

ДАТК ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ  
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ



Химоя қилишга  
рухсат берилсин

кафедра мудири

“ ” 20\_

Кафедра “Темир йўл транспортида Автоматика ва Телемеханика”

Оборудование электрифицированного перегона  
устройствами ИРДП

мавзуидаги

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Муаллиф Носир А.Х.

Асосий маслаҳатчи Лигаи Д.Г.

Иқтисодий масалалар

бўйича маслаҳатчи

Меҳнатни муҳофаза қилиш

бўйича маслаҳатчи Криворучко Б.В.

Маслаҳатчилар

Такризчи Махбубов Р.Н.

Тошкент 2015й

Ташкентский Институт Железнодорожного транспорта  
Олий ўқув юрти

Организация Перевозок и Транспортная Логистика факультети «Автоматика и телемеханика на ж.д. транспорте» кафедраси Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш (темир йўл транспортида) йўналиши АВ-188 гуруҳи

Тасдиқлайман \_\_\_\_\_  
Каф. мудири \_\_\_\_\_  
201\_йил \_\_\_\_\_ сана

### МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба \_\_\_\_\_ Носир А.Х \_\_\_\_\_  
(Фамилия, исми, шарфи)

1. Битирув ишининг мавзуси \_\_\_\_\_ Оборудование электрифицированного перегона \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ устройствами ИРДП. \_\_\_\_\_

« 16 ”сентября 2014й кафедра мажлисида маъқулланган. Протокол №3

2. Битирув ишни топшириш муддати \_\_\_\_\_

3. Битирув ишни бажаришга доир бошланғич маълумотлар \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Ҳисоблаш тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)  
Аналитический обзор. \_\_\_\_\_  
Технические требования. \_\_\_\_\_  
Эксплуатационный раздел. \_\_\_\_\_  
Расстановка светофоров на перегоне. \_\_\_\_\_  
Путевой план перегона. \_\_\_\_\_  
Охрана труда. \_\_\_\_\_

5. Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)

1. Путевой план перегона. \_\_\_\_\_
2. Схемы сигнальных точек. \_\_\_\_\_
3. Схема увязки перегона со станцией. \_\_\_\_\_
4. Схема входного сигнала. \_\_\_\_\_
5. Однониточный и двухниточный планы станции. \_\_\_\_\_
6. Схемы кодирования по приему и отправлению. \_\_\_\_\_

6. Битирув иши бўйича маслаҳатчи (лар)

№ № т/р	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш	Имзо, сана	
			Топширик берилди	Топширик бажарилди
1.	Аналитический обзор	Лигаи Д.Г.	12.01.15	23.01.15
2.	Технические требования	Лигаи Д.Г.	26.01.15	06.02.15
3.	Эксплуатационный раздел	Лигаи Д.Г.	19.02.15	27.02.15
4.	Технический раздел	Лигаи Д.Г.	02.03.15	01.05.15
5.	Специальное задание	Лигаи Д.Г.	04.05.15	29.05.15
6.	Охрана труда	Криворучко Б.В.	01.06.15	08.06.15

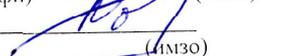
7. Битирув ишини бажариш режаси

№ № т/р	Битирув иши босқичларининг номи	Бажариш муддати	Текширувдан ўтганлик белгиси
1.	Аналитический обзор	2 недели	
2.	Технические требования	2 недели	
3.	Эксплуатационный раздел	3 недели	
4.	Технический раздел	9 недель	
5.	Специальное задание	4 недели	
6.	Охрана труда	1 неделя	

Битирув иши раҳбари Лигаи Д.Г.  
(Фамилия исми шарфи)

Топширикни бажаришга олдим Носир А.Х.  
(Фамилия исми шарфи)

Топширик берилган сана 2015\_йил.

 (имзо)  
 (имзо)

ГАЗК  
ТашИИТ

Кафедра  
«Автоматика и телемеханика  
на ж.д транспорте»

### ЗАДАНИЕ

на выполнение раздела охраны труда и охраны окружающей среды в  
выпускной работе студентов

ОП и ТЛ факультета

Фамилия **И.О** Носир Али Хошимжон Ўгли

Группа АВ-188

Тема выпускной работы Оборудование электрифицированного перегона  
устройствами ИРДП.

Характер вопроса по охране труда и охране окружающей среды, который  
должен быть разработан в выпускной работе, зависит от выполняемой темы и  
согласуется с основным руководителем работы.

Пояснительная записка состоит из следующих параграфов:

1. Пожароопасные факторы и составляющая пожарной опасности ламп  
накаливания общего назначения. (Объём 1-2 стр.)
2. Проанализировать расчёт процесса проплавления каплями никеля  
стекла колбы лампы накаливания. (объём до 2-3 стр.)

**Конкретная задача** Пожарная опасность электрических ламп  
накаливания общего назначения.

#### Литература:

Чекулаев В.Е., Горожанкина Е.Н., Лепеха В.В.

Охрана труда и электробезопасность. Изд. УМЦ ЖДТ «Маршрут»  
2012г. 304стр.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

Консультант кафедры  
«Автоматика и телемеханика  
на ж.д транспорте»



Криворучко Б.В

## Аннотация

В выпускной работе на тему: «Разработка системы интервального движения поездов на участках скоростного движения» выполнен аналитический обзор развития систем автоблокировок. Имеются технические требования к системам автоблокировок. Выполнена расстановка светофоров на однопутном перегоне с учетом интервала попутного следования.

Выбрана система автоблокировки с электрической тягой переменного тока – числовая кодовая.

Для данной системы, используя типовые решения, составлены схемы сигнальных точек. Сделан расчет рельсовой цепи частотой 25 Гц. Предусмотрена увязка со станцией.

Частотный диспетчерский контроль позволяет ДНЦ иметь информацию о местонахождении поезда.

Выполнен однониточный и двухниточный планы станции. Предусмотрено кодирование по главному пути.

В специальном задании рассмотрены характерные отказы устройств автоблокировки.

В разделе «Охрана труда» исследована пожарная опасность электрических ламп накаливания общего назначения.

В пояснительной записке имеется листов, таблиц, рисунков.

## **Annotatsiya**

Malakaviy bitiruv ishida: “Poyezdlar harakatni rastlash tizimi” mavzudagi buyicha PXNR tizimining rivojlanish bosqichlari haqida analitik obzor bajarilgan.

Avtoblokirovka tizimiga texnikaviy foydalani talabalari qo'rsatilgan.

Ushbu berilgan peregonada og'ish tezlig'i buyicha svetoforlar o'zgartirilgan. Avtoblokirovka tizimi tanlangan. Signal nuqta sxemasi ifodalangan. 25Hz – chastotali r.z. xisoblab chiqilgan. Stantsiyaning toq gorlovinasi va peregonni uzaro bog'lash shemalari ishlab chiqilgan.

Nazorat qilish uchun qo'shimga chastotali dispetcher nazoratidan foydalanadigan. Bir chizikli va ikki chizikli bekat rejasi ishlab chiqilgan. Bekatda r.z. nodlashtirilgan. Qirish svetofori sxemasi keltirilgan. Maxsus vazifasi bajarilgan.

Ruhiy jihatdan elektrohavfsizlik qursatilgan.

Yozmada: varaq iborat; shudan chizmalar , jadvallar 5.

## Содержание

Введение .....	6
1 Аналитический обзор.....	8
2 Технические требования.....	14
3 Расстановка светофоров на перегоне.....	18
4 Разработка системы интервального движения поездов на участках скоростного движения.....	20
4.1 Выбор системы автоблокировки.....	20
4.2 Путевой план перегона.....	22
4.3 Схемы сигнальных точек.....	23
4.4 Расчет рельсовой цепи частотой 25 Гц при электротяге переменного тока.....	26
4.4.1 Расчет рельсовой цепи в нормальном режиме.....	28
4.4.2 Расчет перегрузки путевого приемника.....	32
4.4.3 Расчет рельсовой цепи в шунтовом режиме.....	35
4.4.4 Расчет рельсовой цепи в контрольном режиме .....	41
4.5 Схемы увязки перегона со станцией.....	44
4.5.1 Схема смены направления.....	46
4.6 Схема частотного диспетчерского контроля.....	51
4.6.1 Подключение ГКШ.....	53
4.7 Выбор системы электрической централизации.....	54
4.7.1 Одноточный план станции.....	57
4.7.2 Двухточный план станции.....	58
4.7.3 Схемы кодирования станционных рельсовых цепей сигналами АЛС.....	59
4.7.4 Схема управления входным светофором при центральной питании.....	61
5. Характерные отказы устройств автоблокировки.....	64
6. Пожарная опасность электрических ламп накаливания общего назначения.....	69
7. Заключение.....	73
Список использованных источников.....	74

## Введение

Для обеспечения высокой пропускной и провозной способности, безопасности движения поездов на магистральных линиях, а также повышения производительности и улучшения условий труда железнодорожников используют средства автоматики и телемеханики. К ним относится комплекс устройств интервального регулирования движения поездов: автоматическая блокировка (АБ), автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС), автоматическое регулирование скорости (АРС), система автоматического управления тормозами (САУТ), частотный диспетчерский контроль (ЧДК). По сравнению с линиями, оборудованными полуавтоматической блокировкой, в комплексе с АЛС и ЧДК автоблокировка повышает пропускную способность двухпутных линий в 2-3 раза.

В 50-х годах на участках с автономной тягой была применена импульсно-кодовая автоблокировка с наложением ее на импульсные рельсовые цепи АЛСН с использованием числового кода. Импульсные рельсовые цепи позволили увеличить длину рельсовой цепи до 2600 м, исключить опасные отказы при попадании блуждающих токов в рельсовые цепи и повысить надежность автоблокировки.

С появлением электрической тяги на постоянном токе вместо автоблокировки с импульсными рельсовыми цепями постоянного тока были применены рельсовые цепи переменного тока с частотой 50 Гц. По этим рельсовым цепям осуществлялось единое кодирование для АБ и АЛСН. При введении электрической тяги на переменном токе с частотой 50 Гц потребовалось создание автоблокировки с рельсовыми цепями с питанием на частоте, отличной от частоты тягового тока. Была разработана автоблокировка с рельсовыми цепями на переменном токе с частотой 75 Гц для защиты от мешающих и опасных влияний тягового тока частотой 50 Гц и его основных гармоник. Устройства автоблокировки питались от высоковольтной линии напряжением 6 кВ частотой 75 Гц. Высоковольтная линия получала питание от машинного (вращающегося) преобразователя частоты. В 1964 г. была разработана и применена более экономичная система кодовой автоблокировки переменного тока с рельсовыми цепями с частотой 25 Гц. Сигнальные установки автоблокировки питаются от высоковольтной линии напряжением 10 кВ частотой 50 Гц. Для питания рельсовых цепей на частоте 25 Гц на каждой сигнальной установке имеется электромагнитный (статический) преобразователь типа ПЧ 50/25. Автоблокировка с рельсовыми цепями частотой 25 Гц позволяет осуществить основное питание от высоковольтной линии АБ и резервное — от системы два провод-рельс (ДПР) контактной сети, что обеспечило устойчивую работу автоблокировки. Кодовая автоблокировка с рельсовыми цепями с частотой 25 Гц широко распространена на двухпутных и однопутных участках дорог с любым видом тяги поездов. Возрастающие требования по обеспечению безопасности движения поездов, необходимость сокращения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и повышения надежности работы устройств

привели к необходимости создания новых систем интервального регулирования движения поездов. При разработке новых систем учитывались основные недостатки устройств АБ и АЛСН.

Самым ненадежным и неустойчивым элементом АБ является рельсовая цепь. К основным ее недостаткам относятся следующие: число отказов только из-за различных повреждений, главным образом изолирующих стыков, составляет 20—25% общего числа отказов устройств СЦБ; не обеспечивается работа на участках, где из-за низкого качества балласта сопротивление изоляции балласта считается ниже установленной нормы; усложнение рельсовой цепи из-за необходимости канализации тягового тока с подключением дросселей-трансформаторов и возникновения опасных и мешающих влияний тягового тока. При новых разработках также учитывалось, что устройства АБ и АЛСН не исключают проезда закрытых сигналов светофоров и не обеспечивают требуемый уровень безопасности движения поездов. Устройства АЛСН, построенные на числовом коде и устаревшей аппаратуре, имеют ограниченную информативность и их нельзя использовать как основное средство для регулирования движения поездов на участках без проходных светофоров. Устройства АБ, построенные с децентрализованным размещением релейной аппаратуры, усложняют техническое обслуживание и снижают производительность труда эксплуатационных работников.

В новых системах АБ вместо существующих рельсовых цепей с частотой 25 Гц применены рельсовые цепи тональной частоты с изолирующими и без изолирующих стыков. С использованием тональных рельсовых цепей разработаны две системы автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры. Основным средством регулирования движения поездов на перегонах при ЦАБ является автоматическая локомотивная сигнализация. При повреждении устройств АЛС отправление поездов на перегон разрешается при зеленом огне на выходном светофоре, загорающимся только при свободности всего перегона.

Разработана новая унифицированная система автоблокировки УСАБ-М с рельсовыми цепями с частотой 25 Гц с разделенными изолирующими стыками. В системе применены малогабаритные реле типа РЭЛ и предусмотрен программный принцип контроля освобождения поездом блок-участка.

## 1. Аналитический обзор

С развитием промышленности и сельского хозяйства объем перевозок на железнодорожном транспорте непрерывно повышается. Это достигается увеличением интенсивности и скорости движения, веса поездов, совершенствованием планирования и регулирования движения поездов. К средствам регулирования движения поездов относится комплекс автоматических систем интервального регулирования, в который входят: автоблокировка, автоматическая локомотивная сигнализация (АЛСН), автоматическое регулирование скорости движения поездов (АРС). Автоблокировка в комплексе с АЛСН позволяет организовать движение поездов попутного следования с малыми интервалами и значительно повысить пропускную способность железнодорожных линий, обеспечить высокую безопасность следования поездов по перегонам и станциям.

При автоблокировке за счет сокращения потерь времени при обгоне поездов на станциях возрастает участковая скорость движения поездов, повышается производительность труда эксплуатационных работников, сокращаются эксплуатационные расходы.

На железных дорогах применение автоблокировки началось в 30-х годах. Первые участки были оборудованы автоблокировкой, построенной на импортной аппаратуре. В 1935 г. впервые была внедрена система АЛСН числового кода. Одновременно с внедрением велись работы по техническому совершенствованию и повышению надежности устройств автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа.

На участках с автономной тягой, где применяется автоблокировка постоянного тока, вместо электрических рельсовых цепей с непрерывным питанием используются рельсовые цепи с импульсным питанием. Применение импульсного питания исключает опасные отказы при попадании блуждающих токов в рельсовую цепь и повышает надежность автоблокировки. На участках с электрической тягой постоянного тока нашли применение рельсовые цепи переменного тока частотой 50 Гц, а на участках с электрической тягой переменного тока — рельсовые цепи переменного тока частотой 25 Гц. Все рельсовые цепи переменного тока, как правило, получают не непрерывное, а кодовое питание. Использование числового кода позволило создать беспроводную автоблокировку, в которой каналом связи между светофорами служит рельсовая цепь. Единое кодирование автоблокировки и АЛСН значительно упростило комплексную систему интервального регулирования движения поездов. Кодовое питание повысило надежность рельсовых цепей, так как позволило осуществить их защиту от опасных влияний гармоник тягового тока.

С введением скоростного движения появились новые требования, предъявляемые к устройствам интервального регулирования движения поездов, которые обусловили усовершенствование старых и разработку новых систем. Были разработаны новые системы частотной автоблокировки, многозначной АЛСН, автоматической регулировки скорости. Эти системы

построены на современной элементной базе с использованием интегральных микросхем, они обладают высоким быстродействием и повышенной помехозащищенностью от опасных влияний. Частотные системы применяют на участках с высокоскоростным движением, как на новых линиях, так и на действующих совместно с числовой системой АЛСН.

Интенсивное развитие устройств интервального регулирования требует коренного изменения принципов построения систем и методов технического обслуживания. Примером такой новой системы интервального регулирования может служить автоблокировка без проходных светофоров с централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ). В этой системе основным средством интервального регулирования является числовая или частотная АЛСН. Релейная аппаратура размещена на станциях, ограничивающих перегон, на пути установлены только трансформаторы или дроссель-трансформаторы, связанные со станциями кабельными цепями. Для облегчения работы машиниста и своевременного включения служебного торможения для остановки поезда на границе данного блок-участка устройства ЦАБ дополняют системой автоматического управления тормозами (САУТ). В целях более быстрого внедрения новых систем интервального регулирования выполнены большие работы по совершенствованию технологии производства аппаратуры на заводах. Проектными организациями разработаны типовые принципиальные и монтажные схемы сигнальных установок для всех разновидностей систем автоблокировки и автоматической переездной сигнализации.

В ЦАБ использованы рельсовые цепи переменного тока с непрерывным питанием и гетеродинным приемником. Передача информации между светофорами осуществляется по рельсовой линии с использованием частотного кода. Применяются четырехзначные светофоры. В эксплуатируемой системе контролируется состояние четырех впередилежащих БУ; предусмотрена возможность увеличения этого числа до любого, практически необходимого количества. В качестве элементной базы применяется бесконтактная аппаратура (передающие и приемные устройства РЦ, кодообразующие устройства) и электромагнитные реле. Для питания РЦ и увязки показаний светофоров предусмотрено 6 диапазонов частот со средними частотами  $f_2=125$ ,  $f_3=175$ ,  $f_4=225$ ,  $f_5=275$ ,  $f_6=325$  и  $f_7=375$  Гц. Кодовые сигналы образуются в виде комбинации двух частот из указанного диапазона. Это позволяет сформировать при необходимости 15 комбинаций с кодовым расстоянием  $d=2$ , что обеспечивает достаточно высокую помехоустойчивость и достоверность формирования и передачи сообщений.

Требуемое количество кодовых комбинаций зависит от конкретных условий применения системы. Так, например, при скорости до 200 км/ч для подавляющего большинства существующих линий необходимо контролировать состояние 4-х впередилежащих БУ, т. е. передавать на локомотив 5 сообщений. С учетом дополнительных сообщений об условиях приема поезда на станцию в системе ЦАБ использовано 5 частот ( $f_2 \dots f_6$ ).

