

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра автоматики, телемеханики и связи

А. Н. КОВРИГА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАПОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области транспорта и транспортной деятельности
в качестве пособия для обучающихся по специальности 1-37 02 04
«Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2019

УДК 656.257-83 (075.8)
ББК 39.275.8
К56

Рецензенты: главный инженер Гомельского отделения Бел. ж. д.
В. П. Окулович; начальник группы АиТ ГП
«Институт «Белжелдорпроект» *П. П. Писков*

Коврига, А. Н.

К56 Проектирование напольных устройств электрической централизации :
пособие / А. Н. Коврига ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь,
Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019.–75 с.
ISBN 978-985-554-862-2

Изложены основные сведения о путевых устройствах электрической централизации и технологии их проектирования. Приведены примеры проектной документации для конкретных станций.

Предназначено для студентов специальности «Автоматика, телемеханика и связь» электротехнического и заочного факультетов.

УДК 656.257-83 (075.8)
ББК 39.275.8

ISBN 978-985-554-862-2

© Коврига А. Н., 2019
© Оформление. БелГУТ, 2019

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При разработке проектной документации на строительство электрической централизации (ЭЦ) необходимо предусматривать применение действующих типовых и повторно применяемых проектов, технических решений, методических указаний по проектированию и других инструктивных материалов, утвержденных Белорусской железной дорогой.

ЭЦ проектируется, как правило, с маршрутным управлением; в отдельных случаях для станций до 20 стрелок допускается проектирование ЭЦ с индивидуальным управлением стрелками и сигналами. Маршрутный способ управления должен резервироваться индивидуальным управлением стрелками и сигналами.

В ЭЦ включаются маршруты приема и отправления (передачи) поездов, маневровые маршруты, маршруты надвига составов из парка приема на сортировочные горки. Включение в ЭЦ маневровых маршрутов не предусматривается на двухпутных вставках и предузловых развязках. Для организации движения по неправильному пути двухпутного перегона на станциях, ограничивающих перегон, должны предусматриваться маршруты, обеспечивающие возможность сращения поездов.

Пути приема и отправления поездов, все стрелочные переводы с централизованным управлением и участки пути между ними должны быть оборудованы рельсовыми цепями (РЦ). Схемы должны обеспечивать возможность перевода стрелки при повреждении РЦ стрелочного участка, а также возможность задания маршрута через поврежденную РЦ с замыканием стрелок.

Все маршрутизированные передвижения должны осуществляться по разрешающим показаниям светофоров с замыканием стрелок. Светофоры из улавливающих и, как правило, из предохранительных тупиков не устанавливаются и стрелочные РЦ в них удлиняются до упоров. Въезд в централизованную зону с подъездных и других путей осуществляется по маневровым светофорам.

При разрешающем показании светофора стрелки, входящие в маршрут, должны быть замкнуты, а враждебные маршруты исключены. Для замыкания стрелок в поездных маршрутах при невозможности открытия светофоров в результате повреждений (например, ложная занятость РЦ) следует предусматривать искусственное замыкание стрелок.

Для повышения защищенности маршрутов от ложной свободности на путях приема, передачи, оборудованных РЦ с фазочувствительными реле, следует осуществлять тестовую проверку свободности пути перед открытием входного маршрутного светофора при электротяге для путей, оборудованных РЦ с дроссель-трансформаторами на концах, по которым осуществляется канализация тягового тока.

Размыкание секций маршрута или всего маршрута должно осуществляться после проследования поездом секции или всего маршрута. В тех случаях, когда в маршрут входит несколько РЦ, должна проверяться правильная очередность обесточивания и возбуждения путевых реле РЦ, входящих в маршрут. Схемы замыкания маршрутов должны быть защищены от замыкания при кратковременной (до 4 с) потере шунтовой способности РЦ во время движения по РЦ или случайном наложении и снятии шунта на смежных РЦ и при переключении питающих фидеров.

В маршрутах приема и передачи следует предусматривать замедление на размыкание противошерстных стрелок с непрерывной поверхностью катания (НПК), а также вторых и третьих стрелок без НПК, входящих в стрелочные путевые участки, примыкающие к приемоотправочным путям. Замедление на размыкание должно составлять 15–25 с.

В устройствах ЭЦ, в которых предусматривается возможность предварительного задания маршрутов, враждебных установленному, при размыкании первой по ходу секции поездного маршрута должна предусматриваться проверка освобождения предмаршрутного изолированного участка.

Неиспользованный маршрут должен автоматически размыкаться после закрытия дежурным по станции (ДСП) ограждающего его светофора с выдержкой времени: при свободном предмаршрутном участке – 4 с, при занятом участке – для поездных маршрутов – 3 мин, для маневровых – 1 мин. При отмене поездных маршрутов отправления с тупиковых путей, путей отправления и сортировочных парков допускается выдержка времени не менее 1 мин. Маршруты (секции маршрута), неразомкнувшиеся после использования их поездом, должны размыкаться искусственно с выдержкой времени не менее 3 мин.

Перед входными светофорами станций на участках с АБ и АЛСО длина предмаршрутного участка (участка приближения), определенная для данного места при полном служебном торможении и максимально реализуемой скорости, должна быть не менее длины тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств АЛС и автостопа на тормозную систему поезда.

На участках с ПАБ длина участка приближения к входному светофору должна быть не менее длины тормозного пути, определенного для данного места при полном служебном торможении и максимально реализуемой скорости, а при наличии путевых устройств АЛС это расстояние, кроме того,

должно быть не менее длины тормозного пути экстренного торможения с учетом пути, проходимого поездом за время подготовки приборов АЛС и автостопа (не менее 29 с).

Для выходных и маршрутных светофоров предмаршрутным участком служит приемо-отправочный путь перед светофором, длина которого должна быть не менее тормозного пути при скорости 50 км/ч. В маршрутах без остановочного пропуска предмаршрутным участком служит участок перед входным, маршрутным или выходным светофором с учетом указанных выше для входных светофоров требований.

Для маневровых светофоров участком приближения служит путь или участок пути, выезд с которого ограждается данным светофором. Изолированные участки длиной менее 25 м, расположенные непосредственно перед маневровыми светофорами, использовать в качестве участков приближения не допускается.

На станциях двухпутных линий в ЭЦ следует, как правило, предусматривать возможность перевода светофоров на главных путях на автодействие или управление ЭЦ такой станции с соседней станции. Передачу управления светофорами главных путей на соседние станции следует предусматривать по требованию заказчика и на малодейственных участках однопутных линий, где в определенное время суток или года отсутствует скрещение поездов.

На однопутных участках с АБ или ПАБ, где имеет место сезонное или периодическое снижение размеров движения, необходимо предусматривать возможность закрытия промежуточной станции и превращения станции в перегон. При этом светофоры по главным путям этой станции при АБ должны переводиться на автодействие в зависимости от установленного направления движения. При ПАБ светофоры соответствующего направления должны сигнализировать зеленым огнем при открытии выходного светофора на станции отправления и перекрываться на запрещающее показание после вступления головы поезда за светофор.

Для управления стрелками и сигналами станций должен предусматриваться, как правило, один пост централизации. Большое число постов может сооружаться на крупных станциях при соответствующих обоснованиях. Количество стрелок ЭЦ, которыми может управлять один ДСП, определяется нагрузкой в соответствии с технологическим процессом работы станции. При большом объеме работы станцию следует разделять на районы и организовать работу за общим выносным табло с разных пультов-манипуляторов двух ДСП.

На станциях с числом стрелок до 20 для управления объектами централизации применяются пульты-табло, а с числом стрелок свыше 20 – пульты-манипуляторы с выносным табло. При маршрутном управлении на пультах должны предусматриваться коммутаторы или кнопки индивидуального управления стрелками.

2 СВЕТОФОРЫ

На железнодорожных станциях и перегонах используются линзовые и светодиодные светофоры – мачтовые и карликовые. Мачтовые светофоры заменяются с металлическими или железобетонными мачтами. В необходимых случаях светофоры могут устанавливаться на специальных светофорных мостиках или консолях. Тип, значность и расцветка станционных светофоров должны соответствовать Инструкции по сигнализации на железнодорожном транспорте в Республике Беларусь (Приложение 7 к Правилам технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь).

Входные, маршрутные и выходные светофоры на главных путях, а также на боковых путях, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов, должны быть мачтовыми. На станциях двухпутных линий маршрутные и выходные светофоры с главных путей для движения в неправильном направлении могут предусматриваться карликовыми. При отсутствии габарита для установки выходных или маршрутных мачтовых светофоров и невозможности рихтовкой пути обеспечить требуемое междупутье или невозможности установить типовую конструкцию светофорного мостика или консоли с разрешения начальника дороги допускается применение указанных светофоров карликового типа. В этих случаях при безостановочном пропуске поездов маршрут по выходным (маршрутным) светофорам должен замыкаться за два блок-участка.

Допускается устанавливать входной светофор карликового типа с неправильного пути при временных устройствах, включаемых на период производства ремонтных и восстановительных работ. Как исключение по разрешению начальника дороги, входной светофор карликового типа с неправильного пути может сохраняться в действующих устройствах до реконструкции автоблокировки. Горочные светофоры, их повторители, групповые и маневровые светофоры с подъездных путей следует устанавливать мачтовыми, если длина подъездного пути более 500 м или видимость карликового светофора менее 200 м. Все остальные станционные светофоры, кроме перечисленных выше, проектируются карликовыми.

Светофоры устанавливаются с правой стороны по направлению движения поездов или над осью ограждаемого ими пути. Для поездов, следующих по неправильному пути, с левой по направлению движения стороны могут располагаться заградительные светофоры и предупредительные к ним, устанавливаемые на перегонах перед переездом. Кроме того, с разрешения начальника железной дороги, допускается располагать с левой стороны входные и предупредительные к ним светофоры для приема на станцию поездов, следующих по неправильному пути, и горочные светофоры, где это вызывается условиями технологии маневровой работы.

Входные мачтовые светофоры устанавливаются в соответствии с требованиями габарита приближения строений от оси пути на расстоянии не менее 3100 мм. При установке входных светофоров в междупутье разрешается

уменьшать это расстояние до 2450 мм. Другие станционные светофоры должны устанавливаться от оси на расстоянии не менее 2450 мм. Выходные мачтовые светофоры с внешней стороны крайних путей должны устанавливаться от оси пути на расстоянии не менее 3100 мм. Карликовые светофоры от оси пути устанавливаются на расстоянии не менее 1920 мм. При установке светофоров в кривых учитывают увеличение габарита в соответствии с инструкцией по применению габаритов приближения строений.

Входные светофоры при автономной тяге должны быть установлены от первого входного стрелочного перевода на расстоянии не ближе 50 м от остряка противошерстного или предельного столбика пошерстного стрелочного перевода, если по условиям маневровых передвижений светофор не требуется относить на большие расстояния. На электрифицированных участках входные светофоры должны устанавливать перед воздушными промежутками (нейтральными вставками) не ближе 10 м от анкерной опоры в сторону перегона, на которой анкетируется контактная подвеска станции. При стесненных условиях, по согласованию со службой электроснабжения железной дороги, входной светофор может быть установлен ближе к станции, но таким образом, чтобы токоприемник остановившегося перед входным светофором локомотива не перекрыл контактные провода перегонной и станционной ветвей подвески. При отсутствии проектов контактной сети на участках, подлежащих в ближайшие пять лет переводу на электротягу, входные светофоры устанавливаются на расстоянии 300 м от первого стрелочного перевода.

Выходные и маршрутные светофоры должны устанавливаться с учетом максимального использования длины отправочного пути. Если с места отправления пассажирского поезда сигналы выходного (маршрутного) светофора не видны, устанавливается повторительный светофор.

Для обеспечения требуемой видимости сигнальных огней светофоров, устанавливаемых на кривых участках путей, на перегонах и станциях, следует определять и указывать в проекте тип рассеивателя светового потока конкретного светофора.

В случаях, когда необходимо дополнительно к основным показаниям светофора указать путь приема или направления следования поезда (состава), род тяги по маршруту, ширину колеи и другие сведения, показания светофора дополняются показаниями маршрутных указателей. Маршрутные указатели применяются цифровые, буквенные и положения и устанавливаются на мачтах светофоров. Маршрутные указатели направления движения, рода тяги и ширины колеи применяются с огнями белого цвета, а номера пути, с которого разрешается движение – с огнями зеленого цвета.

Маршрутные указатели могут быть общими для группы выходных (маршрутных) светофоров и устанавливаются на отдельных мачтах. При сложных конфигурациях горловин и расположении нескольких указателей

по маршруту все они должны включаться одновременно и выключаться по мере проследования их головой поезда.

При отправлении поездов с путей, не имеющих достаточной длины, когда голова поезда находится за выходным светофором, разрешается на обратной стороне этого светофора устанавливать однозначную повторительную головку (с разрешения начальника железной дороги). При АБ отправление поезда по сигналу повторительной головки производится при свободности двух блок-участков.

На станциях однопутных линий, оборудованных АБ, а также двухпутных линий с АБ для двухстороннего движения на мачте входного светофора со стороны станции может устанавливаться головка светофора, сигнализирующая лунно-белым огнем, разрешающим выход маневрового состава за границу станции при установленном направлении движения на перегон. На станциях двухпутных линий рекомендуется предусматривать такой сигнал только на входном светофоре с неправильного пути.

Пригласительные сигналы применяются на входных и маршрутных светофорах, а также на выходных светофорах станций двухпутных линий, оборудованных АБ или АЛСО, независимо от возможности отправления по этим светофорам на однопутный перегон, неправильный путь двухпутной линии или перегон, оборудованный ПАБ. Пригласительный сигнал должен быть мигающим. На входных светофорах для пригласительного сигнала используется отдельная головка. На выходных и маршрутных светофорах один и тот же белый огонь может использоваться для подачи пригласительного и маневрового сигналов. При включении на входном светофоре пригласительного огня на предвходном светофоре при свободном блок-участке должен гореть желтый огонь.

Мигающие огни поездных светофоров должны иметь продолжительность горения 1 с, перерыва – 0,5 с \pm 20 %. На переездных светофорах для автотранспорта продолжительность горения и перерыва 0,75 с \pm 20 %.

Двухнитевые лампы с переключением основной нити при ее перегорании на резервную применяются:

- для всех огней проходных светофоров АБ кроме системы с централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ);
- всех разрешающих огней поездных светофоров по главным железнодорожным путям станции, по которым согласно ТРА предусмотрен безостановочный пропуск поездов, и светофоров постов примыканий;
- желтых огней всех выходных светофоров, являющихся предупредительными к входному светофору следующей станции;
- разрешающих огней выходных светофоров, используемых в маршрутах отправления на перегоны с ПАБ, АЛСО и маршрутах отправления по стрелочным переходам с крестовиной марки 1/18;

- красных огней переездных и заградительных светофоров;
- красных и зелёных огней светофоров прикрытия;
- красных огней выходных, маршрутных и маневровых светофоров, до которых производится прием поездов.

В многозначном показании светофора при перегорании основной нити на резервную нить должны переключаться все одновременно горящие лампы светофоров. При перегорании обеих нитей красного огня на входном светофоре при АБ должен предусматриваться автоматический перенос красного огня на предыдущий светофор. Для выходных и маршрутных светофоров перенос красного огня не предусматривается.

При перегорании лампы зеленого огня выходного светофора с бокового пути на линиях, оборудованных АБ или АЛСО, должно осуществляться автоматическое включение лампы желтого огня.

На станциях участка с АБ, ПАБ и АЛСО сигнализация безостановочного пропуска (взаимозависимость сигнальных показаний: входного, маршрутного и выходного светофоров) должна проектироваться по главным путям станции и путям, по которым согласно ТРА производится безопасный пропуск поездов. На станциях с преимущественно безостановочным пропуском поездов по главному пути в качестве резерва должна предусматриваться сигнализация безостановочного пропуска для одного бокового пути в каждом направлении движения.

На станциях с рельсовыми цепями входные, маршрутные и выходные светофоры должны автоматически закрываться при вступлении поезда на первый изолированный участок за светофором. Маневровые светофоры должны закрываться после проследования всего состава или после освобождения первого за светофором изолированного участка. Светофоры, участвующие в маршрутах надвига на горки, автоматически закрываются только при размыкании секции маршрута, которое производится после проследования локомотива не менее чем на 50 м за светофор встречного движения. Станционные светофоры, автоматически закрывающиеся при проследовании поезда, не должны вновь автоматически открыться, если они не переведены на автоматическое действие.

На двухпутных линиях при АБ, как правило, должна предусматриваться возможность перевода на автоматическое действие светофоров главных путей станции. Допускается переводить на автодействие отдельные светофоры других путей, длительное время используемые в одном и том же маршруте.

3 СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ С ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

В ЭЦ включаются стрелки, входящие в маршруты и охранные к ним, а также отдельные стрелки, обслуживание которых требует сохранения стрелочных постов.

В качестве охранных должны выбираться стрелки, которые в охранном положении не ограничивают другие передвижения, совместимые с устанавливаемым маршрутом. Если стрелка в одном из своих положений является охранной к одному маршруту, а в другом положении является охранной к другому маршруту и оба маршрута не враждебны друг другу, то при выборе охранного положения такой стрелки следует отдавать предпочтение наиболее ответственному маршруту (например, маршруту, по которому осуществляется пассажирское движение).

На железнодорожных станциях со скоростным движением могут использоваться стрелочные переводы с подвижными или поворотными сердечниками, которые обеспечивают непрерывную поверхность катания подвижного состава по прямому и боковому путям.

В отдельных случаях, например, при наличии на станционном пути уклона, устраивается сбрасывающий остряк СО, который является предохранительным устройством на железнодорожных путях для исключения несанкционированного выхода подвижного состава на другие пути. Комбинация из двух остряков является сбрасывающей стрелкой.

Сбрасывающие стрелки, остряки и башмаки должны возвращаться в исходное (охранное) положение после проследования поезда и размыкания маршрута (секции маршрута) с требуемой по условиям безопасности движения выдержкой времени.

Двойное управление стрелками ЭЦ (с поста централизации, с маневровых колонок, с постов и вышек) предусматривается в районах, где кроме маршрутизированных передвижений производится маневровая работа толчками или при маневровых рейсах невозможно или нецелесообразно проследование всего маневрового маршрута.

Передача стрелок на местное управление с поста ЭЦ должна производиться при отсутствии установленных враждебных маршрутов и после перевода и замыкания охранных стрелок. Стрелки, передаваемые на местное управление, должны иметь предстрелочный участок длиной, обеспечивающей довод стрелки после вступления подвижной единицы на рельсовую цепь.

Централизуемые стрелки должны оборудоваться электроприводами, как правило, с электродвигателями переменного тока. Стрелочные электроприводы с ножевыми контактами автопереключателя должны быть оборудованы устройствами обогрева контактов. Централизуемые стрелки должны оборудоваться средствами автоматической очистки от снега – пневмоочист-

кой или электрообогревом. Стрелки ЭЦ должны быть оборудованы водоотводами.

Для экономии кабеля и аппаратуры рекомендуется спаривание стрелок при расстояниях между острьяками этих стрелок не более 130 м. На стрелочных переводах с непрерывной поверхностью катания (НПК) спариваются острьяки стрелки с подвижным сердечником крестовины, при этом первым должен переводиться подвижной сердечник. Спаривание стрелок, находящихся на местном управлении, не должно предусматриваться.

При проектировании новых или реконструкции действующих ЭЦ на линиях со скоростями более 120 км/ч или большой грузонапряженностью (более 40 млн т брутто/год), а также при перспективе достижения этих показателей в ближайшие 10 лет или перспективе укладки стрелок с пологими крестовинами (1/18) или с НПК спаривание стрелок не должно предусматриваться.

На станциях с ЭЦ для контроля свободного состояния участков пути, стрелочных переводов и наиболее эффективного использования путевого развития при поездной и маневровой работе станционные пути разбивают на отдельные стрелочные и бесстрелочные участки, которые оборудуют рельсовыми цепями (РЦ). Кроме того, звенья стрелочных переводов являются частью электрической цепи для пропуска обратного тягового тока. С целью обеспечения надежного электрического контакта для тока РЦ (сигнального тока) и тягового тока на стрелочном переводе должны устанавливаться стыковые соединители. Схема установки изолирующих стыков и стыковых соединителей на стрелочном переводе приведена на рисунке 1.

Для предотвращения самопроизвольного выхода подвижного состава с железнодорожных путей необщего пользования на пути общего пользования в качестве предохранительного устройства путевого заграждения может использоваться сбрасывающий башмак (СБ). Для механизированного закрепления подвижного состава на железнодорожных путях может быть установлен упор тормозной стационарный (УТС).

