рабочим шибером. По обе стороны главного вала расположены автопереключатели, которые имеют по две пары неподвижных колодок с контактами и по одному переключающему рычагу с ножами. Стрелка в конце перевода запирается запорными зубьями специального профиля, расположенными на рабочем шибере и шиберной шестерне. Перевод стрелки и ее запираение контролируется двумя контрольными линейками с вырезами, в которые западают концы переключающих рычагов.

Габаритные размеры электроприводов 780x940x245 мм; масса — 160кг.

## 4.5.2. Электрические характеристики

Электрические характеристики приведены в следующей таблице

Тип и напряжение электродвигателя		Характеристика при нагрузке на шибере, кН (кгс)							
		0	1 (100)	2 (200)	3 (300)	3.5 (350)	4 (400)	5 (500)	6 (600)
Постоянного тока МСП-0.1	30В	4,4 2,4	7,3 3,2	10,1 4,4		14,6 6,2			
	100В	1,4 1,8	2,4 2,5	3,4 3,2		4,7 4,5			
	160В	1,1 2,0	1,9 2,6	2,5 3,3		3,5 4,3			
Постоянного тока МСП-0.15	30В	4,0 2,6	7,0 4,0	9,5 5,5					
	110В	1,1 2,3	1,9 3,3	2,6 4,2	3,3 4,8		4,0 5,5	4,6 6,5	5,5 7,4
	160В	0,7 2,2	1,3 3,2	1,8 4,0	2,3 4,5		2,7 5,3	3,3 6,0	3,7 7,0
Постоянного тока МСП-0.25	30В	6,5 1,8	10,3 2,3	14,2 2,7		20,0 3,7			
	100В	1,7 15	2,8 2,1	4,1 2,5	5,2 2,8		6,3 3,1	7,4 3,3	8,3 3,7
	160В	1,4 1,4	2,0 1,8	2,8 2,2	3,5 2,4		4,2 2,8	5,0 3,2	5,5 3,5
Переменного тока МСТ-0.25	127В	2,1 2,7	2,3 2,9	2,6 3,1		3,7 3,8			
	220В	1,2 2,7	1,3 2,8	1,5 3,1		2,2 3,8			

В числителе указан потребляемый ток (не более, А), в знаменателе — время перевода (не более, с). Ток при работе электродвигателя на фрикцию должен быть на 25—30% выше тока, потребляемого при нормальном переводе. Электропривод без нагрузки на шибере разрешается включать кратковременно не более чем для пяти переводов.

Сопротивление изоляции между контактными зажимами электродвигателя, контактами колодок и корпусом привода при температуре  $(+25 \pm 10)^\circ\text{C}$  и относительной влажности окружающего воздуха до 80% должно быть не менее 25 МОм, свыше 80% — не менее 10 МОм.

### **4.5.3 Механические характеристики**

Максимальное усилие для перевода рабочего шибера, кН (кгс), развиваемое электроприводом типа СП:

с электродвигателем постоянного тока типа МСП-0,25 при номинальном напряжении 100 и 160В - 6 (600), при номинальном напряжении 30В - 3,5 (350);

с электродвигателем постоянного тока типа МСП-015 при номинальном напряжении 110 и 160В - 6 (600);

с электродвигателем постоянного тока типа МСП-0,1 при номинальном напряжении 30, 100 и 160В - 3,5 (350);

с электродвигателем переменного тока типа МСТ-0,25 при номинальном напряжении 127В и соединении обмоток треугольником, а также при номинальном напряжении 220В и соединении обмоток звездой - 3,5 (350).

Глубина врубания ножей автопереключателя между контактными пружинами 9—11 мм.

Фрикционная муфта должна обеспечивать плавную регулировку усилий при нагрузке на шибере до 7 кН (700 кгс).

Назначенный ресурс электропривода типа СП составляет  $10^6$  переводов при нагрузке на шибере 3,5 кН (350 кгс) и  $10^5$  переводов при нагрузке на шибере 6 кН (600 кгс). Для обеспечения безотказной работы электропривода в пределах назначенного ресурса необходимо производить замену пружин, колодок с ножами и колодок контактных через 500 тыс. переводов.

Все трущиеся поверхности деталей привода смазывают, а редуктор заливают индустриальными маслами ИС-12, ИС-20 или ИС-45. Диски фрикции смазывают смазкой ЦИАТИМ-201.

### **4.5.4 Контактная система**

Контактная система электропривода СП показана на рис. 4.2. При любом крайнем положении шибера после его нормального перевода должны быть замкнуты по три пары контактов на контактных колодках, расположенных по обе стороны на основании переключателя.

В начале перевода стрелки контрольные контакты электропривода 31-32, 33-34, 35-36 размыкаются, а рабочие контакты 41-42, 43-44, 45-46

замыкаются; тем самым подготавливается рабочая цепь электродвигателя для обратного перевода стрелки.

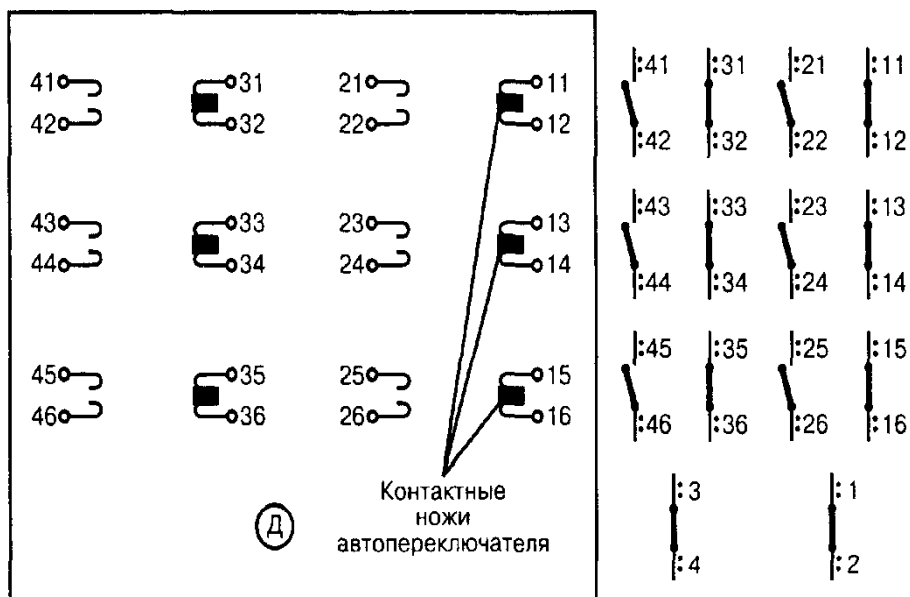


Рисунок 4.2

В конце перевода стрелки рабочие контакты 11-12, 13-14, 15-16 размыкаются, а контрольные контакты 21-22, 23-24, 25-26 замыкаются; тем самым дается контроль нового положения стрелки.

При взрезе стрелки рычаги с ножевыми контактными колодками автопереключателя должны занять вертикальное положение, при этом ножи размыкают пластины контактов автопереключателя, в результате чего контрольная цепь стрелки размыкается. В неврезных электроприводах серии СП при взрезе стрелки происходит поломка частей привода.

Условия эксплуатации. Электроприводы надежно работают при температуре от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.6 Причины отказов в работе электропривода

Наиболее характерными причинами отказов в работе электропривода являются: повреждение редуктора, нарушение работы фрикционного сцепления, заклинивание шибера с рабочей шестерней, разрегулировка контрольных тяг, подгар или нарушение регулировки контактов автопереключателя, индивение или обледенение контактов автопереключателя, излом контактов автопереключателя, излом шлифта и выпадение валика и др.

Наибольшее число отказов приходится на потерю контакта в автопереключателе зимой и связано с индивением контактов. Для предотвращения таких случаев предусмотрены различные защитные меры (графитовая смазка, смазка глицерином, обогрев, специальные насечки на ножах, закрытие оргстеклом и др.). Если контактное нажатие автопереключателя больше нормы при размыкании контактов, это создаст дугообразование при разрыве рабочих контактов и их подгар. Если же контактное нажатие меньше нормы, то возможно нарушение электрической цепи, особенно в период индивения.

Излом колодочки автопереключателя происходит обычно из-за неправильной регулировки врубания ножей, разбивающих колодочки. Излом контакта автопереключателя может быть из-за неправильной регулировки контактов (загнутые концы контактных пружин должны находиться на одной прямой без перегибов). Излом может произойти также ввиду частой регулировки контактной губки.

Причинами недостаточного врубания ножей автопереключателя могут быть следующие неисправности:

- кулачок автопереключателя упирается в контрольную линейку вследствие неправильной ее регулировки. Обнаружить это можно нажатием на контрольную тягу. Контрольная линейка, препятствующая западанию кулачка, в этом случае будет перемещать ножи автопереключателя

- палец ползуна, на который опирается замыкающий рычаг, находится ниже поверхности барабана из-за ослабления крепящих болтов или нарушений его размеров.

## **5 Светофоры**

### **5.1 Классификация и устройство светофоров**

Светофоры являются оптическими сигналами. В зависимости от оптической системы светофоры подразделяются на линзовые и прожекторные. Линзовый светофор для каждого сигнального показания имеет отдельную оптическую систему – линзовый комплект. Прожекторный светофор имеет оптическую систему, совмещенную со специальным механизмом, который позволяет при одной оптической системе получить три различных по цвету сигнальных показания.

По конструкции светофоры могут быть карликовые, мачтовые и консольные. Мачтовые светофоры устанавливают на перегонах, главных путях станций и на боковых путях, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов со скоростью более 50 км /ч, а также в качестве групповых и горочных светофоров и их повторителей, заградительных светофоров и маневровых с подъездных путей и из тупиков. Карликовые светофоры используют на станциях в качестве выходных с путей, по которым не предусматривается безостановочный пропуск поездов, маневровых и входных светофоров для приема поездов и подталкивающих локомотивов по неправильному пути на двухпутном участке. Консольные светофоры применяют там, где по условиям габарита нельзя установить светофор в междупутье.

Мачтовый светофор (см. рисунок 5.1) состоит из мачты 1, на которой с помощью кронштейнов крепится одна или несколько светофорных головок 5. Мачта светофора может быть железобетонной или металлической. Железобетонная мачта представляет собой полую коническую стойку, которая устанавливается непосредственно в грунт. Металлические мачты используют тогда, когда светофоры с железобетонными мачтами нельзя применять по условиям габарита или длина их недостаточна для установки требуемого количества светофорных головок и указателей. Металлическая мачта 1 закрепляется в стяжном стакане 2, размещенном на бетонном фундаменте 3.

Головки линзовых светофоров в зависимости от числа показаний выполняют одно-, двух- и трехзначными и собирают из корпусов из алюминиевого сплава либо из цельнолитого чугуна, линзовых комплектов, козырьков и деталей фонового щита. Фоновый щит 6 черного цвета устанавливается на корпусе светофорной головки для улучшения видимости сигнальных огней. Для защиты от прямых солнечных лучей, вызывающих отблески на линзах, каждый линзовый комплект снабжается козырьком 7. Мачтовые светофоры могут иметь различные указатели, которые размещаются под нижней светофорной головкой: зеленая светящаяся полоса, световой или маршрутный указатель. Зеленая светящаяся полоса включается с показанием светофора и указывает скорость, если проезд принимается на боковой путь по стрелкам с полой маркой крестовины. Световые указатели 3 применяют на светофорах, когда расстояние между смежными светофорами менее тормозного пути. При этом на светофор, ограждающем участок менее тормозного пути, устанавливают световой указатель с двумя вертикальными светящимися

стрелками белого цвета, а на предупредительном к нему светофоре – такой же указатель в виде одной стрелки белого цвета. Маршрутные указатели 4 предназначены для указания направления движения поезда и маневровых составов (направо, налево или прямо) и номера пути приема или отправления. Перед указателями располагается литерная табличка 2 с обозначением светофора.

Карликовый линзовый светофор (см. рисунок 5.1) не имеет мачты и состоит из светофорной головки 3 с линзовыми комплектами, козырьками 2 и без фонового щита, устанавливаемой непосредственно на бетонный фундамент 1. Основной частью светофорной головки является линзовый комплект (см. рисунок 5.2), который состоит из корпуса 1, наружной бесцветной ступенчатой линзы 2, внутренней цветной линзы 5 красного, зеленого, желтого, синего или лунно-белого цвета, ламподержателя 3 с лампой накаливания 4. Нить светофорной лампы находится в фокусе линз комплекта. За счет ступенчатых линз рассеивающийся световой поток электрической лампы собирается и концентрируется. Проходя через линзу – светофильтр, световой поток окрашивается, а пройдя через бесцветную линзу, преобразуется в прямолинейный сигнальный луч с малым углом рассеивания. Если светофор расположен на кривых участках пути, в линзовый комплект перед наружной линзой устанавливают рассеивающую линзу 6 с углом рассеивания 10 или 20 градусов.

