Введение

1. Постановка задачи

1.1 Характеристика существующих устройств автоматики и телемеханики на разрабатываемом участке

1.2 Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов

1.3 Обоснование постановки задачи

2. Теоретические исследования для разработки системы АБТЦ

2.1 Разработка схематического плана станции

2.2 Разработка двухниточного плана станции

2.3 Разработка маршрутизации передвижений на станции

2.4 Расчёт кабельных сетей малой станции

2.5 Функции, область применения и классификация рельсовых цепей

2.6 Расчёт станционной рельсовой цепи

2.7 Расчёт мощности переменного тока, потребляемой, устройствами электрической централизации

2.8 Требования, предъявляемые к разработке устройств автоматики и телемеханики

3. Практическое использование проведенных исследований

3.1 Разработка путевого плана перегона

3.2 Разработка принципиальных схем

3.3 Разработка кабельных сетей перегона

3.4 Схема увязки автоблокировки со станционными устройствами

3.5 Четырехпроводная схема изменения направления

3.6 Схема переездной сигнализации

3.7 Техническое обслуживание устройств автоблокировки и электрической централизации малых станций

Заключение

Список использованной литературы

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт обслуживает практически все виды продукции между производителями (поставщиками) и потребителями. Современное общество рассматривает роль транспорта, как всеобщее средство труда. Транспорт с одной стороны – сегмент рынка "физически" реализующий обмен товарами и оказывающий услуги населению, а с другой – он сам как субъект рынка продаёт свои услуги населению, перемещая товары и пассажиров. Перевозки выполняет в основном транспорт общего пользования – водный, автомобильный, воздушный, железнодорожный, а также специальный транспорт.

Водный транспорт является неотъемлемой частью транспортной системы Казахстана. Эффективен при массовых перевозках нефти и нефтепродуктов, лесных и строительных материалов

Автомобильный транспорт обладает большой маневренностью. Груз может быть доставлен от места погрузки отправителя до склада получателя, минуя перегонные операции.

Воздушный транспорт – это самый скоростной вид транспорта на большие расстояния.Себестоимость перевозок грузов на воздушном транспорте очень высока.

Трубопроводный транспорт по существу не соответствует общепринятому определению понятия "транспорт", здесь нет подвижного состава. Самая низкая себестоимость перевозок. По трубопроводам могут перекачивать только жидкие и газообразные грузы.

Железнодорожный транспорт наиболее приспособлен к массовым перевозкам. Функционирует днём и ночью, независимо от времени года и атмосферных условий. Сравнительно не высокая себестоимость перевозок грузов, высокая эффективность при перевозке грузов на большие и средние расстояния. На строительство железных дорог требуются большие капиталовложения, которые окупаются только значительной концентрации грузовых и пассажирских потоков.

Основной задачей железнодорожного транспорта является обеспечение на перегонах и станциях необходимой пропускной и провозной способности, перерабатывающей способности сортировочных и грузовых станций, сокращение времени оборота вагона, увеличение скорости грузовых и пассажирских поездов.[3]

Осуществление этих задач имеет огромное значение в дальнейшем развитии экономики, повышение материального и культурного уровня жизни народа.

Централизованное размещение аппаратуры дает возможность оперативно и быстро устранять возникшие неисправности.

Одним из важнейших направлений внедрения технического прогресса на железнодорожном транспорте является совершенствование и широкое применение современных технических средств управления движения поездов.

Высокая интенсивность использования технических средств железнодорожного транспорта обуславливает необходимость широкого внедрения достижений науки и техники и передовых методов труда. Решению поставленных задач во многом способствует внедрение современных средств автоматики и телемеханики.

При сравнительно небольших капитальных затратах устройства автоматики и телемеханики позволяют обеспечить пропускную и провозную способность линий, перерабатывающую способность станций, значительно увеличивают производительность и улучшают условия труда железнодорожников, повышают безопасность движения поездов.

Система автоматики телемеханики и связи представляет собой совокупность элементов, образующих цепь приёма, передачи, хранения, сравнения и преобразования информации в виде различных сигналов. Назначением этих устройств для железных дорог является увеличение скоростей грузовых и пассажирских поездов, улучшение экономических показателей работы железных дорог.

В настоящее время происходят не только количественные, но и качественные изменения устройств автоматики и телемеханики. В новых системах широко используются более надежные бесконтактные приборы, интегральные микросхемы, элементы вычислительной техники. Внедрение новых и совершенствование существующих средств автоматики и телемеханики являются основой для решения перспективной задачи – комплексной автоматизации и механизации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте

Целью дипломной работы является:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний полученных за время учёбы

- углубленое изучение студентом конкретных задач и вопросов в соответствии с темой дипломной работы.

- развитие у студента навыков самостоятельной работы при выполнении разрабатываемой темы[7]

В дипломной работе на основе исходных данных: полуавтоматической блокировки на перегоне, рода тяги – электротяга переменного тока, двухпутный участк железной дороги, необходимо обосновать выбор системы автоматики и телемеханики на станциях заданного участка, на перегонах автоматическую систему управления движения поездов на участке.

В теоретической части необходимо разработать схематический и двухниточный план заданной станции, произвести необходимые инженерные расчеты и привести основные требования к разработке принципиальных схем системы автоматики и телемеханики на участке железной дороги.

В практической части разработаны основные принципиальные схемы системы АБТЦ с проходными светофорами на перегоне участка.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

1.1 Характеристика существующих устройств автоматики и телемеханики на разрабатываемом участке

На двухпутном участке железной дороги длиной в 40 км и при автономной тяге продолжительное время эксплуатировалась система полуавтоматической блокировки (ПАБ) на перегонах и маршрутно-контрольные устройства на станциях.

При ПАБ на межстанционный перегон может быть отправлен только один поезд и поэтому интервал между поездами возрастает и определяется временем хода поезда по перегону. Для увеличения пропускной способности необходимо осуществить движение поездов в попутном направлении с минимальным интервалом.

ПАБ представляет собой систему сигнализации, связи и блокировки (СЦБ) между двумя раздельными пунктами при которой изменение показаний постоянных сигналов и подаче блокировочных сигналов о следовании поезда производится работниками движения и частично автоматически от воздействия на путевые приборы и рельсовые цепи (РЦ) движущимся поездом.

Общая схема однопутной релейной полуавтоматической блокировки (РПБ) типовая и состоит из следующих узлов: линейной цепи, связывающей соседние станции; цепи местных зависимостей, обеспечивающих связь линейных и станционных устройств; цепи станционных устройств.

В линейную цепь входят: линейные реле ЧЛ (НЛ) комбинированного типа, служащие для получения согласия на отправление поезда и извещения о его прибытии на соседнюю станцию; реле дачи прибытия ЧДП (НДП), извещающие о выходе поезда с соседней станции и подготавливающие схему станции приема к фиксации прибытия поезда.

Цепь местных зависимостей состоит: из реле дачи согласия ЧДС (НДС); маршрутных реле отправления ЧОМ (НОМ); противоповторных ЧОП (НОП) и вспомогательных ЧОВ (НОВ) реле отправления; реле прибытия поезда ЧП (НП).

Цепи станционных устройств включают в себя схемы управления сигналами, изолированными рельсами с педалями, маршрутными реле и другими.

Отправление поезда со станции отправления на перегон возможно лишь после получения согласия от станции приема. После приготовления маршрута отправления на станции отправления открывается выходной светофор с посылкой блокировочного сигнала "Путевое отправление". После приема поезда посылается блокировочный сигнал "Путевое прибытие" на станции приема.[1]

В полуавтоматической блокировке необходимы устройства, контролирующие проследование поездов и осуществляющие при приеме и отправлении закрытие за ними входных и выходных светофоров. До недавнего времени, в основном, применялись устройства, работающие от воздействия поезда на изолированный рельс и механическую педаль.

Однако по мере увеличения скорости, размеров движения, веса локомотивов и вагонов увеличивалось и количество отказов в работе педалей. Для повышения надежности действия ПАБ стали применять беспедальные схемы, основанные на воздействии поезда на рельсовые цепи.

В беспедальную схему, как правило, входят две нормально разомкнутые или нормально замкнутые рельсовые цепи. Нормально замкнутые рельсовые цепи применяют в тех случаях, когда они необходимы для основных станционных устройств автоматики. В остальных случаях применяют разомкнутые рельсовые цепи.[8]

Устройства, контролирующие проследование поездов, не позволяет контролировать прибытие поезда в полном составе и фактическое освобождение перегона. Для устранения этого недостатка применяют различные средства: сплошные рельсовые цепи на перегонах; устройство "активного хвоста" для каждого поезда, устройства счета осей в поездах.

На участке 7 раздельных пунктов имеют стрелки ручного управления и оборудуются устройствами ключевой зависимости, а также аппаратами для централизованного управления сигналами.

Для повышения безопасности движения устраиваются рельсовые цепи, обеспечивающие контроль свободности или занятости приемоотправочных путей и стрелочных горловин. Управление станционными светофорами индивидуальное, разрешением на отправление поезда на свободный перегон служит открытое положение выходного сигнала.

При полуавтоматической блокировки применяется двухзначная сигнализация, при которой блокируемые участки пути ограждаются выходными светофорами красный огонь – запрещающий или зеленый огонь – разрешаю-щий движение. Светофоры открывает дежурный по станции с аппарата управления.

Закрытие светофоров может быть, выполнено с аппарата управления от воздействия на сигнальную кнопку или автоматически. Для автоматического закрытия светофоров используются рельсовые цепи приемоотправочных путей и стрелочных горловин, а также контрольные путевые участки с короткими рельсовыми цепями (25 м).

Маршрутно-контрольные устройства (МКУ) на станциях системы На-талевича обеспечивают контроль правильности приготовления маршрута и запирание стрелок замками Мелентьева, исключение одновременной установки враждебных маршрутов и разделку маршрута стрелочником лишь с разрешения дежурного по станции.

В помещении дежурного устанавливается распорядительный аппарат МКУ, имеющий по одному блок - механизму на горловину станции и несколько маршрутных рукояток - по одной маршрутной рукоятке на два маршрута. На каждом стрелочном посту устанавливается централизатор -исполнительный аппарат с одним блок-механизмом, маршрутными и сигнальной рукоятками, стрелочными и сигнальными замками.

Устройства ПАБ исключают возможность отправления на перегон второго поезда, если перегон еще занят ранее отправленным поездом. Это достигается тем, что выходной сигнал после проследования мимо него поезда закрывается и замыкается; замыкание может быть снято дежурным по станции следующего раздельного пункта только после фактического прибытия туда отправленного поезда в полном составе.

При полуавтоматической блокировки на перегоне может находиться только один поезд, поэтому пропускная способность заданного железнодорожного участка не высокая.[11]

Применяемая на станциях участка система МКУ имеет и ряд недостатков. В частности, отсутствие объективного контроля свободности маршрута техническими средствами. Поэтому не исключается вероятность установки маршрута на занятый, например, приемо-отправочный путь из-за ошибочных действий персонала.

Система МКУ имеет ограниченную пропускную способность и недостаточно обеспечивает безопасность движения поездов, хотя отличается простотой и невысокой стоимостью. Эти недостатки говорят о необходимости замены данной уже устаревшей системы другой, новой и более совершенной.

1.2 Анализ развития систем автоматики и телемеханики для интервального регулирования движения поездов

Устройства автоблокировки и АЛС, применяемые на железных дорогах нашей страны, основаны на использовании электрических рельсовых цепей. С их помощью контролируют занятое или свободное состояние блок-участков, а также целость рельсовых нитей. Нормативное значение расчетного сопротивления изоляции рельсовой линии при построении рельсовых цепей принято равным 1 Ом км. Практически в большинстве случаев работоспособность рельсовых цепей может быть обеспечена в применяемых системах автоблокировки при снижении сопротивления изоляции до 0,7 и 0,6 Ом км. Нормативное сопротивление поездного шунта составляет 0,06 Ом.

В качестве основного источника электропитания устройств используется продольная высоковольтная линия автоблокировки напряжением 6 или 10 кВ. Резервным источником служит: при электротяге постоянного тока линия электропередач (ЛЭП), подвешенные на опорах контактной сети напряжением 6 или 10 кВ; при электротяге переменного тока линия ДПР напряжением 27,5 кВ; при автономной тяге аккумуляторные батареи.

В отдельных случаях в качестве временного резервного источника могут использоваться стационарные и передвижные дизель-генераторные агрегаты.

На железных дорогах применяются системы автоблокировки, в которых использованы рельсовые цепи с изолирующими стыками. В них информация о состоянии впереди расположенных блок-участков и порядок ведения поезда с точки зрения сближения его с впереди идущим поездом передается машинисту путевыми светофорами. Для повышения безопасности движения и расширения эксплуатационных возможностей системы регулирования одновременно также информация передается машинисту и локомотивным светофором с помощью средств АЛС.

На сети используется четырехзначная система АЛС числового кода, дополняемая автостопом и устройствами контроля скоростей и проверки бдительности машиниста. Весь парк локомотивов оборудован соответствующей приемной аппаратурой.

Основная аппаратура автоблокировки и путевых устройств АЛС размещается в релейных шкафах, располагаемых непосредственно на линии у каждого путевого светофора. Там же располагается силовая аппаратура высоковольтной линии с понижающим трансформатором для электропитания аппаратуры и светофора.

На участках с автономной тягой применяется автоблокировка постоянного тока. В ней используются импульсные рельсовые цепи постоянного тока, длина которых может достигать 2600 м. Исключение опасных положений при коротком замыкании изолирующих стыков обеспечивается чередованием полярности питающего напряжения в смежных рельсовым цепях.

Увязка между показаниями попутных светофоров, передача извещения о приближении поездов к станции и переездам, а также работа устройств диспетчерского контроля и схемы смены направления движения осуществляется по линейным цепям.[10]

Импульсные рельсовые цепи подвержены влиянию аккумуляторного эффекта, особенно на участках с железобетонными шпалами слабо защищены от воздействия помех постоянного и переменного тока. При питании от резерва (аккумуляторных батарей) действие АЛС прекращается. Практически при отключении высоковольтной линии, особенно при повторных отключениях, не во всех случаях может быть обеспечена нормальная работа устройств автоблокировки. Использование аккумуляторных батарей усложняет содержание устройств.

Эти недостатки ухудшают эксплуатационно-технические характеристики системы в целом. Поэтому в настоящее время наблюдается тенденция к внедрению на линиях с автономной тягой кодовой автоблокировки переменного тока с двухцепной высоковольтной линией.

На участках с электротягой применяется кодовая автоблокировка переменного тока с кодовыми рельсовыми цепями. В качестве сигнального тока рельсовых цепей используются кодовые сигналы числовой АЛС. При электротяге постоянного тока частота несущей этих сигналов принята 50 Гц, а при электротяге переменного тока 25 или 75 Гц. Если нормативное значение сопротивления балласта – 1 Ом·км, сопротивление поездного шунта - 0,06 Ом, а практически реализуемые коэффициенты возврата и запаса путевых приемников соответственно — 0,75 и 1,1, то расчетная предельная длина рельсовых цепей составляет при частоте 25, 50, 75 Гц соответственно 3500, 3000 и 2700 м.

Уменьшение максимальной длины рельсовых цепей по сравнению с предельными позволяет обеспечить их работоспособность при случайном снижении сопротивлении изоляции ниже нормы.

При автоблокировке с рельсовыми цепями 75 Гц такую же частоту имеет и напряжение питания высоковольтной линии. Резервные источники электропитания в этом случае отсутствуют.

Увязка между показаниями проходных светофоров в кодовой автоблокировке осуществляется по рельсовым цепям. Передача же извещений на станции и переезды, а также работа устройств диспетчерского контроля и смены направления движения осуществляется по линейным цепям. При электротяге постоянного тока используются воздушные или кабельные линии, а при электротяге переменного тока – только кабельные.

Полуавтоматическая блокировка обеспечивается следующими зависимостями: после открытия одного из выходных сигналов замыкаются все выходные сигналы на тот же перегон до тех пор, пока на станцию отправления не будет подан блокировочный сигнал о прибытии на соседнюю станцию отправленного поезда; блокировочный сигнал о прибытии поезда может быть подан на станцию отправления, если датчиками информации и дистанционной аппаратурой отмечено фактическое прибытие поезда на станцию.[3]

Устройства полуавтоматической блокировки автоматически контролируют прибытие поезда на станцию, не имеют приборов, которые бы отмечали прибытие поезда в полном составе. Поэтому работники, обслуживающие ПАБ, должны убедиться в том, что поезд прибыл в полном составе с хвостовыми сигналами, а затем уже подать блокировочный сигнал о прибытии поезда.