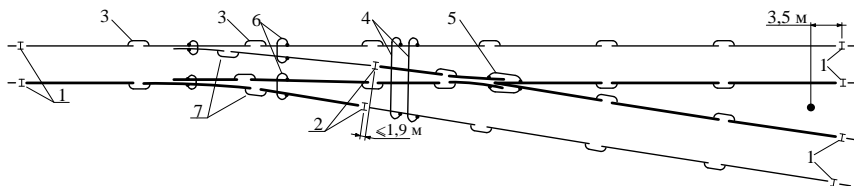


Рисунок 1 – Схема установки изолирующих стыков (1, 2), стыковых (3) и стрелочных (4–7) соединителей на стрелочном переводе

4 СТАЦИОННЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ

4.1 Эксплуатационные требования к стационарным рельсовым цепям

Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики, применяемые на железных дорогах для регулирования движения поездов, маневровой работы, автоматизации процесса расформирования составов на железнодорожных сортировочных горках, а также для обеспечения при этом безопасности движения, строятся на использовании электрических рельсовых цепей (РЦ) как путевых датчиков так и телемеханических каналов. Они являются основным элементом таких систем железнодорожной автоматики телемеханики: автоблокировка (АБ), автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС), электрическая централизация стрелок и сигналов (ЭЦ), диспетчерский контроль движения поездов (ДК), автоматическая переездная сигнализация (АПС) и ряда других.

В этих системах рельсовые цепи выполняют разнообразные и ответственные функции. Они непрерывно контролируют состояние путевых участков на перегонах и станциях и целостность рельсовых нитей, исключая возможность приема поезда на занятый путь, не позволяют перевести стрелку под составом, обеспечивают индикацию контроля свободности или занятости путей и стрелок на аппарате управления. С помощью рельсовых цепей передаются кодовые сигналы на локомотив для АЛС, обеспечивается увязка между показаниями светофоров в АБ. В системах АПС они обеспечивают автоматический контроль приближения поездов к переездам и последующий контроль их проследования.

Вместе с тем рельсовые цепи имеют ряд недостатков, снижающих их эксплуатационно-техническую эффективность: зависимость их работы от состояния верхнего строения пути (балласта, шпал, рельсов, соединителей и других элементов); климатических условий (наиболее неблагоприятные районы с суровым климатом, а также районы, в которых наблюдаются значительные колебания температуры и влажности); ухудшение шунтового эффекта при загрязненности поверхности рельсов и колесных пар; значительные затраты труда и средств на техническое обслуживание и ряд других недостатков.

Шпалы и балласт в значительной мере изменяют свою электрическую проводимость в зависимости от наличия в них влаги, изменений окружающей температуры и других факторов. Поэтому сопротивление изоляции рельсовой цепи, или, как принято его называть, сопротивление балласта, получается очень низким и весьма нестабильным (изменяется от 0,25 до 100 Ом·км). Нормативное сопротивление балласта принято 1 Ом·км.

Звенья рельсов в большинстве случаев имеют небольшую длину и соединяются между собой стальными накладками, не обеспечивающими устойчивый электрический контакт. Поэтому, несмотря на установку стыко-

вых соединителей, сопротивление рельсов, особенно при постоянном токе, меняется в значительных пределах.

Тяжелые условия для работы рельсовых цепей создаются на электрифицированных участках, где на величину и характер изменения электрических параметров цепей влияют дополнительные факторы: протекание по рельсам токов электротяги; наличие кондуктивной связи между соседними цепями; присоединение к рельсам металлических опор контактной сети.

Главная особенность РЦ заключается в том, что они работают в нескольких режимах, наиболее тяжелые для каждого из которых создаются при разных значениях электрических параметров элементов цепи. Так, к рельсовым цепям предъявляются следующие основные требования: при отсутствии подвижного состава на рельсовой цепи должна подаваться информация о ее свободности; при наличии на РЦ хотя бы одной колесной пары подвижного состава, а также и при повреждении рельса (электрическом разрыве рельсовой нити) или любого элемента схемы рельсовой цепи должна подаваться информация о ее занятости. Указанные требования должны выполняться при самых неблагоприятных условиях, в которых может оказаться рельсовая цепь.

Исходя из этих требований различают три основных режима работы РЦ: нормальный (регулируемый), шунтовой и контрольный (режим контроля поврежденного рельса). На условия работы цепи в каждом из режимов влияют три независимые переменные величины: сопротивление балласта, сопротивление рельсов и напряжение источника тока.

Нормальный режим означает надежную работу рельсовой цепи при заданном напряжении на питающем конце, обеспечивающем надежное притяжение путевого реле при сопротивлении балласта, принимающем значение от максимального (∞) до минимального (10 Ом·км). Для нормального режима неблагоприятны такие значения переменных величин, при которых ток в приемнике получается минимальным: минимальное сопротивление рельсов $R_{p \max}$; минимальное сопротивление балласта $R_{\sigma \min}$; минимальное напряжение источника питания U_{\min} .

Для шунтового режима неблагоприятны такие значения этих величин, при которых ток в приемнике является максимальным: $R_{p \min}$, R_{\max} , U_{\max} . При наложении на питающий конец рельсовой цепи вспомогательного шунта 0,06 Ом на ограничивающем резисторе питающего конца R_0 напряжение будет падать тем больше, чем больше его сопротивление и тем меньше энергии будет передаваться в рельсовую линию. При наложении шунта на релейном конце большая часть тока пройдет через шунт, сопротивление которого в несколько раз меньше сопротивления реле.

Для контрольного режима наиболее тяжелые условия создаются при U_{\max} , $R_{p \min}$, $R_{\sigma \text{ крит}}$. При повреждении рельса полного разрыва цепи вследствие утечки тока через балласт в обход места разрыва не происходит. В противо-

положность шунтовому контрольный режим будет выполняться наилучшим образом тогда, когда сопротивления по концам рельсовой цепи минимальные. В этом случае последовательно к наибольшему сопротивлению релейного конца включится сравнительно высокое переходное сопротивление в месте обрыва рельсовой нити, которое окажется большим препятствием на пути передачи энергии от источника питания к путевому реле.

Таким образом, удовлетворить требования указанных двух режимов возможно лишь для рельсовых цепей определенной длины. Принята максимальная длина рельсовой цепи 2600 м и была теоретически обоснована величина оптимального сопротивления по концам рельсовых цепей 0,2 Ом, которая использовалась в дальнейшем при разработке нормалей на основные типы рельсовых цепей.

К некоторым видам цепей предъявляются и другие требования. Так, например, должно быть обеспечено надежное действие устройств АЛС. При вступлении поезда на конец рельсовой цепи ток в рельсах под приемными катушками локомотива должен быть не ниже определенной величины, необходимой для устойчивого действия АЛС (режим АЛС).

Работа РЦ должна также проверяться в режиме короткого замыкания при нахождении поездного шунта на питающем конце. Требования режима короткого замыкания являются определяющими для выбора аппаратуры питающего конца и особенно параметров ограничителя.

Таким образом, в наиболее сложных и ответственных видах рельсовых цепей проводится анализ их устойчивой работы в пяти режимах: нормальном, шунтовом, контрольном, АЛС и короткого замыкания. Помимо этого, рельсовые цепи должны защищаться от различного рода помех, которые могут вызвать ложный контроль свободности или занятости изолированной секции. Особенно опасными следует считать помехи и повреждения, вызывающие ложный контроль свободности. Эти помехи обычно возникают в цепях с непрерывным питанием: в цепях постоянного тока от блуждающих постоянных токов или переходных токов от сети поездного освещения; в цепях переменного тока – от гармонических составляющих тягового тока или токов осветительных сетей. В рельсовых цепях также должно контролироваться появление короткого замыкания в изолирующих стыках.

Схемы рельсовых цепей и их приборы, нормы напряжений на путевых реле для каждой рельсовой цепи в зависимости от ее длины и состояния балласта должны соответствовать нормам и регулировочным таблицам. Напряжения на путевых реле регулируют только изменением напряжения на вторичной обмотке путевого трансформатора. Не допускается при регулировке изменять коэффициент трансформации дроссель-трансформаторов, а также сопротивление ограничивающих резисторов на питающих и релейных концах. Увеличение коэффициента трансформации приводит к резкому уменьшению сопротивлений по концам рельсовой цепи, что ухудшает шунтовую чувстви-

тельность вплоть до полной потери шунта и увеличивает нагрузку рельсовой цепи в нормальном режиме. Рельсовые цепи должны устойчиво работать без сезонной регулировки и обеспечивать надежное действие АЛСН.

Ответвления стрелочных изолированных участков, входящих в маршруты приема и отправления, должны обязательно обтекаться током. Контроль обтекания током ответвлений осуществляется установкой на каждом из них путевого реле. В одной рельсовой цепи не должно быть более трех путевых реле. Длины ответвлений стрелочных изолированных участков с релейными трансформаторами, считая от точки разветвления, не должны отличаться друг от друга более чем на 200 м.

Ответвления стрелочных участков, не обтекаемые током, допускаются: на путях парков отправления грузовых поездов; путях отправления сортировочных парков; путях, по которым осуществляются только маневровые передвижения; стрелках съездов предохранительных и улавливающих тупиков при длине ответвления не более 60 м; негабаритных ответвлениях одиночных стрелок. Для повышения надежности работы рельсовых цепей на всех ответвлениях, не обтекаемых током, в рельсовых стыках устанавливают два соединителя.

Рельсовые цепи должны быть надежно защищены от взаимного влияния при замыкании изолирующих стыков. В рельсовых цепях с непрерывным питанием источник питания подключают таким образом, чтобы у каждого изолирующего стыка была разноименная полярность; в смежных кодовых рельсовых цепях переменного тока защита достигается смещением импульсов во времени. В однопутевых рельсовых цепях переменного тока при замыкании изолирующего стыка контроль и защита обеспечиваются электротяговыми соединителями смежных рельсовых цепей. Укороченные смежные рельсовые цепи в маневровых районах имеют одну общую нитку и могут иметь одинаковую полярность по разным сторонам изолирующего стыка. Такие рельсовые цепи должны стыковаться между собой только питающими концами.

Станционные рельсовые цепи с путевым реле типа ДСШ, питающиеся от разных не сфазированных между собой источников переменного тока, должны разграничиваться импульсной рельсовой цепью или рельсовой цепью другой частоты, или стыковаться питающими концами. На конце рельсовой цепи с реле ДСШ, примыкающей к импульсной или кодовой рельсовой цепи, должен устанавливаться питающий трансформатор.

Защита станционных рельсовых цепей переменного тока с непрерывным питанием от влияния граничащих с ними кодовых перегонных рельсовых цепей осуществляется установкой на границе с перегонами питающих трансформаторов или питанием перегонных рельсовых цепей от стационарного источника питания с соблюдением чередования мгновенных полярностей напряжений на изолирующих стыках.

При разбивке путей на электрические изолированные секции изолирующие стыки устанавливают, как правило, в створе с проходными, входными,

выходными, маршрутными и маневровыми светофорами. Допускается сдвигка изолирующих стыков у входных светофоров в обе стороны не более 2 м, у всех остальных, кроме выходных и маневровых для выезда с путей, – до 10,5 м по направлению движения и до 2 м против направления движения.

На станционных приемо-отправочных путях изолирующие стыки устанавливаются на расстоянии 3,5 м от предельного столбика, а выходные и маневровые светофоры – на ближайшем к стыкам расстоянии по условиям габарита, при этом расстояние между изолирующими стыками и такими светофорами не должно превышать 40 м.

В случаях стыкования на станции электрифицированных и неэлектрифицированных путей изолирующие стыки РЦ электрифицированного пути должны выноситься в сторону неэлектрифицированного на расстояние не менее 15 м за знак «Конец контактной подвески».

У стрелок ЭЦ, участвующих в немаршрутизированных передвижениях, изолирующие стыки перед острьяками устанавливаются на расстоянии, определяемом расчетом из условий скорости маневровых передвижений 4 м/с и времени перевода стрелки, зависящем от типа стрелочного электропривода. Для стрелки, переводимой в спаренных стрелках второй, время перевода удваивается. На станциях с ЭЦ при маневровых передвижениях по замкнутым маршрутам, а также на станциях с ручным обслуживанием стрелок изолирующие стыки могут устанавливаться у конца рамных рельсов.

Разбежка изолирующих стыков на противоположных линиях колеи на переходном пути съезда и на стрелочных переводах должна быть не более 1,9 м. Как исключение, на станциях с ЭЦ на перекрестных съездах, расположенных на главных путях электрифицированных участков, при проектировании двухниточных рельсовых цепей с наложением АЛС и при невозможности обеспечить указанную выше норму, допускается разбежка изолирующих стыков на путях съездов до 9,5 м. При этом должен осуществляться дополнительный схемный контроль за проследованием подвижного состава с отклонением по съезду (защита от кратковременной потери шунта). Не допускается совмещение изолирующего стыка с переходным стыком при различных типах рельсов. При необходимости размещения изолирующего стыка в таком месте в проекте должна предусматриваться замена рельсов.

В изолированную секцию могут включаться не более:

- трех одиночных стрелочных переводов, в том числе имеющих крестовины с непрерывной поверхностью катания;
- двух перекрестных стрелочных переводов;
- одного перекрестного и двух одиночных стрелочных переводов.

Малодейственная централизованная стрелка примыкания к приемо-отправочному пути в отдельную изолированную секцию может не выделяться и перевод стрелки производится только с маневровой колонки без контроля свободности пути.

При РЦ тональной частоты (ТРЦ) допускается увеличение количества стрелок, включаемых в изолированную секцию.

Расстановка изолирующих стыков на стрелочных переводах и размещение приборов РЦ должны обеспечивать обтекание сигнальным током рамных рельсов всех стрелок изолированного участка и, как правило, стрелочных соединителей, а на стрелках с непрерывной поверхностью катания сигнальным током должен обтекаться также сердечник крестовины.

При нормативном сопротивлении балласта длина параллельных ответвлений РЦ (25 и 50 Гц), не обтекаемых током, должна быть, считая от центра стрелочного перевода, не более 60 м, а для ТРЦ – не более 40 м. Не обтекаемые током стрелочные и стыковые соединители дублируются на всем протяжении ответвления.

В РЦ с фазочувствительными приемниками с непрерывным питанием и одинаковой частотой питания защита РЦ при коротком замыкании изолирующих стыков осуществляется подключением источников питания таким образом, чтобы у каждого изолирующего стыка, разделяющего смежные РЦ, была разноименная (мгновенная) полярность. При питании РЦ от разных источников последние должны быть сфазированы. Путевые приемники (реле) смежных РЦ не должны удерживать притянутым якорь при питании его напряжением противоположной полярности. При питании смежных РЦ от различных источников, которые не могут быть сфазированы, допускается располагать питающие концы РЦ у общих изолирующих стыков при разнице расчетных длин РЦ не более:

- для однониточных РЦ – 300 м;
- для двухниточных РЦ длиной от 600 до 1200 м – 300 м, длиной 300–600 м – 200 м; длиной 100–300 м – 100 м.

На участках пути и стрелочных путевых участках, не участвующих в маршрутах приема и отправления поездов, допускается применение непрерывных РЦ постоянного и переменного тока с нейтральными путевыми реле. В этих случаях на смежных РЦ у изолирующих стыков, как правило, устанавливаются одинаковые приборы: реле – реле, батарея – батарея, трансформатор – трансформатор.

РЦ на станциях проектируются при автономной тяге двухниточные. На стрелочных участках допускаются РЦ, не разделенные стыком по одной рельсовой нити. При электрической тяге на станциях пути и участки, расположенные по главным путям, оборудуются двухниточными, двухдрессельными для РЦ обеспечения сквозного пропуска тягового тока по обеим нитям всех главных путей. На боковых путях станций проектируются, как правило, двухниточные, однодрессельные РЦ. При РЦ частотой 25, 50, 75 Гц обязательна установка второго дрессель-трансформатора, включаемого по схеме трансформатора, не используемого для пропуска тягового тока. РЦ стрелоч-

ных секций, как правило, проектируются двухниточные, а количество дросселей в такой РЦ определяется схемой канализации тягового тока.

Применение однониточных РЦ допускается на неcodируемых станционных путях и в горловинах станций при длине РЦ до 500 м. При однониточных РЦ тяговый ток должен проходить по крестовинам стрелочных переводов и по наружным рельсам крайних боковых путей (для заземления контактной сети опор и других сооружений).

Рельсовые цепи должны быть защищены от влияния:

- взаимного при замыкании изолирующих стыков между ними;
- обходных цепей, возникающих при обрыве одной из рельсовых нитей за счет утечки рельс – земля – рельс, а на участках с электрической тягой за счет утечки сигнального тока по цепи рельс – земля – рельс, канализации тягового тока и межпутных перемычек;
- тягового тока в рельсах, асимметрии тягового тока, источников питания устройств защиты от коррозии, индуктированного напряжения в рельсах и соединительных проводах, создаваемые линиями передачи и промышленными установками, централизованного электроснабжения поездов;
- блуждающих токов, издаваемых промышленными установками, наземным и подземным электротранспортом;
- рельсовых цепей наложения, используемых в других системах (КТСМ и др.).

Большое число типов рельсовых цепей (около 90) обусловлено как разнообразием функций, выполняемых ими, так и различным сочетанием основных факторов:

- область применения – перегон, станция, сортировочная горка;
- вид тяги – автономная (с последующим переходом или без перехода на электротягу), электротяга постоянного тока, электротяга переменного тока;
- род сигнального тока – постоянный ток, переменный ток 25, 50, 75 Гц, ток тональной частоты;
- схема канализации тягового тока – двухниточная с двумя дроссель-трансформаторами, двухниточная с одним дроссель-трансформатором, однониточная.
- режим питания – непрерывный, импульсный, кодовый;
- тип путевого приемника – постоянного тока: нейтральный, поляризованный, или комбинированный; переменного тока: одноэлементный, двухэлементный, фазочувствительный;
- способ наложения кодовых сигналов АЛСН – с питающего конца, с релейного конца, с обоих концов РЦ.

4.2 Станционные рельсовые цепи тональной частоты

Рельсовыми цепями тональной частоты или тональными рельсовыми цепями (ТРЦ) называют класс рельсовых цепей, частота сигнального тока которых находится в диапазоне тональных частот (от 125 Гц до 5 кГц). В настоящее время они нашли широкое применение на линиях магистрального железнодорожного транспорта благодаря ряду достоинств:

- возможность исключения на перегонах изолирующих стыков и укладки цельно сваренного пути от станции к станции;
- уменьшение количества металлоемких дроссель-трансформаторов на электрифицированных участках;
- возможность выноса аппаратуры рельсовых цепей с перегона на прилегающую станцию;
- универсальность для всех видов тяги;
- окрашение потребления электроэнергии;
- более высокая защищенность от воздействия тягового тока.

В состав основной аппаратуры ТРЦ входят: путевой генератор ГПЗ, путевой фильтр ФПМ; путевой приёмник ПП1. Путевой генератор ГПЗ предназначен для формирования и усиления амплитудно-модулированного сигнала для работы ТРЦ. Путевой фильтр ФПМ обеспечивает защиту выходных цепей генератора от влияния токов локомотивной сигнализации, тягового тока и атмосферных помех и формирует требуемое по условиям работы рельсовой цепи обратное входное сопротивление питающего конца. Фильтр служит также для гальванического разделения выходной цепи генератора от кабельных линий и получения на нем требуемых напряжений при относительно низких выходных напряжениях генератора. Путевой приёмник предназначен для приёма и дешифрации сигналов ТРЦ, поступающих из рельсовой линии и, в соответствии с уровнем принятого сигнала, формирования выходного напряжения на путевом реле.

В случаях, когда напряжение на входах путевых приёмников одной рельсовой цепи отличается более чем на 20 %, применяется уравнивающий трансформатор УТЗ. Для соединения аппаратуры ТРЦ, размещаемой в релейном помещении на посту ЭЦ с устройствами рельсовых цепей, располагаемыми в путевых ящиках непосредственно у рельсовой линии, служит кабельная линия. В путевых ящиках устанавливают разрядники, выравнители, согласующие путевые трансформаторы, защитные резисторы, автоматические выключатели.

Станционные ТРЦ разграничиваются одна от другой с помощью изолирующих стыков. Для работы ТРЦ используются амплитудно-модулированные сигналы с несущими частотами 420, 480, 580, 720, 780 Гц и частотами модуляции 8 или 12 Гц. В ТРЦ приемо-отправочных и подъездных путей станции, как правило, используются несущие частоты 420, 480 Гц с частотами модуляций 8 или 12 Гц. В ТРЦ входных участков станции и в ТРЦ стрелочных участков в основном используются частоты 580, 720, 780 Гц с мо-

дуляцией 8 или 12 Гц. В обоих случаях допускается использование и других частот, указанных выше.