Для исключения ложного срабатывания приемника от сигналов смежной РЦ при пробое изолирующих стыков или от сигналов рельсовых цепей параллельного пути используется частотная защита с гетеродинным приемником. С этой целью в каждом диапазоне частот предусмотрено 4 частотных сигнала. Например, для диапазона f2: f21=118,8 Гц; f22=121,9 Гц; f23=126,6 Гц; f24=129,7 Гц. Каждый из этих сигналов несет одинаковое сообщение с точки зрения передачи информации. В рельсовых цепях одного пути чередуются две частоты, отличающиеся на 7,8 Гц. Две другие частоты применяют для рельсовых цепей параллельного пути двухпутного участка.

На сигнальных установках для каждого частотного диапазона предусмотрен свой гетеродинный приемник. На один вход приемников подается сигнал, принятый из РЛ ограждаемого БУ, на другой - сигнал от генератора, питающего рельсовую цепь предыдущего БУ. Приемник сработает только в том случае, если разность частот этих сигналов равна 7,8 Гц. Если частоты совпадают, то напряжение на выходе приемника равно нулю. Кодовые сигналы ЧАБ используются также для работы многозначной АЛС (АЛСМ). Локомотивные светофоры АЛСМ сигнализируют условным цветом огня и дополнительными знаками в виде букв (У - уменьшенная, С - средняя скорость) или цифр (200, 160, 120, 80). Эти сигналы указывают допустимую скорость проследования впередистоящего светофора. К недостаткам системы ЧАБ следует отнести сложность регулировки рельсовых цепей для пяти частот сигнального тока; громоздкость оборудования, что особенно существенно для локомотивных устройств АЛСМ; необходимость достаточно высокой стабильности частоты напряжения в системе электроснабжения.

В качестве системы интервального регулирования движения поездов на перегоне применяется четырехзначная автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры для линий высокоскоростного движения – АБТЦ. Для контроля свободности занятости участков пути используются тональные рельсовые цепи без изолирующих стыков (ТРЦ) и устройства счета осей (СО). При этом разбивка перегона на блок-участки организация ТРЦ в пределах блок-участка должна выполняться в соответствии с типовыми материалами по проектированию АБТЦ. Устройства СО устанавливаются по одному на каждый блок-участок. Таким образом, информация о свободности блок-участка может быть получена от нескольких путевых реле рельсовых цепей, расположенных в его пределах, или от одного путевого реле устройства счета осей, напольные счетные пункты которого расположены по границам контролируемого блок-участка. Устройства ТРЦ и СО работают параллельно и независимо, а порядок использования получаемой информации определяется схемными решениями АБТЦ, изложенными ниже, по управляющей команде ДСП или ДНЦ. В системе АБТЦ используются автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа (АЛСН) и многозначная автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа (АЛС-ЕН). При этом для организации высокоскоростного движения (до 300 км/ч) предусматривается одновременное

кодирование сигналами АЛСН и АЛС-ЕН как для правильного, так и для неправильного направления движения поездов на перегоне. Кодовая комбинация АЛСН, посылаемая в рельсовую линию, соответствует сигнальному показанию впередистоящего путевого светофора. Кодовая комбинация АЛС-ЕН зависит от количества свободных впередилежащих блок-участков, включая станционные маршруты. Включение передающих путевых устройств АЛСН и АЛС-ЕН в работу осуществляется с учетом логики проследования поезда с целью исключения кодирования блок-участков, не занятых поездом.

Для осуществления функций контроля за работой устройств СЦБ на перегоне и определенных функций управления перегонными устройствами используются аппаратные средства диспетчерской централизации.

Наиболее распространенными системами интервального регулирования движения поездов на перегонах являются полуавтоматическая блокировка (ПАБ), автоблокировка (АБ), автоматическая локомотивная сигнализация (АЛСН). При полуавтоматической блокировке на межстанционный перегон может быть отправлен только один поезд, межпоездной интервал определяется временем хода поезда по перегону. Разграничение поездов целым межстанционным перегонном приводит к увеличению интервала и обуславливает небольшую пропускную способность участков дорог. В качестве основной системы интервального регулирования движения поездов применяют автоблокировку. При этой системе межстанционный перегон делят на блок-участки и на границах участков устанавливают проходные, автоматически действующие светофоры. В пределах каждого блок-участка устраивают электрическую рельсовую цепь, которая используется как датчик состояния блок-участка и одновременно контроля целостности рельсовых нитей пути. У каждого проходного светофора в релейном шкафу установлена аппаратура автоблокировки для управления огнями светофора, а в батарейном шкафу — источники питания для питания релейной аппаратуры и рельсовых цепей. Светофоры связаны между собой по воздушным или кабельным линейным цепям. Устройства автоблокировки получают питание от трехфазной высоковольтной линии напряжением 10 кВ через понижающие линейные трансформаторы (типа ОМ), установленные на силовых опорах.

Аппаратура автоблокировки осуществляет автоматическое переключение огней путевых светофоров под действием движущегося поезда. Сигнальные показания каждого путевого светофора указывают машинисту поезда, приближающегося к данному светофору, координаты впереди идущего поезда. Красный огонь светофора означает, что первый за светофором блок-участок занят и нужно остановить поезд перед данным светофором; желтый огонь — первый блок-участок свободен, а следующий за ним занят, после проезда светофора с желтым огнем нужно снизить скорость, чтобы остановить поезд у следующего светофора с красным огнем; зеленый огонь — впереди свободны не менее двух блок-участков, разрешается движение с полной установленной скоростью. Устройства автоблокировки контролируют целостность рельсового пути. В случае повреждения пути (лопнул

или изъят рельс) на путевом светофоре, ограждающем блок-участок с поврежденным рельсом, включается красный огонь, требующий остановки поезда. При плохой видимости сигналов путевых светофоров на участках с автоблокировкой возможны проезды закрытых путевых светофоров и нарушение безопасности движения поездов. В целях повышения безопасности совместно с автоблокировкой используют автоматическую локомотивную сигнализацию (АЛСН) числового или частотного кода.

Устройствами АЛСН показание путевого светофора, к которому приближается поезд, автоматически через рельсовую цепь передается в кабину машиниста и на локомотивном светофоре загорается сигнальный огонь, повторяющий показание путевого светофора, к которому приближается поезд. Устройства АЛСН работают не только на перегонах, но и при прохождении поезда по главному и боковым путям станции. В кабине машиниста появляется сигнальный огонь, повторяющий показания входного и выходного светофоров станции.

В системе ЦАБ путевые светофоры не устанавливаются, межпоездной интервал регулируется только средствами АЛСН. На перегоне устраивают бесстыковые (неограниченные) или ограниченные электрические рельсовые цепи. Вся релейная аппаратура ЦАБ, с помощью которой определяется местонахождение поезда на блок-участках перегона, размещена на станциях, ограничивающих перегон. Рельсовые цепи связаны с аппаратурой ЦАБ кабельными линиями. Существуют две системы автоматической локомотивной сигнализации: четырехзначная АЛСН числового кода и многозначная АЛСМ частотного кода. Эти системы могут действовать одновременно или раздельно. В зависимости от расположения поездов на перегоне релейная аппаратура ЦАБ вырабатывает сигнальный код и посылает его в рельсовую цепь того блок-участка, по которому движется поезд. Через рельсовую цепь сигнальный код принимается на локомотиве приемными катушками и после его расшифровки на включается огонь, дающий информацию о числе свободных блок-участков. Зеленый огонь означает, что свободно не менее двух блок-участков, желтый — свободен один блок-участок, желтый с красным — следующий блок-участок занят.

В системе ЦАБ, кроме автоматического, возможно и ручное включение кодирования с пульта управления дежурного по станции. В случае возникновения препятствий на пути, неисправности подвижного состава дежурный может выключить кодовые сигналы АЛС в любой рельсовой цепи или заменить более разрешающий код на менее разрешающий. Этим исключается возможность возникновения аварийных ситуаций и повышается безопасность движения поездов. На магистральных линиях с высокоскоростным движением интервальное регулирование производится средствами автоблокировки с четырехзначной сигнализацией совместно с устройствами АЛСМ с частотным кодированием и многозначной сигнализацией на ЛС.

Высокоскоростные поезда, развивающие скорости до 200 км/ч, имеют большие тормозные пути, поэтому автоблокировка и АЛСН с четырех-

значной сигнализацией не обеспечивают требуемое интервальное регулирование поездов данной категории. В данном случае используют систему АЛСМ с многозначной сигнализацией, действующую с автоблокировкой. Кроме системы АЛСН с рельсовыми цепями, разрабатывается координатная система интервального регулирования движения поездов, в которой отсутствуют электрические рельсовые цепи и путевые светофоры. Для определения местонахождения поезда на перегоне (координаты поезда) вдоль пути по поверхности шпал или в землю укладывают шлейф в виде изолированного провода, образующий индуктивный канал связи. Путем перекрестной укладки шлейфа устраивают элементарные участки для отсчета координаты местонахождения каждого поезда на перегоне.

Правильное и бесперебойное действие систем интервального регулирования движения поездов обеспечивается техническим обслуживанием этих устройств работниками дистанций сигнализации и связи. Однако при возрастающей скорости и интенсивности движения только текущее техническое обслуживание оказывается недостаточным для исключения возникновения отказов. В данном случае требуется введение телемеханического контроля и технической диагностики. В системе технической диагностики обеспечивается непрерывный контроль состояния элементов автоматики, номинальных значений их параметров и допустимых отклонений этих параметров.

## 2. Технические требования

Все системы интервального регулирования движения поездов строятся в строгом соответствии с ПТЭ.

Сигналы служат для обеспечения безопасности движения, а также для четкой организации движения поездов и маневровой работы.

Сигнал является приказом и подлежит безусловному выполнению. Работники железнодорожного транспорта должны использовать все возможные средства для выполнения требования сигнала.

Проезд закрытого светофора не допускается.

Погасшие сигнальные огни светофоров (кроме предупредительных на участках, не оборудованных автоматической блокировкой, заградительных и повторительных), непонятное их показание, а также непонятная подача сигналов другими приборами требуют остановки. Сигналы служат для обеспечения безопасности движения, а также для четкой организации движения поездов и маневровой работы.

Сигнал является приказом и подлежит безусловному выполнению. Работники железнодорожного транспорта должны использовать все возможные средства для выполнения требования сигнала.

Проезд закрытого светофора не допускается.

Погасшие сигнальные огни светофоров (кроме предупредительных на участках, не оборудованных автоматической блокировкой, заградительных и повторительных), непонятное их показание, а также непонятная подача сигналов другими приборами требуют остановки.

В исключительных, особо предусмотренных случаях проследование закрытого (с непонятным показанием или погасшего) светофора допускается в соответствии с порядком, установленным настоящими Правилами и Инструкцией по движению поездов и маневровой работе.

В сигнализации, связанной с движением поездов, применяются следующие основные сигнальные цвета:

зеленый, разрешающий движение с установленной скоростью;

желтый, разрешающий движение и требующий уменьшения скорости;

красный, требующий остановки.

Запрещается установка декоративных полотнищ, плакатов и огней красного, желтого и зеленого цветов, мешающих восприятию сигналов и искажающих сигнальные показания.

На железнодорожном транспорте, учитывая его международное значение, применяются только сигналы, утвержденные начальником «Узгосжелдорнадзора». Сигнальные приборы должны быть утвержденного «Узгосжелдорнадзором» типа. Цвет сигнальных стекол и линз должен соответствовать установленным стандартам.

На железных дорогах в качестве постоянных сигнальных приборов применяются светофоры.

Красные, желтые и зеленые сигнальные огни светофоров входных, предупредительных, проходных, заградительных и прикрытия на прямых участках пути должны быть днем и ночью отчетливо различимы из кабины

управления локомотива приближающего поезда на расстоянии не менее 1000 м.

Показания выходных и маршрутных светофоров главных путей должны быть отчетливо различимы на расстоянии не менее 400 м, выходных и маршрутных светофоров боковых путей, а также пригласительных сигналов и маневровых светофоров — на расстоянии не менее 200 м.

Перед всеми входными и проходными светофорами прикрытия должны устанавливаться предупредительные светофоры. На участках, оборудованных автоблокировкой, каждый проходной светофор является предупредительным по отношению к следующему светофору.

На линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, расстояние между смежными светофорами должно быть не менее тормозного пути, определенного для данного места при полном служебном торможении и максимальной скорости, но не более 120 км/ч для пассажирских поездов и 80 км/ч для грузовых поездов, и, кроме того, должно быть не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда. При этом на участках, где видимость сигналов менее 400 м, а также на линиях, вновь оборудуемых автоблокировкой, указанное расстояние, кроме того, должно быть не менее 1000 м.

На линиях, ранее оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, отдельные светофоры могут быть оставлены с разрешения председателя ГАЖК на расстоянии менее необходимого тормозного пути. На таком светофоре, а также на предупредительном к нему должны устанавливаться световые указатели. На станциях световые указатели применяются, когда расстояние между смежными светофорами (входными, маршрутными, выходными) главного пути менее необходимого тормозного пути.

На линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, на которых обращаются пассажирские поезда со скоростью более 120 км/ч или грузовые поезда со скоростью более 80 км/ч, движение их с установленной максимальной скоростью разрешается при зеленом огне локомотивного светофора, если обеспечивается остановка поезда перед путевым светофором с запрещающим показанием при применении служебного торможения после смены зеленого огня локомотивного светофора на желтый.

Светофоры устанавливаются с правой стороны по направлению движения или над осью ограждаемого ими пути.

Светофоры должны устанавливаться так, чтобы подаваемые ими сигналы нельзя было принимать с поезда за сигналы, относящиеся к смежным путям.

В случаях отсутствия габарита для установки светофоров с правой стороны с разрешения председателя ГАЖК допускается располагать с левой стороны:

входные и предупредительные к ним светофоры, устанавливаемые для приема на станцию поездов, следующих по неправильному пути, а также подталкивающих локомотивов и хозяйственных поездов, возвращающихся с перегона по неправильному пути.

Светофоры применяются, как правило, с нормально горящими сигнальными огнями.

На линиях с автоблокировкой допускается применение не горящих сигнальных огней на проходных светофорах, загорающихся при вступлении поезда на блок-участок перед ними.

При возникновении неисправности устройств светофоры должны автоматически принимать запрещающее показание, а предупредительные светофоры — показание, соответствующее показанию связанных с ними основных светофоров.

На участках, оборудованных автоблокировкой, нормальным показанием проходных светофоров является разрешающее, а входных, маршрутных и выходных — запрещающее.

Проходные светофоры автоматической блокировки устанавливаются на границах между блок-участками.

На станциях стрелки, входящие в маршруты приема и отправления поездов, должны иметь взаимозависимость с входными, выходными и маршрутными светофорами.

На станциях, расположенных на участках с автоматической или полуавтоматической блокировкой, где предусматривается безостановочный пропуск поездов по главным и приемо-отправочным путям, на входных и маршрутных светофорах должна применяться сигнализация безостановочного пропуска поездов по этим путям.

Схемы расстановки светофоров, а также таблицы взаимозависимости положения стрелок и сигнальных показаний светофоров в маршрутах на станциях утверждаются председателем ГАЖК.

Места установки постоянных сигналов определяются комиссией, назначаемой начальником регионального железнодорожного узла ГАЖК.

Перегоны, как правило, должны быть оборудованы путевой блокировкой, а на отдельных участках — автоматической локомотивной сигнализацией, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, при которой движение поездов на перегоне в обоих направлениях осуществляется по сигналам локомотивных светофоров.

Устройства автоматической блокировки не должны допускать открытия выходного или проходного светофора до освобождения подвижным составом ограждаемого ими блок-участка (межстанционного или межпостового перегона), а также самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное электроснабжение или наоборот.

На однопутных перегонах, оборудованных автоматической блокировкой, после открытия на станции выходного светофора должна быть исключена возможность открытия соседней станцией выходных и проходных

светофоров для отправления поездов на этот же перегон в противоположном направлении.

При автоматической блокировке все светофоры должны автоматически принимать запрещающее показание при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки, а также в случае нарушения целостности рельсовых цепей этих участков.

На станциях, расположенных на участках, оборудованных путевой блокировкой, эти устройства должны иметь ключи-жезлы для хозяйственных поездов.

На однопутных линиях, оборудованных автоматической блокировкой, а также на двухпутных перегонах с двусторонней автоблокировкой по каждому пути, на станциях, где производится маневровая работа с выходом маневрирующего состава за границу станции, устройства автоматической блокировки дополняются связанными с ними маневровыми светофорами.

На станциях, расположенных на линиях, оборудованных автоматической блокировкой, должны быть устройства:

не допускающие открытия входного светофора при маршруте, установленном на занятый путь;

обеспечивающие на аппарате управления контроль занятости путей и стрелок.

Автоматическая блокировка должна дополняться автоматической локомотивной сигнализацией и устройствами диспетчерского контроля, а полуавтоматическая блокировка — автоматической локомотивной сигнализацией на участках приближения.

Устройства диспетчерского контроля за движением поездов на участках, оборудованных автоблокировкой, должны обеспечивать контроль установленного направления движения (на однопутных перегонах), занятости блок-участков, главных и приемо-отправочных путей на промежуточных станциях, показаний входных и выходных светофоров.

Вновь внедряемые системы диспетчерского контроля, кроме перечисленных в настоящем пункте требований, должны обеспечивать контроль технического состояния устройств СЦБ.

### 3. Расстановка светофоров на перегоне

При расстановке светофоров автоблокировки в качестве исходных данных принимают расчетный межпоездной интервал и весовые нормы грузовых поездов. На магистральных участках при трехзначной сигнализации расчетным является грузовой поезд максимальной массы. За наибольшие установленные скорости пропуска поездов принимают: пассажирских 140 км/ч, грузовых — 90 км/ч. Длина каждого блок-участка должна быть не менее тормозного пути, определенного для данного места пути при полном служебном торможении и максимально реализуемой скорости (но не более 120 км/ч для пассажирского и 80 км/ч для грузового поезда), но должна быть не меньше тормозного пути при экстренном торможении с указанных скоростей (120 и 80 км/ч) с учетом времени, необходимого для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда. Максимальная длина блок-участка не должна превышать 2600 м, длина предвходных блок-участков должна быть не более 1500 м, минимальная длина блок-участка — не менее 1000 м. Должны быть обеспечены максимально возможная видимость сигналов по условиям расстановки светофоров и совмещение (спаривание) светофоров в противоположных направлениях для удешевления строительства и лучшего обслуживания автоблокировки.

При совмещении светофоров допускается отклонение интервала попутного следования от расчетного значения в пределах  $\pm 1$  мин на магистральных участках и  $-0,5$  мин на участках пригородного движения.

Применяют способ расстановки светофоров по кривой скорости с нанесением засечек времени. Чтобы построить кривые скорости или времени, проводят тяговые расчеты, используя при этом уравнение движения поезда. По расчетным данным находят скорости движения поезда на разных элементах профиля пути, время хода по перегону, определяют условия и результаты торможения.

Кривую скорости для перегона строят с указанием профиля пути и длины каждого элемента профиля. Кроме этого, показывают план пути перегона, разделенный по километрам, с указанием кривых участков пути.

Пользуясь кривой скорости, расставляют светофоры автоблокировки. При расстановке учитывают, что светофоры необходимо устанавливать на прямых участках пути или в начале кривых участков. В случае установки светофоров в кривой выбирают место его установки из условия лучшей видимости сигнальных показаний. При наличии выемок светофоры устанавливают с таким расчетом, чтобы выемки не ухудшали видимость сигналов. При наличии тоннелей и больших мостов светофоры, как правило, располагают перед искусственным сооружением или за ним на расстоянии не менее максимальной длины поезда.

Перечень перегонов и проходных светофоров с условно-разрешающими сигналами, а также массу грузовых поездов, при которых допускается проследование этих сигналов, устанавливает начальник дороги.

После расстановки светофоров их нумеруют. Все светофоры нечетного направления данного перегона, начиная со станции приема, нумеруют нечетными возрастающими цифрами 1, 3, 5 и т. д.; в четном направлении со стороны станции приема — четными возрастающими цифрами 2, 4, 6 и т. д. Такая нумерация дает возможность машинисту поезда по мере убывания номеров светофоров ориентироваться о приближении поезда к станции и принимать своевременные меры по торможению поезда.

При расстановке светофоров для определения времени расчетного межпоездного интервала наносят засечки времени на кривой скорости. Засечки наносят с помощью вспомогательного треугольника. Высота треугольника соответствует значению расчетной скорости, а основание — длине пути.

Расстановку светофоров следует проверять по условию видимости их огней на всех элементах профиля перегона. Эту проверку делает комиссия в составе представителей отделения дороги и проектной организации по вехам. Вехи устанавливают на ординатах проектируемых светофоров. Правильную видимость светофоров после их установки подтверждает комиссия и утверждает для составления рабочего проекта автоблокировки.

## **4. Разработка системы интервального движения поездов на участках скоростного движения**

### **4.1 Выбор системы автоблокировки**

Работа всех подразделений железнодорожного транспорта, обеспечивающая перевозки грузов и пассажиров, характеризует эксплуатационную работу железных дорог. Технология процесса перевозки базируется на плане формирования поездов и графике движения поездов, оперативном планировании и диспетчерском руководстве. Эффективность ее работы в значительной степени зависит от использования устройств автоматики и телемеханики, регулирующих движение поездов.

На перегонах магистральных железных дорог интервальное регулирование (во времени и пространстве) осуществляется устройствами автоблокировки. Между двумя отдельными пунктами перегон делят на блок-участки, длина которых может быть 1000 — 2600 м. Каждый блок-участок имеет электрические рельсовые цепи для электрического контакта между колесными парами подвижного состава и рельсами участка с целью воздействия на устройства автоматики. На границах блок-участков устанавливают проходные светофоры, показания которых изменяются автоматически в зависимости от места нахождения поездов. По такому участку поезда могут следовать с интервалом 6 — 8 мин, обеспечивая высокую пропускную способность. Для повышения безопасности движения поездов, особенно в неблагоприятных условиях видимости светофоров, автоблокировка сочетается с автоматической локомотивной сигнализацией и автостопом (АЛСН). Использование АЛСН без проходных светофоров (АЛСО) позволяет сократить затраты на строительство и техническое обслуживание устройств автоматики. При автоблокировке имеется возможность применить устройства диспетчерского контроля за движением поездов по блок-участкам и работой входных и выходных светофоров. На однопутных линиях автоблокировка обычно входит в комплекс устройств диспетчерской централизации, позволяющей повысить участковую скорость движения. Эффективность таких линий достигается тем, что поездной диспетчер, управляя средствами автоматики, обеспечивает своевременный пропуск всех поездов, поступивших на его участок.

На малодейственных участках движение регулируют с помощью полуавтоматической блокировки, при которой на перегоне между двумя отдельными пунктами может находиться только одна подвижная единица. Безопасность движения обеспечивается выполнением алгоритма работы устройств при отправлении поезда на перегон с одной станции и при его прибытии на соседнюю станцию приема. Безопасность движения поездов может быть повышена с помощью устройства электрических рельсовых цепей на перегоне или счета осей колес подвижного состава при отправлении

поезда на перегон и проверкой их числа при прибытии поезда на станцию приема.

Каждый блок-участок автоблокировки имеет питающую аппаратуру рельсовых цепей на одном конце и релейную — на другом, дешифратор, устройства управления сигнализацией светофора и кодовые устройства. Для пропуска тягового тока с одного блок-участка на другой служат дроссели-трансформаторы, расположенные по обе стороны изолирующих стыков (при автономной тяге они отсутствуют). К устройствам АЛСН на локомотиве относятся приемные катушки, расположенные над уровнями головок рельсов, усилитель, дешифратор, локомотивный светофор и электропневматический клапан, воздействующий на тормозную систему поезда.

На сети дорог эксплуатируют две системы автоблокировки, использующие рельсовые цепи с изолирующими стыками: импульсно-проводная автоблокировка с рельсовыми цепями постоянного тока и импульсным питанием (увязка между показаниями светофоров осуществляется при помощи линейной цепи Л, ОЛ); Числовая кодовая автоблокировка частотой 25Гц, 50Гц (увязка между показаниями светофоров производится кодами с использованием рельсовой цепи КЖ, Ж, З). Система централизованной автоблокировки (ЦАБ) с рельсовыми цепями тональной частоты без изолирующих стыков, без светофоров, движение осуществляется только по сигналам АЛС. Автоблокировка постоянного тока с импульсными рельсовыми цепями постоянного тока, применяется на участках с автономной тягой; автоблокировка переменного тока с кодовыми рельсовыми цепями частотой 50Гц используется при электротяге постоянного тока и автономной тяге; ЧКАБ используется также на участках с электротягой переменного тока. Эти системы автоблокировки взаимодействуют с автоматической локомотивной сигнализацией числового кода непрерывного действия (АЛСН).

В новой системе ЦАБ-АБТЦ применяют тональные рельсовые цепи частотой 420, 480, 580, 720, 780Гц. Эта система применяется на высокоскоростных участках, дополнительно вводятся реле фиксирующие занятие последовательно, освобождения блок-участков, блокирующие реле, которые обеспечивают дополнительную безопасность при движении высокоскоростного поезда.

В данной выпускной работе для регулирования движения по перегону принята система числовой кодовой автоблокировки с рельсовыми цепями (50Гц при автономной тяге) 25Гц с электротягой переменного тока.

## 4.2 Путь план перегона

Основным документом при разработке проекта автоблокировки является путь план перегона, на котором показаны: пути перегона в двухниточном изображении; перегонные светофоры с указанием номеров и ординат их установки; рельсовые цепи с указанием их длины и включением дросселей-трансформаторов с указанием их типа и обозначением питающих и релейных концов, релейные и батарейные шкафы, их типы и типы принципиальных схем шкафов; кабельные сети каждой сигнальной установки, длины и число жил кабеля с указанием общего числа жил и запасных жил; сигнальные жилы линейного кабеля, линия и кабель связи к релейным шкафам с указанием разрезов и отпаек проводов; высоковольтная линия автоблокировки с указанием мощности линейных трансформаторов и мест их установки; ЛЭП на опорах контактной сети; места установки силовых трансформаторов.

На спаренных сигнальных установках у светофора имеется шкаф для размещения релейной аппаратуры и источников питания. В кодовой автоблокировке переменного тока частотой 25 Гц применены кодовые путьные трансмиттеры типов КППШ-515 и КППШ-715. Типы кодовых трансмиттеров в соседних сигнальных установках чередуются. Основное питание устройств сигнальной установки переменным током осуществляется от линейного трансформатора типа ОМ-0,66, включенного в одну фазу трехфазной высоковольтной линии. Этот трансформатор размещен на силовой опоре высоковольтной линии напряжением 10 кВ. Резервное питание предусматривается от линии ДПР через КПТО. Линейные цепи организованы в магистральном кабеле связи:

*ДСН, ОДСН* — двойного снижения напряжения;

*ИЧ, ОИЧ* — извещения в четном направлении;

*ИН, ОИН* — извещения в нечетном направлении;

*ЗС, ОЗС* — включения мигающей сигнализации на переходном светофоре;

*Н, ОН* – провода смены направления ;

*К, ОК* – провода контроля перегона.

В кабельный ящик вводят провода от линейного трансформатора для передачи напряжения к сигнальной установке. По числу проводов, вводимых в кабельный ящик, определяют его тип с учетом необходимого запаса. От кабельного ящика все провода к релейному шкафу передаются по кабелю. На схеме показывают кабели, укладываемые от релейного шкафа к светофору и к рельсовым цепям.

Основное питание напряжением переменного тока *ПХ, ОХ* подается от силового трансформатора типа ОМ-0,66 высоковольтной линии автоблокировки. Резервное питание напряжением переменного тока *РПХ, РОХ*. Линейные цепи организованы по двухкабельным магистралям с использованием непунизированных кабелей марки МКПАБ. На спаренных сигнальных установках у каждого проходного светофора размещают отдельный релейный шкаф типа ШРУ.

### 4.3 Схемы сигнальных точек

Основными элементами однопутной автоблокировки являются рельсовые, линейные и сигнальные цепи, а также схема изменения направления движения. Рельсовые цепи обеспечивают контроль состояния каждого блок-участка и всего перегона. В зависимости от установленного направления движения схемы рельсовых цепей. В схемах рельсовых цепей переменного тока на входном конце блок-участка включается импульсное путевое реле, а на выходном — кодовое питание. Линейные цепи обеспечивают связь между светофорами в установленном направлении движения для получения трехзначной сигнализации. Для связи между светофорами в четном и нечетном направлениях используется одна и та же кодовая цепь. Сигнальные цепи коммутируются таким образом, что при нечетном направлении движения светофоры четного направления выключены, а при изменении направления движения с нечетного на четное светофоры нечетного направления выключаются, а четного — включаются.

Схема изменения направления движения обеспечивает: переключение рельсовых, сигнальных цепей в зависимости от установленного направления движения; контроль свободности перегона на прилегающих станциях; изменение направления движения по перегону с соблюдением всех требований по безопасности движения поездов.

На участках с электрической тягой применяют автоблокировку переменного тока с кодовыми рельсовыми цепями частотой 25 Гц.

При проектировании автоблокировки составляют принципиальные схемы рельсовых цепей 25 Гц, схемы спаренных сигнальных установок проходных и предвходных светофоров перегона. В полную принципиальную схему сигнальной установки входят цепи кодирования, извещения о приближении поезда к станции или переездам на перегоне, увязки показаний предвходных светофоров со входными и диспетчерского контроля за движением поездов.

В полной схеме однопутной автоблокировки при изменении установленного направления движения происходит переключение сигнальных и рельсовых цепей. Для осуществления этих переключений используют цепь *Н-ОН* схемы изменения направления движения, в которую последовательно на каждой сигнальной установке и на станциях включают реле направления *Н*. Питание в цепь *Н-ОН* всегда подается со станции, установленной на «Прием». При нечетном направлении движения питание подается от источника *ЛП-ЛМ*. На спаренной сигнальной установке при нечетном направлении движения реле *Н* возбуждено током прямой полярности, при изменении направления движения на четное — током обратной полярности. Через контакт поляризованного якоря каждого реле *Н* включены повторители *1Н* и *2Н*. На спаренной установке реле *1Н* включается через нормальный контакт поляризованного якоря реле, реле *1Н*, *2Н* — через переведенный контакт. На одиночной сигнальной установке реле *1Н* при установленном направлении движения по данному светофору включается через нормальный

контакт реле  $1H$ , а при встречном направлении движения по данному светофору через переведенный контакт реле  $H$  включается реле  $2H$ .

Импульсное путевое реле всегда включается с входного конца блока участка, а кодовое питание подается с выходного конца. При изменении направления движения входной и выходной концы рельсовой цепи меняются местами, поэтому на каждом конце рельсовой цепи необходимо переключать источник питания  $1П$  ( $2П$ ) и импульсное путевое реле  $1И$  ( $2И$ ). Для переключения применяют повторители реле направления  $1ПТ$  и  $2ПТ$ , имеющие усиленные контакты для пропускания больших токов.

Однопутную кодовую автоблокировку переменного тока применяют на участках как с автономной, так и с электрической тягой. При проектировании однопутной автоблокировки используют типовые схемы рельсовых цепей 25 и 50 Гц и схемы одиночных и спаренных сигнальных установок. Для повышения надежности и бесперебойности работы автоблокировки применяют двухнитевые лампы для красных огней проходных светофоров. Состояние основной нити лампы контролирует огневое реле  $O$ , а второй нити — огневое добавочное реле  $ОД$ . Перенос красного огня на позади стоящий светофор происходит только при перегорании основной и дополнительной нитей лампы. Для изменения направления движения на каждой сигнальной установке применяют реле  $H$ ,  $1H$ ,  $2H$ ,  $1ПТ$  и  $2ПТ$ . Коды в рельсовые цепи подаются контактами трансмиттерных реле  $1Т$  и  $2Т$ . Номера трансмиттерных реле совпадают с номерами смежных рельсовых цепей каждой сигнальной установки. С помощью повторительных реле  $1ПТ$  и  $2ПТ$  при изменении направления движения по перегону переключаются релейные и питающие концы каждой смежной рельсовой цепи сигнальных установок. Обозначение, типы и назначение приборов сигнальных установок приведены ниже.

***БИ* (БИ-ДА)..... блок исключения**

***НС* (НС-ДА).....блок счетчиков**

***БК* (БК-ДА).....блок конденсаторов**

***1Т, 2Т* (ТШ-65В).....трансммиттерное реле**

***1ПТ, 2ПТ* (НМПШ2-400)...повторитель реле направления**

***КПТ* (КПТШ) .....трансммиттер**

***Н* (КШ1-80).....реле направления**

***1Н, 2Н* (НМШ1-400).....повторители реле направления**

***1И, 2И* (ИМВШ-110) .....импульсные путевые реле**

***З, Ж* (АНШ5-1230).....сигнальное реле**

***О, 1О, 2О, АОД, БОД* (АОШ2-180/0.45).....огневые реле**

***ОИ* (НМШ2-900) .....обратный повторитель импульсного реле**

***Ж1* (АНМШ2-620) .....повторитель реле *Ж***

***Ж2, Ж3* (НМШМ1-360) .... повторители реле *Ж***

Состояние цепей схемы автоблокировки (лист 1) соответствует

установленному нечетному направлению движения и нахождению поезда *П1* на блок-участке *4П*. На сигнальных установках *2/11*, *4/9* и *6/7* реле *Н* возбуждены током обратной полярности и включены реле *2Н* и *2ПТ*. Kontakтами реле *2ПТ* и *1ПТ* рельсовые цепи всех блок-участков переключены так, что на выходных концах включены источники кодового питания, а на входных — импульсные путевые реле.

При нахождении поезда на блок-участке *4П* работа цепей автоблокировки протекает следующим образом.

На сигнальной установке *4* прекратилась импульсная работа реле *1И* и дешифратора *ДА*. Последовательно выключились реле *Ж*, *3*, *Ж1*, *Ж2* и *1НЖ*. Через тыловые контакты реле *1Н* и *Ж2* замкнулись цепи двухнитевой лампы красного огня через низкоомные обмотки огневых реле *О* и *ОД*. Возбудившись, реле *О* и *ОД* своими фронтowymi контактами замкнули цепь кодирования кодом *КЖ* рельсовой цепи блок-участка *6П*.

Реле *2Т* работает в режиме кода *КЖ* и, переключая свой контакт в цепи трансформатора *2ИТ*, передает этот код в рельсовую цепь *6П*. В случае перегорания на светофоре *4* только одной нити лампы красного огня выключается реле *О* (*ОД*) и цепь кодирования кодом *КЖ* сохраняется через фронтовой контакт реле *ОД* (*О*). Только при перегорании двух нитей лампы и выключении реле *О* и *ОД* цепь кодирования кодом *КЖ* размыкается и происходит перенос красного огня на позади стоящий светофор *6*. При приеме кода *КЖ* у светофора *6* в режиме этого кода работает реле *1И*, включенное в рельсовую цепь *6П* через тыловые контакты реле *1ПТ*. Включение контакта импульсного путевого реле *1И*, работа которого должна расшифровываться дешифратором *БС* (*ДА*) при установленном нечетном направлении движения, производится нормальным контактом поляризованного якоря реле *Я*. При импульсной работе реле *1И* через блоки дешифратора включается реле *Ж*.

По схеме повторителя реле *Ж* и реле-счетчика *1* включается реле *Ж1*, а затем его повторители реле *Ж2* и *Ж3*.

Реле *Ж1* имеет замедление на отпускание и при работе в импульсном режиме реле-счетчика *1* надежно удерживает якорь притянутым при приеме любого кода. В случае прекращения работы реле-счетчика *1* (отсутствие кодов) реле *Ж1* отпускает якорь и выключает свои повторители *Ж2* и *Ж3*, чем обеспечивается быстрая смена сигнальных показаний. С момента возбуждения реле *Ж2* и *Ж3* замыкается цепь горения желтого огня на светофоре *6*.

Одновременно с этим замыкаются цепи контроля целостности нитей лампы красного огня в холодном состоянии.

Цепи основной и дополнительной нитей лампы проходят через высокоомные обмотки реле *О* и *БОД*, поэтому оба реле возбуждаются и притягивают якоря, лампа красного огня не загорается. В случае горения на светофоре *6* красного огня замыкаются следующие цепи нитей лампы и огневых реле.

Основная нить накала лампы красного огня включается последовательно с низкоомной обмоткой реле  $2O$ , красный огонь горит. Огневое реле  $O$  возбуждается как повторитель реле  $2O$ . Резервная нить лампы красного огня включается последовательно с высокоомной обмоткой реле  $БOD$ . При перегорании основной нити лампы выключается реле  $2O$  и вслед за ним реле  $O$ . Отпуская якорь, реле  $O$  замыкает добавочной нити лампы последовательно с низкоомной обмоткой  $БOD$  и горение красного огня на светофоре сохраняется. При перегорании резервной нити выключается реле  $БOD$  и на светофоре гаснет красный огонь. После включения желтого огня на светофоре  $б$  замыкается цепь кодирования кодом  $Ж$ .

Реле  $2T$  работает в режиме кода  $Ж$  и, переключая свой контакт в цепи трансформатора  $2ИТ$ , передает этот код в рельсовую цепь  $8П$ . В случае перегорания лампы желтого огня на светофоре  $б$  цепь кодирования не изменяется, в рельсовую цепь  $8$  продолжает поступать код  $Ж$ .

Если участок  $4П$  свободен от питающего конца рельсовой цепи подается код  $Ж$  или  $З$  на сигнальной  $6/7$  точке воспринимается импульсное реле, далее информация подается на БС-ДА. Сигнальное реле или  $Ж$ , или  $Ж$  и  $З$  получает питание и на светофоре  $б$  загорается разрешающий огонь.

#### **4.4 Расчет рельсовой цепи частотой 25 Гц при электротяге переменного тока**

Рельсовые цепи являются основным элементом практически всех устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: автоблокировки; автоматической переездной сигнализации; диспетчерского контроля движения поездов. Рельсовая цепь предназначена для контроля свободности и исправности путевых участков, передачи информации со стационарных устройств на подвижной состав и как телемеханический передатчик.

Электрическая рельсовая цепь представляет собой датчик, обеспечивающий получение информации о трех состояниях участка пути: участок пути свободен, рельсы исправны; участок пути занят подвижной единицей; рельсовая линия участка пути оборвана.

Различают три режима работы рельсовой цепи: нормальный, шунтовой, контрольный.

В нормальном режиме работы необходимо обеспечить надёжную работу приёмника, при котором он выдаёт дискретную информацию участка пути «свободно», т.е. на данном участке отсутствует подвижная единица.

Напряжение надёжного срабатывания путевого приемника  $U_p$  (рабочее напряжение) в нормальном режиме должно обеспечиваться на входе приемника при наихудших условиях.

Наихудшими условиями нормального режима являются такие, при которых уменьшается сигнал на входе приемника рельсовой цепи. Это

означает, что напряжение  $U_p$  следует определять при минимальном напряжении источника питания  $U_{\min}$ , минимальном сопротивлении изоляции (балласт)  $r_{\min}$ , максимальном сопротивлении рельс  $z_{\max}$ . При этом необходимо учитывать влияние разброса параметров элементов аппаратуры. Принимают такие параметры из диапазона допустимых значений, которые уменьшают напряжение на путевом приёмнике, т.е. сопротивления элементов, не образующих резонансные цепи, включенных параллельно с приёмником – минимально, а включенных последовательно с приёмником – максимально. При сложной схеме рельсовой цепи, содержащей несколько реактивных элементов, трудно определить комбинацию параметров элементов, соответствующую наихудшим условиям нормального режима. Поэтому целесообразно использовать вероятностную методику расчёта рельсовых цепей.

В шунтовом режиме рельсовой цепи, приёмник должен надёжно выдавать дискретную информацию «занято», т.е. на данном участке имеется подвижная единица.

Для железных дорог нормативное сопротивление шунта принято равным 0,06 Ом для всех рельсовых цепей и 0,5 Ом для горочных рельсовых цепей. Рельсовые цепи необходимо рассчитывать так, чтобы при наложении нормативного шунта  $R_{\text{шн}} = 0,06$  Ом в любой точке рельсовой цепи при условиях, неблагоприятных для шунтового режима, напряжение на путевом приёмнике снизилось до напряжения надёжного возврата. При этом путевой приёмник выдаёт информацию о занятости рельсовой цепи.

Шунтовой режим должен выполняться при наихудших условиях. Наихудшими условиями шунтового режима являются такие, при которых увеличивается сигнал на входе приёмника. В шунтовом режиме необходимо учитывать отклонение параметров от номинальных значений в противоположную сторону по сравнению с нормальным режимом. Напряжение на путевом реле в шунтовом режиме определяется при максимальном напряжении источника питания  $U_{\max}$ , минимальном сопротивлении рельсовых нитей  $z_{\min}$ , максимальном сопротивлении изоляции  $r_{\max}$ . Таким образом при наложении в любой точке рельсовой линии поездного шунта, приёмник должен разомкнуть контакты, при сопротивлении равном нормативному или меньше нормативного ( $R_{\text{ш}} = 0,06$  Ом).

В контрольном режиме путевой приёмник надёжно должен выдавать информацию «занято» при полном электрическом разрыве рельсовой нити в любой точке рельсовой линии. Так как при разрыве рельсовой линии электрическая цепь между источником питания и приёмником сохраняется из-за протекания сигнального тока по земле в обход места обрыва, то возникает необходимость расчёта снижения тока на путевом приёмнике до тока надёжного возврата. Значение тока в путевом приёмнике при обрыве рельсовой нити зависит от места обрыва рельса и сопротивления изоляции рельсовой линии. Критическими называются сопротивление изоляции  $r_{\text{икр}}$  и место обрыва  $x_{\text{кр}}$  (расстояние от путевого приёмника до места обрыва), при

которых ток в приёмнике рельсовой цепи оказывается максимальным.

Наихудшими условиями контрольного режима являются такие, при которых увеличивается сигнал на входе приёмника: максимальное напряжение источника питания  $U_{\max}$ , минимальное сопротивление рельсовых нитей  $z_{\min}$ , критическое сопротивление изоляции рельсовой линии  $r_{\text{икр}}$ .

#### 4.4.1 Расчет рельсовой цепи в нормальном режиме

В нормальном режиме путевое реле должно притягивать якорь при самых неблагоприятных условиях работы: минимальном значении источника питания  $U_{\min}$ , минимальном сопротивлении изоляции  $R_{\min}$ , удельном сопротивлении рельс. Рисунок 1

Для того чтобы рассчитать минимальное допустимое значение напряжения источника питания  $U_{\min}$  необходимо представить принципиальную схему рельсовой цепи в виде схемы замещения через каскадное соединение ряда и четырёхполюсников.

Затем определить параметры четырёхполюсников схемы замещения и **напряжения надёжного срабатывания путевого реле.**

1. В задании даны первичные параметры :

$R_{\min}$  – сопротивление изоляции минимальное,

$L$  – длина рельсовой линии.

Коэффициенты четырёхполюсников рельсовой линии находятся после расчёта вторичных параметров:

$$\gamma = \sqrt{\frac{z}{R_{\min}}} = \sqrt{\frac{0,5e^{j52}}{0,73}} = 0,83 * e^{j26} \text{ 1/км}$$

$$Z_B = \sqrt{z * R_{\min}} = \sqrt{0,5e^{j52} * 0,73} = 0,6e^{j26} \text{ Ом}$$

где:

$\gamma$  – постоянная распространения ,

$Z_B$  – волновое сопротивление линии, ом/км

$z$  – удельное сопротивление рельс, ом/км ( см. таблицу )

При наличии заземления контактных опор в уравнениях 1 и 2 вместо  $R_{\min}$  подставляется значение  $R_{\text{иэ} \min}$

$$R_{\text{иэ} \min} = 0,5 * R_{\min} + \frac{0,5 R_{\min} * R_{\text{оп} \min}}{0,5 R_{\min} + R_{\text{оп} \min}}$$

где;

$R_{\text{иэ} \min}$  – эквивалентное минимальное удельное сопротивление изоляции, ом/км.

$R_{op\min} = 2\text{ Ом} \cdot \text{км}$  - минимальное удельное сопротивление заземления контактных опор.

2. Коэффициенты четырёхполюсника рельсовой линии определяются из уравнений:

$$A=D= \text{ch}(\gamma l)=\text{ch}(0,83 e^{j26} * 2)=1,744+1,404j=2,24 e^{j38,8};$$

$$B = Z_B * \text{sh}(\gamma l)=0,6 e^{j26} * \text{sh}(0,83 e^{j26} * 2)=0,463+1,315j=1,4 e^{j70,6} \text{ Ом};$$

$$C =$$

$$\frac{1}{Z_B} * \text{sh}(\gamma l)=\frac{\text{sh}(0,83 e^{j26} * 2)}{0,6 e^{j26}}=3,329+1,12j=3,5 e^{j18} \text{ 1/Ом};$$

3. Напряжение и ток надежного срабатывания путевого реле определяются по формулам:

$$I_p = K_{зср} * I_{ср}=1,2 * 0,0192=0,023 \text{ А};$$

$$U_p = I_p * Z_p=0,023 * 165=3,84 \text{ В};$$

Где  $K_{зср} \geq 1$  - коэффициент запаса по срабатыванию( для реле с непрерывным питанием  $K_{зср}=1$ , для импульсных реле  $K_{зср} = 1,2$ ),

$Z_p$  – сопротивление путевой обмотки реле.

Расчёт напряжения и тока путевого приёмника соответствует напряжению  $U_0$  и току  $I_0$  на выходе 1(первого) четырёхполюсника т.е.

$$U_1 = A_1 U_0 + B_1 I_0 ,$$

$$I_1 = C_1 U_0 + D_1 I_0 ,$$

Где  $A_1, B_1, C_1, D_1$  - коэффициенты 1(первого) четырёхполюсника. Аналогично находят напряжение и ток на входе каждого последующего четырёхполюсника, вплоть до  $U_{и\min}$ , последний четырёхполюсник до источника питания. Найденные значения напряжения  $U_{\min}$  и тока  $I_{\min}$ , являются минимальными величинами источника питания, при которых по путевому реле протекает рабочий ток  $I_p$ .

4. С учетом колебания напряжения сети, с питающего элемента следует увеличить выходное напряжение до величины  $U_{ис}$

$$U_{ис} = K_{нс} * U_{и\min} = 1,05 * 116,7 e^{j23,6} \text{ В},$$

Где  $K_{нс}$  - коэффициент нестабильности питающего напряжения( для рельсовой цепи частотой питания 50 гц.  $K_{нс} = 1.1$ , для рельсовой цепи частотой 25 гц.  $K_{нс} = 1.05$ ).

5. Для определения фактического значения напряжения  $U_{иф}$  следует определить конструктивные особенности конкретного источника питания (используемый питающий трансформатор).

Затем определить коэффициент градации  $K_{гр}$ .

$$K_{гр} = \frac{U_{иф}}{U_{ис}} = \frac{125}{122,5e^{-j23,6}}$$

Где  $K_{гр} \geq 1$  – коэффициент учитывающий наличие напряжения, ближайшего к  $U_{ис}$ . Определив  $K_{гр}$ , находим фактический ток источника питания:

$$I_{иф} = I_{imin} * K_{нс} * K_{гр} = 0,246e^{-j1,4} * 1,05 * 1,02e^{-j23,6} = 0,263e^{-j23,6}$$

Мощность, потребляемая рельсовой цепью находится по формуле:

$$S_{иф} = U_{иф} * I_{иф} = 125 * 0,263e^{-j25} = 32,9e^{-j25}$$

Результаты заносятся в таблицу 1.

#### 4.4.2 Режим перегрузки по путевому приёмнику

В этом режиме определяется максимально возможное напряжение на путевом приёмнике (реле) при самых неблагоприятных условиях, когда  $U_{имах}$  и  $I_{имах}$ . Затем результаты сравнивают с допустимым значением напряжения на реле. В случае, если напряжение на реле больше допустимого, то рельсовая цепь с принятым приёмником не может работать. Рисунок 2.

Для расчётов можно определить перегрузку путевого приёмника через коэффициенты рельсовой линии, при максимальном значении сопротивления изоляции  $R_{имах} = \infty$ , которые имеют следующие значения:

$$A_{рл} = 1, B_{рл} = z_l, C_{рл} = 0, D_{рл} = 1.$$

Зная значения напряжения  $U_k$  и тока  $I_k$  конца рельсовой линии, взятых из расчета нормального режима, находим  $U_n$  и  $I_n$ , а затем напряжение  $U_{имах}$  при  $R_{имах} = \infty$ . Коэффициент перегрузки определяется выражением:

$$K_{пер} = \frac{U_n}{U_{имах}} K_{и} = \frac{125}{61,1e^{-j1,3}} * 1,05 = 2,04e^{j1,3},$$

где  $K_{и}$  – коэффициент учитывающий колебания напряжения источника питания, для Р.Ц. частотой 50гц  $K_{и} = 1,2$ , для Р.Ц. частотой 25 гц.  $K_{и} = 1,05$ . Если  $K_{пер}$  меньше допустимого значения коэффициента перегрузки  $K_{пер. доп.}$  (по таблице в книге), то Р.Ц. может работать с данным приёмником. Результаты заносятся в таблицу

С учётом коэффициента перегрузки определяем  $U_{пер}$  :

$$U_{пер} = U_{и} * K_{пер} = 125 / 2,04 e^{-11,3} = 61,3 e^{-11,3} \text{ В};$$

если  $U_{пер} \leq U_{р}$ . То путевой приёмник работает нормально.

Результаты заносятся в таблицу 2.

#### 4.4.3 Расчёт шунтового режима

В шунтовом режиме якорь путевого приёмника (реле) в РЦ с непрерывным питанием должен надёжно отпустить, а реле с импульсной или кодовой РЦ надёжно не притягивать свой якорь. Наихудшими условиями для шунтового режима, являются  $U_{и\max}$ - максимальное напряжение источника питания,  $R_{и\max}$ - максимальное сопротивление изоляции,  $R_{р\min}$ - минимальное сопротивление рельс. РЦ в зависимости от места наложения шунта имеет неодинаковую шунтовую чувствительность. Наиболее низкая шунтовая чувствительность наблюдается на концах рельсовой линии. Рисунок 3, 4.

Критериями шунтового режима служат коэффициенты шунтовой чувствительности релейного и питающего концов ( $K_{шр}$  и  $K_{шп}$ ). При наложении шунта эти коэффициенты должны быть не меньше единицы  $K_{шр} \geq 1$ ,  $K_{шп} \geq 1$ . На рис изображены схемы замещения рельсовых цепей в шунтовом режиме.

Для надёжного контроля занятий путевого участка в РЦс импульсным питанием( кодовым) при шунтировании рельсовой линии напряжение и ток не должны превышать:

$$U_{нср} = K_{знср} * U_{нсп} = 0,9 * 3,2 = 2,88 \text{ В},$$

$$I_{нср} = K_{знср} * I_{сп} = 0,9 * 0,019 = 0,017 \text{ А},$$

$U_{нср}$  и  $I_{нср}$  – напряжение и ток не срабатывания;

$K_{знср} = 0.9$  – коэффициент запаса по несрабатыванию.

Для нахождения значения напряжения на питающем конце, нужно определить при каком напряжении на путевом реле якорь не отпустится, и РЦ покажет ложную «свободность». Поэтому определяем значения  $U_{шр}$  и  $I_{шр}$ , напряжение и ток наложения шунта на релейном конце,  $U_{шп}$  и  $I_{шп}$  соответственно на питающем конце. Найти значение напряжения и тока можно, используя приведённый коэффициент надёжного возврата  $K_{вн}$  –РЦ с непрерывным питанием :

$$K_{вн} = \frac{K_{во} K_{в}}{K_{з}} = 0,9 * 0,73 / 1,05 = 0,625;$$

$$U_{кш}=U_{к}*K_{вн}=0,31e^{j3,3} * 0,625 = 0,194e^{j3,2} \text{ В};$$

$$I_{кш}=I_{к}*K_{вн}=1,16e^{-j26,5} * 0,625=0,725e^{-j26,5} \text{ А};$$

Расчёт проводят так же , как для нормального режима, последовательным вычислением напряжения и тока на входе каждого четырёхполюсника каскадной схемы замещения рельсовой цепи. Коэффициенты четырёхполюсника, замещающего рельсовую линию длиной L при наложении нормативного шунта на релейном конце , вычисляются по формулам:

$$A_{шр} = 1 + \frac{z_l}{R_{шн}} = 1 + 0,5e^{j52}/0,06 = 11,25 + 13,2j = 17,3e^{j49,4};$$

$$B_{шр} = z_l = 0,5e^{j52} * 2 = 1e^{j52};$$

$$C_{шр} = \frac{1}{R_{шн}} = 1/0,06 = 16,6 \text{ 1/Ом};$$

$$D_{шр} = 1.$$

$$U_5 = A_{шр} * I_{кш} + B_{шр} * I_{кш} = 17,3e^{j49,4} * 0,194e^{j3,2} + 1e^{j52} * 0,725e^{-j26,5} = 2,625 + 2,97j = 4e^{j48} \text{ В};$$

$$I_5 = C_{шр} * U_{кш} + D_{шр} * I_{кш} = 16,6 * 0,194e^{j3,2} + 1 * 0,725e^{-j26,5} = 3,848 - 0,134j = 3,85e^{-j2} \text{ А};$$

Коэффициенты четырёхполюсника , замещающего рельсовую линию длиной L при наложении нормативного шунта на питающем конце, вычисляются по формулам:

$$A_{шр} = 1; B_{шр} = z_l; C_{шр} = \frac{1}{R_{шн}}; D_{шр} = 1 + \frac{z_l}{R_{шн}}. \quad (16)$$

Правильность расчётов определяем через коэффициенты шунтовой чувствительности РЦ с наложением шунта на релейном конце:

$$K_{шр} = \frac{U_{шр}}{U_{иф}} = 173,44e^{j24,5} / 125 = 1,4e^{j24,5};$$

И на питающем конце:

$$K_{шп} = \frac{U_{шп}}{U_{иф}} = 179,85 \frac{e^{j19,5}}{125} = 1,44e^{j19,5},$$

где  $U_{шп}$  и  $U_{шр}$  – расчётное напряжения на питающем и релейном концах .  
 $U_{иф}$  – напряжение источника фактическое , которое должно быть

установлено на зажимах питающего трансформатора.

Результаты заносятся в таблицы 3, 4.

#### 4.4.4 Расчет в контрольном режиме

В контрольном режиме, как и в шунтовом, якорь путевого реле должен надёжно отпадать, если РЦ непрерывного питания или надёжно не притягиваться, если РЦ импульсного (кодового) питания. Наиболее неблагоприятными условиями для контрольного режима являются критическое сопротивление изоляции Рикрит и повреждение рельсовой линии в середине (примерно в середине), максимальное напряжение источника питания - Уитах. Рисунок 5.

Расчёт контрольного режима ведётся аналогично шунтовому режиму.