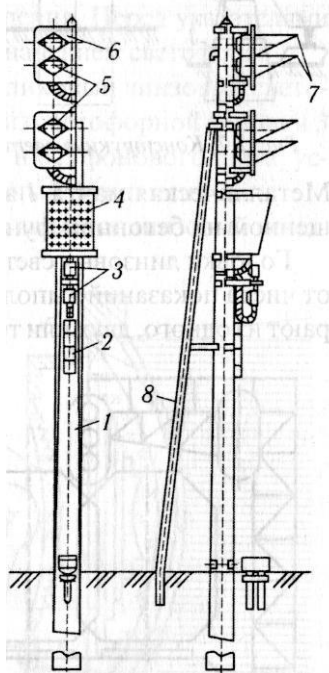


Рис. 2.6. Светофор линзовый четырехзначный на железобетонной мачте

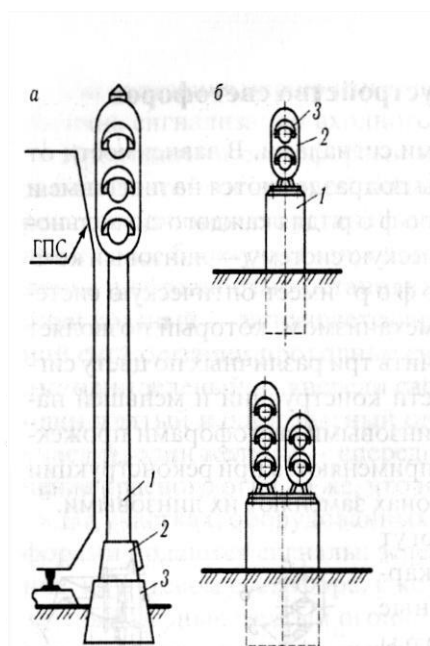


Рис. 2.7. Конструкция светофоров



Рисунок 5.1

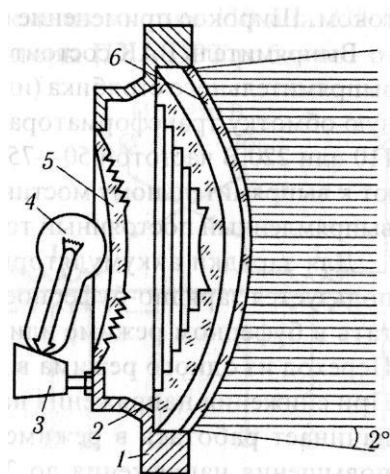


Рис. 2.9. Линзовый комплект

Рисунок 5.2

## 5.2 Сигнализация светофоров

Светофорная сигнализация на железнодорожном транспорте строится по скоростному принципу, в соответствии с которым машинисту поезда каждым сигнальным показанием передается приказ не только о запрещении или разрешении движения, но и о величине разрешаемой скорости следования. При этом каждое разрешающее показание передает одновременно два приказа: **основной** – о допустимой скорости проследования данного светофора, и **предупредительный** – о допустимой скорости проследования следующего светофора.

Передача необходимого числа приказов о допустимых скоростях движения достигается за счет цвета, числа и режимов горения (мигающий или немигающий) огней светофора, а также числа дополнительных светящихся зеленых полос. При этом цвет и режим горения одного огня светофора или верхнего при двух одновременно горящих огнях всегда указывают на требование сигнала последующего светофора. Например, зеленый огонь означает, что следующий светофор открыт и предусматривает проследование данного и следующего светофоров с установленной скоростью; зеленый мигающий – этот светофор можно проследовать с установленной скоростью, следующий светофор открыт и

требует проследование его с уменьшенной скоростью (не более 80 км/ч); желтый мигающий – данный светофор можно проследовать с установленной скоростью, следующий светофор открыт и требует проследование его с уменьшенной скоростью (не более 50 км/ч); желтый – разрешается движение с готовностью остановиться, следующий светофор закрыт.

Требования снижения скорости при проходе к входному светофору передаются двумя одновременно горящими огнями, из них нижний огонь всегда желтый и немигающий. Промежуточная скорость, с которой разрешается проследование входного светофора, конкретизируется наличием или отсутствием зеленой светящейся полосы: уменьшенная скорость (не более 50 км/ч) – отсутствие зеленой полосы при горении двух огней на светофоре, повышенная (не более 60 – 80 км/ч) – наличием светящейся зеленой полосы при горении двух огней на светофоре. Сигнал остановки – один красный – не содержит предупреждение и только запрещает движение.

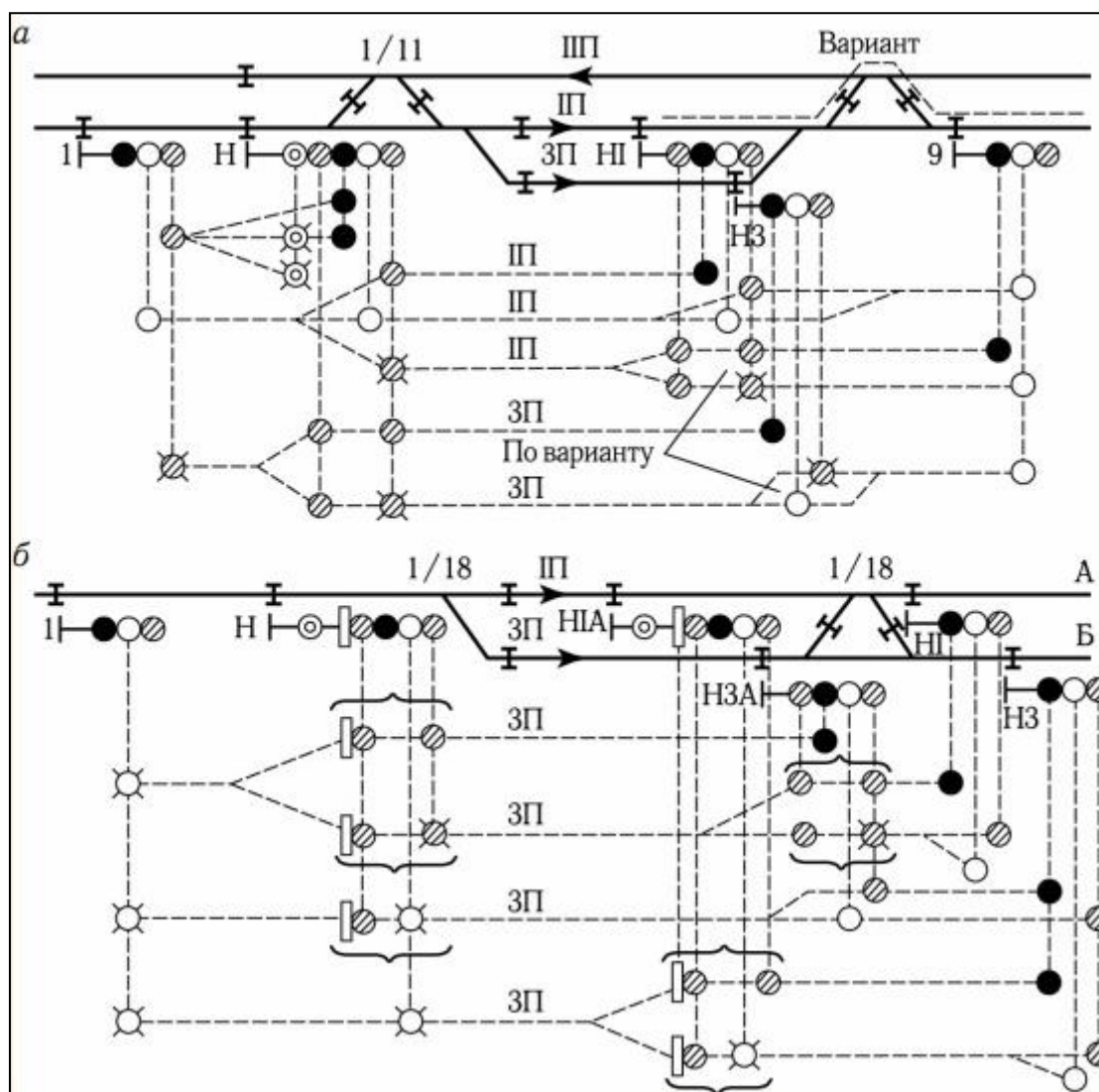


Рисунок 5.3 – Сигнализация входного и выходных светофоров на станциях.

На рисунке 5.3, *а* показана сигнализация входного и выходного светофоров для станции со стрелочными переводами с крестовинами марок 1/9, 1/11, расположенной на участке, оборудованном автоблокировкой. При горении на входном светофоре **Н** красного огня или одновременно горящих красного и белого пригласительного, или одного пригласительного огня на предупредительном светофоре **1** горит желтый огонь.

Пригласительный сигнал – мигающий лунно-белый огонь включает на входном светофоре **Н** дежурный по станции в случаях неисправности устройств автоматики и телемеханики, приводящих к невозможности открыть светофор на разрешающий огонь. Пригласительный сигнал разрешает проследовать входной светофор **Н** с красным огнем или при неработающем светофоре со скоростью не более 20 км/ч с особой

бдительностью и готовностью остановиться, если встретится препятствие для дальнейшего движения.

Пригласительный сигнал на выходных светофорах применяется для отправления поездов только по правильному пути двухпутных линий, оборудованных автоблокировкой. На участковых и других крупных станциях таких линий с интенсивным движением поездов пригласительный сигнал может применяться на выходных и маршрутных светофорах главных и боковых путей, по которым производится безостановочный пропуск поездов. На промежуточных станциях участка с интенсивным движением поездов пригласительный сигнал применяется только на выходных светофорах главных путей. Пригласительный огонь на перегон загорается одновременно с красным огнем или без него.

Прием поезда на главный путь **III** с остановкой разрешается горением одного желтого огня на входном светофоре **Н**, без остановки (сквозной пропуск) – горением зеленого огня. Если на входном светофоре **Н** горит желтый мигающий огонь, то это означает, что на выходном светофоре **НII** горят два желтых огня (установлен вариантный маршрут отправления). В этом случае поезду разрешается следовать на станцию с установленной скоростью, но выходной светофор **НII** требует проследования его с уменьшенной скоростью.

При приеме поезда на боковой путь **3II** на входном светофоре **Н** горят два желтых огня, разрешающих движение с уменьшенной скоростью с готовностью остановиться у закрытого светофора **НЗ**. При этом на предупредительно светофоре **1** включается желтый мигающий огонь, означающий, что поезд проследует по станции по боковому пути. При горении двух желтых огней, из которых верхний мигающий, разрешается проследовать по боковому пути **3II** без остановки с уменьшенной скоростью.

На рисунок 5.3, б показана сигнализация при приеме и отправлении поездов с проследованием по стрелочным переводам с крестовиной марки 1/18. Прием поезда на боковой путь **3II** по стрелочному переводу с крестовиной марки 1/18 разрешается включением на входном светофоре **Н** двух желтых огней и одной зеленой полосы. Поезд должен следовать на станцию со скоростью не более 60 км/ч с готовностью остановиться у выходного светофора **НЗ**.

Безостановочное проследование поезда по боковому пути **3II** разрешается горением на входном светофоре **Н** одного зеленого мигающего огня, одного желтого и одной зеленой полосы. Поезд может

следовать на станцию со скоростью не более 80 км/ч, выходной светофор **НЗ** открыт и требует проследования со скоростью не более 80 км/ч. Безостановочное проследование поезда по боковому пути 3П с отклонением разрешается горением на входном светофоре **Н** двух желтых огней, из них верхнего мигающего, и одной зеленой полосы. Поезд может следовать на станцию со скоростью не более 80 км/ч на боковой путь, выходной светофор **НЗ** открыт и требует проследования его с уменьшенной скоростью.

В трех представленных случаях сигнализации входного светофора **Н** с зеленой полосой на предупредительном светофоре **1** горит зеленый мигающий огонь, означающий, что поезд принимается на станцию со стрелочными переводами, имеющими пологую марку крестовины. Сигнализация маршрутных светофоров **НМ**, **ЧМ** в основном аналогична сигнализации входного светофора.

Проходными светофорами на участках, оборудованных трехзначной автоблокировкой, подаются сигналы: один зеленый – разрешается движение с установленной скоростью, впереди свободны два и более блок-участков; один желтый огонь – разрешается движение с готовностью остановиться, следующий светофор закрыт; один красный – запрещается проезжать сигнал. При четырехзначной сигнализации проходные светофоры имеют следующие сигналы: один зеленый – впереди свободны три и более блок-участков; один желтый и один зеленый огни – впереди свободны два блок-участка, один желтый – впереди свободен один блок-участок. Значение красного огня то же, что и при трехзначной автоблокировке.

На участках, оборудованных АБ и АЛС, локомотивными светофорами подаются сигналы: зеленый огонь – «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит зеленый огонь»; желтый огонь – «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит один или два желтых огня»; желтый огонь с красным – «Разрешается движение с готовностью остановиться; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит красный огонь»; красный огонь указывает, что локомотив движется по занятому блок-участку; белый огонь указывает, что локомотивные устройства включены, но сигналы с пути на локомотивный светофор не передаются.

На участках, где АЛС применяется как самостоятельное средство сигнализации при движении поездов, локомотивными светофорами подаются сигналы: зеленый огонь – разрешается движение с







установленной скоростью, впереди свободны два или более блок-участков; желтый огонь – разрешается движение с уменьшенной скоростью, впереди свободен один блок-участок; желтый огонь с красным – разрешается движение с готовностью остановится на блок-участке, следующий блок-участок занят.