Для защиты от взаимного влияния смежные ТРЦ должны отличаться несущей частотой и, как правило, частотой модуляции, кроме двух смежных ТРЦ, получающих питание от одного общего генератора. В отдельных случаях допускается применение смежных РЦ, отличающихся несущей частотой, но с одинаковой частотой модуляции. Рельсовые цепи, работающие на одной сигнальной частоте и частоте модуляции, необходимо разделить между собой с помощью не менее чем трех пар изолирующих стыков или выполнять следующие условия:

- при длине влияющей РЦ до 750 м суммарная длина разделяющих РЦ (между питающим концом влияющей РЦ и приемным концом РЦ, подверженной влиянию) должна быть не менее 1750 м;

- при длине влияющей РЦ свыше 750 м суммарная длина разделяющих РЦ должна быть не менее 2000 м.

Если указанные условия не выполняются, допускаются две РЦ, работающие на одинаковых несущих и модулирующих частотах, разделенные одной РЦ, имеющей отличные от разделяемых РЦ несущую частоту и частоту модуляции. На разделяемых РЦ у изолирующих стыков, примыкающих к разделяемой, должны размещаться питающие концы (таблица 1).

Таблица 1 – Подключение питающих концов у изолирующих стыков смежных рельсовых цепей

$f_n, f_m, \text{Гц}$		420		480		580		720		780	
		8	12	8	12	8	12	8	12	8	12
420	8	п/п*	п/п	п/п							
	12	п/п	п/п*		п/п						
480	8	п/п		п/п*	п/п						
	12		п/п	п/п	п/п*						
580	8					п/п*	п/п				
	12					п/п	п/п*				
720	8							п/п*	п/п	п/п	
	12							п/п	п/п*		п/п
780	8							п/п		п/п*	п/п
	12								п/п	п/п	п/п*

Условные обозначения:

f_n, f_m – несущая частота и частота модуляции соответственно;

п/п – допускается совмещать питающие концы при любой длине смежных ТРЦ;

п/п* – допускается совмещать питающие концы, если разница в длинах смежных ТРЦ не превышает 150 м.

При разделении смежных РЦ изолирующими стыками допускается совмещать питающие концы РЦ с одинаковой несущей частотой, но отличающиеся частотой модуляции, при разнице длин РЦ не более 40 %, а также с

одинаковой несущей частотой и частотой модуляции при разнице длин РЦ не более чем на 10 % и использовании на питающих концах схемы контроля схода стыков (КСС). При большей разнице длин должны применяться уравнивающие трансформаторы УТЗ на релейных концах.

Защита параллельных путей от взаимного влияния обеспечивается также применением различных несущих частот или частот модуляции. Обеспечение выхода обратного тягового тока должно выполняться при длине замкнутого тягового контура, содержащего двухниточные РЦ, не менее четырех длин максимальной по длине РЦ, входящей в контур. За длину РЦ, питаемой из середины, принимается длина одного плеча.

Съезды главных путей станций на двухпутных линиях должны оборудоваться схемой контроля схода (короткого замыкания) изолирующих стыков – режим КСС. Схема КСС исключает восприятия «чужого» кода АЛС при параллельном движении поездов в случае схода изолирующих стыков на съезде. У изолирующих стыков съезда устраивается схема КСС для приемных концов (рисунок 2) или схема КСС с общим питающим концом смежных ТРЦ (рисунок 3). В случае схода изолирующих стыков сигналы, поступающие на путевые приёмники из смежных ТРЦ съезда, должны находиться в противофазе.

При использовании схемы КСС приемных концов для развязки кабеля приемных концов смежных ТРЦ применяется трансформатор ПТ типа ПОСЗ-25 с коэффициентом трансформации $n = 38$. Схему КС с общим питающим концом рекомендуется применять в тех случаях, когда смежные ТРЦ съезда являются симметричными, т. е. имеют одинаковое количество ответвлений и путевых приемников, а длины ответвлений примерно равны.

В этом случае питание смежных рельсовых цепей осуществляется от одного генератора ГП, но через отдельные фильтры ФП и отдельные трансформаторы ПТ, подключаемые к рельсам таким образом, чтобы частота в рельсы смежных рельсовых цепей поступала в противофазе. При сходе изолирующих стыков сигналы, поступающие от разных фильтров в смежные рельсовые цепи, будут взаимно компенсироваться и путевые реле обеих рельсовых цепей отпустят свои якоря.

В разветвленных РЦ с количеством путевых приемников более двух, а в рельсовых цепях со схемой контроля исправности изоляции стыков при двух и более приемниках используются уравнивающие трансформаторы типа УТЗ (рисунок 4).

Разветвленные РЦ могут иметь от одного до трех неконтролируемых ответвлений, т. е. ответвлений без установки путевых приемников. Длины неконтролируемых ответвлений не должны превышать 40 м, считая от центра стрелочного перевода до изолирующих стыков. В противном случае на ответвлении устанавливают дополнительный путевой приемник.

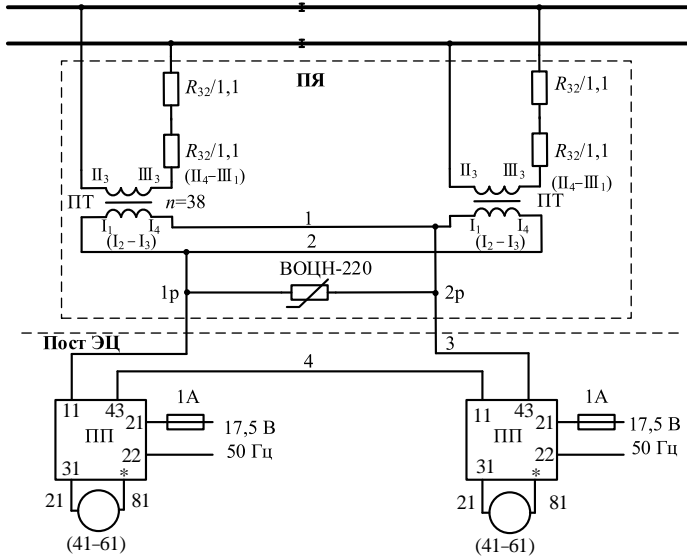


Рисунок 2 – Схема КСС для релейных концов смежных ТРЦ съезда без ДТ

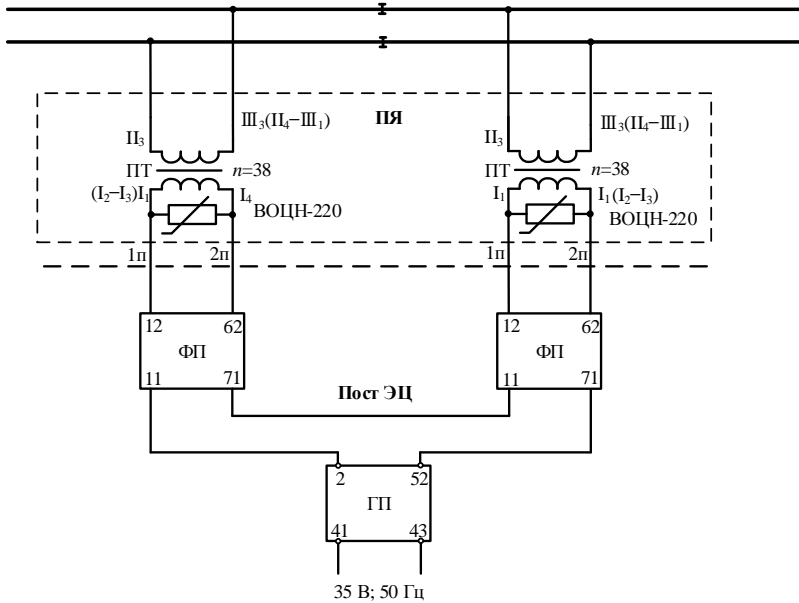


Рисунок 3 – Схема КСС для питающих концов смежных ТРЦ съезда

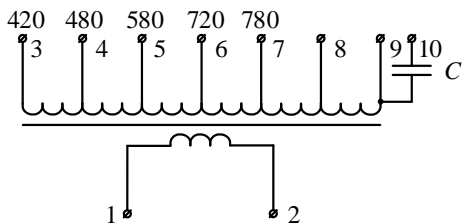


Рисунок 4 – Схема уравнивающего трансформатора УТЗ

На кодируемых стрелочных участках при наличии выходных сигналов на ответвлениях предусматривается контроль очередности занятия ответвлений – режим КЗО. Для исключения восприятия кода АЛС при несанкционированном выезде локомотива на чужой маршрут разработана специальная схема. В ней используется такое свойство ТРЦ, как высокое сопротивление рельсов сигнальным токам тональной частоты.

На рисунке 5 приведена схема реле КЗО для стрелочной секции 2-8 СП. Эта секция имеет два стрелочных путевых реле: 2-8 СПА и 2-8 СПБ. Реле 2-8 СПА контролирует ответвление, примыкающее к 1-му пути, а реле 2-8 Б – к 3-му пути. Рельсовая цепь 2-8 СП рассчитывается и регулируется таким образом, чтобы при наложении шунта на одном из ответвлений отпускало якорь только одно путевое реле, подключенное непосредственно к этому ответвлению.

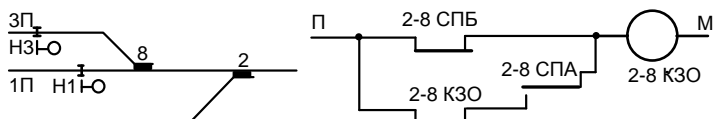


Рисунок 5 – Схема реле контроля занятия ответвления КЗО

Реле 2-8 КЗО нормально находится под током, так как получает питание через фронтный контакт реле 2-8 СПБ. При отправлении поезда по сигналу Н1 первым отпускает якорь реле 2-8 СПА и своим тыловым контактом создает цепь для удержания якоря реле КЗО. Если при заданном маршруте отправления с 1-го пути произойдет несанкционированный выезд на секцию 2-8 СП локомотива с пути 3П, то первым отпустит якорь и разомкнет реле 2-8 СПБ и разомкнет цепь питания реле 2-8 КЗО. Последнее отпустит якорь и разомкнет фронтный контакт в цепи блокировки, что вызовет отпускание якоря реле 2-8 КЗО. Контакты реле КЗО включены в цепи кодововключающего реле в схеме кодирования маршрутов отправления, что исключает подачу кодов АЛСН в стрелочную секцию 2-8 СП при обесточенном состоянии реле 2-8 КЗО.

Примеры схем станционных ТРЦ при автономной тяге представлены на рисунках 6–8. На рисунке 6 – ТРЦ с одним питающим и одним приемным концом, рисунке 7 – ТРЦ с общим питающим концом, рисунке 8 – ТРЦ со схемой КСС и трансформатором УТЗ на приемных концах съезда.

Аппаратура ТРЦ (генераторы ГП, путевые фильтры ФПМ, путевые приемники ПП) и АЛС располагаются на посту ЭЦ. Для связи аппаратуры ТРЦ с напольными устройствами используется симметричный сигнальный кабель с парной скруткой жил.

Схемы ТРЦ предусматривают возможность кодирования токами АЛС (25, 50 или 75 Гц) как с питающего, так и с релейного конца РЦ при ее занятости. При отсутствии кодирования конденсатор $C_{РЦ}$ не устанавливается.

Согласование питающих и приемных концов ТРЦ с рельсовой линией осуществляется с помощью путевых трансформаторов ПТ типа ПОС 2-50 с коэффициентом трансформации $n = 38$. В целях выполнения основных режимов работы и выравнивания входных сопротивлений по концам ТРЦ устанавливаются нерегулируемые сопротивления R_{31} (150 или 200 Ом). Защита приборов ТРЦ от перенапряжений осуществляется с помощью выравнивателей типа ВОЦН-380 (с АЛС) и ВОЦН-220 (без АЛС).

В станционных ТРЦ при электротяге переменного тока (рисунки 9–11) для пропуска обратного тягового тока у изолирующих стыков устанавливаются дроссель-трансформаторы типа 2ДТ-1-300. Для согласования аппаратуры питающих и релейных концов устанавливаются путевые трансформаторы типа ПОС 2-50 с коэффициентом трансформации $n = 13$.

При отсутствии дроссель-трансформаторов согласование питающих и приемных концов ТРЦ с релейной линией осуществляется с помощью путевых трансформаторов ПТ типа ПОС2-50 с коэффициентом трансформации $n = 38$. В целях обеспечения основных режимов работы ТРЦ устанавливаются защитные нерегулируемые резисторы R_{32} , R_{31} .

Обеспечение выхода обратного тягового тока выполнено в соответствии с требованиями НТП. При ТРЦ длины обходной цепи должны быть не менее четырехкратной длины самой длинной РЦ в контуре. Подключение межпутевых перемычек производится к средней точке основной обмотки дроссель-трансформатора.

В режиме АЛС используется частота сигнального тока 25 Гц. Кодирование токами АЛС производится как с питающих, так и с релейных концов.

Тональные рельсовые цепи проектируются в соответствии с техническими решениями 419503-00-СЦБ ТР «Рельсовые цепи тональной частоты на станциях» по следующим типовым сборникам схем и регулировочных таблиц:

ТРЦ-АТ (АЛС 25, 50, 75) – С-97 при автономной тяге;

ТРЦ-ЭТ 50 (АЛС 25, 75) – С-96 при электротяге переменного тока;

В необходимых случаях должны разрабатываться индивидуальные сборники схем ТРЦ и регулировочных таблиц.

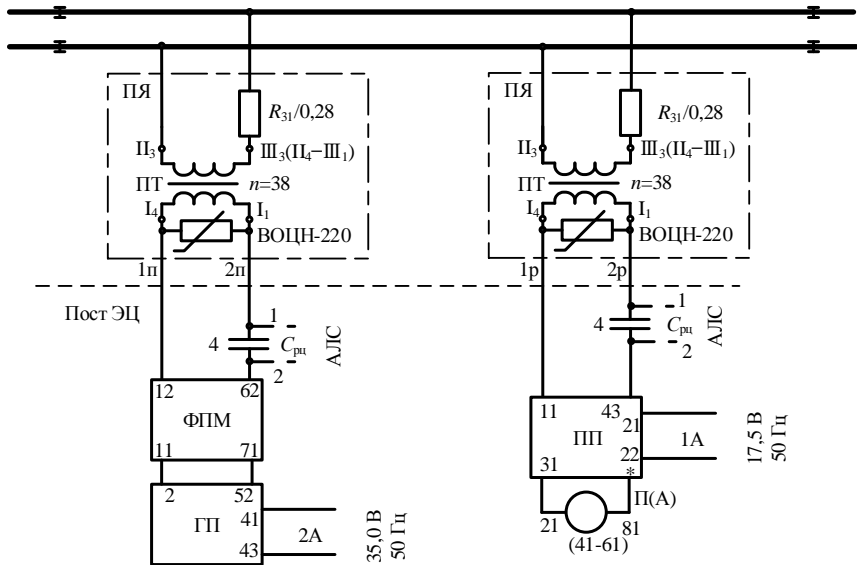


Рисунок 6 – Станционная ТРЦ с одним питающим и одним приемным концом

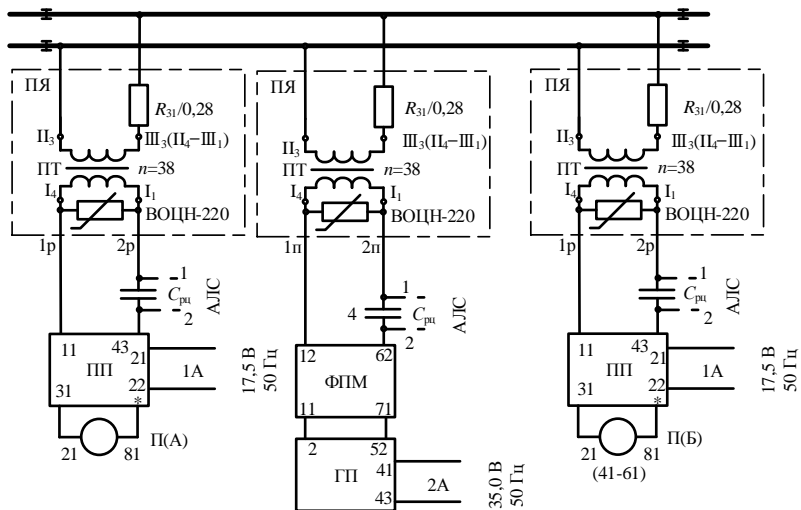


Рисунок 7 – Станционная ТРЦ с общим питающим концом

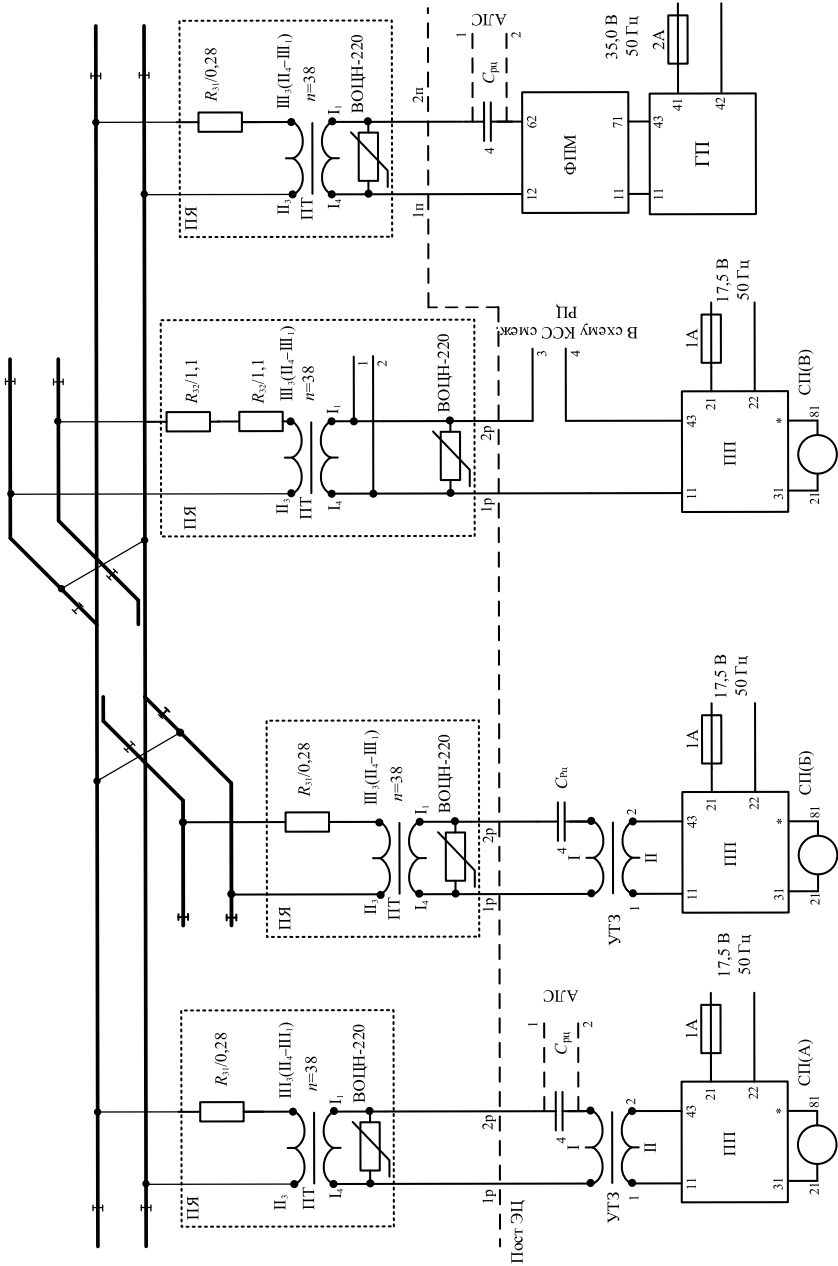


Рисунок 8 – ТРЦ со схемой КСС и трансформатором УТЗ на приемных концах съезда

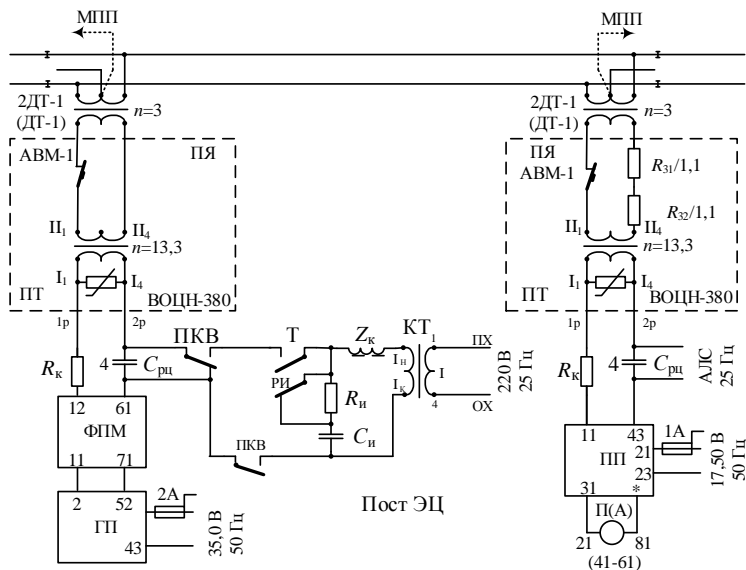


Рисунок 9 – Станционная ТРЦ с одним релейным концом при электротяге переменного тока

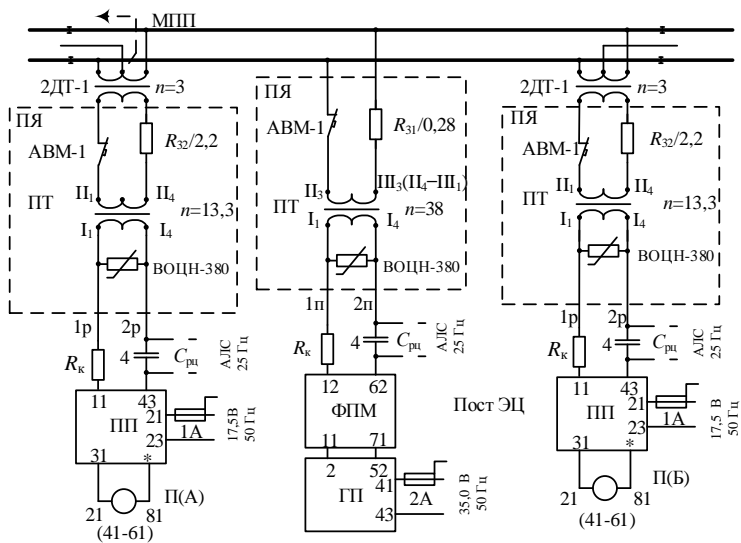


Рисунок 10 – Станционная ТРЦ с двумя релейными концами при электротяге переменного тока

4.3 Рельсовые цепи на станциях с электротягой переменного тока

Станционные фазочувствительные РЦ переменного тока 25 Гц применяются с дроссель-трансформаторами ДТ1-300 и путевым реле ДСШ-13 на станциях участков железных дорог с электротягой переменного тока 50 Гц, устройствами ЭЦ, кодовой АБ и АЛСН переменного тока 25 Гц.