Коэффициенты четырёхполосника рельсовой линии при повреждении рельсовой нити в середине и критическом сопротивлении изоляции:

$$\begin{aligned} A_{\text{КК}} = D_{\text{КК}} &= \text{ch}(\gamma l)_{\text{кр}} + \frac{1}{2} E \sqrt{1 + 2m} \text{sh}(\gamma l)_{\text{кр}} (S1 + S2) = \\ &= \text{ch}(1,13e^{j26}) + 1/2 * 1,58e^{j14} \sqrt{1 + 2 * 0} * \text{sh}(1,13e^{j26})(1 + 1) = \\ &= 2,713 + 2,117j = 3,44e^{j37,9}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{КК}} &= \frac{Zl}{(\gamma l)_{\text{кр}}} \left\{ \text{sh}(\gamma l)_{\text{кр}} + \frac{1}{2} E \sqrt{1 + 2m} [\text{ch}(\gamma l)_{\text{кр}} + 1] (S1 + S2) \right\} = \\ &= \frac{0,5e^{j52} * 2}{1,13e^{j26}} * \left\{ \text{sh}(1,13e^{j26}) + \frac{1}{2} * 1,58e^{j14} \sqrt{1 + 2 * 0} [\text{ch}(1,13e^{j26}) + 1] * (1 + 1) \right\} = \\ &= 2,589 + 3,753j = 4,6e^{j55,4} \text{ Ом}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{КК}} &= \frac{(\gamma l)_{\text{кр}}}{Zl} \left\{ \text{sh}(\gamma l)_{\text{кр}} + \frac{1}{2} E \sqrt{1 + 2m} [\text{ch}(\gamma l)_{\text{кр}} - 1] (S1 + S2) \right\} = \\ &= \\ &= \frac{1,13e^{j26}}{0,5e^{j52} * 2} * \left\{ \text{sh}(1,13e^{j26}) + \frac{1}{2} * 1,58e^{j14} \sqrt{1 + 2 * 0} [\text{ch}(1,13e^{j26}) - 1] * (1 + 1) \right\} = \\ &= 2,307 + 1,09j = 2,55e^{j25,3} \text{ 1/Ом}, \end{aligned}$$

$$\text{где } E = \sqrt{1 + \frac{4Zm}{Z}} = \sqrt{1 + \frac{4 * 0,21e^{-j84}}{0,5e^{j52}}} = 1,538 + 0,383j = 1,58e^{j14} -$$

коэффициент учитывающий взаимную индукцию рельсов,

$$Zm = j\omega m_{12} = -0,022 + 0,211j = 0,21e^{-j84} -$$

сопротивление взаимной индуктивности между рельсами;

$m_{12}$  – взаимная индуктивность двух контуров рельс – земля (для частоты 25 Гц. –  $m_{12} = 0,00135e^{-j60} \cdot 10$ , для частоты 50 Гц. –  $m_{12} = 0,00129e^{-j70}$ );

$S1$  и  $S2$  – коэффициенты схем, учитывающие параметры дроссель-

трансформатора,  
 $S1= 1$ ;

Значение  $(\gamma l)_{кр}$  зависит от частоты сигнального тока. Для РЦ частотой 50Гц  $(\gamma l)_{кр} = 1,35$ , для РЦ частотой 25 Гц  $(\gamma l)_{кр} = 1,13$ .

В зависимости от вида шпал и балласта  $m$  принимает значение от 0 до 9,1.

В начале определяется допустимое значение напряжения источника питания  $U_{ик}$  и ток  $I_{ик}$ , затем

$$K_k = \frac{|U_{ик}|}{|U_{иф}|} = 268,5/125 = 2,1$$

$$U_{ик} = 268,5 e^{-17,4} \text{ В,}$$

$$I_{ик} = 0,93 e^{j30} \text{ А.}$$

Результаты записываются в таблицу 5.

### Выводы

При расчете рельсовой цепи частотой 25Гц, длиной 2 км при электротяге переменного тока выявлено:

- В нормальном режиме должно обеспечиваться на входе приемника, при наихудших условиях  $U_p - \min$ ,  $R_p - \max$ ,  $r_b - \min$ . Питание от преобразователя частоты - 125В.
- В режиме перегрузки по путевому приемнику рассчитан коэффициент перегрузки  $K_{пер} < 1$ , что допустимо.  $K_{пер} = 2,04$
- В шунтовом режиме, при наложении нормативного шунта  $R_{шн} = 0,06$  Ом относительный коэффициент  $K_{шр} > 1$ , следовательно шунтовой режим будет выполняться.
- При выполнении расчета контрольного режима, рассчитан коэффициент контрольного режима  $K_k = 2,1$  т.е. контрольный режим выполняется.

Таким образом рельсовая цепь частотой 25Гц, длиной 2 км будет устойчиво работать во всех режимах.

### 4.5 Схемы увязки перегона со станцией

Предвходной светофор 2 имеет одно дополнительное сигнальное показание — желтый мигающий огонь. Для управления желтым мигающим огнем используется реле ЗС, включенное по линейной цепи ЗС-ОЗС. В эту же цепь на станции включено известительное реле приближения Ч2ИП для

контроля занятости второго участка приближения. По цепи извещения *ИЧ-ОИЧ* включен извещатель приближения *ЧИП*.

При горении на светофоре красного огня горение основной нити накала лампы этого огня контролируется возбуждением реле *Ю*, а дополнительной нити — возбуждением реле *БЮД*. Цепь кодирования рельсовой цепи *ЗП* кодом КЖ проходит через фронтные контакты реле *Ю* и *БЮД*, поэтому перенос красного огня на позади стоящий светофор осуществляется только при перегорании основной и дополнительной нитей лампы. При закрытом состоянии входного светофора *Ч* в рельсовую цепь посылается код КЖ. На сигнальной установке от этого кода работает реле *ИИ* и дешифратор. По цепям дешифратора возбуждается реле *Ж*, а после этого — реле *Ж1*, *Ж2*, *Ж3* и *Ж4*. Через фронтные контакты реле *2Н* и *Ж2* и тыловой контакт реле *3С1* на светофоре включается лампа желтого огня и срабатывает реле *Ю*. В случае перегорания лампы красного огня кодирование рельсовой цепи не изменяется.

При установленном маршруте приема по главному пути и горении на входном светофоре *Ч* желтого или зеленого огня на посту ЭЦ возбуждены реле *ЧРУ* и *ЧГМ1*. Фронтными контактами этих реле замыкается цепь *ЗС-ОЗС*, по которой током прямой полярности возбуждается реле *ЗС* на сигнальной установке. Вслед за реле *ЗС* срабатывает его повторитель реле *3С1*. Рельсовая цепь *2ПП* кодируется кодом *Ж* или *З*, при приеме которого у светофора работают реле *ИИ* и дешифратор. По выходным цепям дешифратора включаются реле *Ж* и *Ж1*, после чего срабатывают реле-повторители *Ж2*, *Ж3* и *Ж4*. При приеме кода *З* или *Ж* расшифровывается только первый импульс кода. Цепь расшифровки второго и третьего импульсов разомкнута тыловым контактом реле *3С1*, поэтому сигнальное реле *З* не возбуждается. По цепи, проходящей через фронтные контакты реле *2Н*, *Ж2* и *3С1*, на светофоре включается лампа зеленого огня.

При перегорании лампы зеленого огня кодирование рельсовой цепи не изменяется.

При установленном маршруте приема по боковому пути и горении на входном светофоре двух желтых огней (из них верхний может быть мигающий) линейная цепь *ЗС-ОЗС* разомкнута контактами реле *ЧГМ1* и на сигнальной установке реле *ЗС* и *3С1* находятся в обесточенном состоянии. Рельсовая цепь кодируется кодом *Ж*, от которого у светофора работают реле *ИИ* и дешифратор. По выходным цепям дешифратора срабатывают реле *Ж*, *Ж1*, *З*, а вслед за ними — реле *Ж2*, *Ж3*, *Ж4* и *31*. Фронтными контактами реле *Ж*, *Ж2* и тыловым контактом реле *3С1* на светофоре включается лампа желтого огня. Одновременно с этим фронтными контактами реле *Ж1*, *ИИ* и *31* замыкается цепь мигающего реле *М*, проходящая через контакт *Ж2* трансмиттера *КПТ*. Работая в импульсном режиме, *М* замыкает цепь питания реле *КМ* и создает мигание желтого огня на предвходном светофоре. В случае перегорания лампы желтого огня выключается реле *Ю* и рельсовая цепь вместо кода *З* кодируется кодом *Ж*.

Приближение поезда за два блок-участка контролируют реле *Ч2ИП* и *ЧИП*. По цепи *Н-ОН* реле *Н* предвходной установки возбуждается током обратной полярности включается реле *2Н* и выключается реле *1Н*. Kontakтами реле *1Н* и *2Н* переключаются релейный и питающий концы рельсовой цепи, отключаются лампы разрешающих огней светофора и включаются лампы светофора, переключаются цепи кодирования путем отключения реле *1Т* и включения реле *2Т*, входные цепи дешифратора подключаются для приема и расшифровки кодов, поступающих из рельсовой цепи. Увязка выходных светофоров с проходным светофором осуществляется путем кодирования рельсовой цепи от светофора.

У входного светофора *Ч* коды принимают реле *НОИ* и его повторитель *НОИ1* (на схеме не показаны). При импульсной работе реле *НОИ1* создаются входные цепи дешифратора БС-ДА на посту ЭЦ. По выходным цепям дешифратора включаются реле *НЖ*. Фронтowymi контактами этих реле замыкаются цепи разрешающих огней на выходном светофоре в маршруте отправления. Kontakтами реле *ЧЖ* включаются цепи известительных реле *Ч1ИП* и *Ч2ИП*. С момента выхода поезда на первый участок удаления прекращается импульсная работа реле *НОИ* и *НОИ1*, отчего выключаются реле *НЗ*, *НЖ* и вслед за ними реле *Ч1ИП* и *Ч2ИП*. На табло гаснут белые лампочки свободы первого и второго участков удаления и загорается красная лампочка занятости первого участка удаления *Ч1ПУ*. Освобождение первого и занятость второго участка удаления приводят к тому, что в режиме кода *КЖ* работают реле *НОИ*, *НОИ1*. По цепям дешифратора включается реле *НЖ*, затем реле *НЖ1* и *Ч1ИП*, реле *Ч2ИП* остается выключенным. На табло загорается белая лампочка *Ч1ПУ* свободы первого участка удаления и красная *Ч2ПУ* занятости второго участка удаления. После освобождения второго участка удаления реле *НОИ* и *НОИ1* работают в режиме кода *З*, через дешифратор включаются реле *НЖ* и *НЗ*. Фронтowym контактом реле *НЗ* возбуждается реле *Ч2ИП* и, переключая свои контакты, выключает красную и включает белую лампочку *Ч2ПУ* свободы второго участка удаления.

На время установленного четного направления движения у светофора зеленый огонь включает реле *ЗС1*, которое работает как повторитель реле *З1*.

#### 4.5.1 Схема смены направления

При однопутной автоблокировке требуется изменять направление движения по перегону с тем, чтобы исключить возможность отправления встречных поездов. Для изменения направления движения применяют схему, с помощью которой две станции и прилегающий перегон связаны таким образом, что проходные светофоры в установленном направлении движения включены, а в неустановленном — выключены; одна из станций находится в положении «Отправление», а другая «Прием». Открытие выходного светофора для отправления поезда возможно только на станции «Отправление», на станции «Прием» выходные светофоры выключены и открытие их исключено.

Перед тем как изменить направление движения нормальным режимом, дежурный по горению контрольной лампочки на табло должен убедиться, что перегон свободен. Горение контрольной лампочки означает, что: свободны все блок-участки перегона; выходные светофоры на станции «Отправление» закрыты; отсутствует поезд, отправленный по ключу-железу; не производятся маневровые передвижения с выходом на перегон. При нормальном режиме изменяет направление движения дежурный на станции «Прием». Для этого он нажимает специальную кнопку смены направления *СН* и держит ее в нажатом состоянии до открытия выходного светофора.

Возможны два режима изменения направления движения — нормальный и вспомогательный. Нормальный режим применяется только при свободном состоянии перегона, вспомогательный — в том случае если перегон свободен, но неисправна рельсовая цепь одного из блок-участков, что дает ложную занятость перегона. Для осуществления вспомогательного режима изменения направления необходимо участие дежурных обеих станций.

Полная четырехпроводная схема изменения направления движения на однопутном участке показано на листе 2.

При установленном направлении движения в четном направлении на ст. *А* цепь сигнального реле *ЧС* замкнута нормальным контактом реле *НСН*. Это позволяет возбудить реле *НС*, открыть выходной светофор и отправить поезд на перегон. На ст. *Б* цепь реле *НС* разомкнута нормальным контактом реле *ЧСН*, что не позволяет возбудить это реле, открыть выходной светофор и отправить поезд на перегон.

После изменения направления движения на четное происходит переключение контактов реле *НСН* и *ЧСН*. Цепь реле *ЧС* на ст. *А* размыкается, появляется возможность возбудить реле *НС*, открыть выходной светофор на ст. *Б* и отправить поезд на перегон в нечетном направлении.

При открытии выходного светофора на ст. *А* или ст. *Б* лампу желтого или зеленого огня включает реле *ЧЗС*, включенное через контакт линейного реле *ЧЛ*, контролирующее свободу участка удаления от станции. При свободном участке удаления реле *ЧЗС* срабатывает и включает зеленый огонь, при занятом участке удаления реле *ЧЗС* не срабатывает и включает желтый огонь.

Состояние цепей схемы соответствует установленному нечетному направлению движения и свободному состоянию перегона. В замкнутую контрольную цепь *К-ОК* питание подается от источника *ЛП4-ЛМ4* на ст. *А*, установленной на «Отправление». На ст. *А* в контрольную цепь включена низкоомная обмотка реле *ЧЗП*, а на ст. *Б* — низкоомная обмотка реле *НКП*. Контроль свободы перегона осуществляется замкнутыми фронтowymi контактами реле *Ж* всех сигнальных установок на перегоне. Замкнутыми контактами реле *НКЖ* проверяется наличие ключа-железа в аппарате. При возбуждении реле *ЧЗП* оно включает свой повторитель реле *ЧЗП*. Фронтowym контактом реле *ЧЗП* на табло включается белая лампочка *ЧКП* контроля свободы перегона. На ст. *Б* возбуждается реле *НКП* и также включает белую лампочку контроля свободы перегона *НКП*.

В замкнутой цепи смены направления питание подается от источника ЛПЗ-ЛМЗ на ст. Б, установленной на «Прием». На ст. А током прямой полярности возбуждено реле НСН и включены его повторители НСНП, НСНПП и реле НВ. Фронтным контактом реле НСНП на табло включена зеленая лампочка ЧО — «Отправление». На ст. Б реле ЧСН и все его повторители выключены, через тыловой контакт реле ЧСНП на табло включена желтая лампочка ЧП — «Прием».

При отправлении поезда со ст. А с момента открытия выходного светофора контрольная цепь К-ОК размыкается контактами реле ЧИ. На ст. А выключается реле Н1ЗП, через тыловые контакты ЧИ в цепь К-ОК включается высокоомное реле Н2ЗП. Через фронтной контакт этого реле остается возбужденным реле НЗП, и на табло продолжает гореть лампочка контроля свободности перегона НКП. На ст. Б за счет уменьшения тока в контрольной цепи К-ОК и изменения его полярности выключается реле ЧКП и на табло загорается красная лампочка ЧКП контроля занятости перегона. С момента выхода состава на перегон выключается реле Н1ИП (на схеме не показано) и фронтными контактами полностью размыкает контрольную цепь К-ОК. Последовательно выключаются и отпускают якоря реле Н2ЗП и НЗП. На табло ст. А загорается лампочка занятости перегона НКП лист 2.

Пока поезд движется по перегону, контрольная цепь остается разомкнутой контактами реле Ж сигнальных установок автоблокировки, а реле Н1ЗП и ЧКП — полностью выключенными. На табло обеих станций горят лампочки занятости перегона, смена направления исключается. Опасным является кратковременная потеря шунта под движущимся по перегону поездом. Контрольная цепь при этом замкнется и возбудится реле ЧКП, которое зафиксирует ложную свободность перегона и замкнет цепь для изменения направления движения. Защита от такой опасной ситуации осуществлена с помощью реле ЧПКП, которое за счет термоэлемента имеет замедление на притяжение якоря 8—18 с. В случае кратковременного срабатывания реле ЧКП при потере шунта (2—2,5 с) реле ЧПКП не успеет возбудиться и не замкнет цепи смены направления. Совместно к реле ЧПКП включено вспомогательное реле ЧВКП, контролирующее правильную последовательность срабатывания реле ЧКП и ЧПКП. При правильном (длительном) срабатывании реле ЧКП оно своим фронтным контактом включает цепь реле ЧВКП. В этой цепи тыловым контактом ЧПКП проверяется остывшее состояние термоэлемента. Притягивая якорь, реле ЧВКП включает термоэлемент ЧПКП, и он начинает нагреваться. После полного нагрева в течение 8 с термоэлемент переключает свой контакт с тылового на фронтной. При этом через фронтные контакты реле ЧКП, ЧВКП и ЧПКП срабатывает, а затем самоблокируется реле ЧПКП и включает цепь изменения направления движения. В случае кратковременного срабатывания реле ЧКП при потере шунта термоэлемент не нагревается до нужной температуры и не переключает свой контакт. Реле ЧПКП не срабатывает и не включает цепь изменения направления. Реле ЧВКП остается в возбужденном состоянии через фронтные контакты реле ЧКП и ЧВКП и выключается с момента

обесточивания реле *ЧКП*. В случае повторного срабатывания реле *ЧКП* реле *ЧВКП* возбуждается после полного остывания термоэлемента и замыкания его тылового контакта.

Нормальный режим изменения направления движения. Порядок изменения направления с нечетного на четное следующий. После того как дежурные ст. *А* и ст. *Б* договорились по телефону об изменении направления движения, дежурный ст. *Б* нажимает кнопку смены направления *ЧСН* и держит ее нажатой до окончания смены направления. Через контакт нажатой кнопки *ЧСН* и замкнутые фронтные контакты реле *ЧКП* и *ЧПКП* (с проверкой свободы перегона) срабатывает, а затем самоблокируется реле *ЧВ*. Цепь питания этого реле сохраняется до момента размыкания фронтного контакта реле *ЧПКП* (до появления контроля занятости перегона), после размыкания контакта реле *ЧПКП* реле *ЧВ* удерживает якорь притянутым за счет разряда подключенного к его обмотке конденсатора. За время замедления на отпусkanie реле *ЧВКП*, *ЧПКП* и *ЧВ* происходит изменение направления и переключение ст. *Б* в положение «Отправление». После окончания изменения направления реле *ЧВ* получает постоянное питание через переключившийся контакт поляризованного якоря реле *ЧСН*. С момента возбуждения реле *ЧВ* оно своим тыловым контактом выключает реле *ЧПН* и *ЧПН1*. Фронтным контактом реле *ЧПН* размыкается контрольная цепь *К-ОК* и выключаются реле *Н1ЗП* на ст. *А* и *ЧКП* на ст. *Б*. Фронтными контактами реле *ЧВ* в цепь изменения направления *Н-ОН* подается питание *ЛПЗ-ЛМЗ*. В цепь *Н-ОН* посылается импульс тока обратной полярности для возбуждения реле *НСН* на ст. *А*. До посылки этого импульса при установленном нечетном направлении движения в цепи *Н-ОН* через тыловые контакты реле *ЧВ* протекал непрерывный ток прямой полярности возбуждения реле *Н* перегона и реле *НСН* ст. *А*.

При возбужденном состоянии реле *НСН* были включены его повторители *НСНП1* и *НСНП2*. Фронтным контактом реле *НСНП1* на табло была включена зеленая лампочка *ЧО*, контролирувавшая, что ст. *А* находится в положении «Отправление». На ст. *Б* тыловым контактом реле *ЧСНП1* на табло была включена желтая лампочка *ЧП*, контролирувавшая, что данная станция находится в положении «Прием».

Длительность импульса тока обратной полярности определяется суммарным временем замедления на отпусkanie реле *ЧКП* и его повторителя *ЧВКП*. Возбуждаясь током обратной полярности и переключая поляризованный якорь, реле *ЧСН* выключает свои повторители *НСП1*, *НСНП1* и реле *ЧВ*. Последнее, отпуская якорь без замедления, так как от его обмотки отключен конденсатор, включает цепь срабатывания реле *НПН* и *НПН1*. На табло через тыловой контакт реле *НСНП1* включается желтая лампочка *НП*, контролирующая, что ст. *А* переключилась на «Прием». Реле *НВ*, отпуская якорь, отключает из цепи *Н-ОН* реле *НСН* и тыловыми контактами включает в эту цепь источник питания *ЛП4-ЛМ4*. С этого момента к цепи *Н-ОН* на обеих станциях источники питания подключаются последовательно и по этой цепи протекает усиленный импульс тока, от которого срабатывают реле *Н* всех

сигнальных установок перегона.

Как только заканчивается замедление и отпускают якоря реле *ЧКП*, *ЧВКП* и *ЧПКП*, от цепи *Н-ОН* на ст. *Б* отключается источник питания *ЛПЗ-ЛМЗ*. В эту цепь включается реле *ЧСН* и возбуждается током прямой полярности от источника *ЛП4-ЛМ4* ст. *А*.

От тока прямой полярности срабатывает реле *ЧСН* и включает свои повторители *ЧСНП1*, *ЧСНП* и реле *ЧВ*. Фронтowymi контактами реле *ЧВ* цепь *Н-ОН* остается постоянно замкнутой и через нее протекает ток по обмоткам реле *Н* всех сигнальных установок перегона, под действием которого их якоря надежно удерживаются в переведенном положении. На ст. *Б* фронтowymi контактами реле *ЧСНП* на табло включается зеленая лампочка *40*, контролирующая, что станция переключена в положение «Отправление». После окончания изменения направления замыкается контрольная цепь *К-ОК*. В эту цепь на ст. *А* тыловыми контактами реле *НСНП* включается реле *НКП*, а на ст. *Б* фронтowymi контактами реле *НСНП* — реле *Ч1ЗП*. После срабатывания этих реле на ст. *Б* фронтowymi контактами реле *ЧСН* и *Ч1ЗП* включается реле *ЧЗП*, а на ст. *А* тыловыми контактами реле *НСНП* включается реле *НЗП*. На табло обеих станций загораются белые лампочки *НКП* и *ЧКП*, контролирующие свободу перегона. Изменение направления движения с четного на нечетное осуществляет дежурный ст. *А* нажатием кнопки смены направления *НСН*. Дальнейший порядок работы цепей тот же, что и при изменении направления с нечетного на четное.

На приведенной схеме в сокращенном виде показано включение сигнальных реле выходных светофоров *ЧС*, *ЧЗС* по цепям блочной централизации. Полное включение цепи реле *ЧС* для открытия выходного светофора производится контактом реле *НСН* в зависимости от установленного направления движения.

Вспомогательный режим изменения направления движения. В случае неисправности рельсовой цепи одного из блок-участков перегона нарушается целостность контрольной цепи *К-ОК* и на табло обеих станций появляется ложный контроль занятости перегона. При этом изменить направление движения можно только вспомогательным режимом. Выполнение вспомогательного режима по условиям безопасности движения поездов возможно только при участии дежурных обеих станций. Перед тем как произвести изменение направления движения, дежурные обеих станций по телефонной связи выясняют, что последний отправленный на перегон поезд в полном составе прибыл на станцию и перегон свободен. Разрешение на изменение направления движения дежурные получают от поездного диспетчера. После получения разрешения они срывают пломбы и нажимают вспомогательные кнопки. Чтобы изменить направление с нечетного на четное, дежурный ст. *А*, которая переводится с «Отправления» на «Прием», нажимает кнопку *НПВ*, а дежурный ст. *Б*, которая переводится с «Приема» на «Отправление», — кнопку *НОВ*. Эти кнопки они держат в нажатом состоянии до тех пор, пока на табло не появится контроль о состоявшемся изменении направления. Перед срывом пломб и нажатием кнопок дежурные делают соответствующие записи в Журнале осмотра путей, стрелочных переводов,

устройств СЦБ, связи и контактной сети.

Порядок работы цепи *Н-ОН* при изменении направления вспомогательным режимом следующий. После нажатия кнопки *НОВ* на ст. *Б* возбуждается реле *НОВ* и своими тыловыми контактами отключает от цепи *Н-ОН* источник питания *ЛПЗ-ЛМЗ*, отчего на станции *А* выключается реле *ЧСН*. Фронтowymi контактами реле *НОВ* в цепь *Н-ОН* на ст. *Б* включается реле *ЧВСН*. Нажатием кнопки *НПВ* на ст. *А* замыкается цепь разряда конденсатора на реле *НПВ*, проходящая через тыловой контакт реле *ЧСН*. Реле *НПВ*, притягивая якорь, тыловыми контактами отключает из цепи *Н-ОН* реле *НСН*, а фронтowymi контактами включает в эту цепь источник питания *ЛП4-ЛМ4*. От этого источника по цепи *Н-ОН* проходит импульс тока возбуждения реле *ЧВСН* на ст. *Б*.

Время прохождения этого импульса тока определяется емкостью конденсатора, который разряжается на реле *НПВ*. Притягивая якорь, реле *ЧВСН* фронтowymi контактами включает реле *ЧВКП* и *ЧПКП* без выдержки времени. Вслед за этими реле возбуждается реле *ЧВ* (без нажатия кнопки *ЧСН*). На ст. *А* после разряда конденсатора отпускает якорь реле *НПВ*, отключает от цепи *Н-ОН* источник питания и включает в эту цепь реле *НСН*. На ст. *Б* выключается реле *ЧВСН* и, отпуская якорь, размыкает цепи питания реле *ЧВКП*, *ЧПКП*, *ЧВ* и *НОВ*. За счет замедления на отпускание реле *ЧВКП* и *ЧПКП* удерживают якорь в притянутом состоянии, и со ст. *Б* в цепь *Н-ОН* через тыловые контакты реле *ЧОВ* и фронтowymi контакты реле *ЧВ* и *ЧВКП* от источника *ЛПЗ-ЛМЗ* подается импульс тока обратной полярности возбуждения в реле *НСН*. Дальнейшая работа схемы изменения направления проходит так же, как и при нормальном режиме. По окончании изменения направления ст. *А* переходит в положение «Прием», а ст. *Б* — в положение «Отправление». Дежурные обеих станций отпускают кнопки смены направления.

#### 4.6 Схема частотного диспетчерского контроля

Устройства диспетчерского контроля движения поездов на участках оборудованных автоблокировкой, предназначены для дачи информации поезвному диспетчеру об установленном направлении движения (на однопутных перегонах), занятости блок-участков главных и приемо-отправочных путей на промежуточных станциях, показаниях входных и выходных светофоров.

Сигнализация на табло диспетчерского контроля показывает продвижение поездов по участку, что способствует повышению оперативности работы и ускорению движения поездов. Контрольная информация диспетчерского контроля сначала передается на промежуточные станции, ограничивающие перегоны, а затем с промежуточных станций на центральный пост поездного

диспетчера. Информация диспетчерского контроля включает не только контроль движения поездов, но и контроль повреждений на сигнальных установках автоблокировки и переездных устройств. Дежурные промежуточных станций, получая полную информацию, имеют возможность следить не только за движением поездов, но и контролировать работу автоблокировки и автоматических переездных устройств. При выявлении неисправностей они принимают быстрые меры к их устранению, чтобы не допускать задержки поездов.

Система ЧДК является двухступенчатой информационной системой. На первой ступени происходит сбор контролируемой информации с перегонов и передача ее на промежуточные станции; на второй ступени функционирования системы информация с промежуточных станций передается на центральный диспетчерский пост.

Информация от сигнальных установок поступает на промежуточную станцию по линии двойного снижения напряжения ДСН.

При большом числе контролируемых объектов линию ДСН разрезают и информация с перегона передается на обе соседние станции. С каждой перегонной установки контрольная информация посылается в виде частотного кода. Для формирования такого кода на каждой перегонной установке находится камертонный генератор ГК, вырабатывающий одну из 16 фиксированных частот, находящихся в диапазоне 300-1500Гц.

Генератор ГКШ построен на базе генератора ГК5 и представляет собой блок со штепсельным включением. Генератор ГКШ применяют на сигнальных установках всех видов автоблокировки.

На перегоне генераторы с более высокими частотами устанавливаются по мере приближения к станции для того, чтобы сигналы на более высоких частотах передавались на меньшие расстояния. В линии ДСН генераторы включают параллельно реле ДСН.

Частотный кодовый сигнал от каждой перегонной установки передается по узкополосному каналу связи с частотным уплотнением. На станции от каждого принятого сигнала через усилитель приемника УПДК и приемники ПК5 на табло дежурного включается контрольная лампочка. Питают линию двойного снижения напряжения блоки ДСНП.

На станции, к которой подключены выводы разрезной линии ДСН, установлено по два комплекта приемников и усилителей частотных кодовых сигналов контроля напольных устройств прилегающих к станции перегонов.

Контрольная информация с промежуточных станций передается на центральный пункт по физической цепи линии диспетчерского контроля ДК-В этой цепи организовано 16 узкополосных частотных каналов. Каналы 1—15 используются для передачи информации с 15 промежуточных станций на пост диспетчера, а канал 16 — для передачи тактовых импульсов синхронизации. Для передачи контрольной информации на центральный пункт на каждой промежуточной станции устанавливают линейный генератор ГЛЗ одной из 15 частот и распределитель РДК с блоком управления БУР. На одной из промежуточных станций установлен тактовый генератор типа ГТ2-16

с рабочей частотой 1523,6 Гц. Этот генератор вырабатывает тактовые импульсы длительностью 0,4 с с интервалом 0,4 с.

Для приема частотных кодовых сигналов, поступающих с промежуточных станций, на центральном пункте установлены *РДК* и *БУР*, *УПДК*, приемники *ПК5*, генератор *ГЛЗ*, блок питания *БПДК* и табло-матрица. Всей этой аппаратурой каждая станция соединена с центральным пунктом отдельным узкополосным каналом связи лист 3.

Под действием тактовых импульсов, вырабатываемых генератором *ГТ2*, распределители всех промежуточных станций и центрального пункта работают синхронно. На каждом шаге работы *РДК* станций и центрального пункта в цепь *ДК* генераторы *ГЛЗ* станций посылают частотные кодовые сигналы о состоянии контролируемых объектов. Каждому контролируемому объекту приписан номер шага *РДК* станции, на котором информация о его состоянии посылается на центральный пункт. За один цикл (32 шага) *РДК* подключают последовательно к *ГЛЗ* своей станции контакты 32 контролируемых объектов. В линию *ДК* на каждом шаге работы всех распределителей одновременно поступают частотные сигналы от 15 генераторов *ГЛЗ* всех станций. Принятые на центральном пункте частотные сигналы усиливаются, затем расшифровываются с помощью приемников *ПК5*, после чего определяется станция, с которой поступил сигнал, и состояние контролируемого объекта на этой станции. Через выходы *РДК* центрального пункта определяются порядковые номера объектов на перегонах и станциях. Визуальный контроль состояния контролируемых объектов на станциях и перегонах диспетчер получает на табло-матрице, на котором нанесен план участка и установлены индикаторные лампочки.

К входам *РДК* также подключены контакты следующих реле релейной централизации: *НОС*, *ЧОС* - постовые сигнальные реле для управления выходными светофорами в нечетном (четном) направлении, контролируют состояние выходных светофоров на станции; *НС*, *ЧС* — постовые сигнальные реле для управления входными светофорами, контролируют состояние входных светофоров; *НЖ*, *ЧЖ* — сигнальные реле, которые при числовой кодовой автоблокировке переменного тока контролируют свободу первого блок-участка удаления от станции в нечетном (четном) направлении; *1П*, *2П* — путевые реле, контролируют свободное состояние приемных цепей; *НИ*, *ЧИ* — исключают реле, служат для устранения возможности установки встречных (лобовых) маршрутов; *1НКС*, *1ЧКС* — контрольно-секционные реле; *1НКМ*, *2ЧКМ* — контрольно-маршрутные реле; *КС*, *КМ* — исключают, формируют сообщения на центральный диспетчерский пункт о состоянии маршрутов на станции.

#### 4.6.1 Подключение генератора ГКШ

На каждой сигнальной установке кодируется и передается на промежуточную станцию контрольная информация: о состоянии блок-участков; о

целости или перегорании как основной, так и дополнительной нити накала лампы красного огня; об отсутствии переменного тока и неисправностях в цепи двойного снижения напряжения.

Нити лампы красного огня светофора контролируются в двух режимах — при горении лампы и в холодном состоянии. В цепи лампы красного огня, кроме исправного состояния самой лампы, проверяется исправность всех монтажных проводов и перемычек.

Контроль повреждения цепи двойного снижения напряжения необходим потому, что при выключении реле *ДСН* на светофорные лампы подается пониженное напряжение и резко снижается видимость сигнальных показаний светофоров в дневное время.

#### *Автоблокировка переменного тока*

— блок-участок занят, лампа красного огня исправна, реле *ДСН* под током.

— блок-участок свободен, контролируемый объект исправен.

— отсутствует основное питание; контроль происходит только при свободном блок-участке.

— перегорела основная или дополнительная нить накала лампы красного огня или обесточилось реле *ДСН*; контроль осуществляется при свободном и занятом состояниях блок-участка.

— отсутствует резервное питание, контроль осуществляется только при свободном состоянии блок-участка.

## **4.7 Выбор системы электрической централизации**

С целью повышения пропускной способности и повышения безопасности движения поездов промежуточные и участковые станции оборудуют устройствами электрической централизации ЭЦ.

Основной элементной базой системы ЭЦ является релейная аппаратура, поэтому эта система управления получила название релейной централизации. Релейная централизация в соответствии с требованиями ПТЭ не допускает: открытие входного светофора при маршруте, установленном на занятый путь; перевод стрелок под составом; открытие сигналов, соответствующих данному маршруту, если стрелки не установлены в надлежащее положение и не заперты в этом положении, а сигналы враждебных маршрутов не закрыты; перевод входящей в маршрут стрелки или открытие сигнала враждебного маршрута при открытом сигнале, ограждающем установленный маршрут.

В состав релейной централизации входят: аппарат управления; релейная аппаратура, обеспечивающая требования по безопасности движения поездов; источники питания; стрелочные электроприводы для централизованного управления и контроля положения стрелок; светофоры, электрические рельсовые цепи; кабельные сети.

По способу размещения аппаратуры управления и источников питания

релейную централизацию строят с местными и центральными зависимостями и источниками питания. При местных зависимостях релейную аппаратуру размещают в релейных будках в горловинах станции; при центральных — в центре станции на посту ЭЦ или в станционном здании. Местные источники в виде аккумуляторных батарей устанавливают в батарейных шкафах у входных светофоров и в районе стрелочных горловин.

В устройствах релейной централизации применяют два способа управления — индивидуальный (раздельный) и маршрутный.

При индивидуальном управлении перевод стрелок, входящих в маршрут, и открытие светофоров осуществляют нажатием отдельных кнопок или переводом коммутаторов, расположенных на пульте дежурного; маршрутном — перевод стрелок и открытие светофора осуществляют последовательным нажатием двух кнопок — начала и конца маршрута.

Применяют несколько разновидностей систем релейной централизации.

**Релейная централизация с местными зависимостями и местными источниками питания (РЦМ).** Система РЦМ применялась на малых станциях (до 15 стрелок). Релейная аппаратура и источники питания размещались в релейных будках или шкафах в горловинах станции. Недостатком системы является рассредоточенность аппаратуры и источников питания, что усложняет обслуживание и удорожает строительство. Эту систему в новом строительстве не применяют.

**Релейная централизация с центральными зависимостями и местными источниками (РЦЦМ).** В системе РЦЦМ пост электрической централизации не строят, и релейную аппаратуру размещают в станционном здании, где находится дежурный по станции (ДСП), и частично в релейных шкафах, установленных у входных и выходных светофоров станции; источники питания в виде аккумуляторных батарей помещены в батарейных шкафах, установленных у входных светофоров и в районе стрелочных горловин. В системе применен принцип раздельного управления, которое ведется с пульта управления. Недостатками системы являются: рассредоточенность аппаратуры, источников питания, применение низковольтных электроприводов, большого числа аккумуляторов, отсутствие маневровых маршрутов. Данную систему применяют ограниченно на промежуточных станциях малодеятельных участков.

**Релейная централизация с центральными зависимостями и центральными источниками питания (РЦЦ).** Релейную аппаратуру и источники питания размещают на посту электрической централизации, что улучшает условия обслуживания, позволяет применять более совершенные источники питания. Сначала данную систему применяли на участковых станциях, где управление ведется с пульт-табло, на котором размещены стрелочные и сигнальные кнопки.

Нажатием стрелочных кнопок производят раздельный перевод стрелок, сигнальных кнопок — открытие сигналов.

В данной системе электрические схемы строят по плану станции, что

значительно упрощает схемы, сокращает расход релейной аппаратуры и позволяет, кроме поездных маршрутов, включать централизованные маневровые маршруты. С целью унификации полная схема для всех видов маршрутов разделена на типовые схемные узлы, из которых может быть построена полная схема централизации для станции с любым путевым развитием.

Управление ведется с пульта блочного типа с желобковой сигнализацией, на котором у повторителей поездных и маневровых светофоров расположены маршрутные кнопки.

Последовательным нажатием кнопок начала и конца маршрута выполняют упрощенный маршрутный набор простых поездных и маневровых маршрутов.

### **Релейная централизация с центральными зависимостями, центральными источниками питания и маршрутным управлением.**

Релейная аппаратура и источники питания размещены на посту ЭЦ, где для управления имеется пульт-табло или пульт-манипулятор с маршрутными кнопками.

При установке маршрута последовательным нажатием кнопок начала и конца маршрута осуществляют набор задания поездных и маневровых маршрутов. По окончании набора происходит одновременный перевод всех стрелок в маршруте и после их перевода — открытие сигнала. Маршрутное управление позволяет устанавливать самый сложный маршрут за 5—7 с вместо 30—40 с при отдельном управлении, что значительно повышает пропускную способность участковых станций.

Релейная аппаратура размещена в типовых блоках. Система в таком исполнении получила название блочной маршрутно-релейной централизации (БМРЦ). На заводе-изготовителе организовано массовое производство типовых блоков. Блочная структура упрощает проектирование, сокращает сроки строительства и улучшает условия эксплуатации. Преимущества блочной структуры позволяют применять ее и на промежуточных станциях в виде блочной электрической централизации с отдельным управлением (БРЦ).

На данной станции применяется система БРЦ.

#### **4.7.1 Одноточный план**

План в одноточном изображении выполняют без масштаба. На плане показывают: расположение и нумерацию стрелок и светофоров, специализацию путей, разметку изолирующих стыков из условий габаритных границ каждого пути и максимально полезных длин приемо-отправочных путей, профиль подхода к станции, ординаты стрелок и светофоров от оси поста ЭЦ до объекта управления.

На электрифицированных участках входные светофоры устанавливают перед воздушным промежутком контактной сети не ближе 5 м от опоры, на которой анкеруется контактная сеть станции, или же на расстоянии 300 м от первого стрелочного перевода. Выходные светофоры устанавливают с каждого отправочного пути впереди места, предназначенного для остановки локомотива.

На главных путях и боковых, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов со скоростью более 50 км/ч, применяют мачтовые поездные светофоры, на остальных путях карликовые. Для выполнения маневровой работы в горловине станции

устанавливают маневровые карликовые светофоры. На отправочных путях маневровые светофоры совмещают с выходными. Ординаты установки светофоров зависят от расстояния до остяков стрелочных переводов.

Расстояние определяют по ширине междупутья, радиусу кривой, марке крестовины и типу светофора (находится по типовым таблицам).

Полезную длину приемо-отправочных путей определяют от выходного светофора одной горловины до изолирующих стыков другой при отсутствии выходных светофоров в другой горловине или между предельными столбиками противоположных горловин при отсутствии выходных светофоров в обеих горловинах.

Станционные поездные и маневровые светофоры обозначают буквами или буквами и арабскими цифровыми индексами. Полное обозначение (литер) поездного светофора зависит от направления движения и специализации приемо-отправочных путей.

Входные светофоры четного направления обозначают *Ч*, *ЧД*; выходные с путей Н1, Н2, Н3, Н4, Н5. Маневровые светофоры в нечетной горловине станции обозначают буквой *М* с возрастающими нечетными номерами в направлении к оси станции, например М2, М4, М6. На плане станции также показывают в нормальном (плюсовом) положении все централизуемые стрелки и их нумерацию. В четной горловине станции стрелки нумеруют порядковыми четными номерами, возрастающими в направлении к оси станции.

Ординаты стрелок находят по типовым таблицам в зависимости от типа стрелок и их укладки в стрелочной горловине.

#### **4.7.2 Двухниточный план станции**

На основании схематического плана станции с расстановкой изолирующих стыков для образования разветвленных и неразветвленных рельсовых цепей составляют двухниточный план изоляции станционных путей.

На этот план переносят изолирующие стыки с однониточного плана и показывают размещение путевого оборудования рельсовых цепей.

После расстановки изолирующих стыков для образования стрелочных и путевых секций стрелочной горловины станции показывают чередование полярности в смежных рельсовых цепях. Условную плюсовую рельсовую нить каждой рельсовой цепи изображают утолщенной, минусовую — тонкой.

На двухниточном плане также показывают: наложение кодирования АЛС по главным и всем боковым путям, по которым предусматривается безостановочный пропуск и движение поездов по сигналам сквозного прохода входного светофора со скоростью более 50 км/ч; канализацию тягового тока для защиты приборов рельсовых цепей от влияния тягового тока.

Правильность расстановки изолирующих стыков на двухниточном плане из условий обеспечения чередования полярности в смежных рельсовых цепях проверяют с использованием метода замкнутых контуров. По этому методу схему станции вычерчивают в однопутном изображении, наносят изолирующие стыки в стрелочной горловине и на приемо-отправочных путях станции. В каждой разветвленной рельсовой цепи показывают изолирующие стыки, установленные по прямому пути или отклонению. Чтобы получить конфигурацию замкнутого контура, в острые углы каждого стрелочного перевода вписывают дуги и по ним определяют замкнутость контура.

Принцип метода заключается в том, что в каждом замкнутом контуре подсчитывают число пар изолирующих стыков; если по внутренней нити двухниточного плана получается четное число стыков, то чередование полярности обеспечивается, нечетное — не обеспечивается и необходимо переставить стыки.

По главным путям предусмотрено наложение кодирования АЛС током частотой 25 Гц. Двухниточные рельсовые цепи на путях кодирования исключают асимметрию тягового тока и позволяют осуществить наложение кодирования АЛС. Устойчивое кодирование на стрелочных участках достигается тем, что изолирующие стыки внутри стрелочных переводов установлены не по главному пути, а по отклонению. По условиям работы АЛС допускается установка стыков по главному пути не более чем на одной стрелке по кодируемому пути.

#### **4.7.3 Схемы кодирования станционных рельсовых цепей сигналами АЛС**

Для кодирования станционных рельсовых цепей применяются транс-миттерные реле, которые устанавливаются по одному на каждый кодируемый релейный конец рельсовых цепей при кодировании с релейного конца с занятием соответствующей рельсовой цепи (при автономной тяге и электрической тяге переменного тока) и по одному на подход, оборудованный автоблокировкой, для кодирования всех типов рельсовых цепей

переменного тока с питающего конца, а также на каждый кодируемый приемо-отправочный путь или подход для кодирования с релейных концов рельсовых цепей в случае предварительного кодирования.

В качестве датчика импульсов для кодирования рельсовых цепей в маршрутах приема и передачи и для приемо-отправочных путей применяются кодовые трансмиттеры типов КПТШ-515 и КПТШ-715. Эти трансмиттеры вырабатывают три вида кодов (*З*, *Ж*, *КЖ*). Причем коды трансмиттера КПТШ-515 отличаются от аналогичных кодов трансмиттера КПТШ-715 длительностью импульсов и интервалов при одинаковом числе импульсов в цикле.

Трансмиттерные реле изолированных участков включаются фронтным контактом соответствующего кодово-включающего реле *ЧКВ* для четного приема.

При кодировании с занятием стрелочного участка каждое трансмиттерное реле включается через тыловой контакт повторителя путевого реле соответствующего кодируемого участка 8-10СП1, 2-4СП1, ЧАП1. В цепи трансмиттерного реле имеются фронтные контакты повторителей путевых реле, следующих по ходу движения участков, выключающие данное трансмиттерное реле после вступления поезда на эти участки, что ускоряет возбуждение путевого реле после освобождения данного изолированного участка.

Назначение фронтного контакта выключающего реле *1ЧИ* в цепи реле *1ПРТ* аналогично описанному выше контакту реле *1НИ* в цепи реле *1ПКВ*.

Трансмиттерные реле приняты типа ТШ-2000, питаются переменным током напряжением 110 В.

Коды подключаются к питающему концу определенной рельсовой цепи соответствующим секционным или путевым кодово-включающим реле *ПКВ*, или *8-10СКВ*, *2-4СКВ*, *ЧАПКВ*.

Трансформаторы для посылки кодов АЛС в рельсовые цепи данной горловины подключаются к этим шинам через фронтные контакты секционных и путевых кодово-включающих реле *СКВ* и *ПКВ* соответствующих участков.

Секционные и путевые кодово-включающие реле *СКВ* и *ПКВ* каждого участка возбуждаются при вступлении поезда на предыдущий участок и находятся под током до занятия поездом следующего участка. Таким образом, одновременно находятся под током реле *СКВ* или *ПКВ* двух смежных участков, что требует двух шин кодирования для исключения обходных цепей питания через одновременно замкнутые фронтные контакты реле *СКВ* или *ПКВ* двух смежных рельсовых цепей.

При кодировании сигналами АЛС частотой 25 Гц рельсовых цепей переменного тока той же частоты. В этой схеме также имеются

две шины кодирования. Нормально к питающим трансформаторам рельсовых цепей подключено непрерывное питание (полюс *ПХЛ*) через фронтные контакты путевых реле этих изолированных участков. Кроме этой цепи, имеется еще одна цепь непрерывного питания через тыловые контакты секционных и путевых кодово-включающих реле *СКВ* и *ПКВ* этих участков. При возбуждении этих реле через их тыловые контакты отключается непрерывное питание, а через фронтные контакты подключается соответствующая шина кодирования, т. е. до вступления поезда на данный изолированный участок подготавливается цепь кодирования рельсовой цепи. С занятием поездом данного изолированного участка его путевое реле отпускает якорь и своим фронтным контактом выключает цепь непрерывного питания рельсовой цепи. После размыкания фронтного контакта путевых реле в рельсовую цепь поступают коды АЛС от шины кодирования.

Обезличенные приемо-отправочные пути кодируются как с релейного, так и с питающего концов.

В случае предварительного кодирования приемо-отправочных путей кодовые трансформаторы питающих и релейных концов этих путей подключаются к соответствующим шинам кодирования по приему для изолированных участков горловин, примыкающих к этим путям.

Для кодирования с питающих и релейных концов рельсовых цепей постоянного тока устанавливаются трансмиттерные реле на каждый кодируемый конец рельсовой цепи, которые включаются от кодовых трансмиттеров типа КПТШ-515 для маршрутов приема или через фронтный контакт реле-транслятора кодов с перегона в маршрутах отправления.

#### **4.7.4 Схема управления входным светофором при центральном питании**

В связи с высокими требованиями к входному светофору и необходимостью ограждения станции при повреждении кабеля схема предусматривает дополнительное местное резервное питание лампы красного огня переменным током от высоковольтной линии автоблокировки. Второй особенностью схемы является установка огневых реле в релейном шкафу входного светофора с включением их во вторичную обмотку сигнальных трансформаторов последовательно с нитями светофорных ламп.

Такое включение огневых реле исключает удержание якоря огневого реле при перегорании лампы за счет тока утечки через емкость между жилами кабеля в случае большого удаления входного

светофора от поста ЭЦ. Эта схема включения практически не зависит от этого расстояния. Каждая сигнальная лампа входного светофора питается с поста ЭЦ по отдельной двухпроводной цепи с двухполюсным размыканием контактов стационарных сигнальных реле.

В качестве сигнальных трансформаторов для разрешающих огней применены трансформаторы типа СТ-5, а для красного огня — трансформатор типа СОБС-2А. В качестве огневых применены реле типа АОШ2-180/0,45. Лампы желтых и красных огней двухнитевые.

Лампы желтых огней переключаются на резервную нить при перегорании основной в релейном шкафу контактами реле *СОЖ*, являющимися повторителем стационарного реле *СОЖ*. Лампа красного огня имеет два огневых реле *КО* и *РКО*. Нормально, если светится красный огонь, целость основной нити контролируется через низкоомную обмотку огневого реле *КО*, а целость резервной нити — через высокоомную обмотку реле *РКО*.

С перегоранием основной нити красного огня реле *КО* отпускает якорь и своим контактом переключает в цепи резервной нити высокоомную обмотку реле *РКО* на низкоомную, включая тем самым резервную нить красного огня. С включением разрешающего сигнального показания на светофоре контактами огневых реле *ЗО*, *ЛЖО* и их повторителя *ЖЗО* реле *РКО* обесточивается, а основная и резервная нити соединяются последовательно и контролируются в холодном состоянии через высокоомную обмотку реле *КО*.

Реле *ЗО* и *ЛЖО* имеют два медленнодействующих повторителя *ЖЗО* и *ЖЗОМ* для исключения проблеска красного огня в момент переключения фидеров питания на центральном посту и переключения сигнального показания с зеленого на желтый в случае перегорания лампы зеленого огня.

Для переключения лампы красного огня на местное питание от высоковольтной линии автоблокировки в релейном шкафу установлено аварийное реле *СА*, через контакты которого питается сигнальный трансформатор лампы красного огня. Лампы разрешающих огней входного светофора питаются от шин питания *ПХР*, *ОХР* напряжением 220В в нормальном режиме и 110В в режиме двойного снижения напряжения (*ДСН*). В связи с тем что лампа красного огня имеет резервное питание, центральное питание лампы красного огня обеспечивается от цепи *ПХР1*, *ОХР* напряжением 220В, а режим двойного снижения напряжения — переключением выводов вторичной обмотки сигнального трансформатора *К* контактом реле *ДСН* в релейном шкафу.

Разрешающие показания включаются контактами сигнального реле *ЧС*. В маршруте приема поезда на главный путь реле *ЧГМ*

находится под током, и питание получает одна лампа желтого огня. Если в установленном маршруте приема на главный путь открыт выходной светофор с главного пути (безостановочный пропуск), то под током находится реле *ЧЗС* и на входном светофоре будет включен зеленый огонь.

В маршруте приема поезда на боковой путь реле *ЧЗС* и *ЧГМ* находятся без тока и на входном светофоре будут светиться одновременно два желтых огня. Мигающий режим питания светофорных ламп обеспечивается шунтированием фронтным контактом реле *МГ* резисторами сопротивлением 2,2 и 2,7 кОм в цепи питания сигнального трансформатора с проверкой исправности цепи мигания (фронтный контакт реле *ЧКМГ*).

В режиме двойного снижения напряжения для исключения отпускания якоря огневого реле в интервале резистор сопротивлением 2,7 кОм шунтируется контактом реле *ДСН*. В цепи питания разрешающих огней светофора включены тыловые контакты реле *ЧПС* и фронтный контакт реле *ЧВНП*, обеспечивающие выключение огней при нажатии кнопки пригласительного сигнала или появлении на светофоре неправильного показания.

Лампа пригласительного огня светофора в мигающем режиме питается через контакт реле *МГ* при возбужденном сигнальном реле пригласительного сигнала *ЧПС* и обесточенном повторном реле *ЧППС* с проверкой исправности приборов мигания контактом реле *ЧМГС*.

С включением пригласительного сигнала реле *ЧМГС* получает питание через фронтные контакты реле *ЧПС* и *КМГ*.

Для контроля фактического показания светофора на посту ЭЦ предусматриваются реле-повторители огневых реле: *ЧКО* — контролирует основную и резервную нити лампы красного огня; *ЧЗЖО* — контролирует лампу зеленого или верхнего желтого огня; *ЧЗЖБО* — контролирует лампу нижнего желтого или пригласительного огня, а также аварийное реле *НА*, передающее информацию о перегорании ламп или выключении питания в релейном шкафу. Повторители огневых реле в релейном шкафу входного светофора питаются постоянным током (*П*, *М*) напряжением 20В от двух блоков питания типа БПШ, подключенных параллельно первичной обмотке сигнального трансформатора *КГ*. Провода *ЛПХ*, *ЛОХ* получают питание 220В переменного тока от трансформатора ОМ основной цепи питания автоблокировки. Для контроля резервного питания (*ПХ*, *ОХ*) красной лампы в релейном шкафу установлено аварийное реле *А*. Предохранители 20 А в цепи *ПХ-ОХ* служат для отключения питания при производстве работ в релейном шкафу.

Кроме резервного питания красной лампы, от высоковольтной линии автоблокировки в релейном шкафу питаются осветительные лампы, штепсельные розетки, служащие для подключения паяльника и переносной лампы, и электрообогревательные элементы, в качестве которых используются резисторы типа ПЭВ.

Огневые реле желтых огней снова притянут якоря, возбудятся их повторители *ЧЗЖО* и *Ч2ЖБО*, но поскольку реле *ЧСОЖ* отпустило якорь и разомкнуло цепь самоблокировки, через тыловой контакт реле *ЧСОЖ* замкнется цепь самоблокировки реле *ЧВНП*. Реле *ЧВНП* имеет замедление на отпускание якоря, превышающее время с момента размыкания фронтального контакта *ЧСОЖ* до повторного возбуждения повторителей огневых реле.

Если после обесточивания реле *ЧСОЖ* за время замедления реле *ЧВНП* не возбудятся повторители огневых реле, что свидетельствует о перегорании резервной нити желтых ламп, то реле *ЧВНП* отпустит якорь и разомкнет цепь питания разрешающих огней. В релейном шкафу обесточатся огневые реле *1Ж0* и *2Ж0*, которые включают на светофоре красный огонь. Одновременно реле *ЧВНП* разомкнет цепь блокировки реле *ЧРУ*, которое разомкнет цепь блокировки сигнального реле *ЧС*.

Для исключения повторного открытия сигнала с неправильным показанием в цепи возбуждения реле *ЧВНП* параллельно его собственному контакту включен контакт замыкающего реле *ЧПЗ*. Если реле *ЧВНП* отпустит якорь, то повторно его можно возбудить только после полного размыкания маршрута. Чтобы исключить перекрытие сигнала при переключении питающих фидеров, реле *ЧСО*, *ЧСОЖ* и *ЧВНП* имеют цепь подпитки через тыловые контакты реле *ЧКС*.

Реле *ЧКПС* контролирует лампы пригласительного, а реле *ЧКМГ* -зеленого или верхнего желтого огня в мигающем режиме.

## **5. Характерные отказы устройств автоблокировки**

Анализ данных об отказах устройств автоблокировки показывает, что большая часть их относится к элементам, имеющим более низкую по сравнению с остальными надежность.

Большая часть отказов как на перегонах, так и на станциях происходит из-за повреждения элементов рельсовых цепей, работающих в более сложных условиях. Отказы рельсовых цепей происходят по причине коротких замыканий и обрывов цепей, повреждения изоляции, механических повреждений оборудования,

влияния климатических факторов и были рассмотрены выше.

К наиболее характерным отказам автоблокировки также следует отнести обрывы цепи в контактах реле, падение напряжения в сети ниже допустимого значения, ошибки обслуживающего персонала, влияние грозových разрядов, пробой диодов и выпрямителей, пробой и снижение емкости конденсаторов, выключение электроэнергии, неисправности аккумуляторов, релейной аппаратуры, нарушение рабочих режимов приборов, дефекты монтажа, перегорание светофорных ламп, повреждения посторонними лицами.

Определенное число отказов падает на воздушные и кабельные линии. Повреждаемость сигнальных воздушных проводов объясняется условиями их работы, которые заключаются в следующем. Трасса сигнальной воздушной линии проходит вдоль железной дороги, частично вблизи населенных пунктов и не ограждена, отсюда возможность набросов и обрывов сигнальных проводов. Нарушение периодичности профилактики текущего содержания и капитального ремонта воздушной линии при определенных метеорологических условиях вызывает схлестывание проводов между собой и их обрывы. Условия работы кабельных линий значительно более благоприятны, чем воздушных линий. На работу кабельных линий не влияют такие неблагоприятные для воздушной сигнальной линии явления, как бури, дожди, гололед, а также в меньшей степени они подвержены опасным и мешающим электромагнитным влияниям, воздействиям атмосферных перенапряжений. Кабельные линии лучше обеспечивают бесперебойность и надежность работы устройств СЦБ, более долговечны и дешевле в эксплуатации, имеют меньшее по сравнению с воздушными линиями число отказов.

Одним из наименее надежных элементов являются предохранители, основными причинами отказов которых являются перегорание, некачественная пайка, обрыв волоска.

Из элементов аппаратуры наиболее часто отказывают дешифраторные ячейки, кодовые путевые трансмиттеры, трансмиттерные реле и выпрямительные устройства.

### **Технология поиска причин отказов кодовой автоблокировки переменного тока**

Характерным проявлением повреждения сигнальной точки автоблокировки является горение красного огня на проходном сигнале при свободности блок-участка, ограждаемого этим сигналом. Причиной такого повреждения может быть отказ аппаратуры питающего или релейного конца, отказ в рельсовой цепи или системе питания. Поиск отказа, как правило, следует начинать с релейного конца, по месту нахождения сигнала с ложным запрещающим по-

казанием.

При поиске отказа на проходной точке кодовой автоблокировки первую информацию о причине отказа можно получить, внимательно наблюдая за состоянием сигнального реле  $\mathcal{Ж}$  импульсного путевого реле. В редких случаях при этом реле  $\mathcal{Ж}$  устойчиво притягивает якорь, чаще всего оно окажется без тока или будет пытаться встать под ток. Временами фронтовые контакты его могут замыкаться, что приведет к кратковременному появлению разрешающего огня на сигнале. Такое состояние реле  $\mathcal{Ж}$  может сопровождаться различным характером работы путевого реле. Если тыловой контакт путевого реле постоянно замкнут, проверкой напряжения на его обмотках, а также на выходе и входе фильтра можно установить, заключается ли причина в самом реле, в фильтре или же поиск следует продолжать непосредственно в рельсовой цепи. Проверка рельсовой цепи выполняется в соответствии с методикой. Если же в путевом реле постоянно замкнут фронтовой контакт, то это свидетельствует о наличии в рельсовой цепи непрерывного питания. Вероятными причинами этого могут быть остановка трансмиттера на питающем конце (контакты  $KПТ$  остались замкнутыми), пробой искрогасящего конденсатора реле ТР на питающем конце. Реже могут иметь место случаи, когда непрерывное питание поступает от постороннего источника, например, тягового тока (гармоника 50 Гц из-за пробоя одного вентиля в шести-фазной схеме выпрямления при электротяге постоянного тока). При этом действие постороннего источника тока, как правило, проявляется только при наличии продольной или поперечной асимметрии в рельсовой цепи.

Одной из причин отказа на сигнальной точке кодовой автоблокировки может быть искаженный код. Искажение кода может носить различный характер. Наиболее наглядно воспринимается при наблюдении за работой импульсного путевого реле искажение кода в результате замыкания изолирующего стыка. Такое искажение проявляется в асинхронном характере работы путевого реле, т. е. не в такт с кодовой комбинацией. Другой характерной причиной искажения кода является отказ элементов, корректирующих длительность импульса на питающем конце. Это могут быть конденсаторы или диоды, включенные параллельно обмоткам трансмиттерных реле питающего конца. Нормальная работа ячейки прекращается при укорачивании импульса на 0,05—0,1 с, в зависимости от напряжения питания. Такие искажения трудно зафиксировать визуально, поэтому при отсутствии электросекундомера или циклографа, приходится прибегать к пробной замене диодов, конденсаторов или целиком трансмиттерного реле (ТР-3В, ТШ-65В).

Ложное горение красного огня на сигнале возможно также и при

нормальной работе импульсного путевого реле. Вероятной причиной отказа в этом случае является понижение напряжения постоянного или переменного тока.

Изменилась длительность импульсов(не- исправность на питающем конце - требуется коррекция)

Проверить напряжение П-М на Выходе ячейки

Неисправен трансформатор СОВС или повреждение в монтаже шкафа

Потеря емкости конденсаторов, заменить блок БК-ДА(ДЯ-ЗБ)

Отказ Выпрямителя- замените ИС-ДА(ДЯ-ЗВ)

Продолжать поиск отказа рельсовой цепи или на питающем конце

Замыкание изолирующем стыке при наличии асинхронного кодирования

Выяснить причину по возникновению напряжения

Возможно также понижение емкости какого-либо из конденсаторов в схеме дешифрации, а возможно, и одновременное действие обеих причин. В случае потери емкости конденсаторов приходится заменять блок БК-ДА; при пониженном напряжении постоянного тока заменяют блок БС-ДА. Для не штепсельной аппаратуры в обоих случаях приходится менять ячейку ДЯ-ЗБ.

Основные направления поиска при ложном горении красного огня в соответствии с описанными выше признаками отказов показаны в информационной диаграмме

Как было указано выше, в некоторых случаях красный огонь при свободном блок - участке периодически сменяется желтым или зеленым. Особенно это характерно при замыкании изолирующего стыка, небольшом укорачивании импульсов и целом ряде повреждений рельсовой линии, источников питания, потере емкости конденсаторов, когда схема работает «на пределе» и сигнальные реле Ж и З периодически замыкают фронтовые контакты.

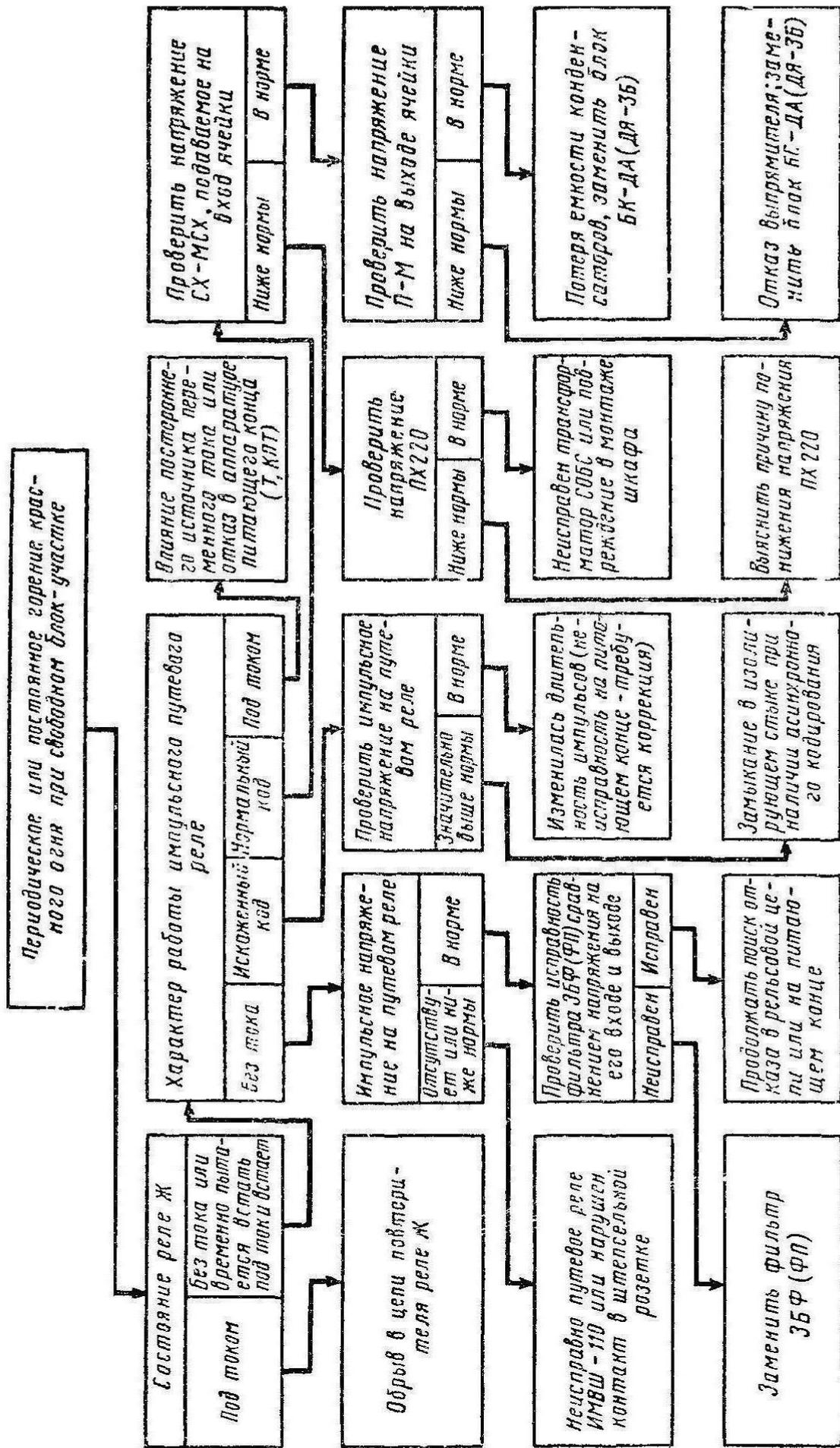


Рис. Информационная диаграмма поиска отказов сигнальной точки кодовой автоблокировки

## 6. Пожарная опасность электрических ламп накаливания общего назначения.

Электрические лампы накаливания (ЛН) общего назначения как источник света имеют чрезвычайно широкое применение. Принцип получения световой энергии в них основан на преобразовании подводимой к ним электрической энергии в тепловую. Нагреваемое электрическим током тело накала (вольфрамовая спираль) излучает световую энергию. Коэффициент полезного действия ЛН невысок. Большая часть подводимой электрической энергии излучается в окружающую среду в виде тепла.

Пожарная опасность ЛН складывается из двух составляющих:

из опасности зажигания горючих материалов при несоблюдении пожаробезопасного расстояния до их колб;

из опасности появления при аварийных режимах в ЛН источников зажигания с высокой зажигательной способностью.

В первом случае пожарная опасность обуславливается высокими температурами нагрева колб. Температура нагрева колб зависит от мощности ЛН, от положения колбы в пространстве и чистоты поверхности колбы. Так, если поверхность колб чистая, то в зависимости от мощности ЛН температура нагрева достигает 80 - 170 °С. Если колбы ламп загрязнены, например, различной производственной пылью, то температура нагрева может существенно повыситься. Если условно колбу ЛН принять за стеклянный шар радиусом  $r$ , то температура стекла колбы может быть приближенно определена из выражения

$$(1 - \eta)P = \epsilon s \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_0}{100} \right)^4 \right]$$

где –  $\epsilon$  коэффициент лучеиспускания или постоянная излучения стекла, Вт / (м<sup>2</sup> \* К);  $\eta$  – к.п.д. лампы накаливания;  $s$  – наружная поверхность колбы; температура стекла колбы, К;  $T_0$  – температура окружающей среды, К;  $P$  – мощность лампы, Вт; откуда

$$T_1 = 100 \sqrt[4]{\frac{(1-\eta)P}{\epsilon s} + \left(\frac{T_0}{100}\right)^4},$$

Температура нагрева колб в различных ее точках не одинакова и зависит от положения колбы в пространстве.

Если теплообмен с окружающей средой затруднен, - то происходят аккумуляция выделяемого ЛН тепла, и, следовательно, повышение температуры нагрева ЛН.

На практике пожары от ЛН нередко возникают в результате использования ЛН повышенной мощности, поскольку вместо рекомендуемой заводом - изготовителем мощности лампы для светильника

используют ЛН большой мощности, так как цоколи ламп накаливания в диапазоне от 15 Вт до 300 Вт одинаковы. Поэтому нередки случаи загорания пластмассовых плафонов. Наиболее высокие температуры нагрева на колбе развиваются в местах соприкосновения ее с материалами с низкой теплопроводностью.

При определенных условиях в ЛН возникают дуговые разряды между электродами. В одном случае дуговой разряд может вызвать взрыв колбы, в другом - проплавление ее частицами никеля, образующимися в результате расплавления дугой электродов. В обоих случаях аварийный режим сопровождается образованием и выбросом источников зажигания (частиц никеля, раскаленной вольфрамовой спирали и конструктивных элементов, нагревах до высоких температур). Наиболее пожароопасным являются частицы никеля.

Процесс проплавления каплями никеля стекла колбы приближенно включает в себя три стадии :

- нагрев стекла в точке контакта капли никеля с колбой до температуры, при которой капля под действием силы тяжести начинает двигаться, преодолевая вязкость стекла;
- движение капли сквозь толщу стекла;
- отрыв капли от колбы.

Представляет определенной интерес расчет температуры частиц в момент их выхода из колбы. В целях упрощения расчетов примем, что:

- а) частица никеля расходует запасенную в ней теплоту только на нагрев массы стекла, определяемой выражением:

$$m_c = \pi r_k^2 \gamma_c \delta_c, \quad (1)$$

где  $m_c$  - масса стекла, нагреваемая каплей, кг;  $r_k$  – радиус капли, м ;  $\gamma_c$  - плотность стекла, кг/м<sup>3</sup> ;  $\delta_c$  – толщина стекла колбы в месте проплавления, м ;

- б) движение частицы при проплавлении колбы происходит с постоянной скоростью;
- в) частица имеет форму шара;
- г) влияние на скорость проплавления давления газов в колбе несущественно.

Расчет ведем используя формулу Стокса, согласно которой сопротивление движению частицы никеля в жидком стекле имеет вид:

$$F = \gamma_c U_k^2 r_k^2 f(Re), \quad (2)$$

где  $F$  - сила сопротивления, Н ;  $U_k$  - скорость движения частицы, м/с ;  $Re$  - функция Рейнольдса.

Экспериментальные исследования процесса проплавления с помощью кинофотосъемки показали, что скорость движения капель никеля составляет

несколько миллиметров в секунду, т.е. очень мала, поэтому функцию Рейнольдса можно считать постоянной и равной  $6\pi$ , тогда:

$$F = 6\pi\eta r_k U_k, \quad (3)$$

где  $\eta$  - вязкость стекла, П.

Поскольку скорость движения частиц никеля в процессе проплавления постоянна, то сила сопротивления будет равна массе частицы:

$$m_{kg} = 6\pi\eta r_k U_k, \quad (4)$$

где  $g$  - ускорение силы тяжести,  $m/c^2$ ;  $m_k$  - масса частицы никеля, кг.

Аппроксимируя графическую зависимость вязкости стекла от температуры нагрева, получаем аналитическое выражение для этой зависимости в виде

$$\lg\eta = -0,005T_c + 13, \quad (5)$$

где  $T_c$  - температура нагрева стекла колбы в месте ее проплавления, К. В то же время выражение для вязкости стекла может быть найдено из:

$$\eta = m_{kg} / 6\pi r_k U_k, \quad (6)$$

Прологарифмировав (6) и приравняв его (5), получим:

$$-0,005T_c + 13 = \frac{m_{kg}}{6\pi r_k U_k},$$

Откуда температура нагрева стекла, чтобы частица под действием силы тяжести смогла, преодолев его вязкость, выйти из колбы, должна быть:

$$T_c = \frac{13 - \lg \frac{m_{kg}}{6\pi r_k U_k}}{0,005},$$

Поскольку нагрев та происходит за счет тепла частицы, то ее температура в момент выхода из колбы не может быть меньше  $T_c$ , а может быть только равна ей или превышать ее, т.е.

$$T_k \geq T_c,$$

Зажигательная способность капель никеля, выбрасываемых из колб ЛИ при дуговых разрядах, очень высока. В экспериментальных условиях возникновение дуговых разрядов в ЛИ достигается с помощью повышенного напряжения. На практике, например, такие случаи возможны при несимметрии напряжения.

Предотвращение аварийных режимов с образованием капель в результате расплавления электродов в лампах накаливания общего назначения достигается встроенными в них предохранителями.

Проведенное исследование позволит улучшить состояние пожарной безопасности устройств связи, СЦБ, осветительного оборудования служебно - технических помещений и т.д.

## 7. Заключение

В данной выпускной работе на тему: «Разработка системы интервального движения поездов на участках скоростного движения» написан аналитический обзор развития систем интервального движения на перегоне.

Представлены технические требования, согласно ПТЭ, к системам автоблокировок. Выполнена расстановка светофоров на однопутном перегоне с учетом интервала попутного следования.

Выбрана система интервального регулирования движения поездов - числовая кодовая автоблокировка. Используются типовые схемные решения. Сделан расчет рельсовой цепи, частотой 25Гц, длиной 2 км.

Разработана увязка перегона со станцией. Применена система частотного диспетчерского контроля.

Выполнен одниточный и двухниточный план станции, использованы рельсовые цепи с фазочувствительным приемником. Предусмотрено кодирование по приему и отправлению. Рассмотрены характерные отказы устройств автоблокировки.

В разделе «Охрана труда» пожарная опасность электрических ламп накаливания общего назначения.

### Список использованных источников

1. Путьевая блокировка и авторегулировка/Под ред. проф. Н.Ф.Котляренко. Изд. 3-е.- М.: Транспорт, 1983.
2. Новиков А.А., Петров А.Ф., Степанов Н.М. Проектирование автоматической блокировки на железных дорогах. -М.: Транспорт, 1979.
3. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Системы интервального регулирования движения поездов. -М.: Транспорт, 1986.
4. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. -М.: Транспорт, 1995.
5. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматики и телемеханики. -М.: Транспорт, 1990.
6. Рельсовые цепи магистральных железных дорог. Справочник/ Под ред. В.С. Аркатова. -М.: Транспорт, 1982.
7. Дмитриев В.Р., Смирнова В.И. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Справочник. -М.: Транспорт, 1983.
8. Петров А.Ф., Цейко Л.П., Ивенский И.М. Схемы электрической централизации промежуточных станций. -М.: Транспорт, 1987.
9. Балинт И., Мурани М. Психология безопасности труда.— М.: Профиздат, 1968.
10. Котик М. А. Психология и безопасность. — Таллин: Валгус, 1981.
11. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. — Л.: Энергоатомиздат, 1985.