Горочные светофоры сигнализируют: один зеленый – «Разрешается роспуск вагонов с установленной скоростью»; один желтый огонь – «Разрешается роспуск вагонов с уменьшенной скоростью»; один красный огонь – «Стой»; красный огонь и буква **Н** на световом указателе белого цвета – «Осадить вагоны с горки на пути парка приема или вытяжной путь».

### 5.3 Увязка сигнальных показаний выходных светофоров с различными видами устройств перегонной автоматики

Увязка сигнальных показаний выходных светофоров на станции с различными видами устройств автоматики на перегоне представлена в таблице.

№	Перегонная автоматика	Разрешение для выезда на перегон	Состояние перегона	Сигнальное показание выходного светофора
1	телефон	путевая записка	свободен	лунно-белый огонь ☉
2	электрожелезнодорожная система	железнодорожная	свободен	лунно-белый огонь ☉
3	полуавтоматическая блокировка	разрешающее показание светофора	свободен	зеленый огонь ☒
4	автоматическая блокировка	разрешающее показание светофора	свободен 1 блок-участок свободно 2 и более блок-участков	желтый огонь ☑ зеленый огонь ☒
5	отправление на ответвление с путевой блокировкой	разрешающее показание светофора	свободен 1 блок-участок, свободно 2 и более блок-	два зеленых огня ☒ ☒

			участков	
6	отправление по неправильному пути при АБ по сигналам АЛСН	разрешающее показание светофора	свободен 1 блок-участок, свободно 2 и более блок- участков	желтый мигающий и лунно-белый огни  
7	АЛСО как самостоятельное средство	разрешающее показание светофора	свободен 1 блок-участок, свободно 2 и более блок- участков	желтый и лунно-белый огни   зеленый и лунно-белый огни  

#### 5.4 Схемы управлений сигнальными показаниями светофоров

Цепи управления огнями светофоров относятся к наиболее ответственным и должны удовлетворять следующим требованиям:

1) переключение светофорных огней должно осуществляться контактами реле I класса, причем разрешающие огни включаются фронтowymi контактами;

2) если светофор имеет два или более разрешающих огней, которые могут гореть одновременно, то более разрешающий огонь включается фронтowym контактом реле, а менее разрешающий — тыловым (например, зеленый и желтый огни);

3) схема включения огней светофора должна обеспечивать контроль фактического горения ламп;

4) в схеме должно применяться двухполюсное отключение разрешающих огней от источника питания, чтобы исключалась вероятность ложного горения огней от посторонних источников переменного или постоянного тока вследствие сообщений между кабельными жилами.

Существует местное и центральное питание ламп светофоров. Местное питание осуществляется переменным током низкого напряжения (до 14 В), а при его выключении — постоянным током от источников, установленных в непосредственной близости от светофоров (способ смешанного питания). Такой способ питания применяется для наиболее ответственных и удаленных от поста ЭЦ входных сигналов. При отсутствии переменного тока вследствие каких-либо неисправностей в





вторичной обмотки трансформатора, т.е. при исправной лампе. При этом учитываются нормы снижения напряжения при переключении на ночной режим горения светофоров во избежание слепящего света ламп и в необходимых случаях — на режим специального уменьшения яркости сигналов. При переходе на ночной режим на щитовой питающей установке срабатывает реле ДН, и в схемы всех светофоров станции подается напряжение 180 В.

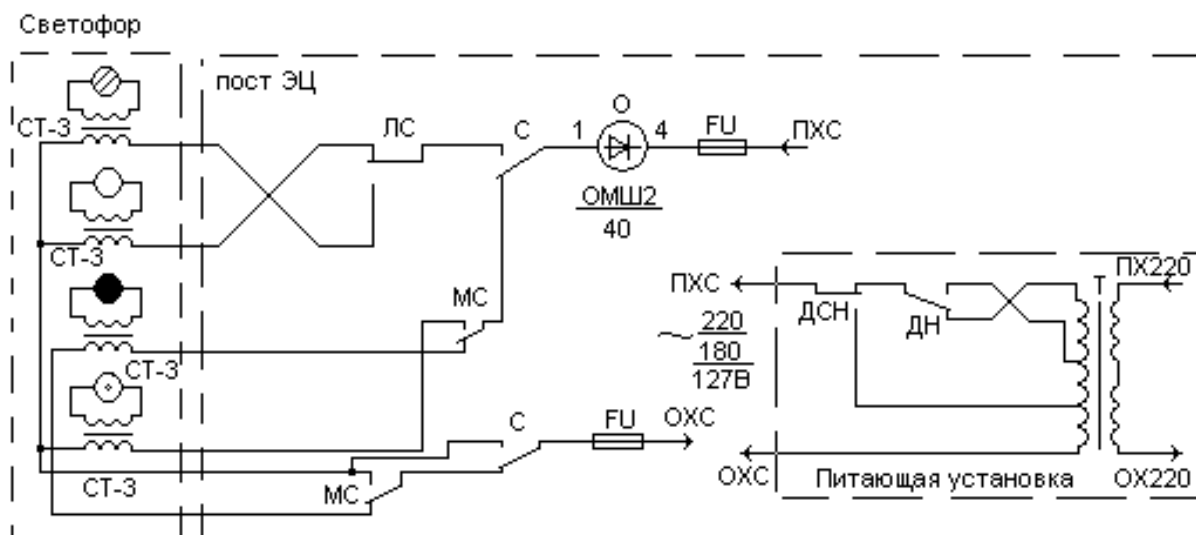


Рисунок 5.5. Схема управления светофором с центральным питанием

## 6 Полуавтоматическая блокировка

### 6.1 Принцип действия

Полуавтоматическая блокировка (ПАБ) относится к перегонным устройствам и служит для регулирования движения поездов на однопутных и двухпутных линиях железных дорог. При ПАБ управление сигналами осуществляется частично вручную работниками службы перевозок, а частично автоматически от воздействия движущегося поезда на путевые приборы и рельсовые цепи. Ограждаемым (блокируемым) отрезком пути при полуавтоматической блокировке является межстанционный (между отдельными пунктами) или межпостовой перегон (часть перегона между станцией и блокпостом). Право на занятие поездом межстанционного или межпостового перегона при ПАБ появляется при разрешающем показании выходного или проходного сигнала. При ПАБ наиболее часто применяются светофоры с двузначной

сигнализацией: красный огонь, запрещающий движение, и зеленый огонь, разрешающий.

Устройства ПАБ не допускают открытия выходного или проходного сигнала до освобождения, ограждаемого ими межстанционного или межпостового перегона, а на однопутных перегонах после открытия на станции выходного светофора исключается возможность отправления поезда с соседней станции во встречном направлении. На перегоне блокируется один поезд. ПАБ обеспечивает небольшую пропускную способность участка и невысокую безопасность движения поездов.

На двухпутных участках по каждому пути поезда движутся только в одном направлении, поэтому при ПАБ поезда следует ограждать только с «хвоста» (см. рис. 6.1, *а*), так как встречное столкновение поездов исключается. Выходные светофоры (например, ЧП или НІ) на двухпутном участке при свободном перегоне нормально закрыты, но не замкнуты. Для отправления поезда в нечетном направлении приготавливается маршрут и выходной светофор НІ открывается. После занятия перегона поездом выходной светофор НІ закрывается и замыкается. Замыкание светофора НІ снимается дежурным соседней станции *Б* после фактического прибытия, туда отравленного со станции *А* поезда.

На однопутных участках движение поездов осуществляется по одному пути в обоих направлениях, поэтому при ПАБ поезд на перегоне должен ограждаться с «хвоста» и «головы» (см. рис. 6.1, *б*). Для исключения одновременного встречного отправления поездов на свободный перегон выходные светофоры нормально не только закрыты, но и замкнуты. Для открытия светофора, например, НІ, в нечетном направлении необходимо с соседней станции *Б*, на которую предполагается отправить поезд, получить блокировочный сигнал ПС («Путевое согласие»). С помощью этого блокировочного сигнала происходит отмыкание выходных светофоров станции отправления, чем и обеспечивается безопасность движения.

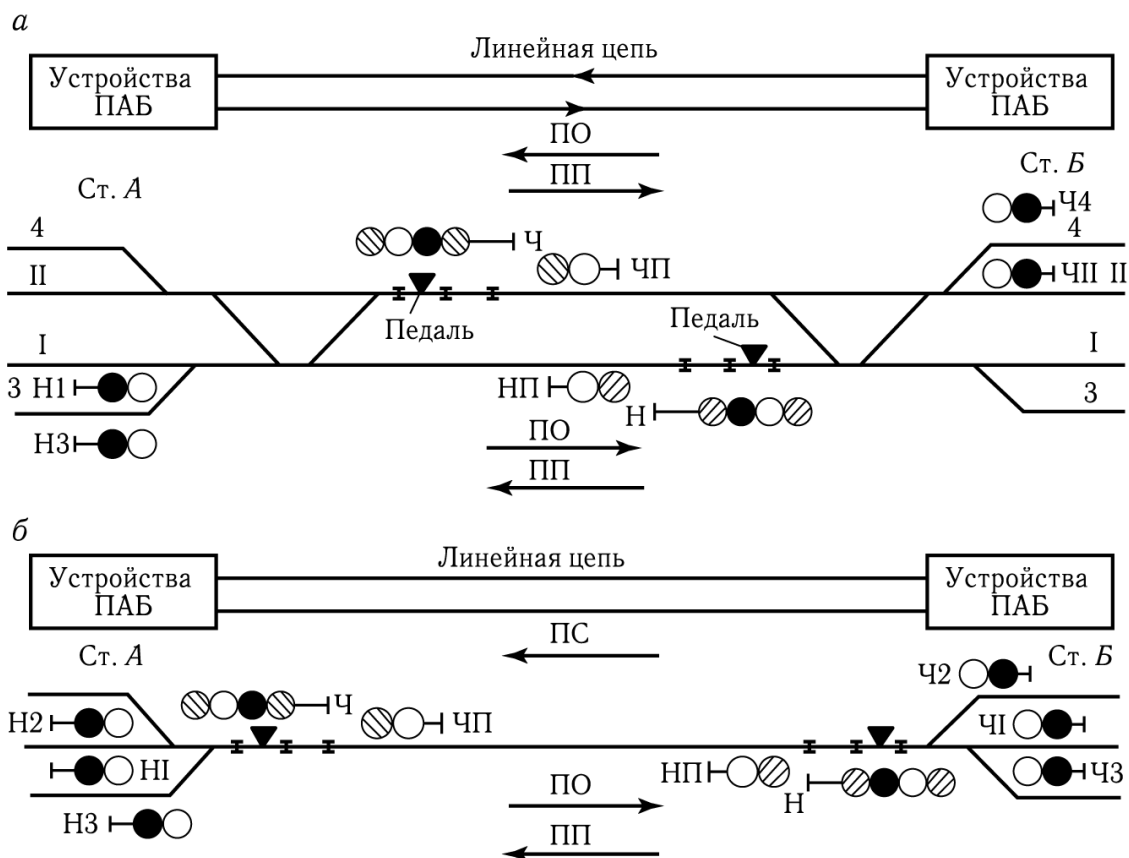


Рисунок 6.1. Блокировочные сигналы в полуавтоматической блокировке

После приготовления маршрута отправления и нажатия сигнальной кнопки выходной светофор НИ открывается, а светофоры Ч1, Ч2, Ч3 станции *Б* остаются закрытыми и замкнутыми.

После проследования поездом светофора НИ он закрывается и замыкается. Замыкание выходного светофора на однопутном участке снимается лишь после получения на станции отправления блокировочного сигнала ПС с соседней станции, на которую должен быть отправлен следующий поезд.

Управление светофорами осуществляется устройствами путевой (перегонной) ПАБ. Для управления и правильного пользования сигналами отдельные пункты (станции), ограничивающие перегон, оборудуют блокировочными аппаратами и релейными приборами и связывают их электрически между собой двухпроводной линейной цепью. Для управления светофорами дежурный по станции (ДСП) должен нажатием соответствующих кнопок на аппарате управления послать по линейной цепи на соседнюю станцию блокировочный сигнал. От этого сигнала срабатывает релейная аппаратура ПАБ, которая обеспечивает зависимость по управлению светофором. В устройствах ПАБ, кроме сигнала ПС, применяются блокировочные сигналы «Путевое отправление» (ПО) и

«Путевое прибытие» (ПП). Блокировочный сигнал ПО вызывает электрическое замыкание выходного светофора станции отправления после открытия и проследования его поездом, обеспечивая невозможность повторного его открытия на занятый перегон. Блокировочный сигнал ПП посылается со станции приема на станцию отправления после прибытия поезда. Этим сигналом снимается электрическое замыкание с выходных светофоров станции отправления на двухпутном участке, а на однопутном участке этим блокировочным сигналом ПП устройства ПАБ приводятся в исходное состояние.

Рассмотрим принцип действия путевой ПАБ на двухпутном участке. В исходном состоянии входные и выходные светофоры на станциях *A* и *B* (см. рисунок 6.1, *a*) находятся в закрытом положении. Отправление поезда со станции *A* на свободный путь перегона к станции *B* осуществляется в следующей последовательности.