Так как при электротяге переменного тока используется переменный ток промышленной частоты 50 Гц, то для организации защиты рельсовых цепей от влияния его и его гармоник их питание должно обеспечиваться током частотой, отличной от 50 Гц (ниже или выше). В первом случае путевое реле может быть защищено с помощью фильтра низкой частоты, а во втором случае требуется применение полосового фильтра, который бы пропускал ток сигнальной частоты и надёжно подавлял ближайшие к этой частоте гармоники тягового тока. При выборе частоты тока для питания рельсовых цепей учитывается также наличие импульсных помех, существенно влияющих на работу АЛС. Защита от этих помех может быть осуществлена только путем повышения величины тока, необходимого для работы АЛС, до значения большего, чем токи помех. Такая защита связана с повышением мощности, потребляемой рельсовой цепью. Вместе с тем, поскольку при электротяге переменного тока напряжение в контактном проводе 22–25 кВ, то тяговый ток в 6–7 раз ниже, чем при электротяге постоянного тока. Следовательно, во столько же раз будет меньше и интенсивность импульсных помех при электротяге переменного тока. В связи с этим значительного увеличения мощности рельсовых цепей по условию защищенности АЛС от импульсных помех при токе частоты 25 Гц не требуется.

Питание рельсовых цепей переменным током частотой 25 Гц дает значительные преимущества с точки зрения надежности рельсовых цепей. Так, если рельсовая цепь длиной 1 км при частоте сигнального тока 25 Гц может надёжно работать при сопротивлении изоляции 0,5 Ом·км, то при частотах 50 и 75 Гц необходимо, чтобы сопротивление изоляции было равно соответственно 0,7 и 0,91 Ом·км.

При напряжении 1,5–6 В, которое обычно бывает на питающем конце рельсовой цепи, сопротивление дроссель-трансформатора (ДТ-1-150) составляет 1,1–1,3 Ом. Такое сопротивление достаточно для стабилизации режима работы рельсовой цепи, так как сопротивление, подключаемое к дросселю аппаратуры, значительно ниже.

Напряжение на релейном конце рельсовой цепи обычно около 0,2–0,3 В. При таких напряжениях сопротивление дроссель-трансформатора равно примерно 0,5 Ом. Для лучшей стабилизации режима рельсовой цепи при изменении сопротивления дроссель-трансформатора под воздействием тягового тока сопротивление нагрузки на релейном конце должно быть как можно меньше. Однако минимальное сопротивление на релейном конце ограничивается по шунтовому режиму и не может быть менее 0,2 Ом. В связи с этим коэффициент трансформации изолирующего трансформатора выбирается таким,

чтобы при параллельном подключении к дроссель-трансформатору входного сопротивления фильтра, пересчитанного к основной обмотке дроссель-трансформатора, эквивалентное сопротивление на релейном конце было около 0,2 Ом, что необходимо по условиям шунтового режима.

Питание местных элементов путевых реле и путевых трансформаторов осуществляется от двух разных преобразователей частоты, потому что, если обе обмотки реле питаются от одного и того же источника, помехи тягового тока могут воздействовать не только на путевую обмотку реле, но и на местную. При питании рельсовой цепи от одного преобразователя частоты путевой и местный элементы должны быть защищены от влияния тягового тока и его гармоник достаточно надежным фильтром, что требует дополнительных затрат и повышенного расхода электроэнергии. Кроме того, при повреждении элементов фильтра возможен переход от работы реле ДСШ в прямом фазовом режиме к работе в обратном фазовом режиме. При этом теряется защита от воздействия источника питания смежной цепи при коротком замыкании изолирующих стыков рельсовой цепи. При питании обмоток от отдельных преобразователей частоты ПП и ПМ протекание по путевой обмотке тока помехи любой величины, но отличной по частоте от тока местной обмотки, не создает вращательного момента для сектора реле, ДСШ.

Все станционные РЦ питаются с поста ЭЦ от общего для всех устройств ЭЦ силового трансформатора типа ОМ или ТС через преобразователи частоты ПЧ50/25 (рисунок 12). Особенностью питающих устройств этих РЦ и является использование разных преобразователей частоты: для питания местных элементов (МЭ) путевых реле – ПМ; путевых и кодовых трансформаторов РЦ – ПП. Все преобразователи должны быть подключены к одной и той же фазе переменного тока 50 Гц. Подключать к ним другие нагрузки, кроме МЭ путевых реле, нельзя.

Выходные напряжения 25 Гц преобразователей ПМ и ПП должны быть сфазированы так, чтобы обеспечить нормальную работу РЦ и контроль короткого замыкания изолирующих стыков смежных РЦ. В станционных фазочувствительных РЦ переменного тока 25 Гц с путевыми реле типов ДСШ-12, ДСШ-13, ДСШ-13А при автономной тяге и электротяге переменного тока работа путевых реле обеспечивается за счет отставания выходного напряжения 25 Гц преобразователя ПП на угол 90° , для чего преобразователи включаются в сеть переменного тока 50 Гц противофазно. При таком включении преобразователей ПМ и ПП генерируемые ими напряжения будут иметь фазный угол 90° или 270° , который контролируется фазочувствительными реле ПФ и ОФ типа ДСШ-13, в котором ПЭ соединены согласно, а МЭ соединены противофазно.

На станциях, имеющих развитую маршрутизацию маневровых передвижений, каждый преобразователь ПП должен иметь аварийное реле ЛА, контролирующее снижение напряжения на нем ниже 200 В. Если преобразователь имеет несколько лучей питания РЦ, то каждый луч имеет свое реле ЛА. Аварийные реле защищают от срыва генерации преобразователь и обеспе-

чивают нормальную работу РЦ при длительном коротком замыкании в одном из лучей.

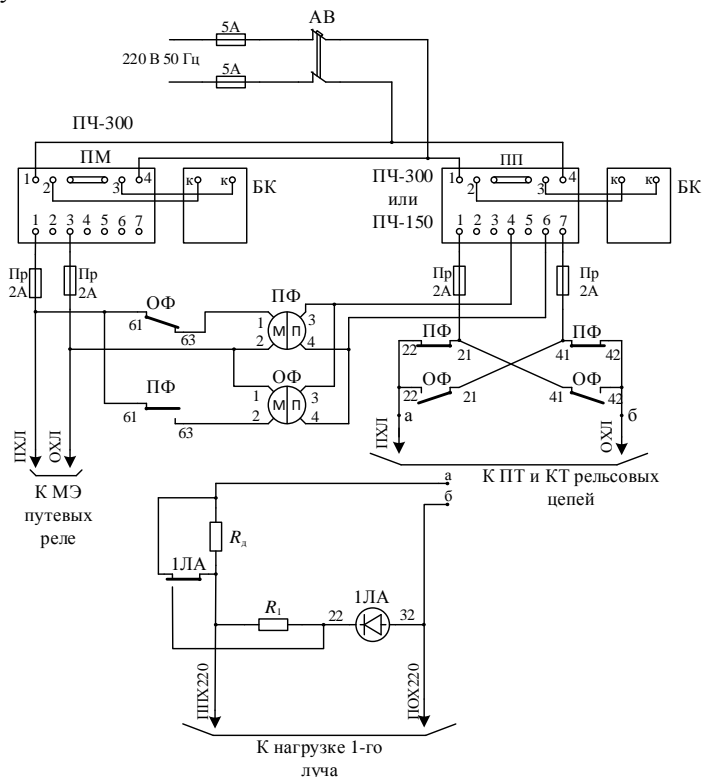


Рисунок 12 – Схема питающих устройств РЦ 25 Гц с реле ДСШ-13 с одним преобразователем

Контроль короткого замыкания изолирующих стыков между смежными станционными РЦ обеспечивается фазированием всех преобразователей ПП с одним и тем же преобразователем ПМ, чередованием мгновенных полярностей напряжения на стыковых смежных РЦ путем переключения проводов на клеммах Н-К вторичных обмоток путевых (кодовых) трансформаторов (при этом допускается любое расположение питающих и релейных концов).

Входное сопротивление путевого фильтра, рассчитанного для нагрузки на путевое реле, составляет 200 Ом. В качестве ограничителя, включаемого в цепи первичной обмотки изолирующего трансформатора, применяется активный резистор сопротивлением 200 Ом. Активный характер ограничителя наиболее выгоден для стабилизации режима рельсовой цепи при изменении сопротивления основной обмотки дроссель-трансформатора под воздействием

тягового тока. Сопротивление ограничивающего резистора выбрано из расчета, чтобы при коэффициенте трансформации изолирующего трансформатора $n = 9,15$ эквивалентное сопротивление на питающем конце было не менее $0,2 \text{ Ом}$, что удовлетворяет требованиям шунтового режима.

Реле типа ДСШ-13 при частоте 25 Гц должно обеспечивать полный подъем сектора при напряжении не более 15 В и отпускания не менее 7 В. Указанные характеристики действительны при идеальном сдвиге фаз, когда напряжение на путевом элементе реле отстаёт от напряжения на местном элементе на угол 90° . Для компенсации индуктивной нагрузки и увеличения числа элементов, подключаемых к одному преобразователю, параллельно с местным элементом реле типа ДСШ-13 включен конденсатор емкостью 2 мкФ .

Двухниточные РЦ с двумя ДТ1-300, наложением кодовых сигналов АЛСН (рисунок 13) применяют на главных путях станции. Боковые пути, по которым возможен сквозной пропуск поездов со скоростью более 50 км/ч , оборудуют двухниточными РЦ с наложением АЛСН с одним ДТ1-300 (только на питающем конце). Боковые пути станции, по которым не предусматривается сквозной пропуск поездов, оборудуют РЦ с одним ДТ на питающем конце, но без схемы наложения сигналов.

На изолированных участках, не используемых для пропуска тягового тока, применяют двухниточные РЦ переменного тока 25 Гц без дроссель-трансформаторов. В этом случае из схемы на рисунке 13, *а* исключают ДТ как на релейном, так и на питающем конце. Если место присоединения отсасывающего фидера находится на расстоянии более 250 м от основных путевых дросселей РЦ главного пути, то для подключения фидера к РЦ устанавливают дополнительный дроссель-трансформатор типа ДТ-0.6-500С с компенсирующим конденсатором $C_{ос}$ (рисунок 13, *б*).

Путевые дроссели, к которым подключают отсасывающие фидеры, должны иметь дроссельные переемычки с удвоенной площадью поперечного сечения. Максимальная длина неразветвленных двухниточных РЦ 25 Гц составляет 1200 м. Питающие и релейные провода РЦ размещают в разных кабелях.

Стрелочные изолированные участки оборудуются разветвленными двухниточными РЦ с общим числом путевых реле не более трёх и, как правило, не более двух путевых дроссель-трансформаторов. Схема разветвленной двухниточной РЦ 25 Гц с двумя дроссель-трансформаторами по главному пути, путевыми реле ДСШ-13 на каждом ответвлении представлена на рисунке 14. В разветвленной двухниточной РЦ с путевым реле на каждом ответвлении и одним ДТ1-300 отсутствует, в отличие от предыдущей, дроссель-трансформатор на релейном конце главного пути.

На стрелочных изолированных участках применяют и разветвленные РЦ 25 Гц с двумя путевыми реле и тремя дроссель-трансформаторами (рисунок 15). Установка питающих трансформаторов на ответвлениях не рекомендуется из-за трудностей регулировки напряжений на путевых реле.

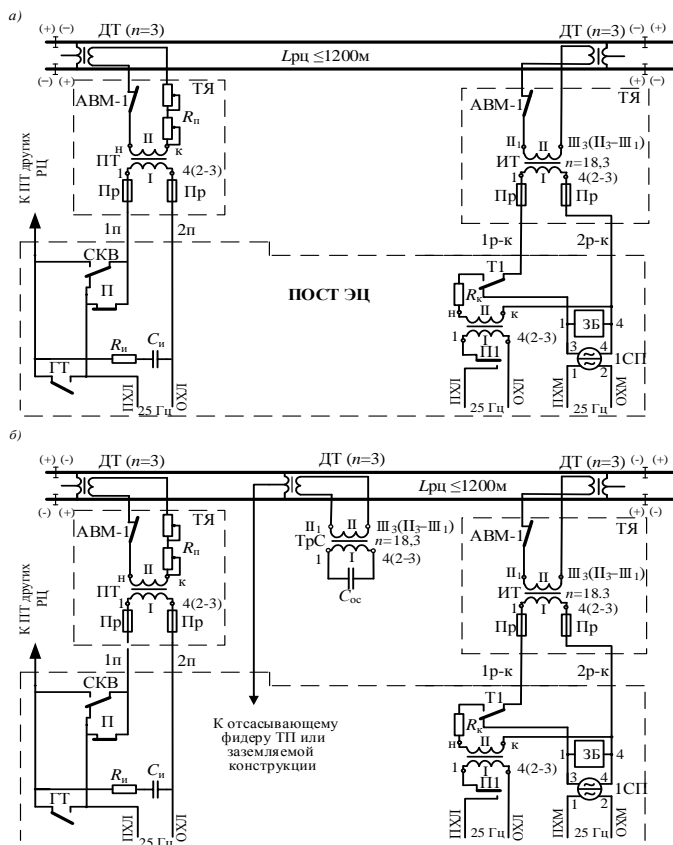


Рисунок 13 – Двухниточная РЦ 25Гц с двумя (а) и тремя (б) дроссель-трансформаторами и наложением кодовых сигналов АЛСН с обоих концов

Контроль состояния стрелочной секции осуществляет реле НСП, включенное через контакты 1СП и 2СП. РЦ кодируется с питающего и релейного концов трансмиттерными реле Т1 и Т2. Для кодирования с релейных концов устанавливаются кодовые трансформаторы КТ (тип ПТ-25А). На питающем конце устанавливается один трансформатор ПТ (ПРТ-А). Мгновенная полярность на рельсах от кодовых трансформаторов КТ должна совпадать с мгновенной полярностью от трансформатора ПТ своей РЦ. Достигается это путем переключения проводов на клеммах «Н» и «К» трансформаторов КТ.

Для обеспечения надежной работы АЛСН при движении поезда по кодируемому боковому ответвлению применяют специальную схему установки рельсовых соединителей внутри стрелочного перевода, которая исключает наличие отрезков пути, необтекаемых кодовым током.

Защита от коммутационных перенапряжений может осуществляться с помощью тиристорных защитных устройств: УЗТ-1 – на питающем; УЗТ-2 – на релейном концах. При отсутствии УЗТ можно защищать аппаратуру питающего и релейного конца разрядниками типа РВНШ-250, устанавливаемыми параллельно первичным обмоткам питающих ПТ и изолирующих ИТ трансформаторов.

Регулируется РЦ изменением напряжения на вторичной обмотке путевого трансформатора ПТ (ПРТА-АУЗ) выводами «Н» и «К» с использованием регулировочных таблиц. Резисторы $R_{п1}$, $R_{п2}$ совместно с соединительными проводами выполняют функцию ограничителя тока при нахождении на питающем конце подвижной единицы. Их суммарное сопротивление должно быть равным 2,2 Ом, чем обеспечивается шунтовая чувствительность рельсовой цепи. На релейном конце для обеспечения шунтовой чувствительности РЦ сопротивление $R_{п1}$ совместно с соединительными проводами должно в сумме составлять 0,5 Ом.

При необходимости не кодируемые пути в горловине станции и приёмоотправочные пути длиной менее 500 м могут быть оборудованы однониточными РЦ при условии, что параллельно тяговой нити однониточной РЦ обеспечено прохождение тягового тока дополнительно еще не менее чем по трем рельсовым нитям на двухпутных участках, и не менее чем по двум – на однопутных.

Дроссель-трансформаторы с коэффициентом трансформации $n = 3$, установленные на питающих и релейных концах РЦ, обеспечивают пропуск тягового тока в обход изолирующих стыков, а сигнального – в пределах контролируемого участка пути. На релейном конце РЦ устанавливается изолирующий трансформатор ИТ типа ПРТ-АУЗ с коэффициентом трансформации $n = 18,3$. Коэффициентами трансформации дроссель-трансформаторов, изолирующего и питающего трансформатора осуществляется согласование большого входного сопротивления аппаратуры питающего и релейного концов с низким входным сопротивлением рельсовой линии.

Защита РЦ от перегрузок и токов короткого замыкания осуществляется автоматическими выключателями многократного действия типа АВМ-2 на номинальный ток 5 А. При асимметрии тяговых токов в рельсовых нитях

ниже нормативных значений (4 %) в дополнительные обмотки ДТ индуктируются токи меньше значений порога срабатывания АВМ. Они замыкаются на питающем конце через внутреннее сопротивление источника питания, а на релейном конце – через защитный блок ЗБ-ДСШ, не нарушая работу рельсовой цепи. Если асимметрия тягового тока превышает нормативные значения (15 А – для ДТ-150), то АВМ отключает аппаратуру питающего и релейного концов от рельсовой линии.

К путевому элементу ДСШ-13 подключается фильтр ЗБ-ДСШ, а к местному элементу – конденсатор C_m (с монтажной стороны розетки реле). Защитный блок ЗБ-ДСШ представляет собой последовательный колебательный контур, настроенный в резонанс напряжений на частоту тягового тока 50 Гц и имеет минимальное сопротивление 2 кОм для тока этой частоты. Путевой элемент ДСШ на частотах 50 Гц оказывается зашунтированным низким сопротивлением фильтра. Практически реле типа ДСШ не реагирует на токи асимметрии, если частота их отличается хотя бы на 5 Гц от частоты тока в местном элементе. Защитный блок-фильтр ЗБ-ДСШ устанавливается только для того, чтобы устранить дребезг сектора реле.