Тенденция к повышению скоростей движения и росту числа категорий поездов, следующих по линии с различными максимальными скоростями, обусловило необходимость повышения быстродействия устройств и увеличение объема информации, передаваемой на локомотив. В связи с увеличением скорости движения и мощности электровозов потребовалось повышение защищенности путевых и локомотивных устройств от воздействия тягового тока и его гармонических составляющих. Кроме того. появилась необходимость обеспечить надежную защиту путевых устройств от ложных срабатываний при объединении рельсовых нитей соседних путей. Для решения этих задач с применением современной элементной базы были разработаны новые системы автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации: частотная, унифицированная и централизованная. Основой частотной автоблокировки являются кодовые рельсовые цепи с изолирующими стыками. Для их работы, а также для работы устройств автоматической локомотивной сигнализации используются непрерывные частотные сигналы в диапазоне 100 и 400 Гц. Каждый кодовый сигнал передается в виде комбинации из двух частот разных диапазонов, то есть кодообразование осуществляется по закону сочетаний. Такое построение кода постоянного веса характеризуется большой избыточностью, так как из общего числа возможных комбинаций на все сочетания (64) для передачи сигналов используются только 15 сочетаний из 6 по 2. При этом кодовое расстояние между любыми кодовыми комбинациями составляет 2. Такая относительно большая избыточность, принятая в кодообразовании, позволяет получить достаточно высокую помехозащищенность устройств частотной автоблокировки и АЛС, так как все одиночные повреждения в каналах передачи приводят к защитному отказу, которые контролируются как путевыми, так и локомотивными приемными устройствами.

Исключение опасных положений при коротком замыкании изолирующих стыков и объединении рельсовых нитей соседних путей обеспечивается использованием в соседних и смежных рельсовых цепях каждого пути различных частот и применением гетеродинного способа приема сигналов путевыми приемниками.[4]

Автоблокировка с гетеродинными рельсовыми цепями 75 Гц предназначена для интервального регулирования движения поездов на однопутных и многопутных магистральных участках железных дорог. Она обеспечивает передачу машинисту поезда и автоматически поездным устройствам информации о допустимой скорости движения и количестве свободных блок-участках. Эта информация передается путевыми светофорами и устройствами АЛС. В односторонней системе автоблокировки при движении по неправильному пути она передается только средствами АЛС.

Автоблокировка обеспечивает работу устройства АЛС числового хода в диапазоне со средней частотой 75 Гц и частотной системы локомотивной сигнализации в диапазоне 100 – 400 Гц и может применяться на участках железных дорог с любыми видами тяги.

Для работы рельсовых цепей автоблокировки используются частоты диапазона 50 – 100 Гц. Максимальная длина рельсовой цепи составляет 2000 м. При этом шунтовой и контрольный режимы обеспечиваются при сопротивлении изоляции рельсовой линии не менее 0,55 Ом.

Аппаратура автоблокировки размещается в релейных шкафах, устанавливаемых на каждой сигнальной точке. Увязка между сигнальными показаниями путевых светофоров на соседних сигнальных точках выполняются по линейной цепи.

Устройства частотной автоблокировки на каждой сигнальной точке контролируют состояние необходимого количества блок-участков без применения линейных цепей.

Рельсовые цепи частотной автоблокировки с использованием сигнальных токов в диапазоне 100 – 400 Гц более критичны к снижению сопротивления изоляции рельсовой линии по сравнению с частотами 25 - 75 Гц, применяемыми в числовой кодовой автоблокировке. Поэтому при проектировании максимальная длина рельсовых цепей частотной автоблокировки не должна превышать 1500 м. Кроме того, для нормального действия приемных устройств частотной автоблокировки с выделением низкой разностной частоты электроснабжение сигнальных установок перегона должно осуществляться от единой энергетической системы с целью стабилизации разностной частоты, что в некоторых случаях может вызвать затруднения, например, при электроснабжении от резервных дизель-генераторных установок.

Эти недостатки устранены в унифицированной системе автоблокировки и АЛС, при разработке которой использованы принципы и технические решения, принятые в частотной автоблокировке. К ним относятся применение непрерывных рельсовых цепей с гетеродинными путевыми приемниками а частотных признаков при кодировании сигнальных показании, выполнение аппаратуры на современной элементной базе. Частоты сигнального тока для работы рельсовых цепей размещается в диапазоне 71 - 83 Гц. На этой же частоте обеспечивается действие числовой системы АЛС. Для работы частотной АЛС выбраны те же диапазоны частот (100 - 400 Гц), что и в системе автоблокировки, однако для их образования не используется промышленная частота сети питания. Поэтому электроснабжение устройств унифицированной системы автоблокировки и АЛС может осуществляться от источников переменного и постоянного тока. Увязка между сигнальными показаниями осуществляется по линейным цепям. Максимальная длина рельсовой цепи принято равной 2000 м.

Все рассмотренные системы характеризуются рассредоточенным размещением аппаратуры. Вблизи железнодорожного пути размещаются сигнальные установки, содержащие светофор, шкаф с аппаратурой для управления огнями светофора и выбора кодовых сигналов АЛС, рельсовые цепи с изолирующими стыками, высоковольтные трансформаторы электропитания.

Структура систем автоблокировки и применяемые для ее построения отдельные элементы во многом определяются наличием путевых светофоров, используемых в качестве основного средства регулирования движения поездов. В свою очередь структура и ее элементы определяют эксплуатационно-технические и экономические показатели системы интервального регулирования в целом. [7]

Надежность функционирования автоблокировки и АЛС в значительной степени зависит, например от исправного состояния изолирующих стыков и светофорных ламп, отказы в работе которых составляют 25-30 % общего числа отказов устройств.

Для улучшения условий труда обслуживающего персонала и ускорения процесса отказов устройств приходится прибегать к системам дистанционного контроля исправности отдельных узлов сигнальных установок. Эти контрольные устройства вызывают необходимость в дополнительных каналах связи и усложняют напольную аппаратуру сигнальных установок. Вопрос автоматического резервирования отдельных приборов и устройств не решается и при применении систем дистанционного контроля.

Перспективными с точки зрения качественного улучшения эксплуатационно-технических и экономических показателей являются системы интервального регулирования движения поездов с централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ, АБТЦ) при использовании рельсовых цепей без изолирующих стыков.

Возможности наиболее эффективной реализации преимуществ централизованного размещения аппаратуры применения рельсовых цепей без изолирующих стыков появляются при организации движения поездов по сигналам АЛС.[1]

Система интервального регулирования движения поездов по сигналам АЛС находят все более широкое применение как на железных дорогах нашей страны, так и на зарубежных железных дорогах. Разработка и внедрение системы интервального регулирования с централизованным размещением аппаратуры, бесстыковыми рельсовыми цепями и без проходных светофоров являются одним из наиболее перспективных направлений развития и совершенствования устройств, предназначенных для интервального регулирования и обеспечения движения поездов.

1.3 Обоснование постановки задачи

Автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ) предназначена для интервального регулирования движения поездов на одно- и двухпутных железнодорожных линиях метрополитенов. Система является универсальной, она может применяться при любом виде тяги поездов, а также на линиях с централизованным электроснабжением пассажирских поездов (ЦЭС). Рельсовые цепи этой системы надежно защищены от помех, создаваемых токами ЦЭС, и обеспечивают непрерывность цепи возврата тока ЦЭС по рельсам без установки каких-либо дополнительных устройств.

Основными отличительными особенностями системы АБТЦ являются: использование ТРЦ, отсутствие изолирующих стыков, наличие проходных светофоров и размещение основного оборудования на станциях, ограничивающих перегон.[8]

Принцип построения тональной рельсовой цепи представлен на рисунке 1.1.

С целью повышения эффективности перевозочного процесса, надежности устройств и безопасности движения в системе АБТЦ предусмотрено:

- двухстороннее движение по каждому пути двухпутного перегона;

- наличие защитных участков для обоих направлений движения;

- применение двухнитевых ламп красного огня на всех проходных светофорах, а также желтого огня на предвходных светофорах;

- контроль исправности жил кабеля рельсовых цепей;

- контроль перемыкания жил кабеля питания ламп проходных светофоров;

- контроль последовательности занятия рельсовых цепей при включении кодовых сигналов АЛС;

- более совершенная схема контроля правильности занятия и освобождения рельсовых цепей блок-участка (контроль потери шунта) с блокировкой светофоров и схем кодирования АЛС.

Рисунок 1.1 – Принцип построения ТРЦ

Основными узлами станционных устройств системы являются: постовое оборудование рельсовых цепей, схемы включения и контроля ламп проходных светофоров, схемы кодирования рельсовых цепей для передачи информации на локомотив, схемы замыкания и размыкания перегонных устройств с целью исключения опасных ситуаций при потере шунта. Кроме того, в работе системы участвуют линейные цепи, схема смены направления, схема увязки с устройствами электрической централизации и переездными устройствами.

В схемах ТРЦ предусмотрен контроль исправности жил кабеля. При перемыкании жил схема контроля отключает питание рельсовых цепей, при обрыве – включает соответствующую индикацию на пульте.

Обобщенная структурная схема ТРЦ представлена на рисунке 1.2.

Путевые приемники контролируют состояние рельсовых цепей той части перегона, которая отнесена к данной станции. Путевые реле этих РЦ воздействуют на сигнальные реле, которые обеспечивают выбор требуемых показаний проходных светофоров и кодовых сигналов АЛС. Кроме того, путевые реле воздействуют на схемы включения кодовых сигналов в рельсовые цепи и на блокирующие реле, управляют схемами контроля последовательного занятия рельсовых цепей и схемами контроля последовательного освобождения РЦ.[20]

В схемах управления огнями светофоров предусмотрен контроль исправности жил кабеля. При обрыве жил обеспечивается включение на табло индикации о перегорании нити лампы светофора, а в ряде случаев (при обрыве прямой жилы основной нити двухнитевой лампы) осуществляется подключение резервной нити. При перемыкании прямой и обратной жил производится отключение питания ламп светофора.

Рисунок 1.2 – Обобщенная структурная схема ТРЦ

Для передачи на локомотив информации об условиях движения предусмотрен формирователь сигналов АЛС. Схема выбора сигналов АЛС выбирает требуемые кодовые комбинации в зависимости от состояния сигнальных реле.

Схема включения кодовых сигналов подает их в рельсы занятой РЦ по команде соответствующего путевого реле. При этом кодовые сигналы подаются в рельсы только при условии соблюдения последовательности их занятия. При наложении постороннего шунта, изломе рельса или ложной занятости рельсовой цепи схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей запрещает передачу разрешающих кодовых сигналов. Этим исключается возможность включения на локомотивном светофоре разрешающего показания при приближении к закрытому проходному светофору.

Кодовые сигналы АЛС подаются в рельсы по существующим питающим и релейным жилам кабеля рельсовых цепей.[21]

Схемы замыкания и размыкания перегонных устройств включают в себя блокирующие реле и схемы контроля последовательного освобождения рельсовых цепей. При вступлении поезда на какой-либо блок-участок блокирующее реле воздействует на сигнальные реле этого блок-участка, чем исключается открытие светофора, ограждающего данный БУ, и выбор разрешающего кодового сигнала для предыдущего блок-участка (замыкание блок-участка).

Размыкание блок-участка проводится автоматически с участием схемы контроля последовательного освобождения рельсовых цепей этого БУ и защитного участка. Нарушение указанной последовательности при освобождении блок-участка может быть следствием потери шунта при фактически занятом БУ или защитном участке. При этом размыкание блок-участка не происходит и разрешающий сигнал не включается.

Для размыкания блок-участка при ложной занятости или неисправности схемы в системе АБТЦ предусмотрена схема искусственной разделки, которую в инструктивном порядке проводит дежурный по станции отправления.

Схемы, указанные на структуре АБТЦ, кроме схем ТРЦ и формирователя сигналов АЛС, строятся для каждого блок-участка и являются общими как для установленного правильного, так и неправильного направлений движения. Перестройка схем в зависимости от установленного направления движения осуществляется схемой смены направления.[13]

Станционная аппаратура АБТЦ размещается на станциях, ограничивающих перегон, устанавливается в постах ЭЦ или в транспортабельных модулях и соединяется с напольным оборудованием при помощи кабеля. Деление перегона (раздел кабеля) производится по сигнальной установке, находящейся в середине перегона. При этом рекомендуется светофор и питающий конец РЦ, расположенный непосредственно за этим светофором, подключать к станции отправления. Длина кабеля не должна превышать 9 км для управления светофором и 12 км ‑ для рельсовых цепей.

При небольшой длине перегона аппаратура может быть размещена на одной из станций. При большой длине перегона часть аппаратуры размещается в транспортабельном модуле в середине перегона.

К напольному оборудованию системы АБТЦ относятся проходные светофоры, соединительные кабели, разветвительные муфты, путевые ящики для размещения устройств согласования и защиты ТРЦ и для установки сигнальных трансформаторов.

На переездах с автоматической светофорной сигнализацией устанавливается релейный шкаф с аппаратурой схемы включения и контроля переездных устройств, переездные светофоры, устройства заграждения переезда и линейные трансформаторы или трансформаторные подстанции для основного и резервного питания. При наличии автошлагбаумов кроме этого устанавливают батарейный шкаф, заградительные светофоры и щиток управления. Предельные длины тональных рельсовых цепей представлены в таблице 1.1.

Если в пределах какой-либо РЦ расположен дроссель-трансформатор, предназначенный для выравнивания тягового тока, включения междупутных перемычек, отсасывающих фидеров или устройства заземлений, то ее предельная длина уменьшается в 1,5 раза по сравнению с данными, указанными в таблице 1.1.

Размещение напольного оборудования и кабельную сеть системы АБТЦ изображают на путевом плане перегона, на котором должны быть также указаны:

- ординаты установки оборудования;

- длины рельсовых цепей, расположение питающих и релейных концов, комбинации несущих и модулирующих частот путевых генераторов;

- марка кабеля и его назначение, длина, жильность, число запасных жил, схемное обозначение жил.

Таблица 1.1 – Предельные длины рельсовых цепей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина кабеля,км | 580 Гц | 720 Гц | 780 Гц | 420; 480 Гц | 580; 720; 780 Гц |
| L1, м | L2, м | L1, м | L2, м | L1, м | L2, м | L3, м | L3, м |
| До 6,0 |  300 |  550 |  350 |  600 |  350 |  600 |  1000 |  700 |
| 6,0-9,0 |  300 |  500 |  350 |  500 |  350 |  500 |  800 |  600 |
| 9,0-12 | - | - |  200 |  400 |  200 |  400 |  700 |  500 |

Рельсовые цепи нумеруются от станции до точки разделения перегона для нечетного пути нечетными числами, для четного ‑ четными. В обозначении РЦ указывается горловина станции, на которой размещен путевой приемник данной РЦ (Н или Ч). Для кодирования рельсовых линий отдельных жил кабеля не требуется, так как оно осуществляется по имеющимся жилам питающих и релейных концов ТРЦ.[11]

Для каждого пути перегона предусматривается по два сигнально-блокировочных кабеля парной скрутки. В схемном обозначении кабеля указывается его принадлежность к соответствующей горловине станции (Н или Ч), назначение (СЦБ) и принадлежность к одному из путей (1 и 3 ‑ для нечетного пути, 2 и 4 ‑ для четного). Жилы питающих и релейных концов ТРЦ, а также прямые и обратные жилы управления светофорами должны размещаться в разных кабелях. Если длина кабеля не превышает 4 км, то все жилы управления светофором организуют в одном кабеле.

При автономной тяге и электротяге постоянного тока рекомендуется применять кабель марки СБЗПУ, при электрической тяге переменного тока ‑ СБЗПАБпШп.

Тип разветвительных муфт должен соответствовать числу разделываемых жил кабеля.

Сокращение времени нахождения обслуживающего персонала на путях, т.е. в зоне повышенной опасности, способствует более успешному решению задач, связанных с улучшением условий труда и повышением техники безопасности. Это особенно важно для районов с суровым климатом. Возможность выполнения практически всего графика технологического обслуживания на посту электрической централизации (ЭЦ) сокращает затраты времени на текущее обслуживание устройств. По этой причине уменьшается число трудоемких операции, повышаются качество выполнения работ и культура труда, особенно с внедрением индустриальных методов обслуживания с применением стационарной измерительной техники и необходимого оборудования.

Указанные особенности системы обеспечивают значительное повышение производительности труда обслуживающего персонала, сокращение его численности и снижение эксплуатационных расходов на техническое обслуживание устройств.

Размещение перегонной аппаратуры на станциях значительно упрощает решение задач, связанных с организацией диспетчерского контроля движения поездов, подачей извещения о приближении поездов к станциям, организацией движения по неправильному пути или сменой направления на линиях с двусторонним движением. Упрощаются также устройства энергоснабжения. При наличии на станциях надежных источников энергоснабжения не требуются основная и резервная продольные линии продольные высоковольтные линии автоблокировки, так как на перегонах не нужны источники электропитания. Потребляемая источниками мощность от стационарных источников энергоснабжения уменьшается в этом случае в 2 - 3 раза.

Размещение аппаратуры на станциях позволяет в случае необходимости управлять кодовыми сигналами АЛС на перегонах с пульта дежурного по станции или поездного диспетчера. При временных неисправностях пути или подвижного состава, угрожающих безопасности движения, дежурный по станции или поездной диспетчер может выключить кодовые сигналы в любой рельсовой цепи перегона или сменить кодовый сигнал на менее разрешающий. Это повысит эффективность действия системы регулирования и безопасность движения поездов.[15]

Использование современных устройств телесигнализации и телеуправления не только для контроля исправности устройств и их резервирования, но для влияния на логику работы системы интервального регулирования позволит в перспективе создать автоматизированную систему управления движением поездов на железнодорожном транспорте.