На станции *A* ДСП готовит маршрут отправления (например, с *I* пути). Для открытия выходного светофора НИ ДСП станции *A* нажимает сигнальную кнопку, и при свободном перегоне на выходном светофоре НИ загорается зеленый огонь. На двухпутном участке открытие выходного светофора происходит без участия устройств блокировки соседней станции. После открытия выходного светофора НИ со станции *A* по линейной цепи устройств ПАБ на станцию *B* посылается блокировочный сигнал ПО. Этот сигнал подтверждает открытие выходного светофора НИ, извещает об отправлении поезда и занятии им перегона. На станции *A* включается лампочка ПО красные цвета, а на станции *B* — лампочка ПП красного цвета.

При выходе поезда со станции *A* на перегон выходной светофор НИ закрывается (ДСП станции *A* вытягивает сигнальную кнопку) и замыкается устройствами ПАБ, с помощью которых исключается теперь его повторное открытие. На станции *A* разделяется маршрут отправления. На станции *B* готовится маршрут приема на свободный путь (например, на *I* путь). Дежурный по станции *B* нажимает сигнальную кнопку входного светофора, на светофоре Н загорается желтый огонь.

Поезд, освобождая перегон, проходит контрольный путевой участок у входного светофора Н, входной светофор закрывается и у ДСП станции *B* на аппарате включается лампочка НП белого цвета, контролирующая прибытие поезда на станцию. Прибытие поезда в полном составе проверяется лично ДСП или техническими средствами. После этого ДСП станции *B* разделяет маршрут приема.

После разделки маршрута ДСП нажимает кнопку ДП («Дача прибытия») и по линейной цепи устройств ПАБ на станцию *A* посылается блокировочный сигнал ПП, который контролирует свободу перегона и снимает замыкание с выходных светофоров станции *A*.

На станциях однопутных линий отправление поезда на свободный перегон возможно только с согласия ДСП станции приема. Поэтому ДСП станции отправления *A* в установленном порядке запрашивает по телефону станцию приема *B* о даче согласия на отправление поезда на свободный перегон. Дежурный по станции приема *B* посылает с аппарата управления блокировочный сигнал ДС. При условии свободы перегона этот блокировочный сигнал принимается на станции отправления *A* как сигнал ПС. После получения на станции отправления *A* блокировочного сигнала ПС замыкание с выходных светофоров снимается. После приготовления маршрута и открытия выходного светофора сигнал ПС полностью используется, следовательно, при наличии блокировочного сигнала ПС на станции можно открыть выходной светофор один раз и отправить на перегон только один поезд.

Дальнейшие действия при отправлении и приеме поезда аналогичны действиям, рассмотренным для двухпутного участка.

На железных дорогах используются в основном релейные системы ПАБ Гипротрансигналсвязи (РПБ ГТСС). В релейных системах все блокировочные зависимости и необходимые замыкания осуществляются с помощью реле, что повышает надежность действия этих систем, производительность и культуру труда обслуживающего персонала. При релейных системах ПАБ используется светофорная сигнализация.

## **6.2 Способы фиксации проследования и контроля прибытия поезда**

В ПАБ имеются устройства, фиксирующие проследование поездов и осуществляющие при приеме и отправлении автоматическое закрытие входных и выходных светофоров. Прибытие поезда с перегона на станцию контролируется приборами блокировки, позволяющими после разделки маршрута приема послать на станцию отправления блокировочный сигнал ПП.

В связи с повышением требований к безопасности движения поездов при ПАБ на приемо-отправочных путях станций и в стрелочных горловинах устраивают рельсовые цепи. В этом случае автоматическое

закрытие входных и выходных сигналов осуществляется от воздействия колесных пар поезда на рельсовую цепь (РЦ).

Широкое применение получили схемы фиксации, основанные на воздействии поезда в определенном порядке на РЦ. Такие схемы фиксации проследования поезда строят с использованием двух или трех РЦ. Они осуществляют автоматическое закрытие сигналов после освобождения поездом РЦ, исключают возможность перекрытия от случайных замыканий РЦ, не допускают появления ложного сигнала прибытия поезда при повреждении изолирующих стыков.

Срабатывание всей схемы фиксации должно происходить при приеме только от прибывших поездов, а при отправлении только от отправляющихся поездов. При этом для срабатывания всех приборов необходимо, чтобы поезд последовательно по ходу своего движения занимал и освобождал РЦ путевых участков.

Контрольные устройства фиксации фактического прибытия поезда на станцию не позволяют определить, прибыл ли поезд в полном составе или часть его осталась на перегоне. Поэтому ДСП, прежде чем дать сигнал прибытия, обязан убедиться в том, что поезд прибыл в полном составе. На станциях с ручным управлением стрелками он делает это через дежурный стрелочный пост, который проверяет прибытие поезда в полном составе по хвостовым сигналам. На станциях же с ЭЦ такой возможности нет. Поэтому для повышения безопасности движения поездов при ПАБ используются устройства автоматического контроля прибытия поезда в полном составе. В настоящее время разработана и внедряется в качестве интервального регулирования движения поездов при ПАБ система устройств контроля состояния свободности перегона методом счета осей подвижного состава (УКП СО). Действие этой системы основано на применении путевых датчиков, которые не используют рельсовую линию для определения местонахождения поезда. Система УКП СО обеспечивает контроль состояния свободности перегона и автоматизацию процесса контроля прибытия поезда на станцию в полном составе.

Система УКП СО состоит из двух счетных пунктов СП1 и СП2, расположенных на границах контролируемого перегона, и контролирующего устройства КУ. Счетные пункты СП1 и СП2 с контролирующим устройством КУ связаны линейной цепью. Принцип действия системы основан на счете осей подвижного состава в каждом счетном пункте и последующем автоматическом сравнении результатов счета контролирующим устройством КУ. При одинаковых результатах

счета на каждом СП после прохода поезда по перегону и исправности аппаратуры системы вырабатывается сигнал об освобождении подвижным составом контролируемого перегона и возбуждается реле КП.

Аппаратура каждого СП состоит из путевого датчика ПД, реагирующего на перемещение колесных пар в контролируемой зоне, счетного устройства СУ, обрабатывающего электрические сигналы датчика ПД и выдает информацию на ППДИ (приемопередатчик дискретной информации), который с требуемой достоверностью передает ее в КУ, где непрерывно производится сравнение информации, поступающей со счетных пунктов.

Для увязки УКП СО с ПАБ на аппарате управления у ДСП устанавливаются две кнопки: ИВК — «искусственного» восстановления исходного состояния системы УКП СО и ВСОК — выключения устройства счета осей из действия. Кнопка ИВК не пломбируемая, без фиксации со счетчиком числа нажатий. Кнопка ВСОК пломбируемая, с фиксацией. На пульте-табло ДСП каждой станции установлены лампочки контроля перегона ЛКП. Горение красной лампочки означает занятость перегона, зеленой — его свободности. При свободном перегоне информация об этом и об исправности системы имеется на обеих станциях (на пульте-табло ДСП каждой станции горит зеленая лампочка ЛКП). При занятом перегоне на пульте-табло обеих станций горит красная лампочка ЛКП (кнопки ВСОК не нажаты).

Если после прохода поезда по перегону (или проведения планово-профилактических работ) контрольно-путевое реле КП осталось обесточенным («ложная занятость» перегона) из-за каких-либо ошибок в передаче информации, то систему УКП СО необходимо привести в исходное состояние. Для этого ДСП станции приема, убедившись установленным порядком, что поезд прибыл в полном составе, делает запись в журнале ДУ-46 и нажимает кнопку ИВК.

При этом показание ее счетчика увеличивается на единицу. Устройствами КУ формируется передача на станции *А* и *Б* сигнала ОК (обратного канала), который несет информацию о положительном результате сравнения данных, полученных от обоих счетных пунктов.

На пульте-табло обеих станций вместо красной загорается зеленая лампочка ЛКП. Система восстановилась и может нормально функционировать.

Если в системе произошел необратимый отказ и она не восстанавливается при помощи кнопок ИВК, то ДСП нажимает

пломбируемую кнопку ВСОК. Kontakтами этой кнопки исключается влияние неисправной аппаратуры УКП СО на работу ПАБ. После восстановления работоспособности системы ДСП вытягивает кнопку ВСОК и оформляет пломбирование кнопки установленным порядком.

## **7. Автоматическая блокировка**

### **7.1 Общие понятия**

Автоблокировка (АБ) по сравнению с ПАБ является более совершенным средством регулирования движения поездов на перегонах, при которой показаниями проходных светофоров управляет движущийся поезд.

При АБ перегон между станциями делят на отдельные блок-участки, а на их границах устанавливают проходные светофоры. Каждый блок-участок оборудуется электрической рельсовой цепью (РЦ). Источники питания и релейная аппаратура для управления светофором устанавливаются непосредственно около него. Повышение пропускной способности достигается реализацией попутного движения поездов с минимальным интервалом, так как полный перегон разделен на отдельные блок-участки, ограждаемые проходными светофорами, которые работают автоматически, в то время как в ПАБ интервал попутного следования поездов равен полному перегону, что и ограничивает его пропускную способность.

Безопасность движения поездов при АБ повышается благодаря оборудованию каждого блок-участка РЦ, которая контролирует не только свободу и занятость блок-участков, но и целостность рельсовых нитей в пределах этих блок-участков. При занятости или повреждении рельсовой нити блок-участка светофор, ограждающий этот участок, автоматически приводится в закрытое состояние, чем и ограждается возникшее препятствие.

В целях предупреждения проезда закрытых путевых светофоров и повышения безопасности движения поездов АБ дополняется устройствами автоматической локомотивной сигнализации АЛС, которые передают на локомотивный светофор показания путевого светофора.

Правилами технической эксплуатации предъявляются следующие требования к устройствам АБ: все светофоры должны автоматически



перекрываться на запрещающее показание при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки, а также в случае нарушения целости рельсовых нитей этих участков; устройства АБ не должны допускать открытия проходного светофора до освобождения подвижным составом ограждаемого им блок-участка, а также самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное питание и обратно; на однопутных перегонах, оборудованных АБ, после открытия на станции выходного светофора должна быть исключена возможность открытия соседней станцией выходных светофоров для отправления поездов на этот же перегон во встречном направлении. Такая же взаимозависимость светофоров должна быть на двухпутных перегонах, оборудованных АБ для двустороннего движения по каждому пути.

На сети железных дорог применяются различные системы АБ. В зависимости от принятой значности сигнализации проходными светофорами автоблокировка бывает двужначной, трехзначной и четырехзначной. В зависимости от числа направлений движения по перегону применяется односторонняя (двухпутная) АБ, которая обеспечивает движение поездов по каждому из двух путей только в одном направлении, и двусторонняя, которая обеспечивает движение поездов по одному пути в обоих направлениях (однопутная). В зависимости от рода тока, питающего рельсовые цепи, АБ может быть постоянного и переменного тока. В зависимости от того, как осуществляется связь по увязке показаний проходных светофоров, АБ бывает проводной и беспроводной.

Любая система АБ должна обладать высокой надежностью, гарантировать отсутствие опасных отказов и обеспечивать:

- связь между показаниями светофора и состоянием блок-участка;
- связь между показаниями проходных светофоров;
- управление огнями светофора;
- контроль целостности нити лампы красного огня и автоматический перенос красного огня на предыдущий светофор при повреждении цепи лампы красного огня данного светофора;
- смену направления движения на перегоне при двустороннем действии на однопутных и двухпутных (при закрытии одного из путей для капитального ремонта) линиях;
- исключение появления на светофоре более разрешающих сигнальных показаний при замыкании изолирующих стыков в РЦ.

## 7.2 Системы сигнализации

При АБ используют трех- и четырехзначную сигнализацию путевых светофоров. Минимальный интервал попутно следующих поездов определяется из условия движения поездов на зеленый огонь.

**Трехзначную сигнализацию** применяют на магистральных линиях, где обращаются поезда с одинаковыми тормозными путями. Интервал попутного следования между поездами в пакете определяется разграничением поездов тремя блок-участками (рис. 7.1, а).