4.4 Рельсовые цепи на станциях с автономной тягой

Станционные РЦ с путевым реле АНВШ-2400. На станциях участков с автономной тягой (где не предусмотрена электрификация), оборудованных АБ и АЛСН, для приемоотправочных путей и стрелочных секций используют РЦ переменного тока 50 Гц с путевым реле АНВШ-2400. Катушки путевых реле типа АНВШ-2400 включаются параллельно, а выпрямительные элементы – по мостовой схеме.

Первичные обмотки путевых и кодовых трансформаторов всех РЦ должны быть включены в одну фазу трехфазного переменного тока 50 Гц. Для контроля короткого замыкания изолирующих стыков вторичные обмотки путевых трансформаторов включены так, чтобы обеспечить чередование мгновенных полярностей на стыках смежных РЦ, у которых должны быть установлены однотипные приборы (реле – реле или трансформатор – трансформатор). При несоблюдении чередования мгновенных полярностей на стыках смежных РЦ должны быть установлены питающие концы, а длины смежных РЦ не должны отличаться более чем на 200 м.

РЦ допускают наложение кодовых сигналов АЛСН на обоих концах. При наложении кодовых сигналов на релейном конце мгновенная полярность напряжения кодового трансформатора в рельсах должна совпадать с мгновенной полярностью напряжения своего путевого трансформатора. Если кодовые сигналы АЛСН накладывают на обоих концах РЦ, то должны быть использованы различные трансмиттеры на релейном и питающем концах. При шунтировании входного конца РЦ и минимальном сопротивлении изоляции ток АЛСН в рельсах должен быть не менее 1,2 А.

Максимальная длина неразветвленных РЦ составляет 1200 м, разветвленных – 700 м. Неразветвленные (рисунок 16, а) и разветвленные (рисунок 17) рельсовые цепи без разделения релейных и кодирующих проводов применяют при длине этих проводов разных РЦ, укладываемых в одном кабеле, не более 650 м; при указанной длине этих проводов более 650 м применяют РЦ с разделением этих проводов (рисунок 16, б, рисунок 18). Независимо от его длины в одном кабеле допускается укладка релейных проводов 1_p и 2_p нескольких рельсовых цепей. Кодирующие провода 1_k и 2_k и провода трансмиттерного реле 1_T и 2_T прокладывают в одном кабеле с питающими.

При наложении кодовых сигналов АЛСН только на питающем конце из схем (см. рисунок, 18) исключают предохранители, контакты реле Т1 (Т2), путевого реле П (НСП), резистор R_k и кодовый трансформатор КТ1 (КТ2), а между точками в и г устанавливают перемычку. При наложении кодовых сигналов только на релейном конце из этих же схем исключают контакты реле Т и искрогасящую цепочку (R_n и C_n), а между точками а и б устанавливают перемычку. Предельная длина кабеля между путевыми реле и релейным трансформатором, при которых не требуется дублирования жил, для всех схем равна 3 км. При большем удалении путевого реле от релейного трансформатора дублирование производится из расчета сопротивления кабеля 150 Ом.

Станционные РЦ с путевыми реле ДСШ-12. РЦ переменного тока 50 Гц с путевыми реле ДСШ-12 без путевых дроссель-трансформаторов применяют на приемо-отправочных путях и стрелочных участках станции с автономной тягой и при перспективе перехода на электротягу постоянного тока.

Короткое замыкание изолированных стыков смежных РЦ контролируется чередованием мгновенных полярностей на их изолирующих стыках. Допускается любое расположение питающих и релейных концов. Также РЦ допускают наложение кодовых сигналов как на питающем, так и на релейном концах. При наложении АЛСН на релейном конце мгновенная полярность напряжения кодового трансформатора в рельсах должна совпадать с мгновенной полярностью напряжения своего путевого трансформатора.

При наложении кодовых сигналов на обоих концах РЦ приемоотправочных путей необходимо применять на релейном и питающем концах трансмиттеры разных типов (КПТШ-5 и КПТШ-7). Максимальная длина разветвленных РЦ (рисунок 19) составляет 900 м, неразветвленных (рисунок 20) – 1500 м.

При наложении кодовых сигналов АЛСН только на релейном конце из схем исключаются контакты реле Т и искрогасящая цепочка R_n-C_n .

РЦ с наложением кодовых сигналов АЛСН на релейном конце без разделения релейных и кодирующих проводов используют при длине этих проводов разных РЦ, укладываемых в одном кабеле, не более 650 м. Если длина проводов более 650 м, применяют схемы с разделением релейных и кодирующих проводов.

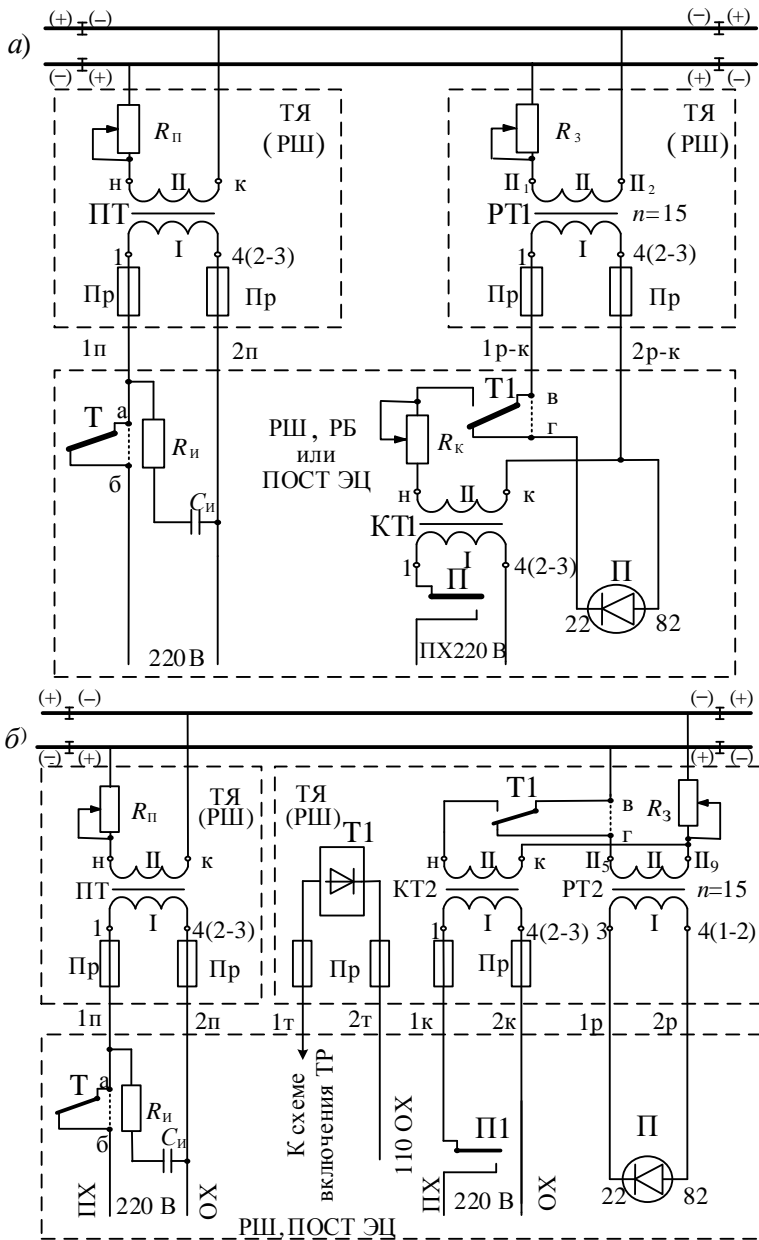


Рисунок 16 – Незвездные РЦ 50 Гц с реле АНВШ2-2400

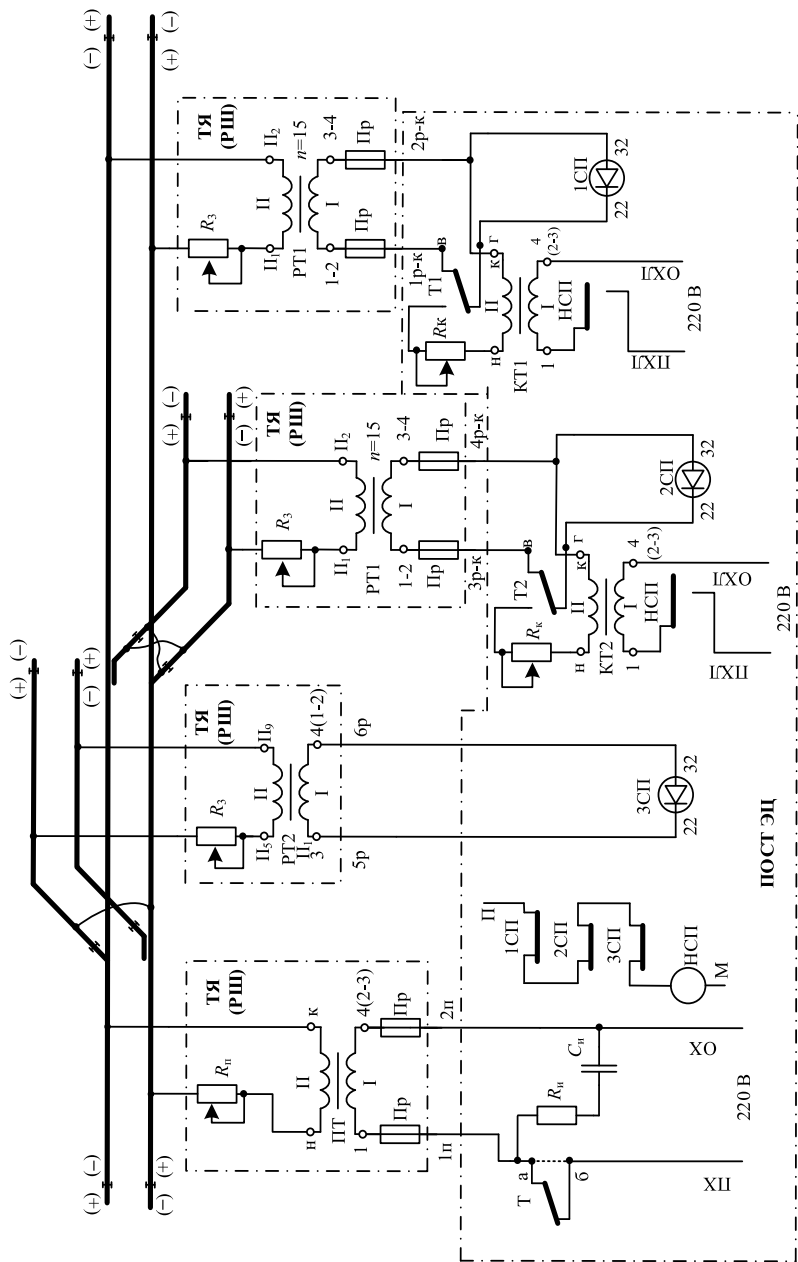


Рисунок 17 – Разветвленная РЦ 50 Гц с реле АНВШ2-2400 без разделения релейных и коллирующих проводов

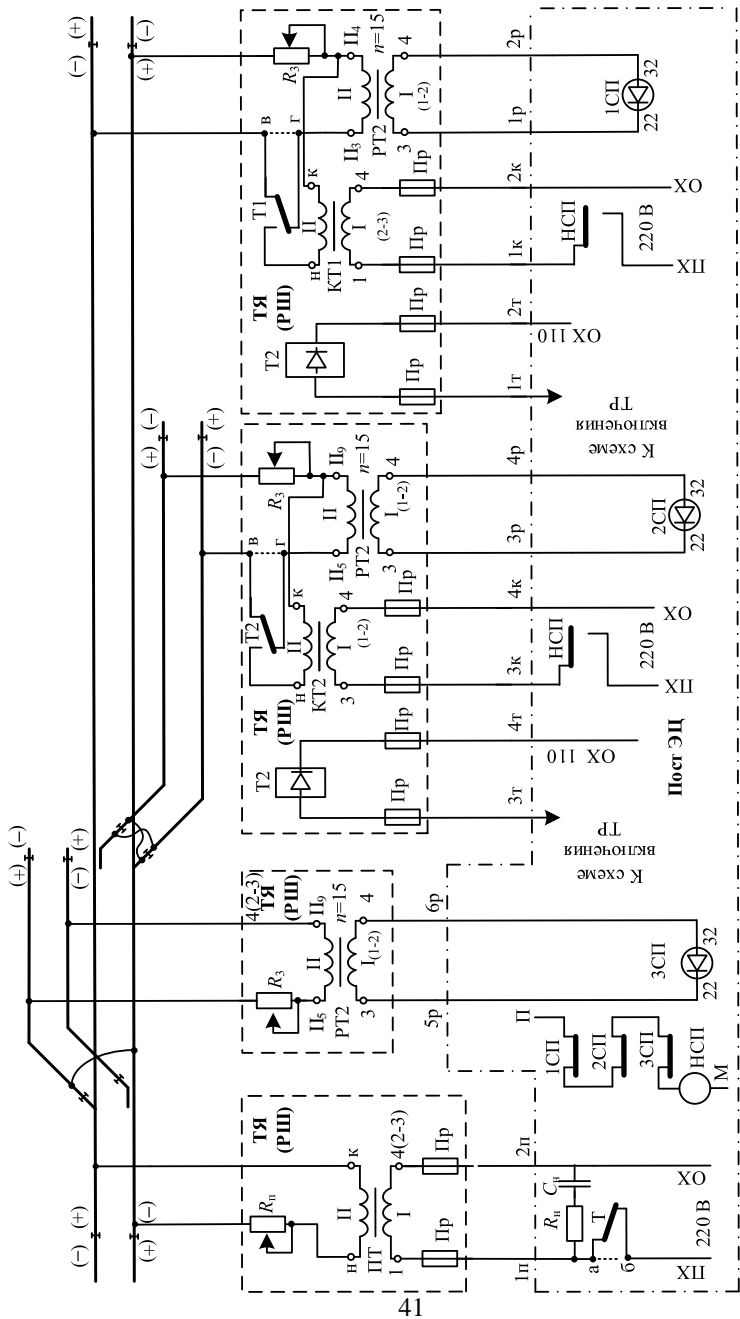


Рисунок 18 – Разветвленная РЦ 50 Гц с реле АНВШ12-2400 с разделением релейных и коллирующих проводов

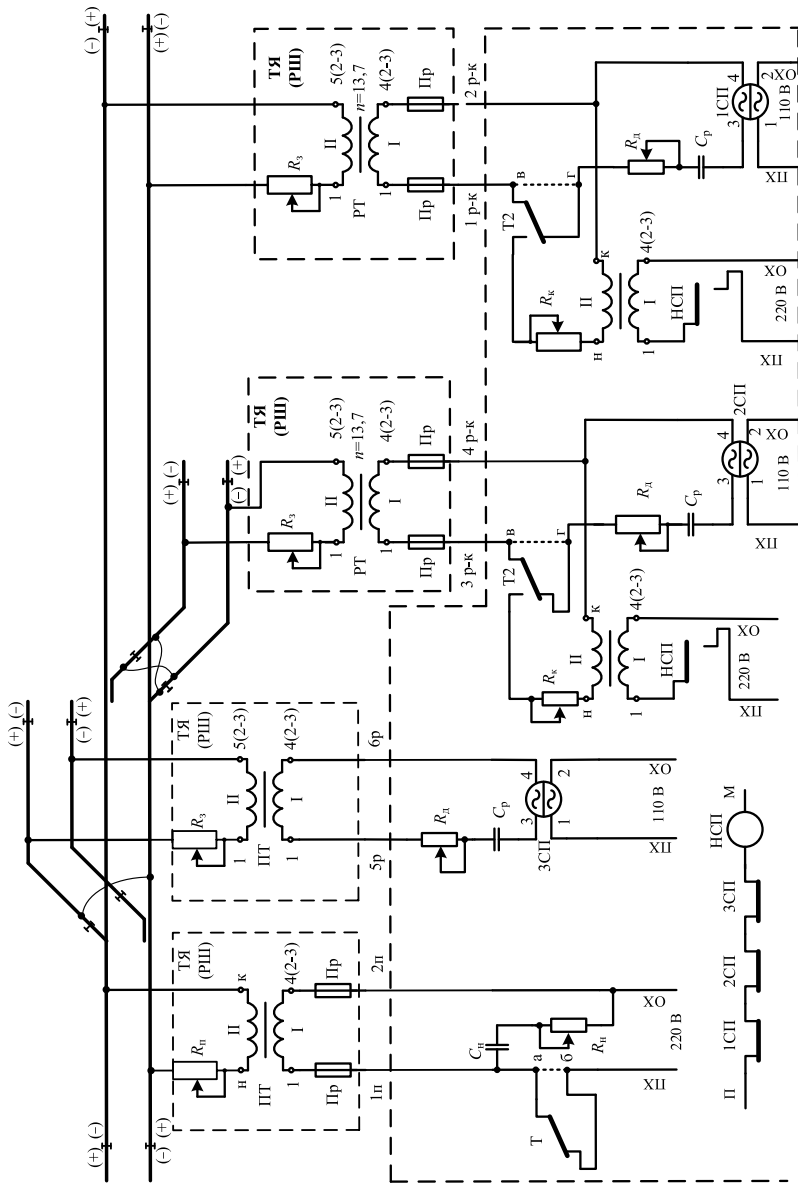


Рисунок 19 – Разветвленная РЦ 50 Гц с наложением АЛСН по главному и боковому путям

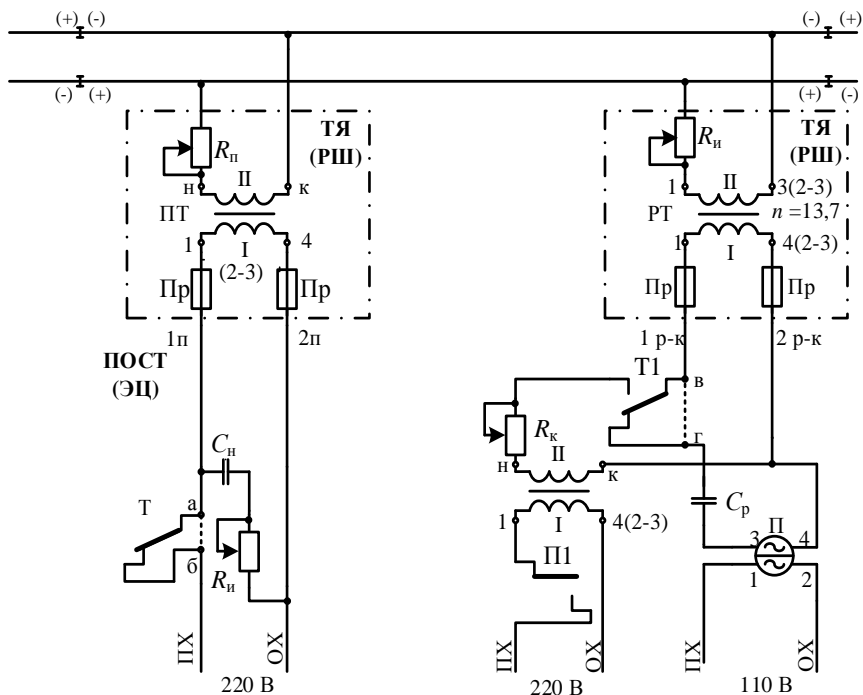


Рисунок 20 – Неразветвленная РЦ 50 Гц с реле ДСШ-12 и наложением АЛСН на питающем и релейном концах

При наложении кодов только на питающем конце из этих же схем исключают контакты реле Т2 и НСП, резистор R_k , кодовый трансформатор КТ, а между точками **в** и **г** устанавливают перемычку. В схемах без наложения сигналов АЛСН в цепи вторичной обмотки РТ резистор R_3 не устанавливают. Предельная длина кабеля между релейным трансформатором и путевым реле, при которой не требуется дублирование жил, равна 3 км.

Рельсовые цепи с путевыми реле ДСШ-13 и наложением кодовых сигналов АЛСН 25 Гц при автономной тяге. Рельсовые цепи переменного тока 25 Гц с путевым реле ДСШ без путевых дроссель трансформаторов, кодируемые током 25 Гц, применяют в случае строительства АБ и реконструкции устройств СЦБ на станциях с учетом последующей электрификации на переменном токе, а также на участках с действующей АБ 25 Гц (рисунки 21, 22).