Поскольку на линиях, оборудованных устройствами АБТЦ, основным средством сигнализации и связи является автоматическая локомотивная сигнализация, (проходные светофоры отсутствуют), то для исключения задержек движения с выходом из строя локомотивных устройств последние необходимо резервировать, в первую очередь на участках с интенсивным движением. Наиболее целесообразно применять в качестве основной многозначную частотную систему АЛС для передачи на локомотив необходимого объема информации с учетом перспективы развития системы, а в качестве резервной — эксплуатируемую на сети дорог АЛС числового кода.

На линиях с неинтенсивным движением с целью упрощения устройств используют только числовую АЛС.

На линиях с АБТЦ для отправления на перегон поездов с недействующими локомотивными устройствами АЛС, а также необорудованных АЛС подвижных единиц и снижения в этих случаях потерь пропускной способности на выходных светофорах должно предусматриваться сигнальное показание свободности перегона.

Система передает машинисту поезда и в автоматические поездные устройства информацию о числе свободных блок-участков и допустимой скорости движения. Эта информация передается средствами АЛС. Система обеспечивает действие АЛС числового кода на несущих частотах 50 или 75 Гц и частотной АЛС на частотах 75, 125, 175, 225, 275 и 325 Гц. Частота 75 Гц используется только на линиях метрополитена.

Для работы рельсовых цепей без изолирующих стыков на железнодорожных линиях используются амплитудно-модулированные сигналами с несущими частотами 420 и 480 Гц и частотами модуляции 8 или 12 Гц, а на линиях метрополитена - сигналы с несущими частотами 720 и 780 Гц с теми же частотами модуляции. Несущие частоты 720 и 780 Гц, а также 580 Гц могут использоваться и на железнодорожных линиях.

Система передает машинисту поезда и в автоматические поездные устройства информацию о числе свободных блок-участков и допустимой скорости движения. Эта информация передается средствами АЛС. Система обеспечивает действие АЛС числового кода на несущих частотах 50 или 75 Гц и частотной АЛС на частотах 75, 125, 175, 225, 275 и 325 Гц. Частота 75 Гц используется только на линиях метрополитена.

Для работы рельсовых цепей без изолирующих стыков на железнодорожных линиях используются амплитудно-модулированные сигналами с несущими частотами 420 и 480 Гц и частотами модуляции 8 или 12 Гц, а на линиях метрополитена.[2]

Аппаратура АБТЦ размещается на станциях, ограничивающих перегон. Расстояние между пунктами размещения аппаратуры достигает 20 км на линиях с электрической тягой и 30 км на участках с автономной тягой.

Для изменения направления движения в системе АБТЦ может применяться четырехпроводная или двухпроводная схема смены направления. Недостатки двухпроводной схемы для типовых систем автоблокировки здесь проверяются в меньшей степени, так как при смене направления не переключаются питающие и приемные концы рельсовой цепи ,а переключаются лишь цепи выбора кодовых сигналов автоматическая локомотивная сигнализация.

Поскольку в пределах перегона в цепь смены направления никакие приборы и контакты не включают, то эта же цепь может обеспечивать и вспомогательный режим смены направления.

В данной дипломной работе выбрана система АБТЦ, потому что при такой структуре существенно улучшается условия труда работников эксплутационного штата, так как значительно уменьшается время их нахождения на перегонах. Это особенно важно для районов с суровым климатом. Сокращение до минимума времени нахождения обслуживающего персонала на путях, то есть в зоне повышенной опасности, способствует боле успешному решению задач, связанных с безопасностью труда. Возможность выполнения практически всего графика технологического обслуживания в постовых условиях позволяет сократить затраты времени на текущее обслуживание устройств. По этой причине уменьшается число трудоемких операций, повышает качество выполнения работ и культура труда, особенно при внедрении индустриальных методов обслуживания с применением стационарной измерительной техники и необходимого оборудования.

Указанные особенности системы интервального регулирования с центральным расположением аппаратуры дают основания предполагать возможность значительного повышения производительности труда технического персонала, сокращения его численности и снижения эксплуатационных расходов на обслуживание устройств.

Наличие информации о местонахождении поездов на центральных пунктах позволяет значительно упростить решение целого ряда задач, связанных с организацией диспетчерского контроля, подачей извещения о приближении поезда к станции, организацией движения по неправильному пути или сменой направления на линиях с двухсторонним движением.

Упрощаются также устройства электроснабжения. При наличии на промежуточных станциях источников электроснабжения на ряде участков, особенно при электротяге, можно будет вообще отказаться от высоковольтной линии автоблокировки, так как на перегонах не требуется никаких источников питания.

Сосредоточение всей аппаратуры на станциях позволяет осуществлять управление кодовыми сигналами АЛС на перегонах с пульта дежурного по станции (ДСП). При временном расстройстве пути, ремонте, при внезапно возникших и обнаруженных препятствиях на пути или других неисправностях, угрожающих безопасности движения, ДСП может включить кодовые сигналы в любой рельсовой цепи перегона или сменить кодовый сигнал на более запрещающий. Наконец, передача кодовых сигналов в рельсовые цепи может осуществляться не только в зависимости от количества свободных блок-участков, но и с учетом категории поезда, для которого эти сигналы предназначаются. Использование современных средств телесигнализации и телеуправления не только для контроля неисправных узлов и их резервирования, но и для оперативного вмешательства в логику работы систем интервального регулирования позволит в перспективе наиболее полно решить ряд вопросов, связанных с созданием автоматизированной системы управления на железнодорожном транспорте (АСУЖТ). Это повысит эффективность действия системы регулирования и безопасность движения поездов.[7]

Централизованное размещение аппаратуры дает возможность наиболее просто установить функциональные связи между системой интервального регулирования и другими техническими средствами, используемыми для организации движения поездов. Это соответствует основному направлению развития железнодорожной автоматики по созданию комплексной автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом.

Станционная аппаратура АБТЦ размещается на станциях, ограничивающих перегон, устанавливается в постах ЭЦ или в транспортабельных модулях и соединяется с напольным оборудованием при помощи кабеля. Деление перегона (раздел кабеля) производится по сигнальной установке, находящейся в середине перегона. При этом рекомендуется светофор и питающий конец РЦ, расположенный непосредственно за этим светофором, подключать к станции отправления. Длина кабеля не должна превышать 9 км для управления светофором и 12 км ‑ для рельсовых цепей.

Основные достоинства ТРЦ связаны с возможностью их работы без изолирующих стыков. При этом:

- исключается самый ненадежный элемент СЖАТ – изолирующие стыки (на долю изолирующих стыков приходится 27% всех отказов устройств СЖАТ);

- отпадает необходимость установки дорогостоящих дроссель-трансформаторов для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков. При этом уменьшается число отказов по причине обрыва и хищений перемычек и снижаются затраты на обслуживание;

- улучшаются условия протекания обратного тягового тока по рельсовым нитям;

- сохраняется прочность пути с длинномерными рельсовыми плетями.[3]

В выбранном диапазоне несущих частот уровень гармонических составляющих тягового тока меньше, чем при более низких частотах, что позволило:

- повысить помехозащищенность РЦ;

- повысить чувствительность приемников и, как следствие, снизить мощность, потребляемую ТРЦ.

Кроме того, применение более высоких частот позволяет легче реализовать добротные фильтры меньших габаритов и повысить защищенность приемников от влияния соседних частот.

Возможность удаления аппаратуры от рельсовых линий на достаточно большое расстояние обеспечивает экономическую целесообразность применения ТРЦ в следующих случаях:

- для контроля свободности перегона и исправности рельсов в системе ПАБ, что повышает безопасность движения и дает возможность внедрения систем диспетчерской централизации;

- для организации защитных участков требуемой длины в кодовой и импульсно-проводной АБ. При этом установка дополнительных релейных шкафов и линейных высоковольтных трансформаторов в пределах блок-участка не требуется;

- в качестве РЦ наложения для получения требуемой длины участков приближения к переезду. Это позволяет сократить до минимума преждевременность закрытия переезда;

- на участках с пониженным сопротивлением балласта.

Кроме того, к достоинствам ТРЦ следует отнести отсутствие контактных реле, работающих в импульсном режиме, что существенно повышает надежность и долговечность аппаратуры. Известно, что среди приборов СЖАТ наибольшее число отказов приходится на дешифраторы кодовой автоблокировки, трансмиттерные реле и импульсные путевые реле.

Недостатками ТРЦ являются малая предельная длина и наличие зоны дополнительного шунтирования.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АБТЦ

2.1 Разработка схематического плана станции

Схематический план представляет собой немасштабное изображение путей, стрелок, сигналов, изолирующих стыков и других объектов станции с соблюдением их взаимного расположения. Место каждого объекта определяются его расстоянием от оси пассажирского здания ординатой. Значение ординат используются при расчете кабельных сетей стрелок, сигналов и рельсовых цепей.

Схематический план станции показан на демонстрационном листе 1.

В работе считается, что ЭЦ и пассажирское здание совмещены в одном здании.

Станция расположена на однопутном участке железной дороги при автономной тяге.

На станции имеются 5 приемоотправочных путей, все пути обезличенные и соответственно выходные светофоры приемоотправочных путей стоят с обеих сторон. Первый и второй пути главные и на них стоят мачтовые поездные светофоры, остальные выходные светофоры – карликовые. Расстановка маневровых светофоров в горловине производится с таким расчетом, чтобы обеспечить возможность параллельных маневровых передвижений (светофоры М2 – М6).

Из схематического плана видно, что на станции имеются: 12 стрелок, 24 светофоров, из них поездных 14, маневровых светофоров 10, входные светофоры "Ч", "ЧД" и "Н", "НД".

Усредненные данные потребления мощности отдельными элементами устройств ЭЦ представлены в таблице 2.1.

В створе со светофорами ставятся изолирующие стыки. Стыками определяются стрелочные зоны от приемоотправочных и других путей станции и перегона. Между входным светофором и входной стрелкой предусматривается изолированный участок длиной 300 м при электрической тяге переменного тока.[19]

В одну секцию не включают более трех одиночных или двух перекрестных стрелочных переводов. Стрелки съездов между параллельными путями изолируются друг от друга, в противном случае будут невозможны одновременные невраждебные передвижения по обеим стрелкам. При объединении стрелок в секции необходимо максимально обеспечить возможность одновременных передвижений по невраждебным маршрутам.

Ординаты стрелок и сигналов относительно оси поста ЭЦ показаны в виде таблицы сверху на схематическом плане (демонстрационный лист 1).

В работе принято, что марка крестовин стрелок по боковым путям 1/9, а по главным – 1/11. Тип рельсов по главным путям Р-65, а по боковым Р-50.

Если съезд примыкает к главному и к боковому путям (стрелки: 8 и 10; 6 и 4), то марка крестовин стрелок данного съезда должна быть одинаковой, т.е.1/11, а тип рельсов может быть разным.

Полезную длину приемоотправочных путей определяют от выходного светофора одной горловины до изолирующих стыков другой, при отсутствии выходных светофоров в другой горловине или между предельными столбиками противоположных горловин.

Полезная длина приемоотправочных путей также сведена в таблицу и показана под схематическим планом станции. Сигнализация станционных светофоров выполнена в соответствии с инструкцией по сигнализации на железных дорогах.

Таблица 2.1 – Усредненные данные потребления мощности отдельными элементами устройств ЭЦ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нагрузка | Измеритель  | Потребляемая мощность |
| Р, Вт | Q, вар |
| Контрольная цепь стрелочных электроприводов | Стрелка | 5 | 4 |
| Обогрев контактов автопереключателя | Стрелка  | 45 | 22 |
| Лампы светофоров | Светофор  | 21 | 6,8 |
| Рельсовые цепи при автономной тяге | Рельсовая цепь | 20 | 22,5 |
| Релейные шкафы входного светофора | Шкаф  | 95 | 60 |

На станционных путях для получения максимальных полезных длин путей изолирующие стыки размещены на максимально допустимом (3,5 м) расстоянии от предельного столбика; при этом выходные и маневровые светофоры установлены на ближайшем к стыкам расстоянии по условиям габарита. Это расстояние, определяющее длину неконтролируемого в маршруте отправления участка, не превышает допустимые 40 м.[21]

Перед остряками стрелок, участвующих в не маршрутизированных маневровых передвижениях и переводимых с контролем свободности, изолирующие стыки установлены на расстоянии, обеспечивающей окончание перевода стрелки до наезда на остряки подвижной единицы, вступившей на изолированный участок в момент начала перевода. Это расстояние (длина предстрелочного участка) зависит от времени перевода стрелки, скорости передвижения подвижной единицы и определяется расчетом.

При не маршрутизированных маневровых передвижениях со скоростью до 15 км/ч и времени перевода стрелки не более 2,5 с изолирующие стыки устанавливаются на расстоянии не менее 24 м от остряков второй спаренной стрелки.

При невозможности выделить предстрелочный участок необходимой длины допускается установка изолирующих стыков на меньшем расстоянии, но при этом предусматривается замыкания стрелки от занятия соседнего изолированного участка. Перед остряками стрелок ЭЦ, участвующих в маршрутизированных передвижениях изолирующие стыки установлены у конца рамных рельсов.

2.2 Разработка двухниточного плана станции

Двухниточный план составляется на основании схематического плана и является основным документом по оборудованию станции рельсовыми цепями и размещению путевого оборудования ЭЦ.

Двухниточный план станции показан на листе 1.

После переноса со схематического плана изолирующих стыков на двухниточный план станции убеждаются, соблюдается ли чередование полярности питания рельсовых цепей.

Проверка правильности расстановки изолирующих стыков производится по методу обеспечения четности количества стыков в каждом замкнутом контуре . При этом проверяется обтекание током стрелочных соединителей для контроля их целостности. Неконтролируемые соединители дублируются. Однако на одиночных стрелках неконтролируемые соединители не ставятся.

В разветвленных рельсовых цепях питающие и релейные концы размещены так, чтобы обеспечить обтекание током наибольшего количества стрелочных соединителей и уменьшения длины параллельных ответвлений.

Путевое реле на всех ответвлениях рельсовых цепей установлены в обязательном порядке, поскольку эти ответвления входят в маршруты приема и отправления поездов. Общее количество путевых реле в двухниточных рельсовых цепях не превышают трех.[18]

На двухниточном плане станции изображены: путевое развитие станции в двухниточном изображении; стрелочные электроприводы и сторонность их установки; светофоры, с указанием расцветки всех сигнальных огней; пассажирское здание (пост ЭЦ); релейные и батарейные шкафы, трансформаторные ящики, кабельные стойки, разветвительные муфты с указанием типа оборудования, а для работы релейного шкафа – количество устанавливаемых аккумуляторов; изолирующие стыки с выделением негабаритных, стрелочные соединители; трассы магистральных кабелей; линии электроснабжения устройств ЭЦ с указанием мест установки и типа питающих трансформаторов.

2.3 Разработка маршрутизации передвижений на станции

Станция оборудуется релейной централизацией, поэтому учитываются все передвижения по станции. Эти передвижения могут быть маршрутизированные и немаршрутизированные. Маршрутизированным передвижением считается такое, которое совершается по установленным и замкнутым стрелкам и разрешающему показанию светофора. Немаршрутизированное передвижение производят по стрелкам, не замкнутым в маршруте, как по ручным или звуковым сигналам. Маршрут представляет собой путь следования поезда по станции при определенном положении установленных и запертых стрелок по открытому светофору, разрешающему движение.

В электрическую централизацию включают поездные и маневровые маршруты. В поездные входят: маршруты приема, по которым осуществляют прием поездов с перегонов на станцию, по разрешающему показанию входного светофора; отправления, по которым осуществляется отправление поездов с путей станции на перегон по разрешающему показанию выходного светофора. По маневровым маршрутам осуществляют передвижения внутри станции в целях подачи вагонов на грузовые дворы, в тупики, перестановки вагонов с одного пути на другой и т.п. Разрешением движения служит открытое положение маневрового светофора.

Маневровые передвижения могут производится маршрутизированным и немаршрутизированным порядком. При немаршрутизированных передвижениях стрелки передаются на местное управление из маневровой колонки или из путевых коробок, расположенных у стрелок, специальным ключом.[12]

В графе "Наименование маршрута" записаны все поездные маршруты, разделенные по направлениям, с выделением маршрутов сквозного прохода по главным путям (1П,2П) и безостановочного пропуска по боковым путям . Маршрут сквозного пропуска, например по пути 1П записан как составной из маршрутов приема и отправления под определенным номером. В этом маршруте указано положение стрелок и открытие светофоров составных маршрутов. Маршрут безостановочного пропуска, например, на ст. А по пути 4П записан как составной под номером.