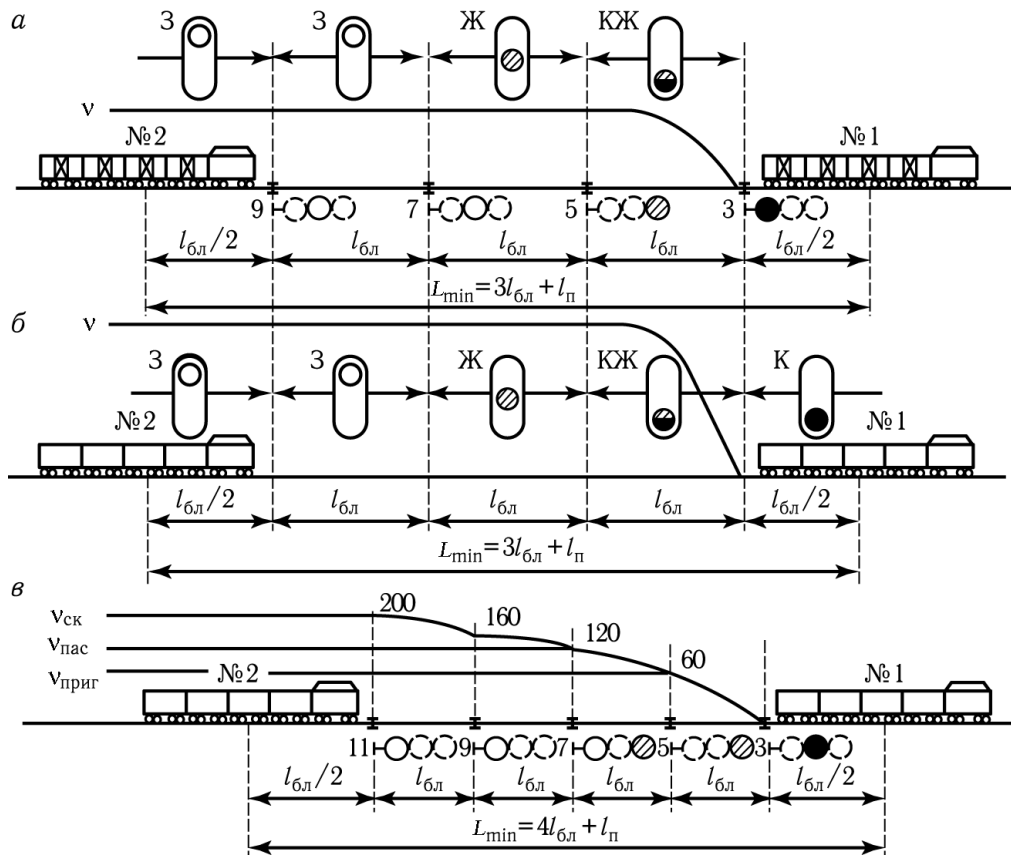


Рисунок 7.1. Интервалы попутного следования поездов при трех- и четырехзначной сигнализации

При трехблочном разграничении поезда всегда движутся на зеленый огонь впереди стоящего светофора. Этим создаются благоприятные условия для машиниста при ведении поезда с установленной скоростью. По показанию путевых светофоров машинист регулирует и скоростной режим движения поезда. Зеленый огонь светофора, к которому приближается поезд, разрешает проследовать данный светофор с установленной скоростью; следующий светофор открыт. Желтый огонь

разрешает проследовать данный светофор с уменьшенной скоростью и готовностью остановиться, следующий светофор закрыт.

При движении поезда по перегону сигнальное показание путевого светофора, к которому он приближается, непрерывно передается на локомотивный светофор. Машинист независимо от условий видимости путевых светофоров, руководствуясь показаниями локомотивного светофора, может точно выполнять сигнальные приказы и уверенно вести поезд.

Длина блок-участка при трехзначной сигнализации должна быть не менее тормозного пути, то есть не менее 1000 м, наибольшая длина блок-участка — не более 2600 м, а участков приближения перед входным светофором станции — не более 1500 м. Интервал попутного следования поездов при трехзначной автоблокировке принимают 8...10 мин, в ряде случаев 6 мин.

**Четырехзначная сигнализация** применяется на участках, где обращаются поезда с разными скоростями и разными тормозными путями. Такими участками являются участки с интенсивным движением пригородных поездов. Такие поезда вследствие частых остановок имеют меньшие скорости и тормозные пути по сравнению с магистральными поездами, которые развивают большие скорости и имеют большие тормозные пути. Блок-участки для пригородных поездов оказываются короче тормозных путей дальних поездов. Поэтому расстановка светофоров должна быть такой, чтобы длина блок-участка обеспечивала максимальный тормозной путь. С целью обеспечения максимальных тормозных путей для дальних поездов, сохраняя при этом минимальные длины блок-участков для пригородных поездов, применяют четырехзначную сигнализацию, используя четырехблочное разграничение поездов.

Сигнальное показание в виде одновременно горящих желтого и зеленого огней светофора устанавливает начало максимального тормозного пути дальнего поезда. Один горящий желтый огонь проходного светофора означает начало тормозного пути пригородного поезда. Для пригородного поезда зеленые огни светофоров 9, 11 и одновременно горящие желтый и зеленый огни светофора 7 разрешают движение с установленной скоростью; желтый огонь светофора 5 требует начала торможения, чтобы произвести остановку поезда у светофора 3 с красным огнем.

Для пассажирского поезда зеленые огни светофоров 9, 11 разрешают движение с установленной скоростью; желтый с зеленым огни светофора 7 требуют начала торможения, чтобы проследование следующего светофора 5 с желтым огнем произошло со скоростью, допустимой при проезде желтого огня. После проезда светофора с желтым огнем машинист должен продолжать торможение, чтобы остановить поезд у светофора 3 с красным огнем.

У высокоскоростного поезда тормозной путь может быть равным четырем блок-участкам автоблокировки, поэтому машинист приступает к торможению от светофора 11 с зеленым огнем. Показания путевых светофоров могут не отражать начало тормозного пути высокоскоростного поезда, поэтому машинист руководствуется скоростными показаниями многозначной АЛС.

### **7.3 Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-2000**

Система АБТЦ предназначена для двухпутных участков железных дорог с нормальным сопротивлением балласта, обслуживаемых любым видом тяги поездов (автономной, электротягой постоянного или переменного тока). Эта система позволяет повысить надежность работы устройств АБ, снизить эксплуатационные затраты, а также время устранения неисправностей.

Схемные решения системы АБТЦ-2000 выполнены на реле типа РЭЛ, АНШ и НМШ. Основу системы АБТЦ составляют тональные рельсовые цепи (ТРЦ) без изолирующих стыков, в которых используются амплитудно-модулированные сигналы с несущими частотами 420...780 Гц и частотами модуляции 8 или 12 Гц. Для исключения перекрытия светофора приближающимся поездом (рис. 7.2) точка подключения аппаратуры РЦ выносится на 40 м по направлению движения за светофор для обеспечения зоны дополнительного шунтирования (не более 40 м).

Аппаратура АБТЦ размещается на станциях, ограничивающих перегон, в транспортабельных модулях или на постах ЭЦ. Соединение постовой и перегонной аппаратуры, а также увязка аппаратуры, расположенной на смежных станциях, осуществляется двумя сигнально-блокировочными кабелями парной скрутки для каждого пути.

Особенностью работы устройств АБТЦ является наличие схемы замыкания и размыкания перегонных устройств, которая исключает

появление разрешающего показания на светофоре в случае ложной свободы РЦ. Работа схемы замыкания начинается с замыкания участка

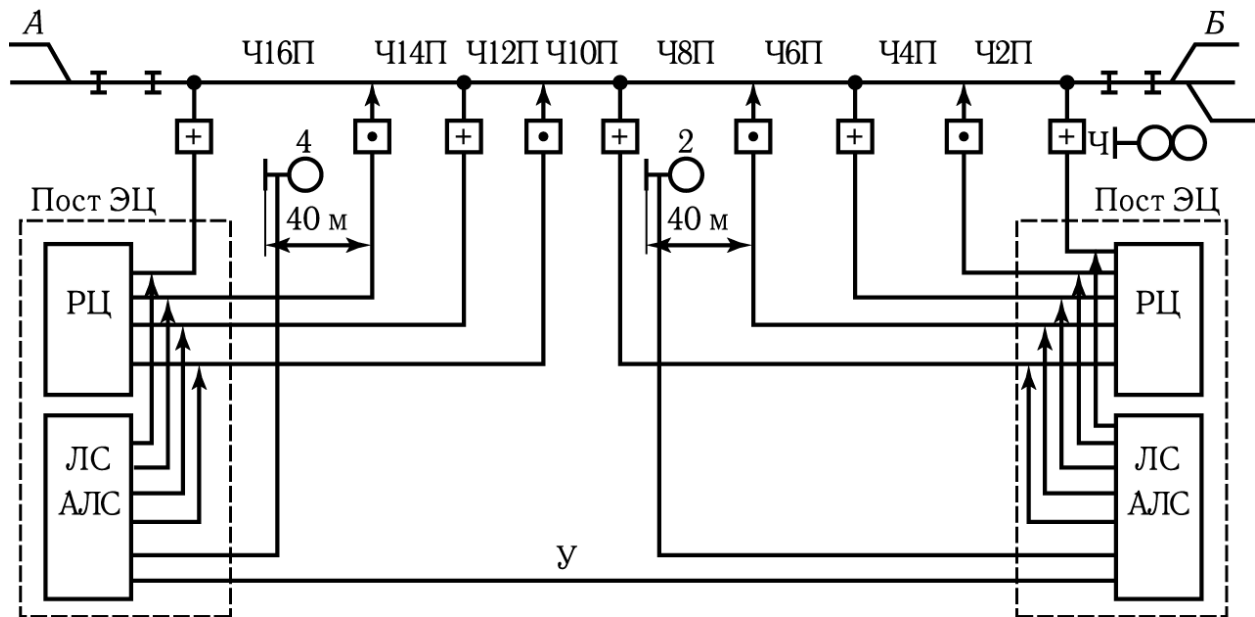


Рисунок 7.2. Структурная схема автоблокировки АБТЦ

при установленном поездном маршруте и проследовании поездом выходного сигнала происходит замыкание участка удаления. Следующий по ходу движения блок-участок переходит в режим предварительного замыкания, а при занятии его поездом блок-участок окончательно замыкается. Такая последовательность замыкания блок-участков поездом осуществляется до конца перегона. Контроль о замыкании блок-участков в пределах перегона имеется на пульте ДСП станции отправления в виде светящейся ячейки «замыкание перегона». Если ни один блок-участок не замкнут, эта ячейка горит белым огнем, если замкнут хотя бы один блок-участок, ячейка горит красным огнем. На станции приема эта ячейка погашена. Размыкание блок-участка происходит с проверкой последовательности занятия и освобождения поездом РЦ и при условии замыкания следующего блок-участка по ходу поезда. Такое размыкание блок-участка осуществляется автоматически под действием движущегося поезда. Если последовательность освобождения РЦ будет нарушена, то блок-участок останется замкнутым, а на ограждающем его светофоре сохранится запрещающее показание. В этом случае ячейка «замыкание перегона» горит красным огнем в течение времени, превышающем время, необходимое последнему отправленному поезду для прибытия на соседнюю станцию. В этом случае ДСП станции отправления должен связаться с ДСП станции приема и получить от него подтверждение о

прибытии отправленного им поезда в полном составе. Убедившись в свободности перегона, ДСП станции

отправления приступает к искусственному размыканию перегона. Оно осуществляется ДСП последовательным нажатием двух кнопок, групповой со счетчиком нажатий и одной из кнопок разделки пути перегона 1НР, 2НР, 1ЧР, 2ЧР в зависимости от номера пути, установленного на нем направления движения (четного или нечетного). По окончании искусственной разделки ячейка «замыкание перегона» переключится с красного показания на белое, после чего ДСП отпускает нажатые кнопки.

Если при выполнении искусственной разделки и удержания кнопок в нажатом состоянии более 5 с ячейка «замыкание перегона» не изменит свое показание, схема искусственного размыкания считается неисправной. Результаты переговоров ДСП станций приема и отправления и действия ДСП станции отправления фиксируются в журнале установленной формы. Если ДСП станции отправления не может задать поездной маршрут отправления, он должен перед отправлением поезда по запрещающему показанию выходного сигнала выполнить искусственное замыкание участка удаления, которое осуществляется нажатием кнопки «замыкание участка удаления», после чего поезд может быть отправлен на перегон. Если после отправления поезда участок удаления длительное время находится в замкнутом состоянии, дежурный по станции отправления может выполнить искусственную разделку участка удаления, чтобы не задерживать отправление следующих поездов. Перед выполнением искусственной разделки участка удаления ДСП должен убедиться в свободном состоянии этого участка. Размыкание участка удаления может осуществляться независимо от того, занят перегон или нет (за исключением самого участка удаления). Разделка участка удаления выполняется аналогично разделке перегона, а именно, последовательным нажатием двух кнопок, групповой кнопки со счетчиком числа нажатий ГРС и одной из кнопок разделки участка удаления 1НРУ, 2НРУ, 1ЧРУ, 2ЧРУ. По окончании искусственной разделки участка удаления ячейка первого участка удаления переключается на белое показание.

## **8 Автоматическая локомотивная сигнализация**

На участках, оборудованных автоблокировкой, получила распространение система автоматической локомотивной сигнализации

(АЛСН) с числовым кодом, которая позволяет осуществить четырехзначную сигнализацию на локомотивном светофоре.

При движении поезда на зеленый огонь светофоров 3 и 5 на локомотивном светофоре ЛС горит зеленый огонь, а при движении на желтый огонь светофора 1 — желтый огонь. При движении на красный огонь светофора Н на ЛС горит желтый с красным огонь. В случае проезда светофора с красным огнем или выхода на не кодируемый блок-участок желтый огонь с красным меняется на красный.

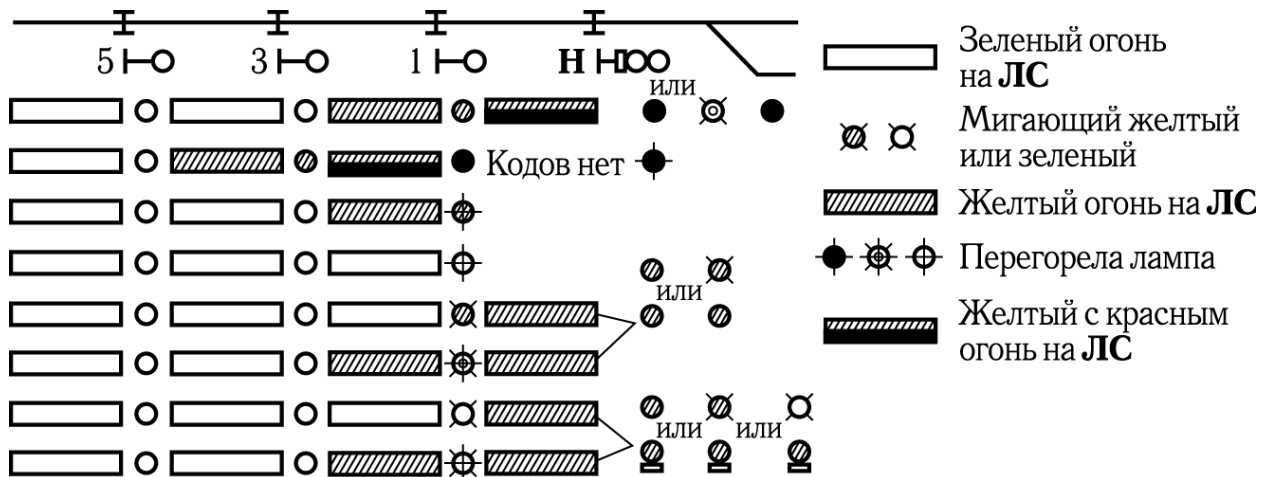


Рисунок 8.1 Увязка показаний путевых и локомотивных светофоров при трехзначной автоблокировке

Если перегорает лампа красного огня на входном светофоре Н или на любом проходном светофоре, кодирование блок-участка перед данным светофором прекращается, красный огонь переносится на позади стоящий светофор и показания локомотивного светофора соответственно сдвигаются.

Перегорание лампы желтого огня на светофоре 1 не приведет к изменению кодирования, и блок-участок перед этим светофором продолжает кодироваться кодом Ж, а на локомотивном светофоре в этом случае будет гореть желтый огонь. Перегорание лампы зеленого огня на светофоре 1 также не приведет к изменению кодирования блок-участка перед этим светофором, блок-участок будет продолжать кодироваться кодом 3. На локомотивном светофоре в этом случае также будет гореть зеленый огонь.

Если на светофоре 1 горит желтый или зеленый мигающий огонь, то блок-участок перед этим светофором кодируется кодом 3 и на

локомотивном светофоре горит зеленый огонь. В случае перегорания лампы желтого или зеленого мигающего огня на локомотивном светофоре приближающегося поезда вместо зеленого загорится желтый огонь.

При приближении поезда к входному светофору с любым разрешающим показанием при приеме на боковой путь на ЛС горит желтый огонь, при приеме на главный путь — желтый или зеленый. Прием на боковой путь с остановкой на станции со стрелочными переводами полой марки крестовин разрешается включением на входном светофоре Н двух желтых огней и зеленой полосы. При движении поезда по стрелочной горловине и пути приема на ЛС горит желтый огонь с красным.

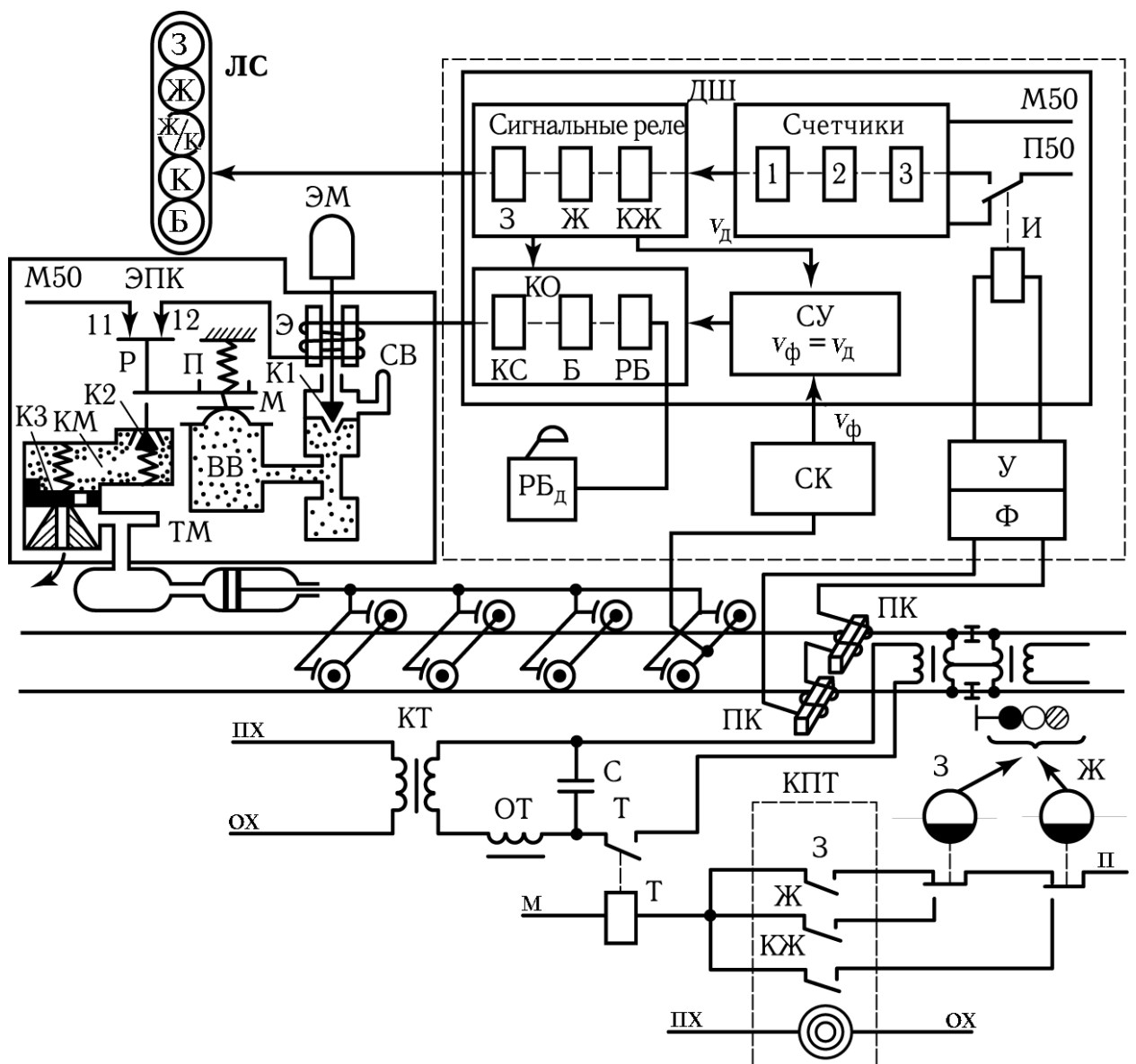


Рис. 8.2. Структурная схема устройств АЛСН



Каналом связи между путевыми и локомотивными устройствами в системе АЛСН являются РЦ. Для передачи на локомотив сигнальных показаний проходных светофоров навстречу приближающемуся поезду в рельсы подается кодированный переменный ток, содержащий в зашифрованном виде (в виде числового кода) соответствующий сигнальный приказ (см. рис. 8.2).

В системе АЛСН числового кода у проходного светофора АБ устанавливается кодирующая аппаратура в виде кодового путевого трансмиттера КПТ и трансмиттерного реле Т. Выбор сигнального кода в зависимости от показания светофора осуществляется схемой кодирования: в АБ постоянного тока — с помощью контактов линейного реле Л, а в АБ переменного тока с помощью контактов сигнальных реле Ж и З. Трансмиттерное реле Т работает в режиме кода, вырабатываемого в данный момент трансмиттером КПТ, в зависимости от показания проходного светофора.

Переключая контакт в цепи кодового трансформатора КТ, реле Т транслирует в РЦ числовой сигнальный код в виде импульсов переменного тока. Этот сигнальный код подается в РЦ навстречу движения поезда, чтобы импульсы переменного тока проходили под приемными катушками ПК локомотива, которые подвешиваются на нем перед первой колесной парой и служат для приема сигнальных кодов из РЦ. На локомотиве также устанавливаются: фильтр Ф, усилитель У, дешифратор ДШ для расшифровки числовых кодов и управления локомотивным светофором ЛС и электропневматическим клапаном ЭПК, скоростемер СК для измерения фактической скорости движения поезда, рукоятка бдительности РБ.

Переменный кодовый ток образует вокруг каждого рельса магнитное поле, в пересекающих его приемных катушках индуцируются импульсы кодового тока. Эти импульсы проходят через защитный фильтр Ф, не пропускающий в приемник локомотивных устройств токи других частот, усиливаются в усилителе У и преобразуются в импульсы постоянного тока, которые воздействуют на импульсное реле. Таким образом, импульсное реле работает в режиме кода РЦ и управляет работой дешифратора. В дешифраторе имеются счетчики 1, 2, 3 и сигнальные реле З, Ж, КЖ. В зависимости от значения кода образуются дешифрирующие цепи возбуждения сигнальных реле, с помощью которых включаются на ЛС огни, повторяющие показание каждого проходного светофора, к которому приближается поезд.

Чтобы обеспечить безопасность движения поездов и предупредить проезд закрытых светофоров или открытых с недопустимой скоростью, в системе АЛСН применены контроль превышения скорости и проверка бдительности машиниста. В дешифраторе имеется контрольный орган КО, в котором помещены реле контроля скорости КС, реле бдительности Б, реле рукоятки бдительности РБ. Для проверки бдительности машиниста установлена РБ.

В зависимости от показаний проходного светофора контролируются следующие скорости движения: на зеленый огонь допускается максимальная скорость  $v_{\max}$ , которая устройствами АЛСН не ограничивается; на желтый огонь — скорость  $v_{\text{ж}}$ ; проследование светофора с желтым и движение на красный огонь допускается со скоростью  $v_{\text{кж}}$ , которая не должна превышать 50 км/ч; проследование светофора с красным огнем — со скоростью не выше 20 км/ч.

Для контроля превышения скорости на локомотиве имеется сравнивающее устройство СУ, в котором сравнивается фактическая скорость  $v_{\text{ф}}$ , измеряемая скоростемером СК, с допустимой  $v_{\text{д}}$  которая определяется при дешифрировании кодового сигнала, поступающего из РЦ. Если будет превышена контролируемая скорость, то устройства автостопа произведут автоторможение поезда. Чтобы предотвратить действие автостопа, машинист должен предварительно снизить скорость и не допустить ее превышения при появлении на ЛС желтого огня, желтого огня с красным или красного огня.

Устройства КО и СУ при движении поезда действуют следующим образом. При движении на зеленый огонь и горении на ЛС зеленого огня возбуждены сигнальные реле З, Ж и КЖ, а также реле КС и Б. Через фронтные контакты реле Б и КС подается питание электромагниту Э (ЭПК), и автостоп находится в рабочем состоянии.

Когда при проследовании светофора с зеленым огнем он меняется на желтый, в дешифраторе выключается реле З и на ЛС загорается желтый огонь. Реле КС проверяет через устройство СУ превышение скорости при желтом огне на ЛС. Если фактическая скорость не превышает  $v_{\text{ж}}$ , реле КС и электромагнит Э остаются возбужденными, а автостоп — в рабочем состоянии. Если фактическая скорость превышает  $v_{\text{ж}}$ , то устройства СУ выключают реле КС и электромагнит Э, подготавливается действие автостопа, включается свисток автостопа, и для предотвращения автоторможения машинист в течение 5...7с должен нажать РБ и вследствие этого возбуждается реле РБ, Б, КС. После этого машинист

должен отпустить РБ, отчего включается электромагнит Э, автостоп сохраняет рабочее состояние и автоторможения не происходит. При дальнейшем движении и горении на ЛС желтого огня, чтобы не допустить автоторможение, машинист должен периодически через 15...20 с нажимать РБ.

При проезде светофора с желтым огнем и при движении на крас-11 ый огонь в дешифраторе выключается реле Ж и на ЛС желтый огонь меняется на желтый огонь с красным. Выключается реле КС и электромагнит Э, и в кабине машиниста раздается длинный свисток, предупреждающий о возможности срабатывания автостопа. Предупреждение действия автостопа возможно, если фактическая скорость движения не превышает скорости проверки бдительности гкж. Периодически через (15...20 с) нажатием РБ возбуждаются реле КС и электромагнит Э, и автостоп сохраняет рабочее состояние. Если фактическая скорость превышает укж, то периодическим нажатием РБ машинист не может возбудить реле КС и электромагнит Э, происходит абсолютное действие автостопа, автоторможение и полная остановка поезда.

При потере бдительности машинистом поезда, когда включается длинный свисток ЭПК, а на РБ не нажимают, происходит срабатывание автостопа и автоторможение. В этих случаях выключается электромагнит Э, открывается клапан К1 и воздух из камеры выдержки времени ВВ начинает выходить через свисток СВ. Если в течение 5...7 с после включения свистка машинист не нажимает РБ, автостоп срабатывает. Воздушная тормозная магистраль ТМ соединяется с атмосферой и начинается экстренное торможение. Приостановить действие автостопа нажатием РБ машинист уже не может, так как цепь электромагнита Э разомкнута контактами 11—12 рычага Р автостопа.