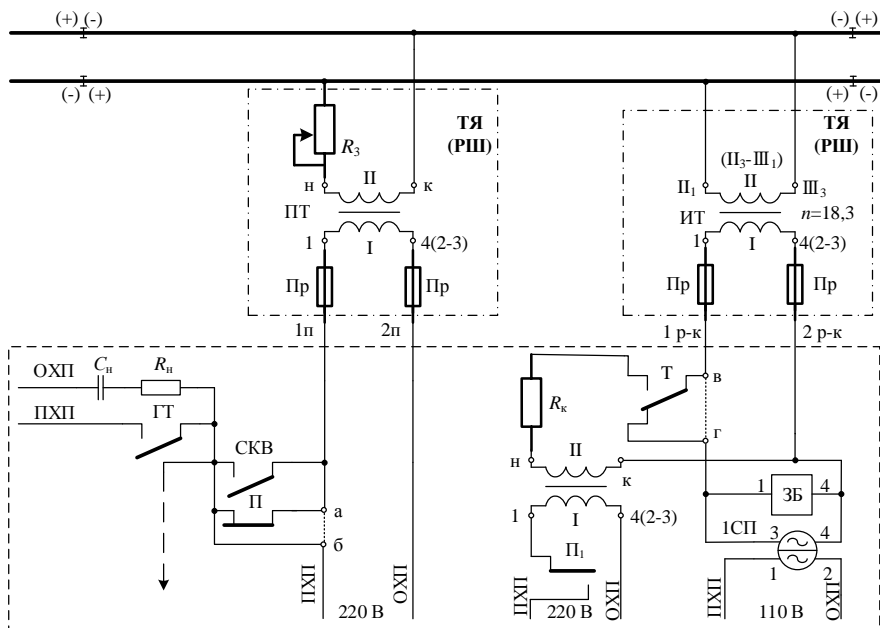


Рисунок 21 – Неразветвленная РЦ переменного тока 25 Гц с реле ДСШ-13 и наложением сигналов АЛСН на питающем и релейном концах

Кроме того, эти РЦ можно применять на станциях железной дороги с автономной тягой, расположенных в зоне опасного влияния переменного тока 50 Гц:

- на расстоянии менее 100 м от электрифицированных на переменном токе 50 Гц перегонных или станционных путей;

- если перегон, отделяющий эти станции от электрифицированной на переменном токе 50 Гц железной дороги, оборудованный АБ 25 Гц, имеет менее трех РЦ, а также при отсутствии на примыкающем перегоне АБ и длине его менее 5 км;

- на расстоянии менее 100 м от высоковольтной линии передачи напряжения выше 25 кВ или при пересечении ее с железнодорожными путями.

Устройства питания фазочувствительных РЦ переменного тока 25 Гц при автономной тяге аналогичны устройствам питания РЦ 25 Гц при электротяге переменного тока (см. рисунок 12).

Короткое замыкание изолирующих стыков между смежными станционными РЦ контролируются:

- фазированием всех преобразователей, питающих путевые и кодовые трансформаторы РЦ станции с одним и тем же опорным преобразователем ПМ 1, питающим МЭ реле ДСШ-13;

– чередованием мгновенных полярностей напряжений на стыках смежных РЦ путем взаимного переключения питающих проводов на вторичных зажимах путевых трансформаторов.

При включении кодирования с релейного конца должна быть сохранена мгновенная полярность в рельсах, установленная с питающего конца путем переключения соединительных проводов на вторичных зажимах кодовых трансформаторов. Допускается любое расположение питающих и релейных концов.

Максимальная длина неразветвленных РЦ составляет 1200 м, разветвленных – 700 м. Питающие и релейные концы РЦ укладываются в разных кабелях. Разрешается укладка релейно-кодирующих проводов в одном кабеле с релейно-кодирующими или релейными проводами разных станционных РЦ при длине одного участка более 3000 м.

При наложении кодовых сигналов АЛСН только на релейном конце из схем (см. рисунки 21, 22) исключают контакты ГТ, СКВ, П (1СП, 2СП), искрогасящий контур, а между стыками **а** и **б** устанавливают перемычку. При наложении кодовых сигналов АЛСН только на питающем конце из тех же схем исключаются контакты реле ГТ1 и П1 (НСП), кодовый трансформатор КТ, резистор R_K , предохранители ПР на релейном конце, а между стыками **в** и **г** устанавливается перемычка.

Предельная длина кабеля между релейным трансформатором и путевым реле, при которой не требуется дублирование жил, равна 3 км.

Рельсовые цепи с путевыми реле ДСШ-13А и наложением кодовых сигналов АЛСН 50 Гц при автономной тяге. РЦ переменного тока 25 Гц с путевыми реле ДСШ-13А, без путевых дроссель-трансформаторов с наложением кодовых сигналов АЛСН на несущей частоте 50 Гц применяются в случае строительства АБ и реконструкции устройств СЦБ на станциях с учетом последующей электрификации на постоянном токе, а также на участках с действующей или вводимой АБ 50 Гц или постоянного тока.

В качестве путевого приемника используется реле типа ДСШ-13А. Для защиты путевых реле от токов помех любой частоты местные элементы реле и путевые трансформаторы питаются от разных преобразователей частоты.

Защита от взаимного влияния между станционными 25 Гц и перегонными РЦ 50 Гц участков приближения и удаления обеспечивается за счет использования: источников питания с разными частотами; путевых реле типа ДСШ-13А с фазовой и частотной чувствительностью; станционных РЦ с непрерывным питанием и перегонных РЦ с кодовым питанием.

Короткое замыкание изолирующих стыков между смежными РЦ контролируется: фазированием всех преобразователей, питающих путевые трансформаторы, с одним и тем же опорным преобразователем, питающим местные элементы реле ДСШ-13А; чередованием мгновенных полярностей напряжений на стыках смежных РЦ путем взаимного переключения питающих проводов на вторичных зажимах путевых трансформаторов.

Кодовые сигналы АЛСН в станционные РЦ подаются только с момента занятия их поездом. При этом допускается наложение кодовых сигналов АЛСН с питающего и релейного концов. При шунтировании входного конца и минимальном сопротивлении изоляции балласта ток АЛСН в рельсах должен быть не менее 1,2 А.

Максимальная длина неразветвленных РЦ равна 1200 м, разветвленных – 700 м. На рисунках приведены схемы РЦ 25 Гц: неразветвленная без наложения (рисунок 23); с наложением кодовых сигналов (рисунок 24); на рисунке 25 – разветвленная РЦ 25 Гц без наложения АЛСН; на рисунке 26 – разветвленная РЦ 25 Гц с наложением АЛСН.

В случае наложения сигналов АЛСН на питающем конце РЦ (см. рисунок 24) используют схему ускоренного кодирования током 50 Гц через фронтный контакт группового трансмиттерного реле ГТ, которое начинает генерировать необходимые кодовые сигналы после задания маршрута и вступления поезда на впереди лежащий путевой участок.

Вторичные обмотки путевого ПТ и кодового КТ трансформаторов включены последовательно, но первичная обмотка КТ шунтирована тыловым контактом стрелочного кодово-включающего реле СКВ и отключена от цепи контакта ГТ. Вследствие этого кодовые сигналы АЛСН в РЦ не поступают.

После задания маршрута срабатывает реле СКВ, которое снимает шунт со вторичной обмотки КТ и подключает его к источнику питания, включает цепь, шунтирующую контакт ГТ через последовательно включенные контакты путевых реле, кодируемых ответвления 1СП, 3СП.

При вступлении поезда на одно из кодируемых ответвлений цепь шунтирования контакта ГТ замыкается фронтным контактом путевого реле своей секции и кодовые сигналы АЛСН посылаются в РЦ.

На релейном конце для наложения кодовых сигналов используется фронтный контакт индивидуального для каждой РЦ трансмиттерного реле Т после размыкания фронтного контакта путевого реле П (НСП) в цепи первичной обмотки кодового трансформатора.

Фазочувствительные рельсовые цепи переменного тока 25 Гц с реле ДСШ-16, кодируемые током АЛС 50 Гц. Рельсовые цепи переменного тока 25 Гц с путевым реле ДСШ-16 без дроссель-трансформаторов, кодируемые током АЛС 50 Гц, применяют на станциях при автономной тяге. Аппаратура размещается на посту ЭЦ. В путевых ящиках устанавливаются путевые или изолирующие трансформаторы (ПТ, ИТ), резисторы, предохранители (рисунки 27, 28).

Для защиты трансформаторов КТ от короткого замыкания при кодировании с релейного конца устанавливается резистор R_k во вторичных обмотках КТ. При кодировании с питающего конца защитой трансформатора КТ от короткого замыкания в кабеле является сопротивление вторичной обмотки путевого трансформатора ПТ при отключении его от преобразователя частоты.

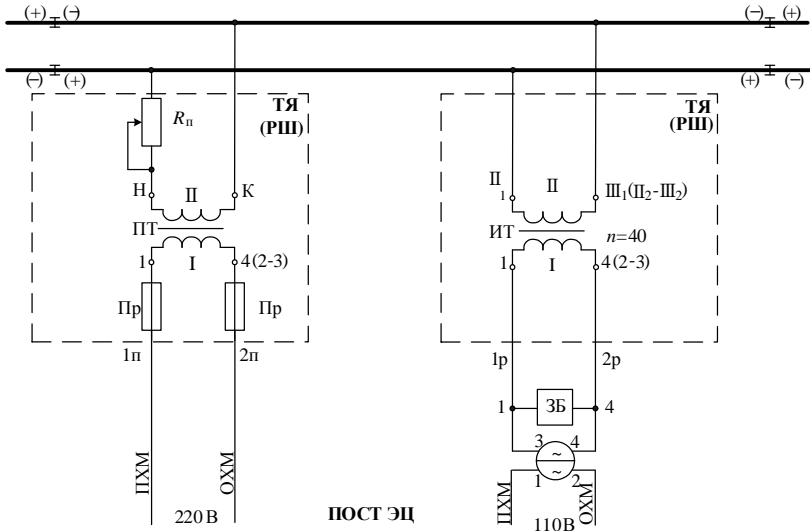


Рисунок 23 – Неразветвленная РЦ 25 Гц с реле ДСШ-13А без АЛСН

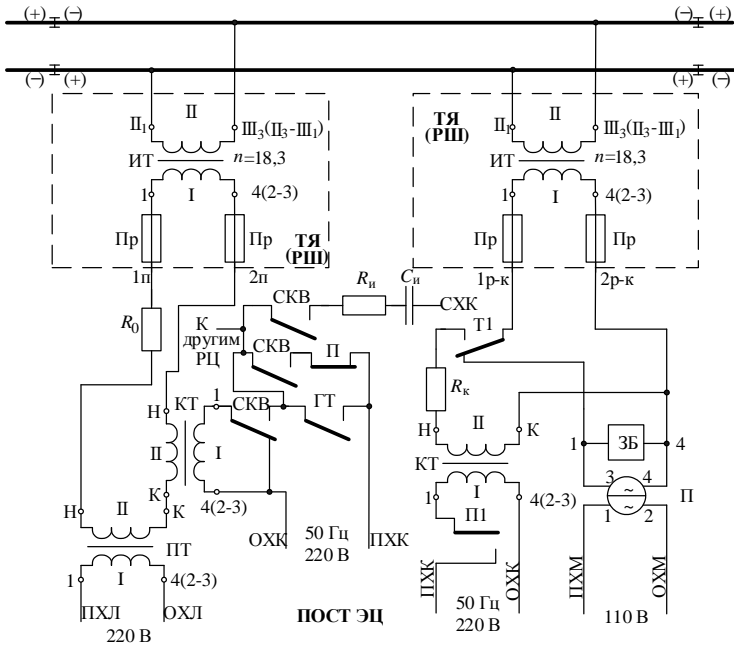


Рисунок 24 – Неразветвленная РЦ 25 Гц с реле ДСШ-13А с наложением АЛСН с обоих концов

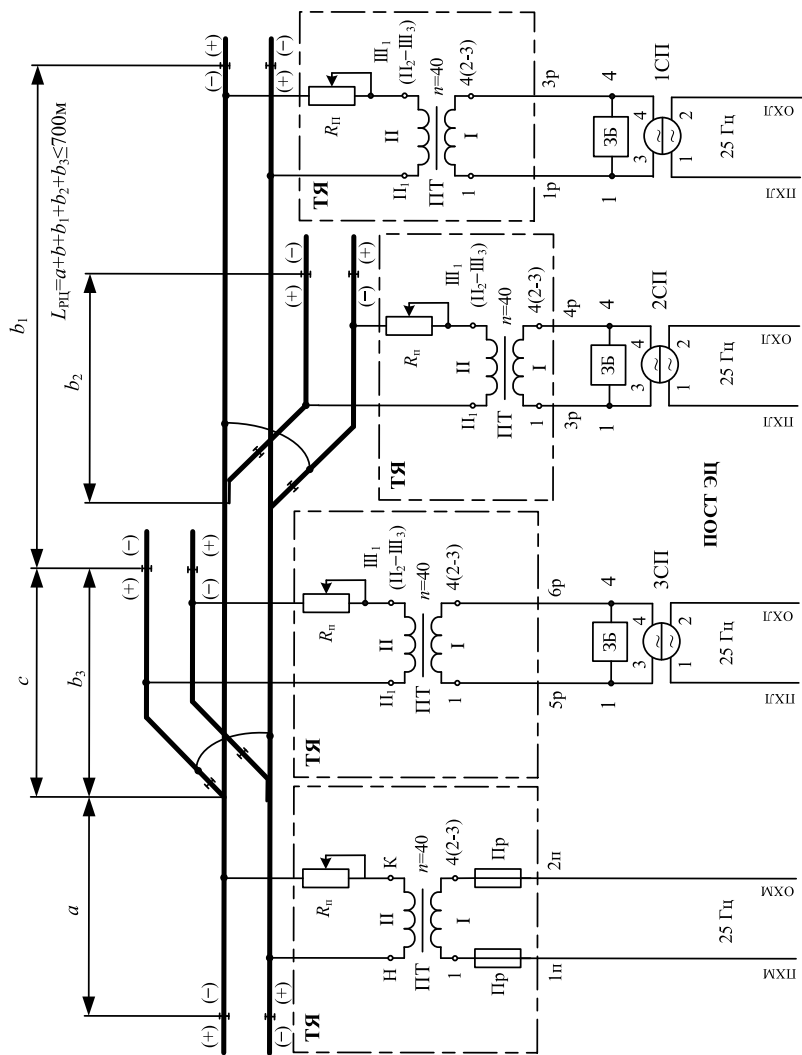


Рисунок 25 – Разветвленная РЦ 25 Гц с тремя реле ДСШ-13А без наложения АЛСН

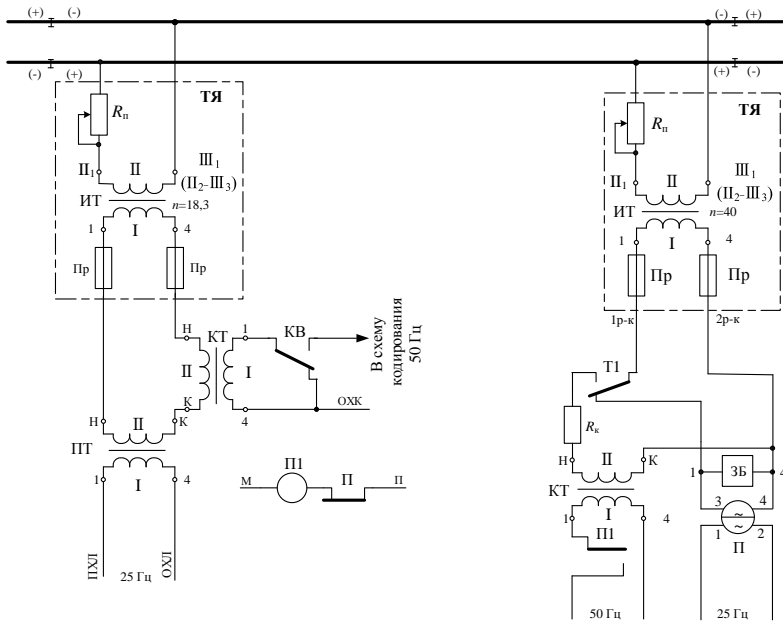


Рисунок 28 – Неразветвленная РЦ 25 Гц с реле ДСШ-16 и с наложением АЛСН

Питание местных элементов (МЭ) путевых реле ДСШ-16 и путевых трансформаторов ПТ производится сигнальным током 25 Гц от разных преобразователей частот ПМ и ПП. Они включаются в сеть переменного тока 50 Гц противофазно для создания сдвига фаз 90 градусов между напряжением на МЭ и ПТ. Выходные напряжения переменного тока 25 Гц преобразователей ПМ и ПП должны быть сфазированы при помощи фазировочных устройств.

Контроль схода стыков между смежными станционными РЦ обеспечивается чередованием мгновенных полярностей напряжения на стыках путем переключения проводов на вторичных обмотках трансформатора ПТ. Питающие и релейные концы смежных сфазированных РЦ могут располагаться любым образом: Т–Т; Р–Р или Т–Р. В случаях, если смежные РЦ получают питание от двух несфазированных между собой панелей питания, на стыках таких РЦ должны располагаться питающие концы (Т–Т) и длины стыкующихся РЦ не должны отличаться между собой более чем на 300 м. Защита от взаимного влияния между станционными РЦ 25 Гц и перегонными кодовыми РЦ 50 Гц участков приближения (удаления) обеспечивается: разной частотой источников питания; фазовой и частотной чувствительностью путевых реле ДСШ; характером работы РЦ: станционных – непрерывный; перегонных – кодовый.

5 СХМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН СТАНЦИИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЕЙ

На схематическом плане станции на основании масштабного плана и материалов технологических изысканий в соответствии с принятыми условными графическими обозначениями устройств СЦБ в проектах железнодорожного транспорта (приложение А) выполняется путевое развитие станции. В случае отсутствия масштабного плана допускается выполнение схематического плана на основании существующего плана с указанием в примечаниях, на основании каких материалов принято путевое развитие станции. Перспективное путевое развитие станции при его наличии тоже указывается пунктирными линиями или иным обозначением, а при поэтапном путевом переустройстве в примечаниях должны быть указаны его порядок и объем.

Нумерация путей станции и обозначение парков на схематическом плане выполняется на основании технико-распорядительного акта станции (ТРА). В случае реконструкции устройств ЭЦ с сохранением действующих устройств допускается сохранение существующей нумерации путей станции, а обозначение участков приближения и удаления на подходах к станции выполняется с учетом существующих материалов для проектирования и существующего обозначения. При обозначении путей, оборудуемых рельсовыми цепями, к номерам путей добавляется буква «П». Участки пути, расположенные между стрелками и огражденные светофорами, обозначаются по номерам стрелок, между которыми находится этот участок с добавлением буквы «П» для участков, оборудуемых рельсовыми цепями. По данным ТРА на схематическом плане указываются назначение тупиков и владельцы примыкающих к станции путей.

На схематическом плане также указываются:

- полезная длина приемоотправочных путей, определяемая расстоянием от выходного светофора этого пути до изолирующего стыка светофора противоположного направления;

- специализация приемоотправочных путей (стрелкой на линии пути);

- ординаты (расстояния острия стрелок и светофоров от оси ПЗ), определяемые по таблицам приложения Б;

- полезная длина тупиков, определяемая расстоянием от стыка маневрового или выходного светофора этого тупика до изолирующего стыка тупика или до упора при отсутствии рельсовой цепи;

- полезная длина путей с примыканием стрелки, определяемая также как длина приемоотправочного пути с указанием длины участков пути, из которых состоит путь. Длины участков путей определяются расстояниями между изолирующими стыками светофоров, ограждающих участки.

Все основные станционные здания и сооружения, определяющие принятые проектные решения по устройствам ЭЦ, также указываются на схематическом плане. К ним относятся: пассажирское здание, определяющее ось станции; пост ЭЦ; маневровые посты, вышки, будки, колонки; горочные

посты; здания компрессорных; пункты технического осмотра (ПТО); станционные платформы; мосты; тоннели; путепроводы; воздушные промежутки и нейтральные вставки контактной сети. Проектируемые и существующие здания и сооружения изображаются на схематическом плане с указанием ординат в соответствии с действующими условными обозначениями.

На схематическом плане в соответствии с ТРА нумеруются стрелочные переводы, включаемые в ЭЦ. Номера стрелок указываются на плане со стороны установки электроприводов. При изменении плана существующие номера должны быть указаны в скобках. Стрелки, ведущие в предохранительные и улавливающие тупики, сбрасывающие острия и стрелки, колесосбрасывающие башмаки, оборудуемые автовозвратом, указываются в нормальном (охранном) положении. При этом к номеру колесосбрасывающего башмака добавляются буквы «СБ»; номер стрелки с непрерывной поверхностью катания (НПК) указывается через дробь с добавлением буквы «С» – 1/1С. Тормозные упоры для закрепления состава (УТС) обозначаются по номеру пути с указанием ординат установки как самих упоров, так и колонок или ящиков для их местного управления. В ведомости стрелочных переводов схематического плана указываются типы рельсов, марки крестовин и сторона стрелочных переводов стрелок, включаемых в ЭЦ, а также сбрасывающие острия.