Для обеспечения безопасности движения поездов определена враждебность маршрутов. Все маршруты, в состав которых входят одни и те же стрелки, но в разных положениях, считаются враждебными или несовместимыми. Такие маршруты исключаются положением стрелок и не требуют специальных маршрутных исключений. Враждебными маршрутами являются и такие, которые не исключаются положением стрелок, а именно: маршруты приема на один и тот же путь с разных концов станции (лобовые маршруты); встречные маршруты приема и маневров на один и тот же путь; поездные маршруты (приема, отправления и передачи) и маневровые маршруты как попутные, так и встречные в любых сочетаниях, если в их состав входят одни и те стрелки в одинаковых положениях; встречные маневровые маршруты на один и то же участок пути в горловине станции независимо от длины этого участка; поездные и маневровые маршруты с передачей стрелок на местное управление, совместимые по положению стрелок; маршруты приема на пути с местным управлением стрелками в противоположной горловине станции, допускающие выход на путь приема.

Невраждебными маршрутами считают попутные маршруты приема и отправления как с одного и того же пути, так и по разным путям; встречные маршруты приема на разные пути при благоприятных подходах к станции; маршруты отправления с одного и того же пути станции в разных направлениях; маневровые маршруты вслед отправляющему поезду; маневровые маршруты на один и тот же путь с разных концов станции; встречные маневровые маршруты в горловине станции в направлении маневровых светофоров, установленных в створе.

Враждебность маршрутов в таблице зависимости отражена в графе "Маршруты", черными кружками показаны устанавливаемые маршруты, а крестами – враждебные маршруты. Учитывается косвенная враждебность. Косвенно враждебными являются маршруты всех назначений, не имеющие общих стрелок, но враждебные из-за неблагоприятных условий подхода к станции, например встречные маршруты приема на разные пути станции при наличии затяжного спуска со стороны одного подхода к станции и возможности проследования поездом выходного закрытого светофора.

Разработка маршрутизации заканчивается составлением таблиц основных и маневровых маршрутов.[10]

2.4 Расчет кабельных сетей малой станции

Основой для составления и расчета кабельных сетей служат двухниточный план станции и путевой план перегона.

Кабельные сети станции разделены на три группы: кабельная сеть стрелок, кабельная сеть светофоров и кабельная сеть рельсовых цепей. Провода к стрелкам, светофорам, питающим, и релейным концам рельсовых цепей прокладывают в разных кабелях.

Однотипные объекты сгруппированы с помощью разветвительных муфт типа УПМ-24. Концевая разделка кабелей при подводе к объектам произведена в универсальных муфтах типа УКМ-12. Муфты имеют наименования: С – сигнальная, СТ – стрелочная, П – питающая, Р – релейная.

Использован сигнально-блокировочный кабель с полиэтиленовой изоляцией в алюминиевой оболочке СБПБ.

От поста ЭЦ до групповых разветвительных муфт проложены магистральные (групповые) кабели, а от разветвительных муфт до объектов – индивидуальные.

Длина магистральных кабелей определена по формуле:

, (2.1)

где L - расстояние от поста ЭЦ до групповой муфты по ординатам; n - количество пересекаемых путей; Lв - расстояние от поста ЭЦ до трассы кабеля с расходом кабеля 25 м на ввод в релейную; Lр - длина кабеля, необходимая для подъема его со дна траншеи до муфты (1,5м); L3- расход кабеля на разделку и запас у муфты, шкафа светофора (1м).

Коэффициент 1,03 в формуле учитывается трехпроцентный расход кабеля на изгибы и повороты при прокладке.

Длина индивидуальных кабелей определена по формуле:

, (2.2)

результаты расчетов округляются до числа, кратного 5.

Жильность кабелей определяется в зависимости от числа проводов электрической схемы включения рассматриваемого объекта, при этом учитывается количество дублирующих жил и жил требуемого резерва.

Необходимость в дублировании жил возникает в тех случаях, когда сечения одной жилы недостаточно для передачи требуемой мощности при установленной норме допустимых потерь напряжения в проводах. Число дублируемых жил определяется на основании расчетов.

Количество запасных жил принимается из расчета: одна запасная жила на 10 действующих, но не более трех жил. После расчета требуемого числа жил выбирается кабель ближайшей стандартной емкости.

Кабельная сеть стрелок включает цепи управления и контроля положения стрелок, автоматической очистки их от снега и электрообогрева контактов автопереключателей приводов.

Требуемое число дублируемых жил в проводе рассчитывается по допустимой потере напряжения на контактах аппаратуры и в соединительных проводах. Эта величина определяется по формуле:

, (2.3)

где U - напряжение источника питания, равно 220 В; Un - номинальное напряжение двигателя МСП-0,15, равно 160 В; Rc - переходное сопротивление контактов реле и соединительных проводов, 1,6 Ом; Icp - расчетный ток двигателя привода, принимаемый на 25% больше рабочего тока, 3 А;

Тогда, поставив численные значения, получим:

Максимальная допустимая длина кабеля при заданном числе жил рассчитывается по формуле:

 (2.4)

где R - сопротивление 1 м жилы кабеля диаметром 1 мм (составляет 0,0235 Ом); Nn - число жил в прямом проводе; No - число жил в обратном проводе.

При расчете жильности кабелей спаренных стрелок имеем в виду, что кабель с поста ЭЦ подводится к ближайшей стрелке с использованием двух проводов, а между первой и дальней стрелками прокладывается отдельный кабель, в котором предусмотрены два контрольных и три рабочих провода. Длина кабеля принимается по расстоянию от поста ЭЦ до дальней из стрелок. Однако полученное число жил предусматривается лишь в кабеле до первой из спаренных стрелок.[3]

Что касается кабеля между стрелками, то в нем контрольные провода не дублируются, а рабочие дублируются в зависимости от числа дублируемых жил до первой стрелки. Если до первой стрелки дублируются провода одинаковым числом жил, то этим же числом жил дублируется и каждый из трех рабочих проводов между стрелками. Если до первой стрелки провода дублируются неодинаковым числом жил (число жил обратного провода на единицу больше числа жил прямого провода), то каждый из двух прямых проводов между стрелками дублируется тем же числом жил, что и прямой провод до первой стрелки, а обратный – тем же числом жил, что и обратный до первой стрелки.

Для автоматической очистки стрелок от снега с помощью сжатого воздуха у каждой из стрелок устанавливается электропневматический клапан (ЭПК), управление которым осуществляется с поста ЭЦ прокладываем два провода прямой и обратный, при этом обратные провода в проходных муфтах объединяются в один общий. Предельная длина кабеля от поста ЭЦ до ЭПК без дублирования жил составляет 670 м, свыше этого расстояния провода дублируются, при этом до 950 м дублируются двумя жилами лишь обратный провод, при расстоянии до 1350 м дублируются двумя жилами оба провода.

Для обогрева стрелочных электроприводов используются по два проволочных резистора мощностью 220 В, которое затем понижается трансформаторами ПОБС-5А, размещаемыми в путевых ящиках вблизи групповых муфт. Один трансформатор рассчитывается для обогрева пяти электроприводов.

Предельная длина кабеля между постом ЭЦ и трансформаторами без дублирования жил составляет 1350 м, а между трансформаторами и электрообогреваемыми элементами – 390 м. Поэтому в целях обогрева дублировать жилы не требуется.

Кабельная сеть светофоров включает цепи выходных и маневровых светофоров, а также релейных шкафов входных светофоров.

Напряжение переменного тока 220 В подается с поста ЭЦ к лампам светофоров через понижающие сигнальные трансформаторы, которые устанавливаются в трансформаторных ящиках светофоров. Вследствие небольших токов, протекающих в цепи сигнальных трансформаторов, дублирования жил светофорных кабелей не требуется при их длине 4 км.

В соответствии с электрическими схемами включения входных и маневровых светофоров в каждой из лампочек подводится по одному прямому проводу. Обратные провода объединяются: у маневровых светофоров – обоих (белого и синего) огней, у входных светофоров – отдельно для разрешающих (зеленого и желтого) и запрещающих поездных (красного и белого) показаний. Допускается последовательная обвязка для трех объектов.

Между релейным шкафом и входным светофором дублирование жил не требуется, поскольку релейный шкаф размещается вблизи от входного светофора и потери напряжения в кабеле очень малы. Для надежности работы электрической централизации на станции, как правило, между релейным шкафом входного светофора и постом ЭЦ прокладывается отдельный кабель. В этом кабеле, кроме проводов для цепей управления и контроля входными светофорами, предусматриваются также по две жилы для включения путевых и релейных трансформаторов рельсовых цепей перегонных участков, а также станционных рельсовых цепей, примыкающих к перегонным.

В рельсовых цепях переменного тока 25 Гц преобразователь частоты ПЧ 50/25 и путевые реле размещаются на посту ЭЦ, а питающие и релейные трансформаторы – в путевых ящиках непосредственно у рельсов.[4]

Для их связи с постом ЭЦ строится отдельно кабельная сеть для питающих и релейных трансформаторов, этим исключается возможность воздействия на путевые реле токов посторонних цепей.

При построении кабельных сетей релейных трансформаторов следует иметь в виду, что для каждого релейного трансформатора предусматривается по 2 отдельных провода, которые обычно не дублируются (предельная длина кабеля между путевыми реле и релейными трансформаторами составляет три км).

2.5 Функции, область применения и классификация рельсовых цепей

Рельсовые цепи используются как основной путевой датчик и телемеханический канал непрерывного типа в автоматической блокировке (АБ), автоматическом локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН), электрической централизации (ЭЦ), диспетчерской централизации (ДЦ).

Как путевой датчик РЦ используется в пределах перегонов и станций для получения первичной дискретной информации о состоянии путевых участков и целостности рельсовых нитей, на основе которой автоматизируется процесс управления движением поездов и повышается его безопасность.

Как путевой телемеханический канал РЦ широко используется для установления беспроводной логической связи между смежными исполнительно-распорядительными пунктами (сигнальными точками) в кодовой АБ и передачи оперативной информации с пути на локомотив в системах АЛСН, которыми оборудованы вес основные магистрали железных дорог .[1]

РЦ широко используются в системах: автоматических ограждающих устройств (АОУ), значительно повышающих эффективность использования автотранспорта и безопасность движения по железнодорожным переездам; автоматического контроля за движением поездов (ДК), повышающего эффективность работы диспетчеров отделений железных дорог; горочной автоматической централизации (ГАЦ) и автоматического регулирования скорости (АРС), автоматизирующих процесс роспуска составов на сортировочных горках и повышающих эффективность их работы; автоматического контроля перегона в системах путевой полуавтоматической блокировки (ПАБ), повышающих пропускную способность участков и безопасность движения поездов и др.[2]

Большое количество типов РЦ и их модификаций, рассмотренных в настоящем справочнике, определяется различным сочетанием основных факторов, оказывающих влияние на выбор схемы РЦ и аппаратуры для нее. К таким факторам относятся:

- область применения – перегон (с АБ или ПАБ), станция (путевые или стрелочные участки), сортировочная горка – стрелочные или межстрелочные участки, подгорочный парк, АОУ (в зоне перегонов, в зоне станций);

- вид тяги – автономная тяга (автономная с последующим переходом на электротягу постоянного или переменного тока, без последующего перехода на электротягу), электротяга постоянного тока, электротяга переменного тока, электротяга постоянного и переменного тока (в зоне станций стыкования двух видов электротяги);

- род сигнального тока – постоянный ток, переменный ток различной частоты, постоянный и переменныйток (в РЦ с двукратным использованием тракта передачи);

- схема канализации тягового тока – двухниточная с двумя дроссель-трансформаторами, двухниточная с одним дроссель-трансформатором и однониточная; режим питания РЦ – непрерывный, импульсный или кодовый; тип путевого приемника – постоянного тока: нейтральный, поляризованный или комбинированный; переменного тока: одноэлементный и двухэлементный или фазочувствительный (ФЧП);

- способ наложения кодовых сигналов АЛСН – непрерывный (в кодовой АБ), после вступления поезда на РЦ, предварительный (при задании маршрута).

2.6 Расчет станционной рельсовой цепи

Исходные данные: Длина РЦ L = 870 м; удельное сопротивление рельсов z = 0,5 е–j52º Ом/км; удельное сопротивление изоляции рельсов линии rи m¡n = 1 Ом км; напряжение полного подъема сектора реле Uр = 15,0 е j72º В; ток срабатывания реле Iр = 0,037 А; сопротивление реле Zр = 405 е j72º Ом; коэффициент надежного возврата путевого реле Квн = 0,42; приведенный коэффициент возврата путевого реле К'вн = Квн / Ки = 0,42/1,05 = 0,4; приведенный идеальный угол реле ДСШ – 16 (с учетом поворота фазы на 90º) α'и = 72º; сопротивление активного ограничителя Rо=2,2 Ом; сопротивление соединительных проводов между дроссель-трансформатором и релейным изолирующим трансформатором rср=0,5 Ом; сопротивление кабеля между изолирующими трансформаторами и реле Rк=150 Ом.

Коэффициенты четырехполюсника дроссель-трансформатора ДТ-1-150 (см. табл. 2.8) на релейном конце Адр = 0,333; Вrр = 0,0525е j40ºОм; Сдр = 0,49 е—j70º См; Dдр = 3. На питающем конце Адп = 3; Вдн = 0,05е -j35º Ом; Сдн = 0,302е—j60º См; D дн = 0,333.

Коэффициенты четырехполюсника изолирующего трансформатора ПРТ-А на релейном конце при коэффициенте трансформации n = 18,3 (см. табл. 2.9); Аир = 0,055; Вир = 3,9 е j36º Ом; С Ир = 0,0033 е j80º См; D Ир = 18,3.

Сопротивление защитного блока ЗБ-ДСШ ZЗБ = 407 е –j88º35′ ; коэффициент распределения тока утечки m=0; коэффициент взаимоиндукции рельсов М12 = 0,00128 е –j7º; критическое значение комплекса (γl)кр для f = 25 Гц, при котором удельное сопротивление изоляции рельсовой линии принимает критическое значение (γl)кр = 1,13 е j26º; коэффициенты схемы РЦ при наличии двух дроссель-трансформаторов Ѕ1 = Ѕ2 = 1.

Для сокращения объема расчета четырехполюсник дроссель-трансформатора на питающем конце объединяют с сопротивлением Rп в четырехполюсник Н, а четырехполюсник дроссель-трансформатора на релейном конце вместе с элементами rср, Rк и Zз – в четырехполюсник К.

Коэффициенты четырехполюсника Н:

Ом (2.5)

Ом (2.6)

Ом; (2.7)

Ом (2.8)

Коэффициенты четырехполюсника К:

Ом

Ом

Ом

Ом

Расчет нормального режима. Коэффициент распространения

 1/км. (2.9)

Волновое сопротивление

 Ом (2.10)

Коэффициенты рельсового четырехполюсника:

Ом (2.11)

Ом (2.12)

Ом (2.13)

Напряжение и ток в конце рельсовой линии:

В (2.14)

А (2.15)

Напряжение и ток в начале рельсовой линии:

В В (2.16)

А (2.17)

Минимальные значения напряжения и тока питающего трансформатора:

В (2.18)

А (2.19)

Угол расстройки реле

, (2.20)

где φU = 78º32′ - аргумент комплекса U; φi =φп.

Минимальное приведенное напряжение путевого трансформатора

В (2.21)

Для трансформатора типа ПРТ-А можно принять Uф min = 5.5 B, поэтому

 (2.22)

Фактический минимальный приведенный ток путевого трансформатора

 А (2.23)

Мощность, потребляемая рельсовой цепью в нормальном режиме:

В•А (2.24)

Коэффициент перегрузки реле равен:

 (2.25)

Ом (2.26)

Ом (2.27)



Вывод: станционные рельсовые цепи с путевым реле ДСШ-16 соответствуют необходимым требованиям и обеспечивают необходимые режимы работы. Коэффициент перегрузки реле не превышает допустимого значения.[3]

2.7 Расчёт мощности переменного тока, потребляемой устройствами электрической централизации

Произведем расчет мощности переменного тока, потребляемой устройствами электрической централизации на проектируемой станции

Нагрузку на внешнюю сеть электроснабжения от всех устройств электрической централизации можно с достаточной степенью точности определить по усредненным данным потребления мощности отдельными элементами устройств.

В расчетах потери в преобразователях панели ППЗ-50/25 учитываются в зависимости от нагрузки преобразователя рельсовыми цепями частотой 25 Гц с реле ДСШ-13А. При нагрузке до 50% принимается К.П.Д. равным 0,45, cosφ=0,6, свыше 50% - к.п.д. равным 0,55, cosφ=0,7.

При расчетах мощности, потребляемой, устройствами электрической централизации учитывается, что от трансформатора ТС питаются рельсовые цепи, релейные шкафы, контрольные цепи стрелок, электрообогрев стрелок. Подсчитав нагрузку на трансформатор ТС, необходимо учесть потери в преобразователях панели ППЗ-50/25, а также внутренние потери в трансформаторе ТС.[3]

Светофоры, маршрутные указатели, табло питаются от трансформаторов релейной панели. Потери в трансформаторах при загрузке свыше 50% принимаются: ΔP=180Bт, ΔQ=250 вар.

Для промежуточной станции можно принять следующие величины потребляемой мощности: устройства связи поста ЭЦ – активная 3270 Вт, реактивная 2753 вар; устройства освещения, вентиляции и другие вспомогательные приборы – активная 4150 Вт, реактивная 1940 вар; лимит для мастерской – 7000 В.А (активная 5600 Вт, реактивная 4200 вар).

Дополнительные нагрузки на вводную панель от трансляционного усилителя ТУ-100 в рабочем режиме, от выпрямителя 220В, 30А при переводе стрелок (безбатарейная система питания), негарантированного освещения составляют: активные – 14000 Вт, реактивные – 6000 вар.

Определим мощность, потребляемую устройствами электрической централизации (с безбатарейной системой питания) станции, имеющей 12 стрелок и 22 светофоров по укрупненным показателям. На станции и прилегающих участках – автономная тяга, рельсовые цепи применены переменного тока частотой 25 Гц с реле ДСШ-13А. Вся аппаратура ЭЦ размещена на посту II категории.

Активная мощность, потребляемая рельсовыми цепями определяется по формуле:

Вт, (2.28)

где Nстр – количество стрелок на станции (12); Р – активная мощность, потребляемая рельсовыми цепями при автономной тяге (таблица 2.2).

реактивная мощность определяется по аналогичной формуле:

вар (2.29)

где Q – реактивная мощность, потребляемая рельсовыми цепями при автономной тяге (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Усредненные данные потребления мощности отдельными элементами устройств ЭЦ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нагрузка | Измеритель  | Потребляемая мощность |
| Р, Вт | Q, вар |
| Контрольная цепь стрелочных электроприводов | Стрелка | 5 | 4 |
| Обогрев контактов автопереключателя | Стрелка  | 45 | 22 |
| Лампы светофоров | Светофор  | 21 | 6,8 |
| Рельсовые цепи при автономной тяге | Рельсовая цепь | 20 | 22,5 |
| Релейные шкафы входного светофора | Шкаф  | 95 | 60 |

Общая мощность потребляемая рельсовыми цепями, определяется по формуле:

В·А (2.30)

Активная нагрузка на трансформатор, питающий цепи контроля и обогрева стрелок и релейные шкафы входных светофоров определяется по формуле:

Вт, (2.31)

где Рк.ц. – активная мощность, потребляемая контрольной цепью стрелочного привода (таблица 2.2); Робк – активная мощность, потребляемая на обогрев контактов автопереключателя (таблица 2.2); Рвс – активная мощность, потребляемая в релейных шкафах входных светофоров (таблица 2.2); Nвс – количество входных светофоров.

Реактивная мощность для этой нагрузки определяется по аналогичной формуле:

вар, (2.32)

где Qк.ц. – реактивная мощность, потребляемая контрольной цепью стрелочного привода (таблица 2.2); Qобк – реактивная мощность, потребляемая на обогрев контактов автопереключателя (таблица 2.2); Qвс – реактивная мощность, потребляемая в релейных шкафах входных светофоров (таблица 2.2); Nвс – количество входных светофоров.

Общая нагрузка, потребляемая цепями контроля и обогрева стрелки, релейными шкафами входных светофоров определяется по формуле:

В·А, (2.33)

При полученной нагрузке потери в трансформаторе составляют:

∆Р = 310Вт; ∆Q = 800вар.

С учетом потерь в трансформаторе потребляемая активная мощность будет равна:

Вт, (2.34)

Реактивная мощность:

вар (2.35)

Активная мощность, потребляемая светофорами определяется по формуле:

Вт, (2.36)

где Рс – активная мощность, потребляемая лампами светофоров (таблица 2.2); Nсв – количество светофоров на станции (24).

Реактивная мощность, потребляемая лампами светофоров:

вар, (2.37)

где Qc – реактивная мощность, потребляемая лампами светофоров (таблица 2.2); Nсв – количество светофоров на станции (24).

Общая мощность, потребляемая устройствами поста ЭЦ определяется по формуле:

Вт;(2.38)

вар (2.39)

Устройства связи поста потребляют мощности: Ро.свз = 3 270Вт; Qо.свз = 2 735вар. Для устройств освещения, вентиляции и других вспомогательных приборов поста требуется: Ро.всп = 4 150Вт; Qо.всп = 1 940вар.

Суммарная активная мощность, потребляемая устройствами СЦБ и связи поста ЭЦ станции:

 (2.40)

Суммарная реактивная мощность

вар (2.41)

Общая суммарная мощность, потребляемая устройствами СЦБ и связи:

В·А (2.42)

Мощность, потребляемая в мастерской: Рм = 5 600Вт; Qм = 4200вар.

Дополнительные кратковременные нагрузки на вводную панель питающей установки (до 10с): Рд = 14 000Вт; Qд = 6 000вар.

Общая активная мощность, потребляемая всеми устройствами поста ЭЦ, определяется по формуле:

Вт (2.43)

Общая реактивная мощность:

вар (2.44)

Общая мощность, потребляемая всеми устройствами поста ЭЦ:

 (2.45)

Вывод: для питания устройств СЦБ и связи на постах электрической централизации предусматривается резерв мощности, равный 10% или 3,3кВА, итого общая потребляемая мощность с учетом резерва 36,7кВА.

2.8 Требования, предъявляемые к разработке устройств автоматики и телемеханики

На участках с автоблокировкой станционные устройства автоматики и телемеханики должны обеспечивать заданную для участка пропускную способность и гарантировать безопасность движения поездов. Наиболее целесообразным является оборудование всех участковых и промежуточных станций, обгонных пунктов и разъездов электрической централизацией стрелок и сигналов.

При разработке автоблокировки приходится решать вопросы увязки с существующими устройствами СЦБ, при этом в отдельных случаях до введения централизации может быть предусмотрена временная увязка автоблокировки с существующими станционными устройствами.

На промежуточных станциях при строительстве автоблокировки предусматривается, как правило, строительство электрической централизации. На станциях, не имеющих местной работы, если путевое развитие станции предполагается изменить (удлинить приемо - отправочные пути, добавить пути и т. п.), до реконструкции путевого развития можно сохранить существующие устройства автоматики и телемеханики (ключевую зависимость, станционную блокировку сигналов, механическую централизацию).[5]

Основные требования, с учетом которых проектируются устройства автоматики и телемеханики промежуточных станций на участке с автоблокировкой, следующие:

- на станциях, разъездах и обгонных пунктах пути и путевые участки, входящие в маршруты приема и отправления поездов, оборудуют электрическими рельсовыми цепями;

- входные, маршрутные и выходные светофоры должны автоматически закрываться при вступлении поезда на первый изолированный путевой участок за светофором. В схемах включения станционных светофоров предусматривают противоповторность, исключающую автоматическое открытие сигнала; на двухпутных участках для входных, маршрутных и выходных светофоров главных путей станции, по которым осуществляют безостановочный пропуск поездов, предусматривается возможность перевода их на автоматическое действие с исключением противоповторности;

- все входные и маршрутные по приему светофоры оборудуют пригласительными сигналами. В необходимых случаях на двухпутных участках с интенсивным движением поездов пригласительные сигналы устанавливают на выходных светофорах с главных путей, по которым осуществляется пропуск поездов;

- путевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации на промежуточных станциях, разъездах и обгонных пунктах оборудуют главные и боковые пути, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов со скоростью более 50 км/ч.[6]

На пульте управления или табло контролируют: горение красного огня входных светофоров, а также пригласительных и разрешающих огней входных, маршрутных, выходных и маневровых светофоров; состояние участков приближения и удаления поездов в пределах двух блок- участков ( при четырехзначной сигнализации- трех); занятость главных и приемо- отправочных путей и стрелочных участков, оборудованных рельсовыми цепями, а также занятость перегона и установленное направление движения на однопутных участках.

Управление светофорами может быть как индивидуальное, так и групповое (одной рукояткой или кнопкой на группу взаимовраждебных сигналов). Для оборудованных автоблокировкой перегонов на станциях предусматривают ключи-жезлы, если намечено подталкивание поездов или движение хозяйственных поездов с возвращением их или толкачей на станцию отправления. Красные огни входных и пригласительные огни всех светофоров во всех случаях обеспечивают резервным питанием от аккумуляторных батарей в течении 24 ч.

При разработке проекта устройств СЦБ на станции наряду с соблюдением требований обеспечения безопасности движения поездов следует стремиться к максимальному сокращению количества приборов и проводов, особенно кабеля. [11]

3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Разработка путевого плана перегона

Устройства системы АБТЦ содержат рельсовые цепи без изолирующих стыков (БРЦ), передающие устройства числовой и частотной систем АЛС, путевые согласующие трансформаторы, кабельную линию для связи аппаратуры с рельсовой линией, сему увязки между смежными станциями, в том числе схему смены направления, устройства электропитания .

Система ЦАБ построена на основе электрических рельсовых цепей без изолирующих стыков, называемых также неограниченными рельсовыми цепями. Их достоинствами являются отсутствие в их электрической цепи малонадежных элементов изолирующих стыков, проводных шлейфов и др.

На участках с электротягой обеспечивается надежная непрерывность цепи возврата тягового тока. Поэтому практически снимаются ограничения по значению тягового тока, протекающего по рельсовым нитям, что особенно важно для участков, где обращаются поезда повышенной массы. В связи с этим в несколько раз сокращается число применяемых металлоемких дроссель-трансформаторов. На линиях с электрической тягой постоянного тока дроссель-трансформаторы устанавливают для выравнивания тягового тока в местах установки междупутных перемычек на двухпутных линиях, в местах подсоединения отсасывающих фидеров тяговых подстанции, подсоединения заземлении, а также у входных светофоров станции. Устранение изолирующих стыков способствует снижению потерь электроэнергии на тягу поездов. [11]

Для работы БРЦ на железнодорожных линиях используются амплитудно-модулированные сигналы с несущими частотами 420, 480 и 580 Гц и частотами модуляции 8 и 12 Гц, а на линиях метрополитенов – сигналы с несущими частотами 720, 780 и 580Гц с теми же частотами модуляции. Это разделение сигналов по области применения сигнальных частот весьма условно. При необходимости сигналы со всеми пятью несущими частотами можно применять как на железных дорогах, так и на линиях метрополитенов.

Максимальная длина БРЦ на железнодорожных линиях составляет 1000 м. В этом случае обеспечиваются все режимы работы БРЦ при сопротивлении изоляции балласта до 0,7 Ом·км. С уменьшением сопротивления балласта предельная длина БРЦ снижается. Например, на участках с пониженным сопротивлением балласта применяются БРЦ длиной 250 м, работоспособность которых обеспечивается при снижении сопротивления балласта до 0,1 Ом·км, то есть в 10 раз ниже нормативного значения.

Аппаратуру БРЦ размещают на станциях. Расстояние между пунктами размещения аппаратуры на участках с электротягой достигает 20 км, а на линиях с автономной тягой - 30км. На линиях метрополитенов расстояние между пунктами размещения аппаратуры может достигать 8км, то есть удаление аппаратуры от рельсовой линии возможно до 4 км.

С рельсовыми линиями аппаратура соединятся симметричным кабелем с парной скруткой жил. По нему же осуществляется взаимная увязка работы устройств, расположенных на соседних станциях.

Электроснабжение путевых устройств ЦАБ осуществляется от установок, аналогичных установкам для электропитания устройств электрической централизации. Основным источником электроснабжения, как правило, является ЛЭП, а резервным в зависимости от вида тяги и наличия местных сетей – ЛЭП на опорах контактной сети, в том числе и система ДПР два провода – рельс при электрической тяге переменного тока, дизель-генераторные автоматизированные агрегаты (ДГА), аккумуляторные батареи в комплексе с преобразовательными устройствами.[20]

Потребляемая мощность определятся в основном нагрузками передающих устройств БРЦ и АЛС. Максимальная мощность, потребляемая передающими устройствами числовой АЛСН на несущей частоте 25, 50 или 75 Гц в расчете на одну БРЦ, не превышает 50 В·А, частотной АЛС – 40 В·А, а при одновременной передаче двух сигнальных частот – 80 В·А. Мощность, потребляемая передающими устройствами БРЦ в расчете на одну РЦ, не превышает 10 В·А. Средние мощности, потребляемые этими устройствами, ниже этих значении.

В бесстыковых рельсовых цепях для сокращения аппаратуры, кабеля, используемых сигнальных частот питание двух смежных БРЦ осуществляется от одного источника сигнального тока: БРЦ 1 и 2 получают питание от генератора 1/2 Г1 с несущей сигнальной частотой, например 425Гц и частотой модуляции 8Гц; БРЦ 3 и 4 – генератора 3/4 Г2 с несущей частотой, например 475Гц и частотой модуляции 12 Гц. Таким образом, сигналы от генераторов 1/2 Г1 и 3/4 Г2 различаются как несущими так частотами, так и частотами модуляции, что обеспечивает надёжную защиту приемных устройств от влияния сигнальных токов смежных БРЦ.

Использование амплитудно-модулированных сигналов обеспечивает надежную защиту приемных устройств от воздействия гармонических и импульсных помех тягового тока, а также от помех, создаваемых токами централизованного электроснабжения вагонов пассажирских поездов.[23]

В принятой структуре построения для БРЦ одного пути достаточно применять сигналы двух несущих частот, например 420 и 480 Гц. Состояние БРЦ 1 и 2 контролирует приемники 1П1 и 2П1, принимающие сигналы на несущей частоте 420 Гц и частоте модуляции 8 Гц от генератора 1/2 Г1. Первая цифра в условном наименовании приемника обозначает номер БРЦ, а вторая – тип приемника; П1 воспринимает сигналы с несущей частотой 420 Гц, а П2 – 480 Гц. Состоянием БРЦ 3 и 4 контролирует приемники 3П2 и 4П2, воспринимающие сигналы от генератора 3/4 Г2. В принятой структуре на приемник 2П1 БРЦ 2 мог бы оказать влияние сигнальный ток БРЦ 5, работающий от генератора того же типа Г. Однако приемник 2П1 защищен от опасного влияния генератора 5/6 Г1 из за естественного затухания при прохождении сигнала от генератора 5/6 Г1 к приемнику 2П1 через БРЦ 5, 4 и 3. Аналогично взаимно защищены и другие приемники от генератора, работающих на одинаковых несущих частотах. При всех вариантах приемник данной БРЦ и влияющий генератор, работающий на той несущей частоте, разделены тремя БРЦ. Расчеты показывают, что затухание сигнала при прохождении его через 3 БРЦ составляет примерно 20 дБ. Затухание сигнала от влияющего источника при прохождении его 3 БРЦ составляет примерно 60 дБ. По этому помеха от источника расположенного за три БРЦ от данного приемника, примерно в 100 раз ниже полезного сигнала, поступающий на вход приемника от генератора собственной БРЦ. При не благоприятном соотношении длин БРЦ (длины БРЦ, через которые проходят от влияющего источника, существенно ниже предельных значений) взаимное влияние сигналов от БРЦ, работающих на одинаковых частотах возрастает. В этом случае для исключения взаимного влияния может быть использованы третья несущая частота, например 580 Гц, в дополнении к указанным частотам 420 и 480 Гц.[10]

Занятие и освобождение БРЦ фиксируется не в момент вступления и проследования поездом точек подключения аппаратуры, а на некотором расстоянии от концов БРЦ, характеризующих зоны дополнительного шунтирования lш по приближении и удалении поезда. Наличие этих зон обусловлено отсутствием изолирующих. Например, при приближении поезда к БРЦ 2 за счет поездного шунта напряжение на питающем конце, а значит, и на входе приемника 2П1 снижается. На некотором расстоянии благодаря шунтированию через рельсовую петлю поездным шунтом напряжение на входе приемника снижается до значения, соответствующего отпусканию якоря путевого реле. Так же и срабатывание путевого приемника и возбуждения путевого реле, например 4П2, происходят после удаления поезда на расстояние lш от БРЦ 4. Таким образом тактическая длина БРЦ оказывается больше ее физической длины, определяемой точками подключения аппаратуры, то есть

lфакт = l + 2lш. (3.1)

Для нормальных действия локомотивных устройств АЛС следует обеспечивать нормативный ток локомотивной сигнализации на расстоянии lАЛС равном суммарной длине рельсовой цепи l и зоны дополнительного шунтирования lш, то есть должно выполнятся условия lАЛС = l + lш.

Длина зоны шунтирования зависит от частоты сигнального тока, рабочее напряжение сигнала на входе приемника, сопротивление балласта рельсовой линий, коэффициента возврата путевого приемника, реального сопротивления поездного шунта длины БРЦ. Для железных дорог при частоте сигнального тока 4258 Гц значение зоны шунтирования в условиях эксплуатаций находится в пределах от 40 до 120 м. При повышении частоты сигнального тока, напряжение на входе приемника, сопротивления балласта и сопротивления рельсов длина зоны шунтирования уменьшается, а при уменьшении указанных параметров значение lш возрастает.

В практических условиях эксплуатации на железных дорогах изменение зоны lш в основном обусловлено изменением сопротивлениям балласта, а на линиях метрополитенов – колебанием напряжения источника питания.