Восстановление автостопа в рабочее состояние возможно после полной остановки поезда. Машинист должен вставить ключ в замок ЭМ клапана ЭПК и повернуть его в рабочее положение, отчего тормозная магистраль разобщается с атмосферой. После этого машинист однократным нажатием РБ возбуждает реле КС и электромагнит Э, автостоп возвращается в рабочее состояние. Затем машинист поворачивает ключ в замке ЭМ в нормальное положение. В таком состоянии ключ хранится в замке на все время следования поезда по участку автоблокировки.

Существующая система АЛСН числового кода имеет существенные недостатки, которые снижают уровень безопасности движения поезда. К

ним относятся: низкая информативность системы АЛСН и ограниченность функциональных возможностей, которые обусловили необходимость дополнения локомотивного оборудования другими устройствами обеспечения безопасности движения: регистрирующий скоростемер, устройство контроля торможения «Дозор» перед запрещающим показанием проходного светофора, устройства контроля бдительности машиниста УКБМ и др.

Для комплексной замены АЛСН и ряда других устройств безопасности разработано и внедряется на железных дорогах комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ. Аппаратура КЛУБ может использоваться на всех типах локомотивов. Она выполнена на микропроцессорной элементной базе, имеет внутреннее резервирование и определенные ресурсы для наращивания функциональных возможностей. Аппаратура КЛУБ обеспечивает:

- прием информации из каналов АЛСН и АЛС-ЕН, ее дешифрацию и индикацию машинисту;
- отслеживание проследования границ блок-участков при приеме информации из канала АЛС-ЕН;
- формирование допустимой скорости движения и ее индикацию;
- измерение и индикацию фактической скорости движения, сравнение фактической скорости движения с допустимой;
- автостопное торможение в случае превышения допустимой скорости движения по показаниям светофоров;  
контроль торможения перед светофором с запрещающим сигналом;
- при движении поезда — периодический контроль бдительности или бодрствования машиниста;
- однократный контроль бдительности;
- исключение самопроизвольного (несанкционированного) движения локомотива;
- невозможность движения при отключенном ЭПК или выключенной системе безопасности.

## 9 Переездная автоматика

### 9.1 Общие понятия

Пересечения в одном уровне железных дорог с автомобильными дорогами называются *железнодорожными переездами*. Переезды позволяют обеспечить свободный пропуск автотранспорта при отсутствии приближающихся к переезду поездов, с появлением поезда заблаговременно прекратить движение через переезд, а в случае аварии на переезде подать поезду сигнал остановки перед ним. Для обеспечения безопасности движения и регулирования движения транспортных средств через переезд его оборудуют устройствами автоматической переездной сигнализации, к которым относятся автоматическая светофорная переездная сигнализация (без шлагбаумов или с автоматическими шлагбаумами) и автоматическая оповестительная переездная сигнализация. Эти устройства должны подавать сигнал остановки в сторону автомобильной дороги и сигнал оповещения о приближении поезда к переезду. Сигнализация должна включаться с упреждением, необходимым для заблаговременного освобождения переезда транспортными средствами до подхода поезда к нему. Автоматические шлагбаумы закрывают переезд через определенное время после начала действия светофорной сигнализации. Действие автоматической светофорной сигнализации и закрытое состояние автошлагбаумов должны продолжаться до полного освобождения переезда поездом.

Переезды I и II категорий являются *охраняемыми* и оборудуются автоматической светофорной сигнализацией с автоматическими шлагбаумами. Переезды III и IV категорий являются в основном *неохраняемыми* и оборудуются автоматической светофорной сигнализацией (без шлагбаумов).

### 9.2 Устройства автоматики

Устройства автоматической оповестительной переездной сигнализации предупреждают о приближении поезда к переезду с помощью акустического прибора дежурного по переезду, который принимает меры к ограждению переезда, опуская шлагбаум

(механизированный или полуавтоматический шлагбаум). Переезды, обслуживаемые дежурным работником, должны иметь радиосвязь или прямую телефонную связь с ближайшей станцией или постом.

Наиболее совершенным устройством ограждения переезда является автоматическая светофорная сигнализация с автоматическими шлагбаумами (АПШ) или без них (АПС). В состав устройств АПШ (см. рисунок 9.1) на переезде входят: переездные двужачные светофоры 1, совмещенные с шлагбаумами и ограждающие переезд со стороны подъезда автомобильного транспорта (автоматические шлагбаумы размещают на расстоянии не менее 6 м от крайнего рельса железнодорожного полотна, механизированные шлагбаумы — на расстоянии не менее 8,5 м); предупредительные знаки 7—10 «Железнодорожный переезд со шлагбаумами» и «Внимание! Автоматический шлагбаум» (совмещенные знаки устанавливают на расстоянии 40...50 м от крайнего рельса, одиночный знак — на расстоянии 150...250 м); заградительные светофоры 2 (устанавливают на расстоянии 15...800 м от переезда), эти светофоры предназначены для остановки поезда и предупреждения столкновения включает дежурный по переезду в случае задержки или аварии автомашины на переезде; сигнальный знак «С» (подача свистка) 3; помещение дежурного по переезду 4, где установлен щиток переездной сигнализации 5 (с этого щитка дежурный по переезду может вручную открывать и закрывать переезд и включать заградительные светофоры); релейный шкаф 6 для размещения аппаратуры и источников питания устройств АПШ.

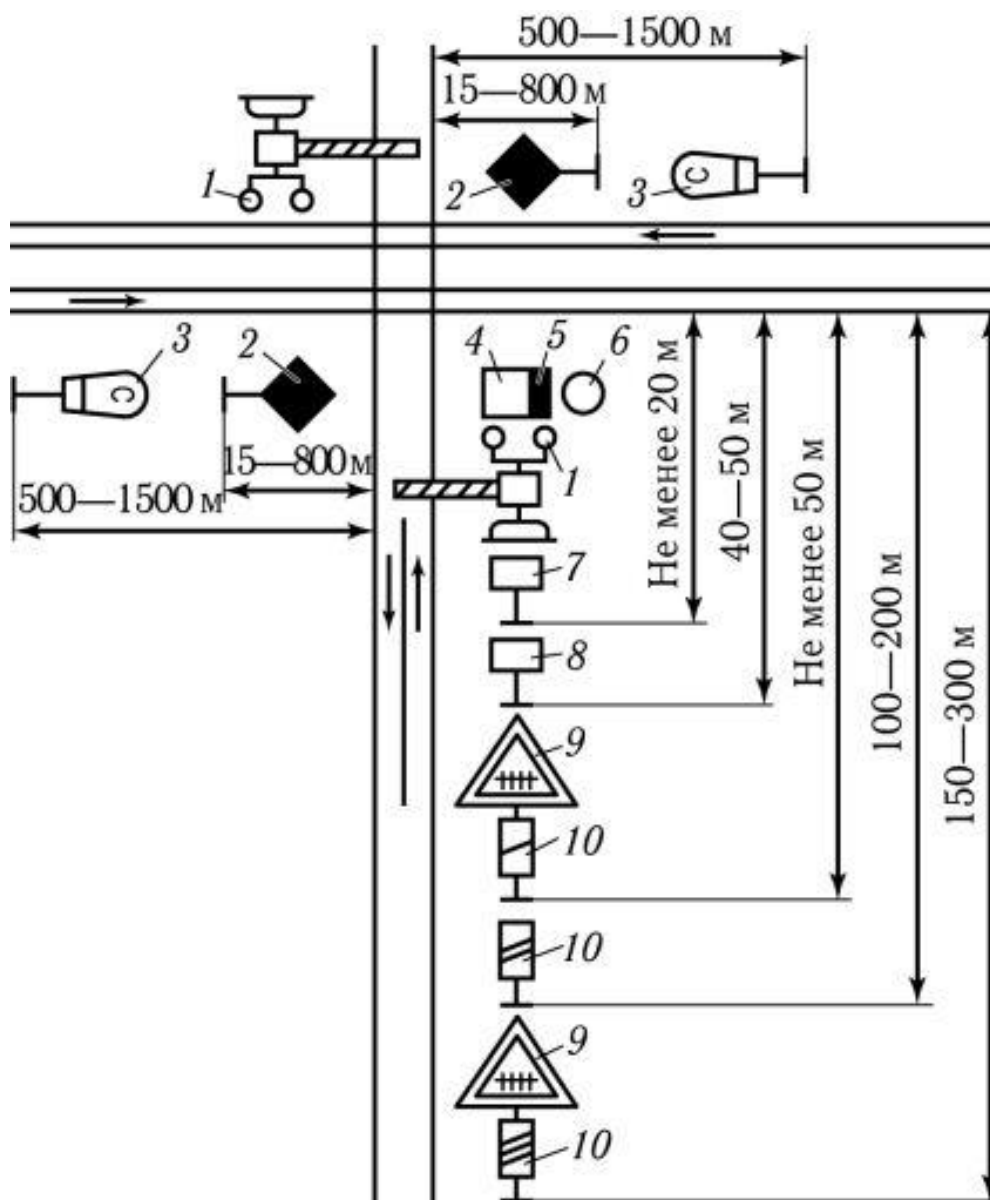


Рисунок 9.1. Устройства переездной сигнализации с автошлагбаумами

При автоматической светофорной сигнализации сигналы, запрещающие движение через переезд, подаются переездными светофорами, которые включаются автоматически при приближении поезда. Переездные светофоры устанавливаются по обе стороны переезда с правой стороны автомобильной дороги и имеют две головки с красными линзами, расположенными по обеим сторонам мачты. Красные огни светофоров направлены в сторону автомобильной дороги. В случае приближения поезда к переезду на переездных светофорах красные огни загораются мигающим светом, что запрещает движение автомобильного транспорта через переезд. Одновременно с включением красных мигающих огней начинают прерывисто звонить электрические звонки, установленные на мачтах светофоров. После полного проследования

поезда за переезд, мигающие красные огни и звонки выключаются; движение автомобильного транспорта через переезд разрешается.

На необслуживаемых переездах, на подъездных и других путях, в том числе в черте города, применяется светофорная сигнализация с двумя мигающими красными огнями и одним бело-лунным мигающим огнем, который находится несколько выше между красными огнями. Если горит белый мигающий сигнальный огонь — разрешено движение дорожного транспорта. Если горят красные сигнальные огни — движение дорожному транспорту запрещено независимо от положения шлагбаума, если он имеется. Если сигнальные огни не горят — переездная сигнализация неисправна. В этом случае дежурному ближайшей станции автоматически подается извещение о неисправности переездной сигнализации, а водитель дорожного транспорта должен действовать так же, как и при движении через неохранный переезд, не оборудованный переездной сигнализацией. В случае необходимости дополнительно преградить въезд на переезд светофорная сигнализация дополняется шлагбаумами, которые управляются дежурным по переезду или действуют автоматически.

Автошлагбаум (рис. 9.2) включает в себя переездный двузначный светофор и шлагбаум. Основными частями автоматического шлагбаума являются заградительный брус 1, который поднимается при помощи электропривода 7, крестообразный сигнальный знак 2 со стеклянными отражателями, электрический звонок 3, две однозначные светофорные головки 4, мачта 5 и фундамент 6. Брус автоматического шлагбаума деревянный и имеет окраску в виде полос белого и красного цветов. На брус укреплены три сигнальных светоотражателя. Нормальное положение заградительного бруса вертикальное (открытое). Заградительный брус автошлагбаума в закрытом положении должен перекрывать половину проезжей части дороги.

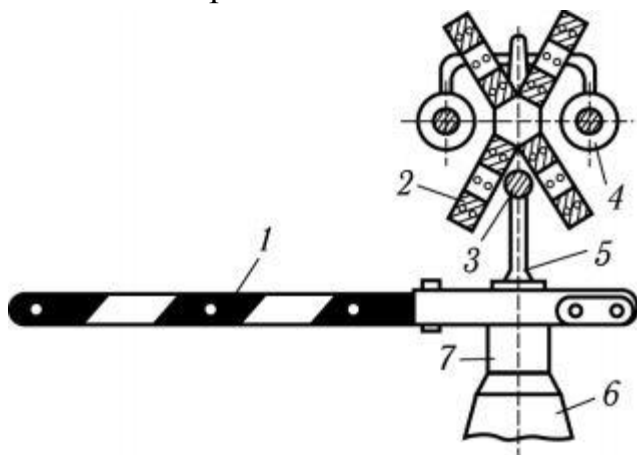


Рис. 9.2. Устройство автоматического шлагбаума



В случае приближения поезда к переезду сначала включаются мигающие красные огни переездных светофоров и звонки, а затем с выдержкой времени 8...10 с начинают опускаться брусья шлагбаумов. После того как брус шлагбаума примет горизонтальное положение, мигающие огни будут продолжать гореть, а звонки выключатся.

Брус шлагбаума длиной 4 м рассчитан на перекрытие части дороги, отведенной для правильного направления движения. Направление движения указывают нанесением разграничивающей продольной полосы, делящей дорогу на две части. Если транспортное средство, находящееся на переезде, окажется между двумя закрытыми шлагбаумами, то оно сможет выехать с переезда по части дороги, соответствующей неправильному направлению движения. Автоматическое включение ограждающих устройств происходит при приближении поезда к переезду на определенное расстояние. Это расстояние называется *участком приближения*. Длина участка приближения зависит от скорости движения поезда перед переездом и длины проезжей части переезда для заблаговременной подачи извещения на переезд о приближении к нему поезда и включения автоматической переездной сигнализации и автоматических шлагбаумов (если они имеются). Время подачи извещения зависит от времени, необходимого для освобождения переезда транспортными средствами, в которое входит время, необходимое им на проследование переезда, время срабатывания приборов, включающих ограждающие устройства, гарантийный запас времени (это время зависит от длины переезда, расчетной длины автопоезда — 24 м, расстояния от места остановки транспортного средства до переездного светофора и от расчетной скорости движения транспортных средств через переезд). Для автоматического приведения в действие ограждающих устройств на переезде используют рельсовые цепи АБ.

### **9.3 Управление переездными светофорами и автоматическими шлагбаумами**

В схеме управления переездными светофорами и автоматическими шлагбаумами на двухпутном участке применены реле: НИП (ЧИП) — известительное приближения в нечетном (четном) направлении; 5П, 7П, 10П, 12П — путевые; НВ (ЧВ), В, ПВ — включающие; АО, БО —огневые, контролирующие исправность сигнальных ламп переездных светофоров;

У— управляющее, контролирующее открытое положение шлагбаумов; ЗШ и ОШ—закрытия и открытия шлагбаумов; М—мигающее; МТ— маятниковый трансмиттер.

При отсутствии поезда на участке приближения реле НИП (ЧИП), НВ (ЧВ), В, ПВ возбуждены, цепи сигнальных ламп переездных светофоров и звонков выключены. Переезд открыт, возбуждены реле ОШ и У, шлагбаум открыт и его сигнальные огни выключены. Для нечетного направления движения в участок приближения входят две рельсовые цепи 5П и 7П. Извещение на переезд о вступлении поезда на участок приближения в этом случае передается по проводам извещения И—ОИ, которые в шкафу переезда подключают к реле НИП. Перемычка в цепи извещения не установлена. В участок приближения может входить одна РЦ, на которой непосредственно расположен переезд. В этом случае извещение на переезд о вступлении поезда на участок приближения в четном направлении движения осуществляется путевым реле рельсовой цепи 10П, контакты которого при установленной перемычке включены в цепь питания реле ЧИП.

Таким образом, при вступлении поезда на блок-участок 7П в нечетном направлении движения (слева направо) обесточивается путевое реле 7П и размыкает фронтные контакты в цепи извещения. Реле НИП обесточивается и размыкает цепь питания, включающего реле НВ. Обесточившись, реле НВ размыкает цепь питания реле В, которое выключает свой повторитель ПВ. Отпуская якорь, реле ПВ выключает реле У и одновременно включает звонки Зв. Работа звонков продолжается до полного закрытия автоматических шлагбаумов.

Обесточившись, реле У включает цепи ламп переездных светофоров и ламп, расположенных на брусках автоматических шлагбаумов. Одновременно с этим включаются маятниковый трансмиттер МТ и мигающее реле М. Лампы 1Л и 2Л переездных светофоров загораются мигающим красным светом, чем подается сигнал остановки автотранспорту. Лампы 1ЛШ и 2ЛШ также загораются мигающим красным светом; лампа 3ЛШ горит ровным светом.

После включения переездных светофоров начинают опускаться шлагбаумы. Выключается реле ОШ и возбуждается реле ЗШ. Через фронтные контакты реле ЗШ замыкается цепь возбуждения электродвигателя автоматических шлагбаумов. Бруска опускаются до горизонтального положения и переезд полностью закрывается для проезда автотранспорта.

После проследования поездом переезда и его освобождения последовательно возбуждаются реле НИП, НВ, В, ПВ и ОШ, а реле ЗШ выключается. Фронтowymi контактами реле ОШ замыкается цепь возбуждения электродвигателя в обратном направлении и шлагбаум поднимается. Возбуждается реле у, которое выключает реле М и трансмиттер МТ. Лампы переездных светофоров и на брусках гаснут. Переезд открывается для движения автотранспорта. Автоматические шлагбаумы приводятся в действие автоматически или с щитка управления. Щиток управления предназначен для экстренного закрытия переезда автоматическими шлагбаумами и включения заградительных светофоров 31 и 32. На щитке установлены кнопки управления: З — для включения дежурным по переезду переездных светофоров и закрытия автоматических шлагбаумов (непломбируемая); О — для выключения дежурным по переезду переездной сигнализации и открытия шлагбаумов (пломбируемая); ЗС — для включения дежурным по переезду заградительных светофоров 31 и 32 (пломбируемая); Б — для поддержания брусков шлагбаумов в верхнем положении при сохранении мигающих огней на переездных светофорах (непломбируемая).

Для экстренного закрытия шлагбаумов дежурный по переезду нажимает кнопку З и выключается реле ПВ, после чего на переезде срабатывают ограждающие устройства. Для открытия шлагбаумов дежурный по переезду нажимает кнопку О и возбуждается реле ПВ, которое открывает переезд.

Для включения заградительных светофоров дежурный по переезду нажимает кнопку ЗС. Выключается реле ЗГ и включает своими тыловыми контактами красные огни на светофорах 31 и 32. Для контроля состояния заградительных светофоров на щитке управления имеются две лампочки: белая контролирует выключенное состояние светофора 31 (32), красная — включенное состояние. Остальные лампочки, установленные на щитке управления, контролируют: НП, (ЧП) — приближение поезда в нечетном (четном) направлении; АБО — исправность сигнальных ламп переездных светофоров и контроль их включения (исправны и выключены — горит белая лампочка, исправны и включены — горит красная лампочка, неисправны — контрольная лампочка загорается мигающим светом); КМ — исправность комплекта мигающих реле.

Для неохранных переездов, расположенных на подходах к станции, на станции введен контроль работы автоматики на переезде. Для этого на пульте-табло ДСП или выносном табло на каждый

контролируемый переезд установлены белая и красная контрольные лампочки, две пломбируемые кнопки с фиксацией и звонок.

Белая и красная контрольные лампочки с надписью: «Контроль переезда ПК» и звонок служат для контроля неисправной работы автоматики на переезде: белая лампа горит ровным светом, звонок не звонит — автоматика исправна; белая лампа горит мигающим светом, звонок звонит прерывисто — автоматика на переезде неисправна; красная лампа горит ровным светом (белая лампа не горит), звонок звонит постоянно — переездная сигнализация не работает, переезд со стороны автотранспорта не огражден.

Пломбируемая двухпозиционная кнопка с фиксацией «Неисправность» служит для выключения прерывистого звонка и расположена под белой лампочкой. Пломбируемая двухпозиционная кнопка с фиксацией «Авария» служит для выключения непрерывного звонка и расположена под красной лампочкой.

#### 9.4 Устройство заграждения переезда

Для исключения несанкционированного выезда транспортных средств на железнодорожный переезд на охраняемых переездах, оборудованных автоматической светофорной сигнализацией с автоматическими или полуавтоматическими шлагбаумами, применяются устройства заграждения переездов (УЗП).

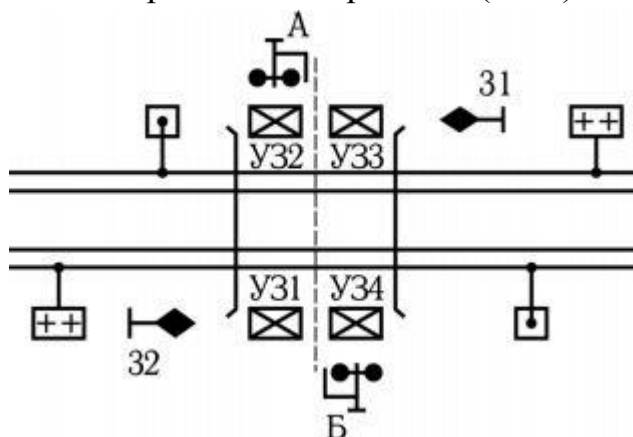


Рисунок 9.3. Схема ограждающих устройств переезда.

Устройство УЗП представляет собой металлическую конструкцию, установленную на бетонном фундаменте в теле автодорожного полотна, и имеет основание и подъемную крышку, поворачивающуюся на угол  $30^\circ$  на оси, расположенной вдоль одной из сторон металлического основания

(рамы). Для управления подъемом крышки применяется электропривод СП-6. На торцевой части крышки со стороны автотранспорта укреплены светоотражательные элементы, обеспечивающие видимость поднятой крышки в дневное и ночное время.

Как видно из рисунка 9.3, на проезжей части между шлагбаумами и железнодорожными путями уложены четыре устройства УЗ1, УЗ2, УЗ3, УЗ4. Каждое из них имеет датчик, который контролирует наличие транспортного средства в зоне УЗ для исключения автоматического подъема крышки при следовании через УЗ транспортных средств. Ширина крышки составляет 1 м, высота подъема над поверхностью проезжей части 45...50 см. Это исключает перескакивание колес транспортного средства даже при соударении с соответствующей скоростью.

Конструкция электропривода, управляющего подъемом крышки, предусматривает обеспечение опускания крышки на выезде под весом транспортного средства, если подъем крышки произошел до полного освобождения переезда транспортным средством. Схема управления УЗП дает возможность дежурному по переезду опустить крышки УЗ на выезде для выпуска транспортного средства из зоны переезда. Для этого дежурный по переезду нажимает кнопку «выезд 1» или кнопку «выезд 3» соответствующего УЗП.

Для управления УЗП дежурным по переезду и индикации работы используется щиток ЩПС-92, который устанавливается у дежурного по переезду. На щитке УЗП имеются три кнопки:

две кнопки «Выезд 1» и одна кнопка «Выезд 3» без фиксации, не пломбируемые, для опускания соответственно крышек УЗ1 и УЗ3 на выезде транспортного средства с переезда;

кнопка «Нормализация» с фиксацией, пломбируемая, для опускания крышек УЗ и выключения УЗП при неисправности. Положение кнопки «Нормализация» на щитке УЗП контролируется горением лампочки «Нормализация».

Для контроля положения крышек и состояния датчиков предусмотрены два ряда лампочек (светодиодов) по четыре лампочки в ряду. Верхний ряд показывает положение крышек УЗП. Зеленые лампочки включены через контакты контрольных реле 1ПК...4ПК и сигнализируют об опущенном положении крышек УЗП. Красные лампочки включены через контакты автопереключателей и сигнализируют о поднятом положении крышек УЗП. Нижний ряд лампочек (зеленого цвета) ровным горением указывает на исправное состояние датчиков, контролирующих

наличие транспортного средства в зоне УЗ, а миганием сигнализируют о неисправности датчика. При отсутствии поезда на участке приближения нижний ряд лампочек не горит.

Дежурный по переезду в случае необходимости имеет возможность привести крышки УЗ в заграждающее положение или опустить их. В первом случае он на щитке АПС нажимает кнопку с фиксацией «закрытие» переезда. Срабатывает схема управления АПС, включаются устройства переездной сигнализации, а затем, приблизительно через 13 с (как в случае автоматической дачи извещения о приближении поезда) поднимаются крышки УЗ. Во втором случае дежурный на щитке УЗП нажимает кнопку с фиксацией «нормализация» (предварительно сделав запись о снятии пломбы с кнопки) и ограждающие устройства переезда начинают работать как при проследовании поезда. Выключение мигания красных ламп переездных светофоров происходит без контроля опускания крышек УЗ. Поэтому дежурный по переезду при нажатии кнопки «Нормализация» должен убедиться, что крышки УЗ опущены, и, если какая-либо крышка не заняла нижнее положение, выключить электропривод с помощью курбельной рукоятки.

УЗП достаточно дорогостоящее и трудоемкое сооружение. Поэтому разработан упрощенный вариант, где устройства заграждения УЗ устанавливаются только с левой стороны проезжей части автодороги, т.е. со стороны выезда, так как правая часть проезжей части перекрывается шлагбаумом.

## **Заключение**

Изучение лекционного материала по дисциплине Б1.В.ДВ.05.01 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» для направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов профиль «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» является обязательной составной частью освоения дисциплины и служит базой для самостоятельной внеаудиторной работы и успешного освоения материала на лабораторных и практических занятиях по дисциплине.

Успешное освоение дисциплины позволит студенту в полном объеме освоить последующие дисциплины учебного плана по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов профиль "Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)"

## **Список использованных информационных ресурсов**

1. Кондратьева Л. А., Ромашкова О. Н. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте. – М.: Маршрут, 2003. – 432 с.
2. Володарский В.А. Станционные системы автоматики и телемеханики: Конспект лекций. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2009. - 72 с.
3. Володарский В.А. Основы теории и методы расчета рельсовых цепей: Конспект лекций. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2008. -30 с.

*Учебно-методическое издание*

**Владислав Афанасьевич ВОЛОДАРСКИЙ**

**АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ  
ТРАНСПОРТЕ**

Учебное пособие  
для студентов очной и заочной форм обучения  
направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов  
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте  
(железнодорожный транспорт)»

---

Подписано в печать 08.11.2019 г.  
Формат бумаги 60×84/16  
2,51 авт. л. 4,5 печ. л.

экз.  
План издания 2019 г. № <sup>н/п</sup> КриЖТ ИрГУПС  
Протокол № 2 от 28.10.2019 г.

Отпечатано в КриЖТ ИрГУПС  
Красноярск, ул. Л. Кецховели, 89