В таблице основных показателей на схематическом плане приводится:

– перечисление общего количества стрелок, включаемых в ЭЦ, колесосбрасывающих башмаков, тормозных упоров, а также оборудование стрелочных переводов устройствами автоматической очистки от снега или электрообогрева;

– номера путей безостановочного пропуска на основании ТРА;

– номера путей и изолированных участков, оборудуемых устройствами АЛС;

– сведения об оборудуемых переездах и пешеходных переходах; о количестве зон оповещения работающих на путях, о стрелках двойного и местного управления; об ограждаемых путях.

Осигнализация станции производится в соответствии с маршрутизацией. Обозначения и нумерация светофоров выполняются в соответствии с требованиями. В местах установки светофоров на схематическом плане указывают ширину междупутья. В случае отсутствия габарита для установки светофора на плане указывается необходимость рихтовки путей. На электрифицированных участках установка входных сигналов должна производиться с учетом местоположения воздушных промежутков и нейтральных вставок, которые указываются на схематическом плане.

На схематическом плане, кроме того, приводится:

– перечень светофоров с пригласительными огнями;

– перечень двухнитевых ламп, устанавливаемых на светофорах;

- показания маршрутных указателей (при их наличии на станции);
- в месте изображения переезда указывается: его длина; максимальная скорость движения в четном и нечетном направлениях; расчетная длина участка приближения в обоих направлениях; время извещения на переезд.
- условия работы устройств автоматической сигнализации пешеходных переходов (аналогично переездным);
- проектируемые или существующие средства регулирования движения поездов на прилегающих к станции перегонах, а также переезды, мосты, тоннели, на которые подается извещение со станции, а в случае применения межстанционной увязки – и входной светофор соседней станции;
- перечень основных маршрутов с АЛС. В него включаются маршруты по главным путям и путям безостановочного пропуска, в составе которых все пути, стрелочные и путевые участки оборудованы устройствами АЛС с передачей на следующий по маршруту локомотив кодов без перерывов;
- трасса кабеля в соответствии с выбором и проведенными согласованиями на существующем путевом развитии, с учетом данных о подземных коммуникациях. При проектировании на станции кабельной канализации места пересечений с подземными коммуникациями указываются на чертежах канализации.

На рисунках В.1–В.3 приведены примеры выполнения схематических планов для различных станций однопутных и двухпутных участков с автоматической тягой и электротягой переменного тока.

6 ДВУХНИТОЧНЫЙ ПЛАН СТАНЦИИ

6.1 Общие положения

Двухниточный план составляется на основании схематического плана станции и является основным документом, определяющим размещение и типы напольного оборудования СЦБ. Примеры составления двухниточных планов для станций, указанных в приложении В, приведены на рисунках приложения Г.

На двухниточных планах в соответствии с установленными условными обозначениями изображаются:

- стрелочные переводы и пути в двухлинейном изображении с указанием электрифицированных путей, при этом наличие и направление маршрутов приема указывается стрелкой, располагаемой между линиями приемоотправочных путей;

- стрелочные электроприводы, предназначенные для перевода острижков стрелок, сердечников крестовин стрелок с непрерывной поверхностью катания (НПК), а также для управления сбрасывающими башмаками и тормозными упорами;

- контрольные стрелочные замки Мелентьева и стрелочные посты, в которых расположены стрелочные централизаторы;

- мачтовые, карликовые светофоры и светофоры на консолях и мостиках с указанием расцветки сигнальных огней, а также отдельно стоящие маршрутные указатели;

- переезды, пешеходные переходы, светофоры переездной и пешеходной сигнализации, шлагбаумы, устройства заграждения переезда (УЗП);

- пассажирское (станционное) здание, посты ЭЦ, ПТО и ПКТО, переездные будки, компрессорные и другие служебно-технические здания, в которые заводятся кабели СЦБ;

- релейные и батарейные шкафы с указанием их типа и количества установленных аккумуляторов, шкафы электрообогрева стрелок (ШУЭС);

- изолирующие стыки, стрелочные и электроотяговые соединители, места установки двойных стыковых соединителей;

- путевые дроссель-трансформаторы и дроссели, кабельные муфты и кабельные стойки, трансформаторные (путевые) ящики, кодирующие шлейфы, разветвительные кабельные муфты;

- основные трассы кабелей СЦБ с указанием точек ввода в здания;

- воздушные промежутки, нейтральные вставки контактной сети, подключение отсасывающих линий тяговых подстанций;

- высоковольтные линии автоблокировки и линии продольного электропитания в местах установки питающих трансформаторов или разъединителей с дистанционным управлением по кабелям СЦБ;

- мосты, путепроводы, водопропускные трубы, пассажирские и грузовые платформы, другие сооружения, надземные и подземные коммуникации,

влияющие на производство кабельных работ и монтаж напольных устройств СЦБ;

– заземляемые на рельсы или средние точки дроссель-трансформаторов конструкции и сооружения (кроме опор контактной сети).

На двухниточном плане указывается пикетажное значение следующих объектов: входных светофоров и выходных светофоров с главных путей; осей пассажирского или станционного здания, а при его отсутствии – поста ЭЦ; переездов и пешеходных переходов; мостов, путепроводов и водопропускных труб;

Расстояния (ординаты) остряков стрелок и светофоров от оси поста ЭЦ (при МКУ – от пассажирского здания) указываются в специальных графах, располагаемых, как правило, в верхней части чертежа. Расстояния от оси поста ЭЦ до изолирующих стыков, не расположенных в створе со светофорами, а также расстояния до осей искусственных сооружений, упоров тупиков, границ платформ и др. указываются в скобках рядом с объектом. Расстановка изолирующих стыков должна выполняться в соответствии со схематическим планом станции.

Сторонность размещения напольного оборудования СЦБ относительно путей определяется габаритами установки, удобством и безопасностью обслуживания, требованием сокращения расхода кабеля.

Примеры двухниточных планов для станций, расположенных на однопутных и двухпутных участках, при различных видах тяги поездов и различных типах рельсовых цепей приведены в приложении Г. На рисунках 29, 30 приведены примеры выполнения отдельных элементов двухниточных планов для некоторых вариантов путевого развития станций.

Наименования для путевых элементов станции, принятые выше на схематическом плане, сохраняются и указываются на двухниточном плане. Так, наименования РЦ стрелочных изолированных участков состоят из наибольшего и наименьшего номеров стрелок, входящих в РЦ, записанных через тире, и букв СП, например, 1-5СП, 113-125СП.

Наименование РЦ межстрелочных участков пути в горловине составляется из номеров стрелок, между которыми расположены эти участки, записанных через наклонную черту, и буквы П, например, 71/83П. Наименования РЦ известительных участков перед маневровыми светофорами и участков пути за входными светофорами включают в себя наименование светофора и буквы П, например, ЧП, ЧДП, М4П. Наименование участков приближения к станции составляется из номера главного пути на перегоне, наименования входного светофора и буквы П. На двухпутных линиях участки приближения к станции при этом будут иметь следующие наименования: с нечетной стороны – 1НП и 2НдП, с четной стороны – 1ЧдП и 2ЧП. На однопутных – названия участков следующие: с нечетной стороны – 1НП, с четной стороны – 1ЧП. При отсутствии входного светофора со стороны подхода к станции наименование участка удаления составляется из номера главного пути, букв Н или Ч, опре-

деляющих направление движения и букв УП, например, 1НУП, 3ЧУП. В действующих устройствах СЦБ допускается сохранение и существующих наименований участков приближения и удаления.

При использовании на станции бесстыковых ТРЦ с двумя путевыми приемниками и общим путевым генератором левый по расположению на двухниточном плане путевой приемник имеет в наименовании букву А, правый – Б, например, А1П, Б1П.

Наименования РЦ путей или бесстрелочных участков проставляются на двухниточном плане станции между линиями данного пути (с указанием длины РЦ в метрах) и у путевых приборов РЦ. Наименования приборов РЦ стрелочных участков без букв СП указываются только у путевых приборов РЦ. В разветвленных РЦ с несколькими путевыми приемниками, наименования этих приемников составляются из наименования РЦ и букв А, Б и В и т. д., например, 20-22А, 20-22Б. Буква А присваивается путевому приемнику, устанавливаемому на ответвлении РЦ, движение по которому осуществляется без отклонения по стрелкам данного участка.

Количество и места установки стрелочных или электротяговых соединителей определяются типом стрелочного перевода или глухого пересечения путей и видом тяги. Эти сведения приведены в типовых материалах для проектирования напольных устройств СЦБ. На двухниточном плане станции изображаются только стрелочные соединители, предназначенные для электрического соединения наружных рельсов ответвлений стрелочных переводов или глухих пересечений. Изображаемые на двухниточном плане стрелочные соединители дублируются при электротяге во всех случаях, при тепловозной тяге дублируются только необтекаемые током РЦ соединители.

Все рельсы изолированных участков РЦ оборудуются приварными стыковыми соединителями. Приварные стыковые соединители дублируются:

- на главных и боковых путях станций, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов;
- по маршрутам следования пассажирских и пригородных поездов;
- на необтекаемых током РЦ ответвлениях стрелочных и путевых участков глухих пересечений;
- на тяговых рельсах однониточных РЦ.

Дублирующие приварные стыковые соединители привариваются к подошве рельсов. На двухниточном плане места установки дублирующих стыковых соединителей обозначаются пунктирной линией, располагаемой между линиями данного пути.

При выборе типов РЦ на станциях с автономной тягой, расположенных в зоне влияния электротяги, следует использовать схемы РЦ без пропуска тягового тока из сборников схем РЦ, разработанных для участков с электротягой.

a)

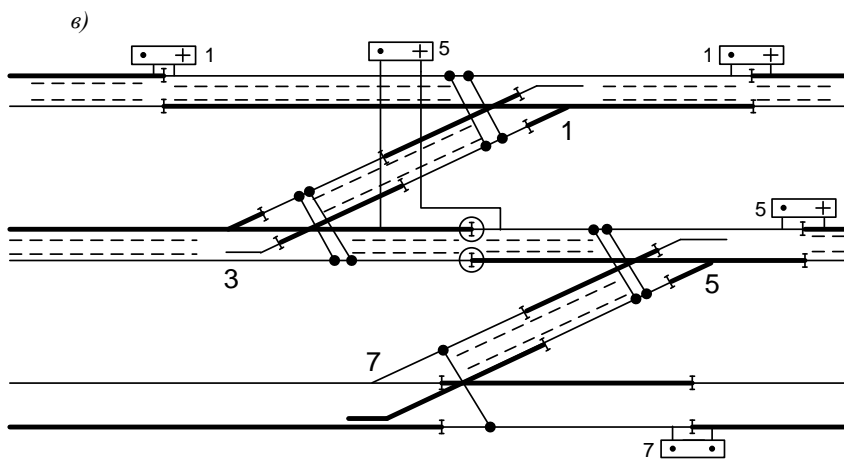
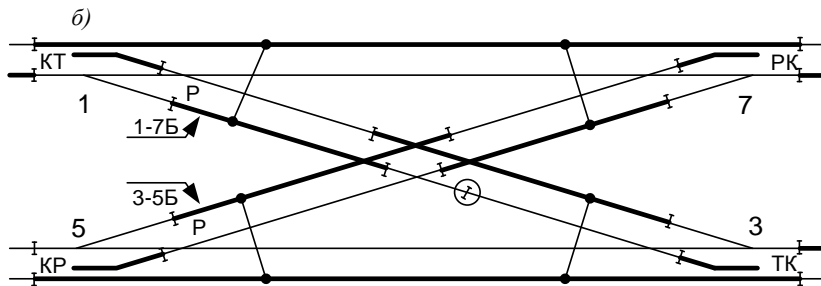
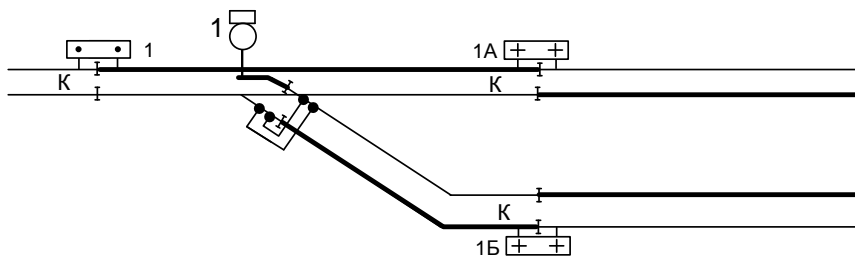


Рисунок 29 – Примеры схем изоляции стрелочных переводов при автономной тяге:
a – кодирование по главному и боковому пути; *б* – кодирование главных путей, рельсовые цепи
 1–7 и 3–5 имеют одну общую нитку; *в* – расстановка аппаратуры рельсовых цепей.

a)

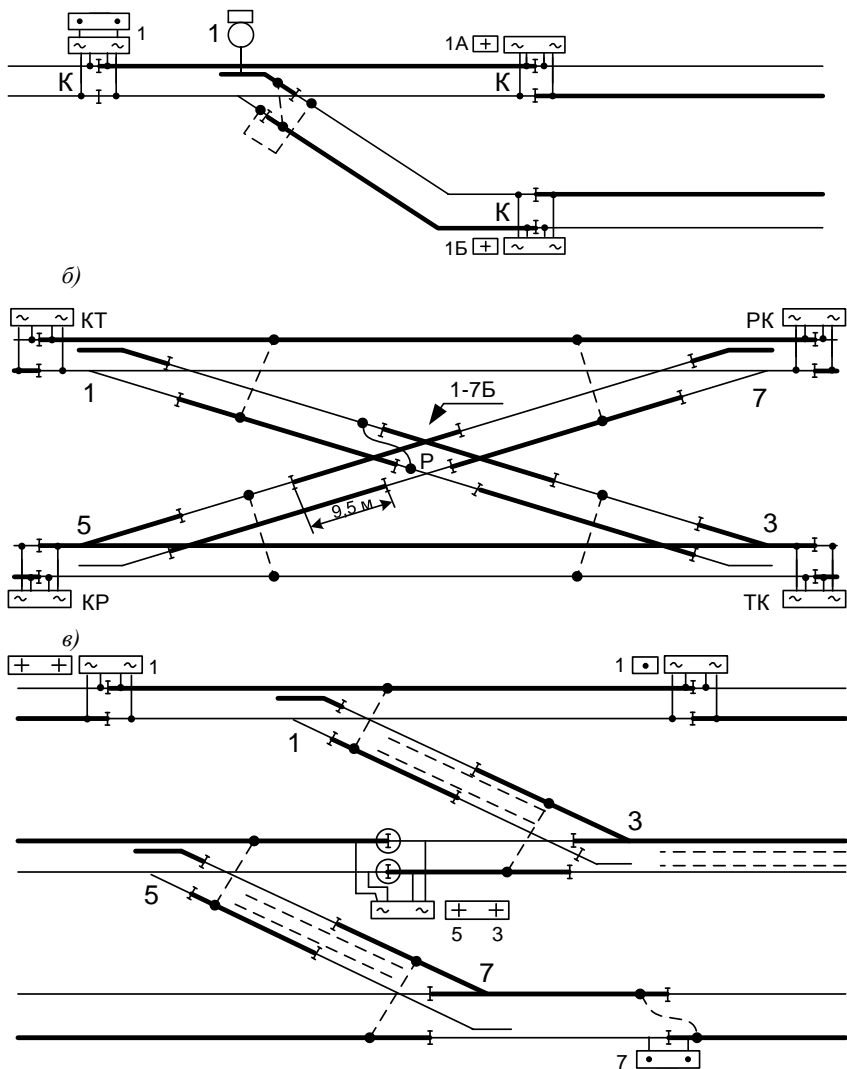


Рисунок 30 – Схемы изоляции стрелочных переводов при электротяге переменного тока:
 а – кодирование по главному и боковому пути; б – кодирование главных путей;
 в – расстановка аппаратуры рельсовых цепей

На станциях с электротягой переменного тока, расположенных в зоне влияния постоянного тока, запрещается использование дроссель-трансформаторов ДТ1-150 (2ДТ1-150).

В зоне влияния электротяги переменного тока не допускается применение РЦ частотой 50 Гц с непрерывным или импульсным питанием и АЛСН 50 Гц.

Тональные РЦ проектируются в соответствии с техническими решениями 419503-00-СЦБ.ТР «Рельсовые цепи тональной частоты на станциях» по следующим типовым сборникам схем и регулировочных таблиц:

ТРЦ-АТ (АЛС25, 50, 75)-С-97 при автономной тяге;

ТРЦ-ЭТ50 (АЛС25, 75)-С-96 при электротяге переменного тока.

В необходимых случаях должны разрабатываться индивидуальные сборники схем ТРЦ и регулировочные таблицы.

РЦ с фазочувствительными приемниками проектируются по следующим сборникам схем и указаниям ГТСС по проектированию СЦБ:

РЦ25-ДСШ16-АТ-С-92 (АЛС 50 Гц) при автономной тяге;

РЦ25-ДСШ16-ЭТ50-С-93 (АЛС 25 Гц) при электротяге переменного тока.

На станциях путевыми устройствами АЛСН должны оборудоваться:

- стрелочные, бесстрелочные участки в горловинах и приемоотправочные пути при движении по главным путям станции, пути приема (передачи) и отправления пассажирских поездов, пути безостановочного пропуска поездов, кроме РЦ, входящих в маршруты отправления на перегоны, оборудованные ПАБ;

- стрелочные секции постов примыкания двухпутных вставок при автоблокировке;

- стрелочные секции и боковые пути, предназначенные для безостановочного скрещения поездов на станциях с продольной схемой путевого развития;

- на двухпутных участках с АБ все приемоотправочные пути, с которых предусмотрено отправление на неправильный путь;

- на станциях, имеющих подходы, оборудованные АЛСО, все приемоотправочные пути, с которых возможно отправление на эти подходы.

Участки приближения к станции со стороны подходов, оборудованных ПАБ, также должны оборудоваться устройствами АЛСН. Длина этих участков должна быть не менее длины тормозного пути для максимально реализуемой скорости с учетом длины пути, проходимой поездом за время приведения в действие локомотивных устройств АЛСН и срабатывания автостопа ($t = 29$ с).

Изолирующие стыки между остряком и крестовиной стрелок следует устанавливать по неcodируемому направлению. При невозможности выполнения этого требования допускается установка стыков по codируемому направлению с использованием специального способа укладки стрелочных (электротяговых) соединителей в соответствии с чертежом 411505-ГМП и увеличением тока АЛС в рельсах на 30 %.

При кодировании обоих направлений рекомендуется устанавливать стыки по направлению с меньшей интенсивностью движения.

Для более высокой защищенности станционных ТРЦ от взаимного влияния рекомендуется выполнение следующих дополнительных требований: у изолирующих стыков следует размещать по возможности однотипные приборы р/р или п/п; при размещении у стыков приборов п/р или р/р в смежных ТРЦ следует применять различные f_n и f_m , а при невозможности обеспечить разные f_m желательно, чтобы f_n отличались не менее, чем на две градации.

В связи со сложностью выполнения чередования частот тональных рельсовых цепей на станциях со значительным путевым развитием для проверки правильности выполненного распределения частот составляется вспомогательная таблица (рисунок Г.3). В ней указываются номера секций и значения несущих и модулирующих частот: в первом столбце – проверяемой рельсовой цепи; во втором – первой за проверяемой; в третьем – второй за проверяемой рельсовой цепи. В таблице во втором и третьем столбцах в пределах каждой строки не должно быть рельсовой цепи с такой же несущей и модулирующей частотами, как у проверяемой.

Для обеспечения сквозного пропускания тягового тока по обжимным нитям главных путей станции эти пути оборудуются двухниточными РЦ. Остальные электрифицированные пути и стрелочные участки, оборудованные РЦ, в зависимости от длины, количества путевых реле, наличия кодирования могут быть двухниточными или однониточными.

Для проверки правильности установки междроссельных и электротяговых соединителей должна составляться схема канализации тягового тока, которая может быть размещена на двухниточном плане станции или выполняться в виде отдельного чертежа (рисунки Г.2, Г.3).

6.2 Рекомендуемая технология составления двухниточных планов

Двухниточные планы станций целесообразно составлять в определенной последовательности, обеспечивающей поэтапное выполнение однотипных операций, что позволяет предотвратить возможные ошибки.

На основании схематического плана станции вычерчивается в двухлинейном изображении путевое развитие тех районов станции, которые оборудуются устройствами СЦБ. Для крупных станций рекомендуется выполнять чертеж на нескольких листах – по горловинам или по паркам.