Если по каким – либо причинам необходимо получить наименьшую зону lш , то это может быть достигнуто повышением напряжения сигнала на входе приемника до максимально допустимого значения, при котором обеспечиваются все режимы работы БРЦ. [9]

Для исключения ложного срабатывания путевых приемников при случайном объединении рельсовых нитей соседних путей на двухпутных участках железных дорог используют сигналы с четырьмя отличительными признаками. Эти признаки создаются в результате модуляции двух несущих частот 425 и 475 Гц частотами 8 и 12 Гц. Сигналы 425/8 и 475/12 применяют в БРЦ одного пути, а сигналы 425/12 и 475/8 – для БРЦ другого пути двухпутного участка. В числителе указана несущая частота, а в знаменателе – частота модуляции.

В структурной схеме устройств ЦАБ для примерного перегона содержащего 12 БРЦ, демонстрационный лист 2, на каждой станции размещается аппаратура, относящаяся к половине перегона, примыкающей к данной станции. Питание БРЦ осуществляется от генераторов Г1и Г2 сигналов 425/8 и 475/12 соответственно. Каждый генератор питает две смежные БРЦ, расположенные по обе стороны от точки его подключения к рельсовой линии. Генераторы для БРЦ 1-4 расположены на станции Доссор, а для БРЦ 5-10 – на станции Макат. Состояние БРЦ контролируют путевые приёмники П1 и П2, первый из которых воспринимает сигналы 420/8, а второй – 480/12. основную аппаратуру размещают на станциях. Непосредственно у пути размещают лишь пассивные согласующие путевые трансформаторы ПТ, а на линиях с электротягой в необходимых случаях – и дроссель-трансформаторы.

Аппаратура соединяется с путевыми трансформаторами симметричным сигнальным кабелем с парной скруткой жил. Питание двух смежных БРЦ производится по одной паре жил сигнального кабеля. Два приёмника смежных БРЦ также подключают одной парой жил. По ним же передаются кодовые сигналы АЛС от передающих устройств, расположенных на станциях. Приведённая структура построения БРЦ позволяет наиболее рационально использовать передающую аппаратуру БРЦ и сигнальный кабель. При таком же числе рельсовых цепей с изолирующими стыками потребовалось бы в 2 раза больше генераторов и сигнального кабеля.[3]

Контроль перегона, смена направления движения и увязка между станциями обеспечивают по отдельным цепям этого же сигнального кабеля (ССН и У). Кодовые сигналы АЛС передаются в БРЦ с момента занятия её поездом. Кодовые сигналы передаются с питающего или приёмного конца в зависимости от установленного направления движения.

3.2 Разработка принципиальных схем

Устройства централизованной автоблокировки содержат передающую и приёмную аппаратуру, и передающую аппаратуру числовой и частотной систем АЛС. В устройствах АБТЦ применяется следующая аппаратура: путевой генератор с путевым модулятором ПРМ, путевой трансформатор ЛТЦ, фильтр питающего конца ФП8,9, путевой приёмник УПКЦ, путевой генератор ПГ-АЛС, путевой фильтр ФП-АЛС. Последние два блока применяют для передачи сигналов частотной АЛС.

Генератор ГРЦ обеспечивает формирование амплитудно-модулированных сигналов БРЦ. Генератор выполнен на плате реле НШ выпрямитель генератора содержит диодный мост VД1, со сглаживающим фильтром, состоящим из стабилитрона VД2, конденсатора С7 и резистора R3. Генератор несущей частоты выполнен на кремниевом транзисторе VТ1. Режим работы транзистора устанавливается посредством делителя, выполненного на резисторах R1 и R2.В эммитер транзистора, включена обмотка 3-2 трансформатора Т. Положительная обратная связь, обеспечивается посредством обмотки 3-6, включённую в базовую цепь транзистора. Кабельный контур образует индуктивность трансформатора Т, выполненного на броневом ферритовом сердечнике, и ёмкость одного из конденсаторов С1-С5.Конденсаторы подключаются внешними перемычками к обмотке 1-6 трансформатора Т. Для подстройки, но только на одну из частот, может использоваться подстрочный сердечник трансформатора. С помощью конденсатора генератор настраивают на различные частоты. Перемычку между выводами на плате П устанавливают при настройке генератора, а перемычку между выводом 12 и одним из выводов 23,21,22,13 внешнего разъёма устанавливают в релейном шкафу или на стативе с аппаратурой в зависимости от принятой для данной БРЦ несущей частоты. При перемычке 12-23 генерируется частота 420Гц, а при перемычке 12-21 – 480Гц. Перемычками 12-22, 12-13, 12-11 генератор настраивают соответственно на частоты 580, 720 и 780Гц.

Для образования модулирующих частот применён мультивибратор, выполненный на транзисторах VТ2 и VТ6.Частота образуемых мультивибратором колебаний определяется время задающими цепями С8, R13-R-16 и С9, R5-R8 и составляет 8Гц. При установке внешних перемычек 41-33-42 из время задающих цепей исключаются резисторы R7, R8, R15 и R16, мультивибратор начинает генерировать сигнал частотой 12Гц.[5]

Сигналы мультивибратора усиливаются транзистором VТ4. На вход этого транзистора поступает сигнал с резистора R9, включённого в цепь эмиттера транзистора VТ2. При его открытии через резистор R9 протекает коллекторный ток, создавая на нём падение напряжения. Этим напряжением открывается транзистор VТ4, так как к его базе прикладывается отрицательный по отношению к эмиттеру потенциал. При закрытом транзисторе VТ2 усилительный транзистор VТ4 также закрыт.

Усиленный сигнал с коллектора транзистора VТ4 поступает на вход ключевой схемы, выполненной на транзисторах VТ3 и VТ5. При закрытом транзисторе VТ4 с его коллектора отрицательный потенциал поступает на базы транзисторов VТ3 и VТ5 ключевой схемы. Последние в этом случае открыты и приводят обе полуволны переменного тока несущей частоты, подаваемого через ключевую схему в нагрузку, подключаемую к выводам 3-31 блока. Для каждой полуволны переменного тока один транзистор включён в прямом направлении, а другой – в инвертном, образуя с компенсированный ключ. В результате условия прохождения каждой полуволны переменного тока через ключ идентичны, что практически исключает искажение сигнала.

Напряжение питания генератора по переменному току равно 17,5В, выпрямленное напряжение равное определяется напряжением стабилизации стабилитрона VД2. Потребляемая мощность не больше 8В∙А. Выходное напряжение несущей частоты имеет практически синусоидальную форму кривой и составляет на нагрузке сопротивлением 470Ом, подключённой к выводам 3 и 4 блока, не менее 5В.[5]

Для получения на выходе генератора амплитудно-модулированного сигнала устанавливают перемычку между выводами 4 и 32. Отклонение несущей частоты от номинального значение не превышает 0,5% при крайних значениях температуры окружающей среды и напряжения источниками питания.

Путевой усилитель ПУ1 применяют для усиления сигналов, предназначенных для работы БРЦ и сигналов частотной АЛС. Блок ПУ1 содержит два двухтактных каскада усиления. Первый каскад выполнен на транзисторах VТ1 и VТ2 средней мощности; второй каскад выполнен на мощных транзисторах VТ3 и VТ4. На входе усилителя установлении трансформатор Т1 и для согласования его входного сопротивления с выходным сопротивлением источника усиливаемого сигнала-генератора ГРЦ или ПГ-АЛСМ.

Включённый на входе усилителя резистор R1 стабилизирует его входное сопротивление. Включение этого резистора и конденсаторов С5 и С6 в базовые цепи транзисторов VТ1 и VТ2 исключает возможность самовозбуждения усилителя на повышенных частотах при разомкнутом входе усилителя. Межкаскадная связь выполнена посредством трансформатора Т2 выходной каскад нагружен на трансформатор ПТЦ. Для повышения коэффициента полезного действия и облегчения работы транзисторов оба каскада работают в ключевом режиме.

В режиме холостого хода транзисторы VТ3 и VТ4 находятся в режиме глубокого насыщения, их входное сопротивление резко снижается, поэтому значительно возрастает ток через обмотки трансформатора Т2 и через транзисторы VТ1 и VТ2. Для уменьшения этого тока в эту цепь может быть включён балластный резистор.[4]

Транзисторы выходного каскада защищены от импульсных воздействий тягового тока и атмосферных перенапряжений включённым на выходе усилителя защитным контуром (демпфером), состоящим из диодов VД5- VД8 конденсатора С4 и резистора R2, защитный контур снижает пиковые напряжения.

Внутри блока имеется мощный выпрямитель на кремневых диодах VД1- VД4 и сглаживающий фильтр, состоящий из дросселя L и электрических конденсаторов С1-С3. От выпрямителя осуществляется питание цепей транзисторов. Переменный ток напряжением 17,5В подаётся в блок от сигнального трансформатора СОБС-2Л или ПОБС-5А.

Требуемое для питания БРЦ напряжение выбирается на выводах этого трансформатора. При входном напряжении 5Ви напряжений питания 17,5В входное сопротивление блока ПУ1 составляет примерно 400м. Выходная мощность 40ВТ при выходном напряжении 5В.

Путевой приёмник сигналов ПРЦ или ПРЦМ предназначен для приёма и дешифрирования амплитудно-модулированных сигналов из рельсовой цепи. Приёмник ПРЦ предназначен для применения на железнодорожных линиях, а ПРЦМ – на линиях метрополитена.[5]

Приёмник ПРЦ содержит следующие основные функциональные узлы: входной фильтр, буферный каскад, пороговое устройство, интегратор, выходной усилитель, выходной фильтр, вторичный источник питания постоянного тока.

Входной фильтр представляет собой полосовой фильтр, выполненный на броневых ферритовых сердечниках и конденсаторах. Фильтр содержит связанные колебательные контуры Т1-С1, Т2-С2, Т3-С3, каждый из контуров настраивают на несущую частоту принимаемого сигнала. Связь между первым и вторым контурами трансформаторная выше критической, обеспечивается за счёт включения части индуктивности первого контура во второй. Входной сигнал подаётся на обмотку 3-4 входного контура, гальванически не связанную с контурной обмоткой.

Коэффициент трансформации на входе приёмника обеспечивает требуемое по условиям согласования с кабельной линией входное сопротивление приёмника. Его измеряют на входных выводах блока при подаче не модулированных несущих частот. Это сопротивление должно быть в пределах 120-160Ом.

Включённые параллельно входной обмотке стабилитроны VД1 и VД2 обеспечивают защиту элементов фильтра от перенапряжений, которые могут поступать из рельсовой линии от воздействия тяговой сети или от грозовых разрядов. Для защиты от обоих полупериодов перенапряжений стабилитроны включены между собой последовательно и встречно.

Связь между вторым и третьим контурами фильтра слабая, менее критической, обеспечивается через буферный каскад, выполненный на транзисторе VТ1, включённом по схеме с общим эмиттером. Включённый в цепь эмиттера резистор R1 повышает входное сопротивление усилителя. Изменением сопротивления этого резистора обеспечивается регулировка чувствительности приёмника. Полоса пропускания входного фильтра не менее 24Гц, что обеспечивает пропускание первых боковых частот модулированного сигнал. На выходе фильтра (база транзистора VТ2) сигнал имеет форму, близкую к сигналу со 100%-ной амплитудной модуляцией.

Затухание фильтра для не модулированного сигнала по соседнему каналу (для фильтра с резонансной частотой 420Гц измеряют на частоте 480Гц и наоборот) составляет не менее 38дБ для каналов с частотами 420 и 480Гц и не менее 30дБ для каналов с частотами 580, 720 и 780Гц.

При таких затуханиях обеспечивается остаточное подавление сигнала соседнего канала, что обеспечивает независимую работу приёмников, подключённых последовательно к одной приёмной паре и реагирующих на сигналы собственных БРЦ. Однако при завышенном напряжении сигналов может проявляться мешающее действие сигнала соседнего канала. Поэтому в условиях эксплуатации не следует в БРЦ превышать максимально допустимые по регулировочным таблицам значения напряжения сигналов.[1]

С выхода фильтра (обмотка 2-3 трансформатора Т3) сигнал поступает на вход буферного каскада, выполненного на транзисторе VТ2, включённом по схеме с общим коллектором. Посредством этого каскада обеспечивается согласование выхода фильтра с пороговым устройством, имеющим высокий коэффициент возврата и представляющим собой не симметричный триггер эмиттерной связью на транзисторах VТ3 и VТ4. Связь буферного каскада с триггером ёмкостная посредством конденсатора С4. Фактический коэффициент возврата триггера близок к единице. В качестве расчётного принято значение 0,8.

В схеме триггера предусмотрена возможность шунтирования контактом собственного путевого реле резистора R12 в цепи эмиттера для снижения коэффициента возврата. Это исключает неустойчивую работу путевого реле при приближении к БРЦ или удалении от неё поезда, когда напряжение на входе приёмника близко напряжению срабатывания.

Нагрузкой триггера является интегрирующая цепь R13-С5. Выделенные из амплитудно-модулированного сигнала низкочастотные колебания (8 или 12 Гц) пилообразной формы с конденсатора С5 поступают на вход выходного усилителя. Он выполнен на операционном усилителе (микросхема ДА1) и транзисторах VТ5- VТ8. Выделенные на конденсаторе С5 интегратора низкочастотные колебания поступают на инвертирующий вход микросхема ДА1 через проходной конденсатор С6. Сопротивление резистора R22, включённого на выходе микросхемы, определяет токи, протекающие через транзисторы VТ5 и VТ6, достаточные для управления транзисторами второго каскада усиления VТ7 и VТ8, работающими в ключевом режиме.

С выходного усилителя сигнал подаётся на первый контур выходного фильтра Т4-С7, настроенного на частоту модуляции 8 или 12Гц в зависимости от типа приёмника, второй контур выходного фильтра Т5-С8 связан с первым через буферный каскад, выполненный на транзисторах VТ11 и VТ12. При таком включении обеспечивается слабая связь между контурами для повышения добротности каждого из контуров и избирательных свойств фильтра. Фильтр надёжно обеспечивает разделение частот 8 и 12Гц. Напряжение на реле при подаче на вход фильтра смежной частоты (например, 8Гц вместо 12Гц) не превышает 0,68В, что соответствует надёжному отпусканию якоря путевого реле.

Отказы элементов фильтра не приводят к ложному срабатыванию реле, которое гальванически не связано с источником питания. Полоса пропускания фильтра 1,2 -1,4Гц, затухание на соседней частоте модуляции примерно 20дБ. Этим исключается возбуждение путевого реле при приёме сигнала, частота модуляции которого не совпадает с частотой настройки фильтра.[5]

В выходном фильтре каждый контур настраивают в резонанс подбором значения индуктивности трансформаторов Т4 и Т5, которое устанавливают изменением положения магнитного шунта (подстроенных пластин) в воздушных зазорах их сердечников. Ёмкости конденсаторов С7 и С8 в фильтре с частотой 8Гц приняты 30мкФ, а в фильтре частотой 12Гц – 20мкФ. С выхода полосового низкочастотного фильтра сигнал поступает на выпрямитель VД3, к которому через внешние выводы блока подключено путевое реле АНШ2-1230. Обмотки этого реле включены параллельно, поэтому их сопротивление постоянному току составляет 307,5Ом. Если имеется входной сигнал, то напряжение на реле составляет 4,4 -7В, напряжение срабатывания при параллельном соединении обмоток – более 3,5В.

Так как два приёмника разных типов могут включаться последовательно в одну сигнальную пару кабеля, то для исключения возможности неправильной их работы при ошибочной установке приёмника одного типа на место другого приёмники имеют разные выводы для подключения реле. Поэтому при ошибочной установке приёмников путевые реле не срабатывают.

Приёмники ПРЦ рассчитаны для работы при температуре окружающей среды от – 45 до +65С и могут устанавливаться на релейных стативах станций и в релейных шкафах автоматической блокировки.

Трансформатор ПТЦ применяют в качестве выходного для путевого усилителя ПУ1. К первичной обмотке подключают выход путевого усилителя. При этом к выводу 2ПТЦ подключается положительный полюс источника питания. С вторичной обмотки трансформатора напряжение подаётся на вход путевого фильтра и далее поступает в БРЦ. Напряжение, подаваемое на вход путевого фильтра, регулируется различным включением вторичной обмотки.

Гальваническое разделение между выходом путевого усилителя и рельсовой цепью обеспечивает возможность питания путевых усилителей разных БРЦ и передающих устройств АЛС от общего питающего трансформатора.[8]

Номинальная мощность трансформатора ПТЦ в диапазоне частот 75-780Гц составляет не менее 50В∙А. Ток холостого хода при напряжении на первичной обмотке (выводы 1 и 3) 30В, частотой 50Гц не более 300мА.

Фильтр питающего конца ФП предназначен для ограничения спектра амплитудно-модулированного сигнала поступающего с выхода путевого усилителя. Одновременно он защищает путевой усилитель от воздействия непрерывных и импульсных перенапряжений, возникающих в рельсовой линии. Фильтр представляет собой последовательный колебательный контур, содержащий трансформатор Т и набор конденсаторов. Фильтр типа ФП8,9 применяют при передаче сигналов с несущими частотами 420 или 480Гц.

3.3 Разработка кабельных сетей перегона

Кабельная линия в системе ЦАБ служит для соединения рельсовых линий с аппаратурой на центральных пунктах. По ней организуется увязка между аппаратурой, расположенной на смежных центральных пунктах, и обеспечивается работа устройств смены направления движения.

Для исключения объединения питающих и релейных жил в случае повреждения изоляции кабельных пар эти жилы, как правило, располагают в разных кабелях. Если имеется схема контроля замыкания жил различных пар, они могут располагаться в одном кабеле (демонстрационный лист 3).

Для уменьшения переходных влияний в системе ЦАБ применяется симметричный сигнальный кабель с парной скруткой. На участках с автономной тягой и электротягой постоянного тока, как правило, используют кабель в пластмассовой оболочке СБПБ. Исключение составляют лишь участки с продольными ЛЭП высокого напряжения, на которых для снижения наводимых в жилах кабеля э.д.с. до допустимых значений применяется кабель в алюминиевой оболочке СБПАБ.[12]

Вместо сигнального кабеля с парной скруткой жил в ЦАБ может применяться кабель магистральной железной железнодорожной связи, например МКПАБ, МКБАБ.

Разделка кабеля выполняется в кабельных боксах БМ10×2, БМ20×2 или на обычном колодках в трансформаторных ящиках. Там же размещается путевой трансформатор и приборы защиты.

Кабельная магистраль для примерного однопутного участка железной дороги с автономной тягой содержит два кабеля. В первом кабеле (семипарном) располагаются цепи релейных концов . Приёмная аппаратура рельсовых цепей располагается на станций А, а приёмники рельсовых цепей – на станции Б. В этом же кабеле – цепи увязки 1У, 2У и смены направления СН. Пары 3 и 4 свободны и могут при необходимости использоваться, например, для управления переездом.

Во втором кабеле размещаются цепи передающих концов рельсовых цепей . Передающие устройства рельсовых цепей расположены на станций на станциях ограничивающих перегон.

Первый кабель разделывается в путевых ящиках релейных концов ПЯ1, ПЯ2/3, ПЯ4/5, ПЯ6/7, ПЯ8/9, ПЯ10, а второй – в путевых ящиках питающих концов ПЯ1/2, ПЯ3/4, ПЯ5/6, ПЯ7/8, ПЯ9/10.

В каждом путевом ящике размещается один трансформатор типа ПРТ. На участках с электротягой дополнительно на пути располагается дроссель-трансформатор. ДТ – 0,6.

При необходимости аппаратуру ЦАБ для всего перегона можно на одной станции. Это возможно в случаях, когда длина перегона не превышает 10км при электротяге и не более 15км при автономной тяге.

3.4 Схема увязки автоблокировки со станционными устройствами

Для увязки между станциями используют кабельные линейные цепи. В данном случае путевые реле чётных блок-участков размещены на станции А, а нечётных блок-участков – на станции М. При нечётном направлении движения для кодирования блок-участка 18П со станции Б необходимо иметь информацию о свободности блок-участков 20П, 19П, 17П и 15П. Путевое реле 20П находится на станции, поэтому необходимо обеспечить контроль на станции Д по цепям увязки блок-участков 19П, 17П и 15П. Контроль блок-участка 19П осуществляется по линейной цепи Л2 – ОЛ2, в которую на станции включено линейное реле Л22П, являющееся повторителем путевого реле 19П станции М. Линейные повторители путевых реле нумеруют чётными возрастающими числами по аналогии с нумерацией путевых реле, размещённых на данной станции.

Контроль блок-участков 17П и 15П осуществляется по линейной цепи Л3 - ОЛ3, контроль блок-участка 17П – с помощью нейтрального реле Л24П, а блок-участка 15П – поляризованного реле Л26П типа ПЛ.

При чётном направлении движения, когда реле ЧП возбуждено, а НП обесточено, эти же линейные цепи, а также цепь Л1- ОЛ1 применяют для контроля свободности блок-участков 20П, 18П, 16П и 14П на станции Макат. При этом блок-участки 20П,18П и 16П на станции Макат контролируются нейтральными реле Л21П, Л23П и Л25П соответственно, а блок-участок 14П – поляризованным реле Л27П.[12]

Для изменения направления движения в устройствах АБТЦ применяют двухпроводную или четырехпроводную схему смены направления.

В отличие от других систем автоблокировки в системе ЦАБ питающие и релейные концы БРЦ не переключаются. Поэтому при случайном кратковременном ложном срабатывании реле направления нормальная работа БРЦ не нарушается. Контактами реле отправления и приёма переключаются сигнальные, линейные цепи и другие схемы.

Для вспомогательной смены направления в случае, например, неисправности БРЦ может использоваться та же линия, что и для основного режима. Однако при этом не резервируются провода Н-ОН и сама схема направления. Поэтому для вспомогательного режима, как правило, применяют отдельную линию вспомогательного режима.

Кодовые сигналы числовой АЛС подаются в рельсовую линию от кодового трансформатора контактами трансмиттерных реле Т в точках подключения питающей и релейной аппаратуры. Резисторы RИ и конденсаторы СИ служат для искропогашения на контактах трансмиттерных реле Т, а также для пропуска сигнальных токов рельсовых цепей. Передача кодовых сигналов АЛС в рельсовую линию начинается с момента занятия поездом данного участка пути. Например, при движении в чётном направлении кодирование путевого участка 1П начинается с замыкания тылового контакта путевого реле, 1П в цепи трансмиттерного реле 1/3КВ. Тыловой контакт реле 1П замыкается в момент, когда поезд находится на расстоянии от входного конца рельсовой цепи 1П. При этом возбуждается реле 1/3 Т и начинается кодирование участка 1П. Кодовый сигнал, подаваемый в рельсовую цепь, определяется состояниями путевых участков, расположенных перед данным участком по ходу движения. Перед входными светофорами кодовые сигналы, подаваемые в рельсовую цепь, определяются также состоянием управляющих и сигнальных реле входных светофоров. Для обеспечения работы системы на заданном перегоне необходимо передать не станцию А информацию о состоянии участка ЗП, а на станцию Б – о состоянии участков 2П, 4П и 6П. На каждую из станции необходимо также передать информацию о состоянии нити красного огня (КО) и включении разрешающего огня на входном светофоре (РУ) соседней станций. Эти задачи решаются в зависимости установленного направления движения схемой линейных цепей.

3.5 Четырехпроводная схема изменения направления

Схема изменения направления движения типовая четырехпроводная с вспомогательным режимом.

В схеме по двум двухпроводным цепям осуществляется изменение направления и контроль перегона за счет временного уплотнения. Для контроля перегона используется амплитудный признак, информация о смене направления подается полярными качествами тока.[5]

Ограждение попутно следующих поездов с хвоста осуществляется при помощи светофоров автоблокировки, ограждение с головы достигается установкой блокировочных зависимостей между станциями.

Логические связи между станциями предназначены для:

- замыкания выходных светофоров на станции приема.

- размыкания выходных светофоров на станции отправления.

- передачи информации устройствам изменения направления сигнальных установок для задания определенного направления движения.

Основные приборы схемы смены направления и их назначение:

- реле ЧСН – станционное реле направления. Тип КШ1-80. Фиксирует принятую информацию о смене направления и выполняет основную блокировочную зависимость: замыкает выходные сигналы на станции приема и размыкает выходные сигналы на станции отправления. Кроме того, на станции отправления контролирует состояние перегона (реле Н под током, если перегон свободен);

- реле Н – перегонное реле направления типа КШ1-40;

- реле ПН – повторители реле Н, переключают схемы питания огней светофора и рельсовых цепей в соответствии с установленным направлением движения на сигнальных установках;

- реле ЧВ – вспомогательное реле, изменяет полярность тока в цепи смены направления. Обмотки реле включены в схему раздельно для того, чтобы в схеме станции, установленной на "отправление", оно было нормально действующим, а в схеме станции "приема" - с замедлением на отпадание. Замедление реле необходимо для срабатывания реле направления на станции, устанавливаемой на "отправление" в момент посылки обратного импульса со станции, устанавливаемой на "прием". Время замедления реле ЧВ равно 1,2-1,3 с при напряжении батареи 21 В. Тип реле НМШ1-1440;

- реле ЧКП – реле контроля состояния перегона станции, установленной на прием. Обмотки реле включены в схему раздельно. Одна из них, сопротивлением 100 Ом включена последовательно в цепь смены направления, вторая – с сопротивлением 1100 Ом и параллельно включенным конденсатором – в местную цепь. Замедление реле необходимо для переключения схемы станции "приема" на "отправление". Тип НМШМ4-100/1100;

- реле ЧКПП – повторитель реле НКП (ЧКП) имеет замедление на срабатывание для исключения возможности смены направления при кратковременной потере шунта короткой подвижной единицей. Тип НМШТ1-2000;

- реле НОЗ1 – замыкающее реле. Служит для замыкания стрелок в маршруте отправления. Имеет замедление на срабатывание для исключения возможности перевода стрелки под составом при кратковременной потере шунта. Тип НМШТ1-2000.

Схема контроля перегона и смены направления движения построена на принципе изменения полярности тока в отдельных двухпроводных цепях в проводах Н, ОН,К,ОК в которую на станции отправления и на каждой сигнальной точке включены поляризованные реле направления.

В двухпроводную цепь смены направления на станции "приема" включено реле ЧКП, на станции "отправления" реле КП отключено. На станции "приема" отключено реле ЧСН.

Для питания линейных цепей используется полупроводниковый преобразователь типа ППШ-3.[11]

Нажатие кнопки ЧСН на станции "приема" вызывает возбуждение реле ЧВ, которое своими контактами переключает полярность тока в проводах Н, ОН. От импульса тока обратной полярности, длительность которого определяется временем замедления реле ЧКП и составляет 1,8 с, перебрасываются якоря реле направления всех перегонных сигнальных установок и станционного реле направления Н.

Тыловыми контактами реле НВ подключает к проводам Н и ОН батарею станции и реле НКП. С этого момента и до окончания замедления реле ЧКП станции приема батареи обеих станций оказываются включенными последовательно. Этим обеспечивается, надежное перебрасывание контактов поляризованного якоря всех промежуточных реле направления Н. Перегонные реле направления переключают приборы рельсовых цепей, линейной цепи и сигналов с вновь установленным направлением движения.

По истечении времени замедления реле ЧКП и ЧКП1, контактами этих реле отключается батарея станции отправления и подключается в линейную цепь реле направления ЧСН. Реле направления получает питание со станции отправления током прямой полярности и перебрасывает поляризованный якорь. Его контактами станция приема устанавливается на "отправление". На станции отправления можно открыть выходные сигналы.

На однопутных участках при организации двустороннего движения поездов по каждому пути и на однопутных участках, на табло устанавливаются световые ячейки для сигнализации установленного направления движения и наличия поезда на перегоне. Основными ячейками являются: О – "Отправление" зеленого цвета, П – "Прием" желтого цвета, КП – "Контроль перегона" белая и красная двухцветная ячейка. Свободность перегона контролируется горением белой лампочки, занятость – горением красной.

Для перевода на двустороннее движение одного из путей устанавливаются соответствующие приборы, и схема настраивается на определенный путь при помощи штепсельных душек и гнездовой панели и четырех настроечных реле.[21]

3.6 Схема переездной сигнализации

Места пересечения железнодорожных путей в одном уровне с автомобильными дорогами, трамвайными путями и троллейбусными линиями называют железнодорожными переездами. Для безопасности, движения переезды оборудуют ограждающими устройствами. Со стороны безрельсового транспорта в качестве типовых ограждающих устройств применяют автоматическую светофорную сигнализацию, автоматические шлагбаумы и полушлагбаумы, неавтоматические шлагбаумы с ручным механическим или электрическим приводом вместе с оповестительной (автоматической или неавтоматической) сигнализацией.

При автоматической светофорной сигнализации переезд ограждают специальными переездными светофорами, которые устанавливают перед переездом на обочине дороги с правой стороны по движению безрельсового транспорта. Красные огни светофоров направлены в сторону автомобильной дороги; они нормально, не горят, указывая на отсутствие поездов на подходах к переезду, и разрешают автогужевому транспорту двигаться через переезд. При приближении поезда к переезду огни переездных светофоров начинают поочередно мигать, одновременно звонят звонки. С этого момента движение автогужевого транспорта через переезд запрещается. После проследования поезда через переезд огни светофоров гаснут, звонки выключаются и разрешается движение безрельсовому транспорту через переезд.

При автоматической светофорной сигнализации с автоматическими шлагбаумами в дополнение к переездным светофорам движение автотранспорту преграждается брусом шлагбаума. Для лучшей видимости шлагбаум окрашен красными и белыми полосами и снабжен тремя фонарями. Два из них (средний и расположенный у основания бруса) красные, односторонние. Они мигают красным огнем в сторону автотранспорта. Третий фонарь, расположенный у края бруса, двусторонний. В сторону автотранспорта он горит красным огнем, а в сторону железнодорожного пути-белым, ночью указывая границу перекрытой части дороги.[16]

Брус шлагбаума или полушлагбаума в опущенном (заградительном) положении удерживается на высоте 1—1,25 м от поверхности дороги и преграждает автотранспорту въезд на переезд. При приближении поезда к переезду брус шлагбаума опускается не сразу после начала работы сигнализации, а по истечении некоторого времени (5-10 с), достаточного для проезда за шлагбаум транспорта, если в момент включения сигнализации транспорт находился близко от шлагбаума и водитель мог не увидеть красных огней светофоров. При горизонтальном положении заградительного бруса продолжают гореть огни на переездном светофоре и брусе, а звонок выключается. После проследования переезда поездом брус шлагбаума поднимается в вертикальное положение, огни на брусе и светофоре гаснут, движение безрельсового транспорта через переезд разрешается.

Автоматические полушлагбаумы в дополнение к устройствам, обеспечивающим их автоматическую работу при движении поездов, оборудуют приборами неавтоматического управления. Приборы размещают на щитке управления, место установки которого выбирают так, чтобы дежурному по переезду, находящемуся у щитка, были хорошо видны пути подхода поездов и автомобилей.[18]

На щитке управления устанавливают кнопки закрытия и открытия полушлагбаума; кнопку включения заградительной сигнализации (нормально опломбированную); лампочки, контролирующие появление поездов на подходах к переезду, с указанием направления движения поезда; четыре лампочки, контролирующие исправность цепей заградительных светофоров.

При необходимости нажатием кнопки "Закрытие шлагбаума"дежурный по переезду может включать переездную сигнализацию, которая в этом случае работает так же, как и при подходе поезда к переезду. После возвращения (вытягивания) кнопки брус полушлагбаума поднимается в вертикальное положение и красные огни светофора и бруса гаснут.

В случае повреждения системы автоматического управления полушлагбаум остается в заграждающем положении. При отсутствии поездов на подходе дежурный по переезду может пропустить автотранспорт через переезд. Для этого он нажимает кнопку "Открытие шлагбаума"*.* Брус полушлагбаума поднимается в вертикальное положение и красные огни на светофоре и брусе погаснут. Кнопку необходимо удерживать нажатой до тех пор, пока транспорт не проследует полушлагбаумы. При отпущенной кнопке полушлагбаум возвращается в горизонтальное положение.

На переездах, оборудованных оповестительной сигнализацией, в качестве средств ограждения используют электрические или механизированные шлагбаумы, управляемые дежурным по переезду. Для оповещения дежурного по переезду используют автоматическую или неавтоматическую световую и звуковую оповестительную сигнализацию.[14]

Для подачи поезду сигнала остановки в случае аварийной ситуации на переезде применяют заградительную сигнализацию. В качестве заградительных сигналов используют специальные заградительные светофоры, светофоры автоматической и полуавтоматической блокировки и станционные светофоры, если они удалены от переезда не более чем на 800 м и с места их установки виден переезд. Заградительные светофоры, как правило, бывают и мачтовые; они имеют форму, отличную от обычных светофоров. Красные огни заградительных светофоров нормально не горят. Их включает дежурный по переезду нажатием кнопки "Выключение заградительных светофоров"на щитке. Возвращая (вытягивая) кнопку в нормальное положение, светофоры выключают. При этом на щитке загораются лампочки, контролирующие исправную работу заградительных светофоров. Если контрольная лампочка при включении заградительного сигнала не загорается, то это означает, что светофор неисправен и дежурный по переезду должен принять дополнительные меры по ограждению переезда со стороны неисправного светофора.

На участках, оборудованных автоблокировкой, при включении заградительной сигнализации на ближайших к переезду сигналах автоблокировки их показание переключается на запрещающее и прекращается подача кодов АЛС в рельсовые цепи перед переездом.

Вид применяемых на переезде устройств зависит от категории переезда. На сети дорог в зависимости от интенсивности движения и условий видимости переезды делятся на четыре категории:

1. категория – пересечения железной дороги с автомобильными дорогами I и II категорий, улицами и дорогами, имеющими трамвайное и троллейбусное движение; с улицами и дорогами, по которым осуществляется регулярное автобусное движение с интенсивностью движения по переезду более 8 поездо-автобусов в час; со всеми дорогами, пересекающими четыре и более главных железнодорожных пути;
2. категория – пересечения с автомобильными дорогами III категории; улицами и дорогами, имеющими автобусное движение с интенсивностью движения по переезду менее 8 поездо-автобусов в час; городскими улицами, не имеющими трамвайного, автобусного и троллейбусного движения; с прочими дорогами, если интенсивность движения по переезду превышает 50000 поездо-экипажей в сутки или дорога пересекает три главных железнодорожных пути;[12]
3. категория – пересечения с автомобильными дорогами, не подходящими под характеристику переездов I и II категорий, и если интенсивность движения по переезду при удовлетворительной видимости превышает 10 000 поездо-экипажей, а при неудовлетворительной (плохой)-1000 поездо-экипажей в сутки. Видимость признается удовлетворительной, если с экипажа, находящегося на расстоянии 50 м и менее от железнодорожного пути, приближающегося с любой стороны, поезд виден не менее чем за 400 м, а переезд виден машинисту на расстоянии не менее 1000м;
4. категория – все прочие пересечения железных дорог с автомобильными дорогами в одном уровне.

Интенсивность движения на переезде измеряется в поездо-экипажах, т. е. произведением числа поездов на число экипажей, проходящих через переезд в сутки.

Для автоматического включения ограждающих устройств при приближении поезда к переезду устраивают участки приближения оборудованные рельсовыми цепями. Длина участка приближения зависит от времени извещения, скорости движения поезда и определяется по формуле

, (3.2)

где V – средняя скорость движения по участку приближения наиболее скорого поезда, определяемая тяговыми расчетами, км/ч; *t –* расчетное время извещения о приближении поезда, с; 0,28 – коэффициент перевода скорости из км/ч в м/с.

Расчетное время извещения зависит от длины переезда, скорости движения экипажа через переезд (принимается 5 км/ч), длины экипажа (принимается 6 м) и времени опускания бруса шлагбаума (10 с), если последний перекрывает всю проезжую часть дороги.

Результаты расчета приведены на демонстрационном листе 5.

При оповестительной сигнализации с электрическими шлагбаумами необходимое время извещения нужно увеличивать на время восприятия оповещения дежурным по переезду. В расчетах его принимают равным 10 с. На сети дорог принято минимально допустимое время извещения при автоматической светофорной сигнализации без шлагбаумов и с полушлагбаумами 30 с, при автошлагбаумах, полностью перекрывающих проезжую часть дороги, - 40 с и при оповестительной сигнализации – 50 с.

В устройствах автоматической переездной сигнализации в основном применяют такое же оборудование и аппаратуру, которую используют в других устройствах железнодорожной автоматики. К специальному оборудованию относятся переездные светофоры, электрические шлагбаумы и щитки управления переездной сигнализацией. Переездные светофоры без шлагбаумов изготовляют с двумя или тремя светофорными головками. Добавление третьей светофорной головки позволяет расширить зону видимости сигнальных показаний.[13]

Включение автоматической переездной сигнализации (АПС) происходит за один или два участка приближения при движении поездов в любом направлении. Выключение АПС происходит после освобождения поездом участка приближения и переезда.

В неустановленном направлении движения АПС выключается всегда за два участка приближения, а включается после удаления поезда на расстояние участка приближения в установленном направлении движения. В отличие от двухпутных участков в схемах АПС однопутных участков вводится контроль правильной последовательности движения поезда по участкам приближения в установленном направлении путем применения счетной схемы. С помощью этой схемы исключается несвоевременное открытие переезда при наложении и снятии искусственных шунтов на рельсовые цепи участков приближения.

Включают переездную сигнализацию реле – Н, 1Н, 2Н, Л, ИП, НИП, И, И1, И2, ИТ, ПИ, ПИ1, П, П1, ИП1, НИП1, КТ, 1, Б, Б1, В.

Состояние цепей схемы (демонстрационный лист 5) соответствует установленному нечетному направлению движения, свободному состоянию участков приближения и открытому состоянию переезда. В пределах блок-участка, на котором расположен переезд, образованы рельсовые цепи 7П, 11П, 9АП, 9БП.При установленном нечетном направлении движения релейными являются концы 9АП*,* питающими – 11Ппри установленном четном направлении движения релейными являются концы 9БП,питающими – 7П.

Для закрытия переезда за один или за два участка приближения перемычками П1 иП2настраивают схемы питания реле ИП1.При снятых перемычках схема настроена для закрытия переезда за два участка приближения в обоих направлениях и реле ИП 1выключается контактом реле ИП;при установленных перемычках ПI и П2 переезд закрывается за один участок приближения в обоих направлениях, реле ИП1 выключается контактом реле П1.

При свободном состоянии рельсовой цепи 7П с ее питающего конца через контакт трансмиттера Т подаются импульсы переменного тока. На переезде в импульсном режиме работает реле И,а через его контакты – реле-повторители И1 и И2.Реле И2,переключая свой контакт, транслируют импульсы в рельсовую цепь 9БП.От этих импульсов работает реле И. При импульсной работе обоих реле И на переезде через возбуждаются реле П и П1, чем контролируется свободное состояние рельсовых цепей 7П и 9БП.Фронтовыми контактами реле П1 у переезда возбуждаются реле АН . Срабатыванием реле АН контролируется свободность блок-участка, состоящего из рельсовых цепей 7П и 9БП.Свободность второго участка приближения 9БП контролируется возбужденным состоянием реле ИП, а первого участка приближения 7П – реле П и П1. Через фронтовые контакты реле ИП иП1 возбуждено реле ИП1.Через фронтовой контакт реле ИП1 получает питание реле В – переезд открыт.

Включение АПС на два участка приближения происходит в такой последовательности. При вступлении поезда на второй участок приближения 7П контактами реле П1, на переезде выключается реле ИП и вслед за ним реле ИП1 и В.Переезд закрывается. С момента вступления поезда на первый участок приближения 7П на переезде прекращается импульсная работа реле И, И1и И2.Выключаются и отпускают якори реле П и П1. Реле П, отпуская якорь, контролирует занятость участка и обрывает цепь трансляции импульсов в рельсовую цепь 9АП.У переездапрекращается импульсная работа реле И, И1 и И2.После этого выключаются реле П и П1.Реле П1, отпуская якорь, фиксируя занятость блок-участка 7П.Фронтовым контактом реле П,находящегося у переезда, размыкается цепь питания реле НИП1, но это реле остается возбужденным, получая питание через ранее замкнувшийся тыловой контакт реле П1, включенный параллельно контакту реле Б.У переезда включаются цепи кодирования. В режиме одного из кодов работает реле 1T (на схеме не показано) и передает код в рельсовую цепь 9АП.На переезде в кодовом режиме работают реле ИТ и IT (на схеме не показано) и транслируют код в рельсовую цепь 7П. [21]

Правильную последовательность движения поезда по участкам приближения в установленном направлении контролируют реле счетной схемы. Приближение поезда за два участка контролирует реле-счетчик 1.

При неисправности рельсовой цепи 9АП реле Пна переезде не возбуждается и не замыкает цепь непрерывного питания реле НИП1.После окончания работы пульс-пары (реле Б и Б1)прекращается импульсное питание реле НИП1. Последнее, отпуская якорь, выключает реле В и переезд закрывается.

3.7 Техническое обслуживание устройств автоблокировки и электрической централизации малых станций

Для технического обслуживания устройств СЦБ на каждой дороге организованы дистанции сигнализации и связи. Работы по техническому обслуживанию выполняют в соответствии с требованиями: Правил технической эксплуатации железных дорог Республики Казахстан; Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ; Инструкции по сигнализации на железных дорогах Республики Казахстан; Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Республики Казахстан; Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по содержанию и ремонту устройств СЦБ; Руководящих указаний по защите от перенапряжений устройств СЦБ; Правил техники безопасности и производственной санитарии в хозяйстве сигнализации и связи железнодорожного транспорта; Устава о дисциплине работников железнодорожного транспорта и других инструкций Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан, касающихся технического обслуживания устройств СЦБ и охраны труда.[23]

Основой графика технического обслуживания является Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) ЦЩ/720-1. Для всех устройств СЦБ устанавливается периодичность их технического обслуживания. В таблице периодичности указываются наименование устройств, производимая работа, исполнитель, периодичность исполнения работ.

По перечню и периодичности работ составляют графики технического обслуживания устройств СЦБ – четырехнедельный план-график и годовой план-график. По четырехнедельному плану-графику электромеханик проверяет видимость заградительных светофоров и проводит профосмотр 1 раз в 4 недели; по годовому плану-графику электромеханик проверяет правильность изменения показаний с разрешающего на запрещающее линзового и прожекторного светофоров 2 раза в год. Результаты всех осмотров, проверок, намечаемые мероприятия и время устранения неисправности записывают в Журнал осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети (сокращенно Журнал осмотра).

При техническом обслуживании рельсовых цепей и приборов СЦБ старший электромеханик и электромеханик проверяют исправность изолирующих стыков и шунтовую чувствительность; измеряют напряжения на путевых реле и питающих концах рельсовых цепей; проверяют состояние пусковых, трансмиттерных и импульсных реле, трансмиттеров и релейных дешифраторов; визуально проверяют состояние штепсельных розеток реле; проверяют приборы на соответствие электрических и механических характеристик техническим условиям.

Работу устройств АЛСН проверяют на соответствие показаний путевого и локомотивного светофоров, измеряют кодовый ток и временные параметры кода. Полностью проверяют работу АЛСН в вагоне-лаборатории. При проверке устройств автоматической переездной сигнализации проверяют работу устройств при открытии и закрытии переезда, видимость огней переездных светофоров, состояние приборов звуковой и световой сигнализации.

Сигнальную линию автоблокировки осматривают с земли. Проверяют состояние кабельных ящиков и защитных средств.

Изолированные участки при их ремонте выключают двумя способами: с сохранением пользования сигналами маршрута, в который входит выключенный участок; без сохранения пользования сигналами маршрута, в который входит выключенный участок (прием и отправление поездов осуществляются при закрытых сигналах). Выключает изолированные участки электромеханик с разрешения дежурного по станции. Выключение и включение изолированных участков отмечают в Журнале осмотра.

Замену реле и сигнальных механизмов осуществляют в свободное от движения поездов время без прекращения действия автоблокировки. Категорически запрещается при производстве ремонтных работ и замене реле устанавливать временные перемычки, наклонять или поворачивать реле, а также одновременно заменять два и более реле. При техническом обслуживании автоблокировки находят применение следующие методы обслуживания: местных бригад, комплексный, централизованный, вахтовый. Выбирают метод в зависимости от укомплектованности и концентрации штата работников, наличия автодорог, интенсивности движения поездов, длины участка. При укомплектованном штате применяют метод местных бригад. При малочисленном штате часть работ выполняет централизованная бригада. На малонаселенных участках применяют централизованный или вахтовый метод технического обслуживания. Централизованная бригада базируется на опорной станции и объезжает все объекты в соответствии с графиком производства работ. При вахтовом методе устройства обслуживают поочередно сменяющие друг друга бригады (вахты).[12]

Главной задачей при обслуживании устройств электрической централизации является обеспечение бесперебойного действия электрической централизации стрелок и сигналов при минимальных затратах труда и средств на обслуживание устройств. Устойчивое и бесперебойное действие электрической централизации достигается благодаря правильной организации труда обслуживающего персонала, применению передовой технологии обслуживания и ремонта устройств, слаженной работы различных служб по эксплуатации устройств электрической централизации.

Необходимость технического обслуживания вызвана тем, что в процессе эксплуатации под действием внутренних (износ, старение) и внешних (воздействие окружающей среды) факторов происходит изменение характеристик устройств, что может быть причиной отказов.

Работы, требующие временного прекращения движения поездов, или без прекращения, но со срывом пломб производят с разрешения ДСП. Получив разрешение, производитель работ делает предварительную запись в Журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети о характере работ с указанием срока окончания ремонта. Запись удостоверяется подписью ДСП. По окончании ремонта включение устройств допускается только после проверки их исправности и удостоверяется подписью руководителя работ в Журнале осмотра.

Работы, требующие нарушения нормального действия отдельных устройств (рельсовых цепей, стрелочных приводов), выполняют при выключении их из централизации с сохранением и без сохранения пользования сигналами. В пределах одного поста централизации разрешается одновременно выключать не более одной стрелки и не более двух рельсовых цепей. Выключение устройств без сохранения пользования сигналами требует прекращения движения по выключенному элементу путевого развития станции. При выключении устройства с пользованием сигналами устанавливаются временные схемы-макеты, обеспечивающие имитацию контроля положения выключенной стрелки или свободности выключенной рельсовой цепи.

Техническое обслуживание централизованных стрелок. Надежная и бесперебойная работа централизованных стрелок обеспечивается содержанием в постоянной исправности стрелочных переводов и устройств СЦБ на них. Стрелочные переводы должны удовлетворять требованиям Правил технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) и техническим нормам содержания по шаблону, уровню и в плане. [19]

##### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дипломная работа – это практическая возможность применить полученные знания при решении конкретных технических и научных задач.

В данной дипломной работе на заданном участке железной дороги была разработана централизованная автоблокировка.

Разработка составила несколько основных этапов: реферат, введение, постановка задачи, теоретическая часть, практическая часть, выводы и заключения, список используемой литературы.

Во введении рассмотрены основные пути развития устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте.

В разделе постановка задачи осуществлен анализ и обоснование выбора систем автоматики на станциях и перегонах.

В теоретических исследованиях для разработки системы АБТЦ разработан схематический план станции и таблица взаимозависимостей маршрутов, двухниточный план станции, выполнены технические расчеты и приведены требования, предъявляемые к проектированию устройств автоматики и телемеханики.

В практическое использование проведенных исследований включены основные вопросы технической разработки, такие как: разработка путевого плана перегона, разработка принципиальных схем, кабельных сетей перегона, схем увязки автоблокировки со станционными устройствами. Рассмотрены вопросы технического обслуживания устройств автоблокировки и электрической централизации малых станций.

В список использованной литературы включены 23 источника.

##### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атамкулов Е.Д., Жангаскин К.К. Железнодорожный транспорт Казахстана: перевозочный процесс. Алматы: МТИА,2004.-642 с.

2. Ошурков И.С., Баркаган Р.Р. Проектирование электрической централизации. – М.: Транспорт, 1980. – 295 с.

3. Новиков М.А. и др. Проектирование автоматической блокировки на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 328 с.

4. Нормы технического проектирования устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте.–Гипротрансигналстрой, 1985.–117 с.

5. Переборов А.С. и др. Телеуправление стрелками и сигналами. – М.: Транспорт, 1981. – 390 с.

6. Козлов Л.Н., Кузьмин В.И. Линии автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорт. М.: Транспорт, 1981.

7. Перникис Б.Д., Ягудин Р.Ш. Предупреждение и устранение неисправностей в устройствах СЦБ. М.: Транспорт, 1984. – 224 с.

8. Петров А.Ф., Цейко Л.П., Ивенский Л.М. Схемы электрической централизации промежуточных станций. – М.: Транспорт, 1987. – 287 с.

9. А.А.Казаков, В.Д.Бубнов, Е.А.Казаков, В.М.Белов. Системы автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте: Пособие по дипломному проектированию М.: Транспорт, 1988. – 230 с.

10. Рельсовые цепи магистральных железных дорог: Справочник / В. С. Аркатов, Н. Ф. Котляренко, А.И.Баженов, Т.Л.Лебедева; под ред.В. С.Аркатова. – М.: Транспорт, 1987. – 360 с.

11. Чередков М.Н. Устройства СЦБ, их монтаж и обслуживание: электрическая централизация стрелок и сигналов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1992. – 311 с.

12. Н. Ф. Котляренко, А. В.Шишляков, Ю.В.Соболев, И. З. Скрынин. Путевая блокировка и авторегулировка. Учебник для вузов. Под ред.П. Ф. Котляренко. – 3-е изд., перераб. и доп.–М.: Транспорт, 1983.– 408с.

13. Дмитриенко И.Е., Устинский А.А., Цыганков В.И. Измерения в устройствах автомобили, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. 3-е изд., перераб. и доп. Учебник для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1994. – 312 с.

14. Казаков А.А. Электрическая централизация стрелок и сигналов. Изд-во Транспорт, 1974. – 392 с.

15. Савушкин А.К., Жуков В.И. Станционные устройства железнодорожной автоматики и телемеханики.– М.: Транспорт, 1979. – 264 с.

16. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. для вузов/ Ю.А.Кравцов, В.Л.Нестеров, Г.Ф. Лекута и др. :Под ред.Ю.А.Кравцова. М.:Транспорт,1996.- 400 с.

17. Дмитриев В.С., Минин В.А. Системы автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты. – М.: Транспорт, 1992. – 182с.

18. Кокурин И. М., Кондратенко Л.Ф. Эксплуатационные основы железнодорожной автоматики и телемеханики.М.:Транспорт,1989.-184 с.

19. Правила технической эксплуатации железных дорог республики Казахстан. Астана, 2001.- 203 с.

20. Инструкция по сигнализации на железных дорогах республики Казахстан. Астана, 2001.- 128 с.

21. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ. Алматы,1997.-77 с.

22. Железные дороги. Общий курс: Учебник для вузов/ М.М. Филиппов, М. М. Уздин, Ю. И. Ефименко и др.; Под ред. М.М.Уздина.- 4-е изд.; перераб. и доп.-М.:Транспорт,1991.-295 с.

23. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. М.: Транспорт, 1995.