На чертеж наносятся служебно-технические здания, переезды, пешеходные дорожки, искусственные сооружения, высоковольтные линии и другие инженерные коммуникации с указанием ординат от оси поста ЭЦ и, при необходимости, размеров и расстояний от ближайших железнодорожных путей.

Производится расстановка стрелочных электроприводов, указываются их ординаты от оси поста ЭЦ. Наименования приводов должны содержать:

– для стрелочных крестовин с НПК – номер стрелки с добавлением буквы С;

– для сбрасывающей стрелки (остряка) – ее порядковый номер; допускается сбрасывающей стрелке (остряку) присваивать номер ближайшей по расстоянию от поста стрелки с добавлением букв СО;

– для сбрасывающего башмака – номер ближайшей от поста стрелки с добавлением букв СБ, если башмак расположен на приемоотправочном пути, то его наименование должно содержать номер пути, букву Н или Ч в соответствии с горловиной станции и буквы СБ;

– для тормозного упора наименование образовывается по принципу обозначения сбрасывающего башмака, но с добавлением букв ТУ.

Сторонность установки электроприводов и относящихся к ним кабельных муфт или путевых ящиков определяется с учетом необходимой ширины междупутья для их размещения, удобства обслуживания, условий подвода кабелей и воздухопровода пневмообдувки. Предпочтительным является расположение привода с полевой стороны или со стороны широкого междупутья.

Затем на чертеж наносятся поездные и маневровые светофоры и указываются их ординаты. У соответствующих сигнальных огней светофоров цифрой 2 отмечаются используемые резервные нити ламп.

На станционных переездах (пешеходных дорожках) наносятся переездные (пешеходные) светофоры, шлагбаумы, УЗП, релейные и батарейные шкафы. Указывается расстояние от светофоров (шлагбаумов) до ближайшего рельса и ширина проезжей части автодороги.

Далее в соответствии со схематическим планом на чертеж наносятся изолирующие стыки, ограничивающие рельсовые цепи. Для стыков, не совпадающих со светофорами, указываются их ординаты (кроме стыков стрелочных съездов).

Производится выбор типов рельсовых цепей, определяется необходимость установки приборов РЦ на ответвлениях разветвленных РЦ, составляется схема канализации тягового тока (при наличии электротяги) и определяются места установки дроссель-трансформаторов, междроссельных и междупутных электротяговых соединителей.

Следующим этапом является расстановка изостыков внутри стрелочных переводов. Примеры изоляции некоторых стрелочных переводов при автономной тяге и электротяге переменного тока приведены ранее на рисунках 29, 30.

В РЦ постоянного тока и непрерывных РЦ переменного тока 25 Гц производится «разгонка» полярности питания смежных РЦ. Для обеспечения чередования полярности питания следует произвести подсчет числа изолирующих стыков, расположенных на внутренней линии всех замкнутых контуров путей на двухниточном плане. Если число этих стыков во всех контурах четное, то чередование полярности обеспечивается. В противном случае следует произвести перестановку одной или нескольких пар изолирующих

стыков до достижения требуемого результата. При этом для обеспечения обтекаемости током РЦ стрелочных (электротяговых) соединителей в некоторых случаях необходимо перенести релейный конец РЦ с одного ответвления на другое.

При использовании тональных РЦ производится распределение частот РЦ. При этом чередование частот на главных путях станции рекомендуется выполнять аналогично чередованию частот на главных путях примыкающих к станции перегонов. В смежных РЦ желательно чередовать частоты модуляции. На приемоотправочных путях рекомендуется применять несущие частоты 420 и 480 Гц. При затруднениях с обеспечением разделения РЦ, работающих на одинаковых частотах, тремя парами стыков следует применять вариант стыкования двух РЦ, работающих на одинаковых частотах, питающими концами в соответствии с таблицей 1.

На двухниточном плане утолщением одной из линий путей изображается плюсовая полярность питания РЦ. Для тональных РЦ эта операция не производится. Наносятся на чертеж стрелочные или электротяговые соединители стрелок.

На следующем этапе производится расстановка на двухниточном плане напольной аппаратуры РЦ: дроссель-трансформаторов, путевых ящиков, кабельных муфт и стоек. При этом следует проверить возможность установки в одном путевом ящике аппаратуры обоих концов РЦ, расположенных у стыка.

Все установленные на двухниточном плане приборы РЦ должны иметь наименование, указываемое рядом с прибором. Обозначение питающего или релейного конца РЦ для путевых ящиков или кабельных муфт и стоек производится путем использования соответствующих условных обозначений, а для дроссель-трансформаторов – с помощью надписей «Т» или «Р», располагаемых внутри колеи. Для тональных РЦ указывается несущая частота и частота модуляции каждой РЦ. Наличие кодирования с данного конца РЦ отмечается буквой К, располагаемой внутри рельсовой колеи. Для тональных РЦ буквами КСС и КЗО у соответствующих стыков указывается наличие устройств контроля схода стыков или контроля занятия ответвления.

Далее на двухниточный план наносятся междроссельные перемычки, междупутные и междурельсовые электротяговые соединители, точки подключения отсасывающих линий тяговых подстанций, тяговых отсасывающих автотрансформаторов и заземлений, подключаемых к средним точкам ДТ.

Подключение выходов тягового тока с однопутных РЦ к средним выводам дроссель-трансформаторов, отсосов тяговых подстанций переменного тока к двухниточным РЦ должно выполняться таким образом, чтобы при нарушении цепи прохождения сигнального тока в двухниточной РЦ в результате повреждения (обрыв стыкового соединителя по одной из РЦ или отключение одной перемычки от дроссель-трансформатора к рельсу и дру-

гие повреждения) обходная цепь для сигнального тока по междупутным перемычкам и двухниточным РЦ других путей станций включала бы 10 двухниточных РЦ при частоте сигнального тока 25 Гц; не менее 6 двухниточных РЦ при частоте сигнального тока 50 Гц и была не менее четырехкратной длины максимальной РЦ в контуре для тональных РЦ (ТРЦ).

В РЦ с одним дроссель-трансформатором для обеспечения выхода тягового тока применяется одно из следующих подключений среднего вывода дроссель-трансформатора:

- к среднему выводу смежного дроссель-трансформатора; ближайшего (не смежного) дроссель-трансформатора соседней РЦ двумя тяговыми соединителями, проложенными в разных шпальных ящиках;

- среднему выводу или средним выводам двух (разных) дроссель-трансформаторов двумя отдельными тяговыми соединителями, проложенными в разных шпальных ящиках;

- кольцевой обвязке средних выводов дроссель-трансформаторов нескольких соседних РЦ, включая РЦ главного пути;

- тяговой нити однопутной РЦ одним тяговым соединителем и к среднему выводу ближайшего дроссель-трансформатора соседней РЦ другим тяговым соединителем;

- разным точкам однопутной РЦ с обеспечением выхода тягового тока при обрыве одного из тяговых соединителей или рельсовой нити.

Ответвления однопутных РЦ на съездах длиной до 60 м могут не иметь выхода тягового тока. Подключение группы однопутных РЦ к одному или паре дроссель-трансформаторов двухниточных РЦ производится двумя тяговыми соединителями. В необходимых случаях разрешается предусматривать пропуск тягового тока по неэлектрифицированным путям с обязательной установкой на них стыковых соединителей.

После составления кабельных планов на двухниточный план наносятся: магистральные трассы кабелей СЦБ с указанием ординат переходов через пути, точек ввода в здания, расстояний от крайнего пути (при прокладке кабеля вне путей), а также пересечений с существующими и проектируемыми подземными коммуникациями; разветвительные муфты с указанием наименования муфты, ее типа и ординаты; путевые ящики электрообогрева приводов с указанием номера трансформаторов обогрева.

При реконструкции существующих устройств СЦБ на двухниточном плане станции примечаниями или условными обозначениями должны быть указаны проектируемые и демонтируемые устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Рельсовые цепи магистральных железных дорог : справочник / В. С. Аркатов [и др.]. – М. : Транспорт, 1982. – 360 с.

2 **Антонюк, И. Д.** Напольные устройства СЦБ / И. Д. Антонюк, М. Н. Адоскин – М.: Транспорт, 1988. – 223 с.

3 Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-320-08. Проектирование схематических планов станций, оборудуемых устройствами ЭЦ. ГТСС, 2010.

4 Типовые материалы для проектирования 410104-ТМ. Проектирование двухниточных планов станций с электрическими рельсовыми цепями. ГТСС, 2001.

5 Методические указания по проектированию устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте И-173-88. Обозначения условные графические устройств СЦБ в проектах железнодорожного транспорта. ГТСС, 1989.

6 Нормы технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на федеральном железнодорожном транспорте НТП СЦБ / МПС-99. – СПб, 1999.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

**УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ УСТРОЙСТВ СЦБ
В ПРОЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Таблица А.1 – Обозначения светофоров, указателей, шлагбаумов и сигнальных огней светофоров

Наименование устройства	Обозначение
Сигнальные огни:	
красный	
зеленый	
желтый	
лунно-белый	
синий	
заглушка	
огонь мигающий(редко)	
частое мигание	
Светофор без трансформаторного ящика	
Светофор с трансформаторным ящиком	
Светофор с трансформаторным ящиком и кабельной муфтой	
Светофор карликовый	
Светофор на консоли на металлической мачте	

Окончание таблицы А.1



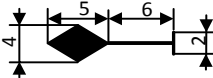

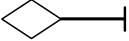

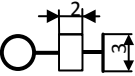
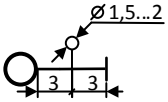
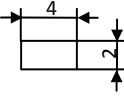

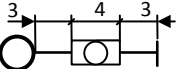
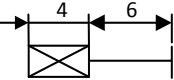
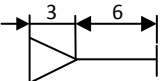
Наименование устройства	Обозначение
Светофор на мостике на железобетонных опорах	
Число кружков должно соответствовать числу огней светофора. У огня, имеющего двухнитевую лампу, ставится цифра 2.	
Светофор заградительный на железобетонной мачте	
Светофор заградительный карликовый	
Светофор повторительный: на железобетонной мачте	
карликовый	
Светофор с сигнальной полосой зеленого цвета (указатель скорости) на мачте	
Светофор с условно-разрешающим сигналом на мачте	
Указатель маршрутный: буквенно-цифровой с зелеными линзами	
с белыми линзами	
Указатель маршрутный с белыми линзами на мачте светофора	
Указатель маршрутный положения на отдельной мачте	
Указатель перегрева букс на отдельной мачте	

Таблица А.2 – Обозначения путей и стрелок с оборудованием на схематическом плане

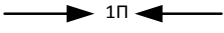
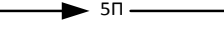
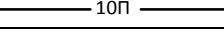
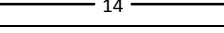
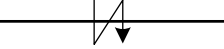
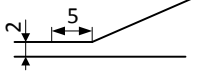
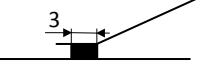
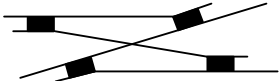
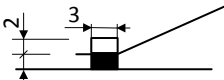
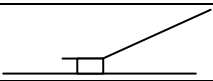
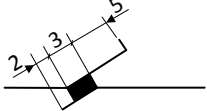
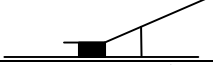
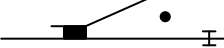

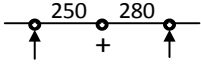
Наименование устройства	Обозначение
Железнодорожный путь, предназначенный: для одновременного приема поездов с противоположных направлений	 1П
приема поездов с одного направления	 5П
маневровых передвижений	 10П
не оборудованный РЦ	 14
Железнодорожный путь с контактной сетью электрификации	
Стрелка, не оборудованная устройствами СЦБ	
Стрелка, оборудованная электрическим приводом: одиночная	
перекрестная	
Стрелка, оборудованная электрическим приводом с двойным управлением	
Стрелка, оборудованная электрическим приводом, включенная в маневровую централизацию	
Стрелка сбрасывающая, оборудованная электрическим приводом	
Стрелка с подвижным сердечником, оборудованная электрическим приводом	
Стык изолирующий за предельным столбиком	
Стык изолирующий негабаритный	
Границы и длина рельсовых цепей тональной частоты	

Таблица А.3 – Обозначения путей и стрелок с оборудованием на двухниточном плане

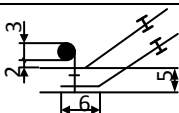
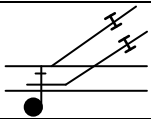
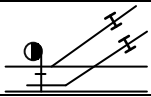
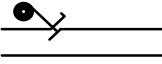

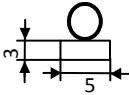


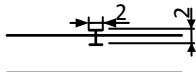
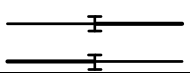
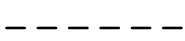
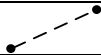
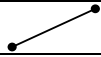


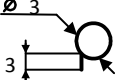



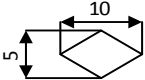






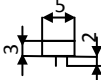



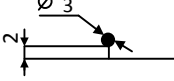
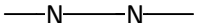
Наименование устройства	Обозначение
Стрелка, оборудованная электрическим приводом: – с выходом шиберов справа	
– с выходом шиберов слева	
Стрелка, оборудованная электрическим приводом с двойным управлением:	
Стрелка сбрасывающая, оборудованная электрическим приводом	
Привод стрелочный: общее обозначение	
с ящиком и приборами управления стрелки	
с ящиком и приборами магистрального управления стрелки	
с кабельной муфтой	
Стык изолирующий: на одном рельсе	
на обоих рельсах	
Рельсовая цепь и ее ответвления с двойными стыковыми соединителями	
Соединитель рельсовый тяговый	
Соединитель рельсовый сигнальный	
<p>Примечание – Условные графические обозначения элементов изображаются в размерах, установленных стандартами. Размеры обозначений допускается изменять пропорционально. Дополнительные условные обозначения должны быть нанесены на поле чертежа. Сведения об элементах и устройствах помещаются около графических обозначений.</p>	

Таблица А.4 – Обозначения путевого оборудования

Наименование устройства	Обозначение
Шкаф батарейный: общее обозначение	
количество аккумуляторов	
Стойка кабельная: общее обозначение	
релейная	
питающая	
релейно-питающая	
Муфта кабельная разветвительная: общее обозначение	
на 7 направлений	
Ящик трансформаторный: общее обозначение	
с одним питающим трансформатором	
с двумя питающими трансформаторами	
с одним релейным трансформатором	
с двумя релейными трансформаторами	
Дроссель-трансформатор: общее обозначение	
сдвоенный	
с перемычками	
ДТ 1-150	
Муфта кабельная универсальная	
Трасса кабелей СЦБ	

Окончание таблицы А.4

Наименование устройства	Обозначение
Аппаратура напольная перегрева букс	
Замедлитель вагонный	
Весомер	
Датчик путевой индуктивный:	
индуктивный спаренный	
магнитный	
токовый	
брус заградительный	
Опора с разъединителем, с ручным или моторным приводом	
Изолированное сопряжение с нейтральной вставкой	
Изолированное сопряжение анкерных участков	
Воздушная высоковольтная линия АБ	
Кабельная высоковольтная линия АБ	
Кабели высокого напряжения	
Кабели низкого напряжения	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРДИНАТ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ, ПРЕДЕЛЬНЫХ СТОЛБИКОВ, СВЕТОФОРОВ

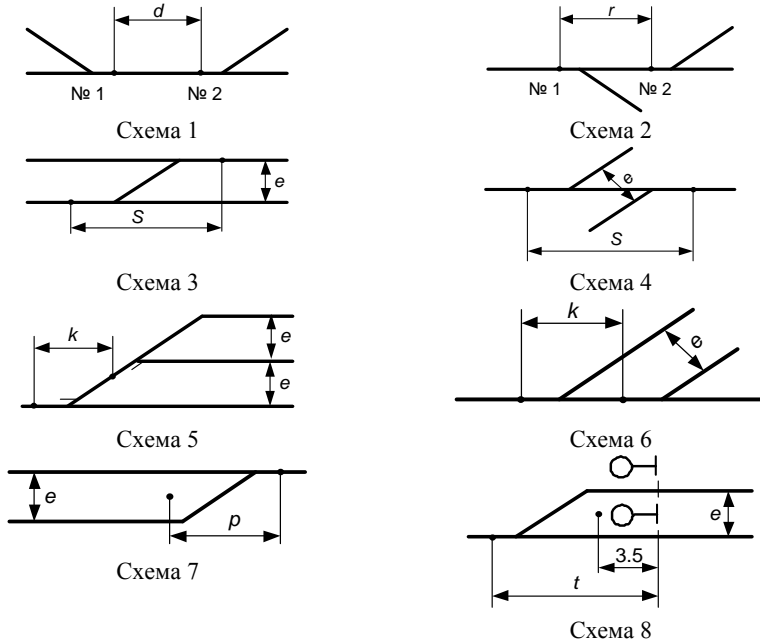


Рисунок Б1 – Схемы укладки стрелочных переводов и установки сигналов

Таблица Б.1 – Расстояние между острьями стрелочных переводов

В метрах

Тип рельсов	Марка крестовины стрелок		Расстояние			
			d (схема 1)		r (схема 2)	
	№ 1	№ 2	без вставки	вставка 1 звено	без вставки	вставка 1 звено
1	2	3	4	5	6	7
Р65	1/9	1/9 (1/11)	6	18	31	44
	1/11	1/11(1/9)	6	18	33	46
	1/18	1/18	8	20	58	70
Р50	1/9	1/9 (1/11)	9	21	31	44
	1/11	1/11(1/9)	9	21	34	46
	1/18	1/18	8	20	58	70
	1/18	1/11	–	21	–	80

Таблица Б.2 – Расстояния между остриями стрелочных переводов

В метрах

Тип рельсов	Марка крестовины	Расстояние e между осями путей						
		4,8	5,0	5,3	5,5	6,0	6,5	7,5
<i>Расстояние S по схемам 3 и 4</i>								
P65	1/9	68	70	73	75	79	84	93
	1/11	76	78	81	83	89	94	105
P50	1/9	66	67	70	72	76	81	90
	1/11	73	75	79	81	86	92	103
	1/18	130	134	139	142	151	161	178
<i>Расстояние K по схемам 5 и 6</i>								
–	1/9	43	45	48	50	54	59	68
–	1/11	53	55	58	61	66	72	83

Таблица Б.3 – Расстояния от остриев стрелок до предельных столбиков и до светофоров

В метрах

Марка крестовины	Расстояние e между осями путей						
	4,8	5,0	5,3	5,5	6,0	6,5	7,5
<i>Расстояние p до предельного столбика (схема 7)</i>							
1/9	54	53	51	51	50	49	49
1/11	59	58	57	57	57	56	56
1/18	100	98	97	97	96	96	96
<i>Расстояние t до мачтового светофора без лестницы или со складной лестницей (схема 8)</i>							
1/9	–	79	68	64	61	59	58
1/11	–	89	75	72	68	67	66
1/18	–	–	124	120	115	114	114
<i>Расстояние t до одиночного карликового светофора</i>							
1/9	58	57	55	55	54	53	53
1/11	63	62	61	61	61	60	60
<i>Расстояние t до двоянного карликового светофора</i>							
1/9	62	60	57	55	54	53	53
1/11	68	66	63	62	61	60	60

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Светофоры.....	6
3 Стрелочные переводы с электроприводами	10
4 Станционные рельсовые цепи	12
4.1 Эксплуатационные требования к стационарным цепям.....	12
4.2. Станционные рельсовые цепи тональной частоты	19
4.3. Рельсовые цепи на станциях с электротягой переменного тока.....	29
4.4. Рельсовые цепи на станциях с автономной тягой.....	37
5 Схематический план станции с электрической централизацией.....	53
6 Двухниточный план станции	56
6.1 Общие положения	56
6.2 Рекомендуемая технология составления двухниточных планов	62
Список литературы.....	66
Приложение А Условные графические обозначения устройств СЦБ в проектах железнодорожного транспорта.....	67
Приложение Б Таблицы для определения ординат стрелочных переводов, предельных столбиков, светофоров.....	73
Приложение В Схематические планы станций	
Приложение Г Двухниточные планы станций	

Учебное издание

КОВРИГА Анатолий Николаевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
НАПОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

Пособие

Редактор *Л. С. Репикова*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 30.12.2019 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 4,42 +2,09. Уч.-изд. л. 7,24. Тираж 120 экз.
Заказ № 4852. Изд. № 44.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06. 2014.
№ 2/104 от 01.04. 2014.
№ 3/1583 от 14.01. 2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель,