

Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан

В.Г. Строков

Э.К. Аметова

Д.Х. Рузиев

ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ СТРЕЛКАМИ И СИГНАЛАМИ

Учебное пособие для преподавателей и студентов
4-курса бакалавриата направления образования
5311000 – Автоматизация и управление технологических
процессов и производств (на ж.д. транспорте)

Ташкент - 2018

Введение

Работа современного железнодорожного транспорта характеризуется интенсивным движением поездов с высокими скоростями и поэтому требует широкого применения устройств телеуправления стрелками и сигналами - эффективного технического средства, обеспечивающего безопасность следования поездов и повышающего пропускную способность станций.

Важнейшими направлениями научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте являются разработка и внедрение устройств автоматики и телемеханики, решающих три основные задачи:

- обеспечение безопасности движения поездов;
- повышение производительности, культуры и безопасности труда персонала;
- улучшение эксплуатационных: и экономических показателей работы транспорта.

Необходимость обеспечения безопасности движения поездов на станциях возникла уже в первые годы существования железных дорог. Устройства управления стрелками и сигналами того времени были весьма примитивными. Перевод стрелок и открытие сигналов (семафоров) осуществлялись вручную, стрелки запирались специальными замками с переносными ключами, что позволяло контролировать их соответствие устанавливаемому маршруту, замыкать его и лишь после этого открывать сигнал (ключевая зависимость).

Примерно с середины XIX века начали применяться устройства механической централизации, которые позволили управлять стрелками и семафорами из одного централизованного поста. Для этого прокладывались передвигающиеся на катках металлические трубы, которые соединяли стрелки и семафоры с управляющими рычагами поста.

В дальнейшем металлические трубы заменили гибкой проволочной передачей. При механической централизации использовалось центральное

взаимозамыкание между стрелками и сигналами, находящимися на дистанционном управлении, и поэтому при ее введении было достигнуто значительное сокращение времени на приготовление маршрутов.

Постепенное совершенствование техники управления привело к созданию электромеханической централизации, в которой зависимости между стрелками осуществлялись механически в ящиках зависимости, а стрелки оборудовались электроприводами. Это позволило устранить один из главных недостатков механической централизации — ограниченность радиуса действия гибкой передачи.

Внедрение электрической централизации, в которой все замыкающие и контрольные функции выполняются с помощью реле непосредственно в цепях управления стрелками и сигналами (светофорами), началось в первой половине XX века. По сравнению с предшествовавшими системами электрическая централизация с методами прямого и кодового управления стрелками и сигналами практически имеет неограниченный радиус действия, а схемные зависимости обуславливают гибкость системы и возможность ее использования в различных эксплуатационных условиях.

В настоящее время устройствами электрической централизации в Узбекистане оборудованы многие станции. Применение блочных систем способствует ускорению их проектирования, изготовления и строительства. Станции с сортировочными горками оборудуются горочной автоматической централизацией, предусматривающей накопление управляющих команд для перевода стрелок в соответствии с предстоящим маршрутом следования вагонов при роспуске состава с горки и последующий их перевод при подходе к ним очередных отцепов. В сочетании с системой автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, телеуправления горочными локомотивами и другими устройствами централизации обеспечивают высокую перерабатывающую способность станций и обеспечивают высокий уровень безопасности движения поездов.

Глава 1. Системы с секционным размыканием

1.1. Общие сведения о системах

В настоящем разделе рассматриваются системы централизации, которые реализуют функции взаимных замыканий напольных устройств. В ходе исторического развития были созданы системы централизации следующих поколений (без учета промежуточных форм):

- с ручной установкой маршрутов (без технических средств поддержки безопасности);
- механические;
- гидравлические и пневматические (широкого распространения не получили);
- релейные;
- микропроцессорные.

В общем случае системы централизации могут быть разделены на три основных функциональных уровня:

- **уровень оперативного управления** содержит интерфейс с дежурным поста централизации и может включать в себя разные средства автоматизации управления, не обладающие свойством безопасного функционирования (автоматическая установка маршрутов и т. д.);

- **уровень централизации** включает безопасные функции реализации зависимостей для светофоров, маршрутов, подвижных элементов путевого развития, устройств блокировки и т. д.;

- **исполнительный уровень** включает функции непосредственного управления напольными устройствами (светофорами, подвижными элементами, в частности стрелками, средствами контроля свободности пути, переездами и др.), т. е. подвода к ним питания и передачи команд, а также получения данных о состоянии этих устройств.

С достижением высокой концентрации управления, особенно в микропроцессорных системах, представление об этих уровнях изменилось.

Сегодня для управления системой централизации могут использоваться два рабочих места: местное и центральное, удаленные друг от друга на большое расстояние. При этом в каждый момент времени управление возможно только с одного рабочего места, т. е. происходит переключение между несколькими управляющими системами, в числе которых могут быть автоматические, например система автоматической установки маршрутов. Поэтому выделение оперативного управления как отдельного уровня в современной системе централизации теряет смысл. Теперь этот уровень часто рассматривают как технический комплекс, являющийся внешним по отношению к централизации. В самой же централизации появился новый функциональный уровень - интерфейсный, предназначенный для ее сопряжения с внешними техническими системами и проверки вводимых команд.

Теоретически комбинации трех перечисленных функциональных уровней могут присутствовать в централизации любого поколения, хотя не все эти комбинации имеют практический смысл (табл. 1.1).

Ручную установку маршрутов нельзя отнести к настоящей централизации, так как отсутствуют технические средства обеспечения безопасности. Человек-дежурный или работник маневровой бригады несет

Таблица 1.1

Основные технические решения для различных поколений и функциональных уровней централизации

Поколение систем	Уровень оперативного управления	Уровень централизации	Исполнительный-уровень
С ручной установкой маршрутов		Оповещения от сигнальщиков	Ручные операции с напольными устройствами
Механическая	Рычаги	Механические зависимости между рычагами	Механические передачи с гибкими или жесткими тягами
Электрическая релейная	Электрические кнопки и индикация на табло	Электрический (реле)	Электрический

Микропроцессорная	Электронные устройства ввода (монитор, мышь или цифровой планшет, клавиатура)	Электронная централизация на основе аппаратного и программного обеспечения	Электронное управление напольными устройствами
-------------------	---	--	--

полную ответственность за проверку выполнения условий, необходимых для включения разрешающего сигнала и для перевода подвижных элементов пути, а также за ручное управление напольными устройствами по месту их размещения. Исторически это наиболее ранняя технология. В области поездных передвижений она уже повсеместно заменена безопасными техническими средствами, но все еще широко используется в маневровой работе.

В **механической централизации** дежурный управляет взаимосвязанными друг с другом механическими рычагами. Передача информации и усилия к напольным устройствам осуществляется посредством гибких или жестких тяг.

Механическая централизация (история развития). На первых железных дорогах в XIX в. устройства управления располагались в непосредственной близости от стрелок и семафоров без каких-либо технических средств, реализующих их взаимную зависимость. Около 1860 г. в Великобритании появилась первая механическая централизация, которая размещалась недалеко от напольных устройств и состояла из переводных рычагов для управления соответствующими элементами, а также обеспечивала функции механических замыканий между ними. Идея взаимозависимости и централизации функций управления напольными устройствами распространилась по всему миру - получили развитие системы разных производителей, которые были адаптированы под эксплуатационные требования соответствующих стран. Возникло большое число разнообразных технологий. В Германии, например, к 1900 г. существовало около 20 предприятий, каждое из которых выпускало централизации собственного

типа. Позже начались процессы укрупнения, которые привели к сокращению числа разновидностей систем централизации в каждой стране.

Безопасность систем механической централизации. Безопасность систем механической централизации в основном обеспечивается на основе принципа недопущения отказов. Механические компоненты проектировали таким образом, что их технические отказы (например, поломка переводного рычага или ослабление болта) были почти невозможны.

Структура систем механической централизации. Обычно система механической централизации состоит из следующих частей (см. табл. 1.1):

- механизмы и рабочие элементы для удаленного управления стрелками и семафорами, которые образуют уровни оперативного управления и управления напольными устройствами;
- взаимозависимости напольных устройств, которые являются частью уровня централизации;
- линии связи между соседними постами, которые в некоторых системах дополняют уровень централизации.

Удаленное механическое управление напольными устройствами реализуется, главным образом, при помощи жестких тяг или гибких проволочных соединений. Оба эти средства служат для связи напольных устройств и управляющих рычагов на посту централизации. Проволоки могут быть как двойными, так и одиночными с противовесами. Гибкие (рис. 1.1) и жесткие тяги используются в разных странах неодинаково: железные дороги Германии почти всегда применяют только проволочные соединения, тогда как в Великобритании и России были посты централизации как с гибкими, так и с жесткими тягами, а в США до сих пор используются передающие элементы в виде труб[1].

На некоторых железных дорогах (например, в Германии) каждая стрелка обычно переводится индивидуально, тогда как, например, в британских и французских системах две стрелки стрелочного съезда устанавливают в

нужное положение вместе одним и тем же стрелочным рычагом. В этом случае дежурному поста необходимо прилагать большую физическую силу



Рис. 1.1. Гибкие тяги с противовесами для регулировки натяжения проволоки

для совместного перевода стрелок. Физическая сила работника нужна также для преодоления силы трения, которая возрастает с увеличением расстояния и особенно велика в системах с жесткими тягами, что ограничивает дальность управления. В случае использования проволочных тяг возникает дополнительная проблема растяжения проволоки при передаче механических усилий и повышении температуры. Под воздействием температуры меняется также длина жестких тяг.

Функции централизации реализуются на посту посредством взаимосвязанных механических устройств, обеспечивающих необходимые комбинации положений стрелок и сигналов. В централизациях некоторых типов эти механические устройства замыканий дополнены электрическими элементами, например рельсовыми цепями или датчиками колес для регистрации наличия или прохода поезда.

Связь между постами централизации обеспечивается логикой перегонных систем блокировки, а также требуется в тех случаях, когда соседние посты формируют части одного и того же маршрута. В ранних системах связь строилась без учета зависимостей централизации и ответственность в области безопасности возлагалась на дежурных по постам и определялась

корректностью передаваемых сообщений, а также правильностью выполнения соответствующих процедур после их получения.

Первые механические централизации на железных дорогах Великобритании. В XIX в. было несколько британских компаний — изготовителей механических централизаций, среди которых наиболее известна Saxby & Farmer. Механические централизации этой компании, а также производные от них широко использовались в Великобритании, других западноевропейских странах и США. Некоторые из этих систем до сих пор находятся в эксплуатации. В США системы этого типа продолжали строить до 1950-х годов.

Конструкция первой централизации была запатентована Джоном Саксби в Великобритании в 1856 г. Вместе со своим партнером Джоном Стинсоном Фармером он учредил компанию Saxby & Farmer, которая в 1860 г. построила первый в мире завод по производству устройств СЦБ.

Были и другие конструкции централизации, но к 1880-м годам самой распространенной стала система с кулачковыми замыканиями, изобретенная в 1870 г.

Джеймсом Дикином (James Deakin) из компании Stevens & Sons. Вместе с тем с 1875 г. посты централизации Saxby & Farmer стали почти стандартными в Великобритании.

Если в Великобритании посты механической централизации быстро вошли в повседневную жизнь, то в США первая централизация была внедрена только в 1870 г.

Топология расположения постов централизации. В традиционной британской централизации не делается различий между станциями и перегонами. Поэтому здесь в отличие, например, от Германии не существует никакой иерархической зависимости между дежурными постов централизации и между самими постами. Один пост централизации обычно обслуживает район, являющийся лишь частью станции (например, одну горловину, ограниченную входными и выходными светофорами). Район

действия централизации обычно ограничен длиной тяг для управления напольными элементами, а также числом технологических операций, которые в течение определенного интервала времени может выполнять один дежурный.

Управление напольными устройствами. Управление стрелками осуществляется с помощью переводных рычагов (рис. 1.2). Рычаги могут находиться в двух крайних положениях: нормальном («плюсовом»), т. е. вертикальном, и переведенном («минусовом»), при котором рычаг повернут по направлению к дежурному стрелочного поста. Рычаг зафиксирован в своем крайнем положении при помощи подпружиненной тяги, так называемого стержня защелки, расположенного на задней стороне рычага. Стержень защелки связан с малой прижимной рукояткой

защелки в верхней части рычага. Когда эта рукоятка нажата, стержень защелки перемещается, и рычаг может быть переведен из своего текущего крайнего положения. После того как рычаг переместится в новое крайнее положение и рукоятка будет отпущена, стержень защелки перемещается вниз под действием силы сжатия пружины.

Для передачи усилий к напольным элементам в Великобритании используются преимущественно жесткие тяги для стрелок и одиночные проволочные тяги с противовесом для светофоров. Причиной этого является более удаленное расположение светофоров от поста централизации. В США для этих целей используются жесткие металлические трубы.



Рис. 1.2. Переводные рычаги механической централизации Saxby & Farmer (США)

Принцип действия централизации. Централизация реализуется увязкой напольных устройств в ящике зависимостей, расположенном обычно под полом постовых помещений. Преимущественно используется метод централизации с помощью замыкающих кулачков, основы которого описаны ниже.

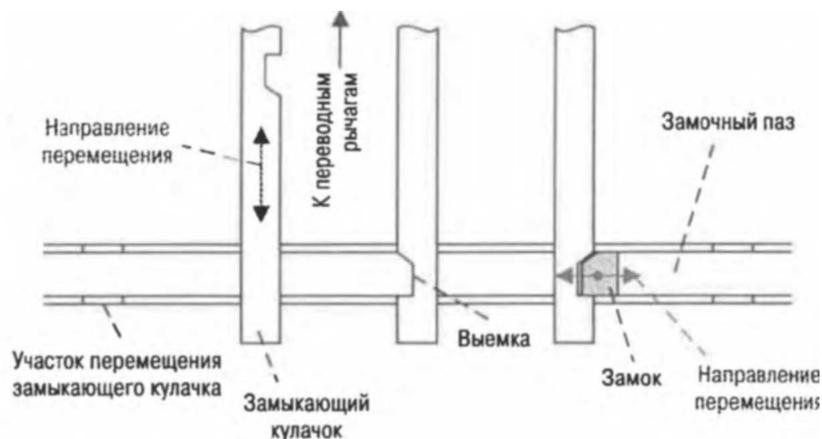


Рис. 1.3. Принцип замыканий с использованием кулачков

Каждый переводной рычаг соединен с одним или несколькими замыкающими кулачками, которые представляют собой плоские стальные бруски. Каждый кулачок, соединенный либо непосредственно с рычагом, либо со стержнем защелки, перемещается в пределах соответствующего участка, осуществляя тем самым необходимое переключение (рис. 1.3). Кулачок содержит выемки, приспособленные к форме замков. Замки расположены в ящиках замыканий. Каждый ящик замыканий может содержать один или несколько замочных пазов в зависимости от типа централизации. В системе централизации несколько ящиков замыканий могут располагаться друг над другом.

Далее приведены примеры реализации замыкающих функций. На рис. 1.4 показана блокировка двух элементов: если оба переводных рычага находятся в нормальном положении (см. рис. 1.4, *а*), то любой из них может быть переведен. Но как только один из рычагов окажется переведенным (см. рис. 1.4, *б*), другой будет заблокирован в нормальном положении. На рис. 1.5 представлен другой пример: если рычаг 2 находится в нормальном

положении, рычаг *1* не может быть переведен, а если переведен рычаг *7*, то рычаг *2* не может быть возвращен в нормальное положение.

В примере, показанном на рис. 1.6, рычаг *2* может перемещаться только тогда, когда рычаг *1* находится в нормальном положении. Данный тип блокировки называется «рычаг *1* блокирует рычаг *2* в любом положении».

Во многих случаях замыкания между двумя элементами недостаточно, им должны быть охвачены три и более элемента. Пример такого «замыкания по логическим условиям» между тремя элементами показан на рис. 1.7: элементами являются, например, напольный сигнал *1* и стрелки *2* и *5*. Если стрелка *3* переведена в «минусовое» положение, напольный сигнал *1* перед открытием должен замкнуть стрелку *2* также в переведенном («минусовом») положении. Для реализации этого условия рычаг *2* сделан более узким, чем обычно, а перемещается также, как и остальные рычаги (см. рис. 1.7). При этом он может смещаться и в боковом направлении. Если элемент *3* переведен, то действует замыкание между элементами *1* и *2*. Но если элемент *3* находится в нормальном положении, рычаг *2* может быть перемещен в сторону, и оба переводных рычага

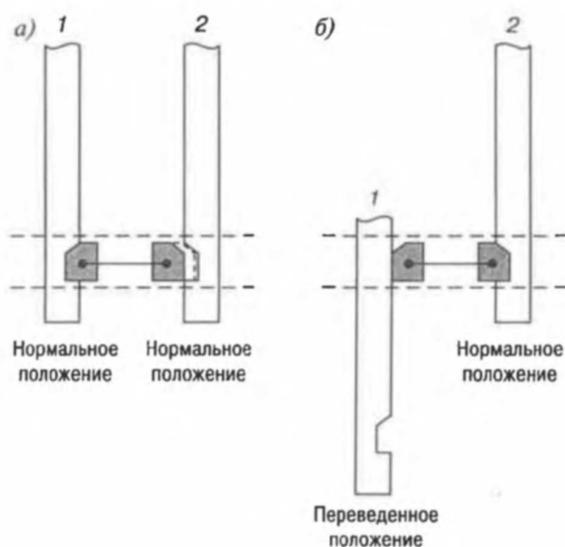


Рис. 1.4. Пример кулачкового замыкания: рычаг *1* блокирует рычаг *2*

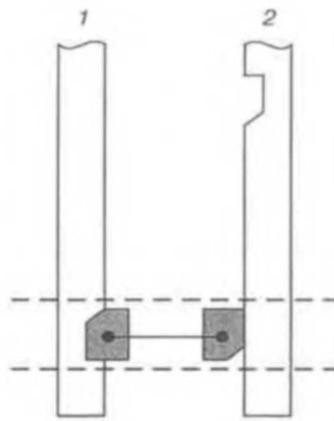


Рис. 1.5. Пример кулачкового замыкания: рычаг *1* разрешает перевод рычага *2* в нормальное положение

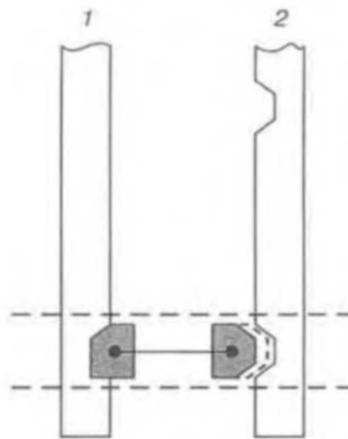


Рис. 1.6. Пример кулачкового замыкания: рычаг *1* блокирует рычаг *2* в любом положении

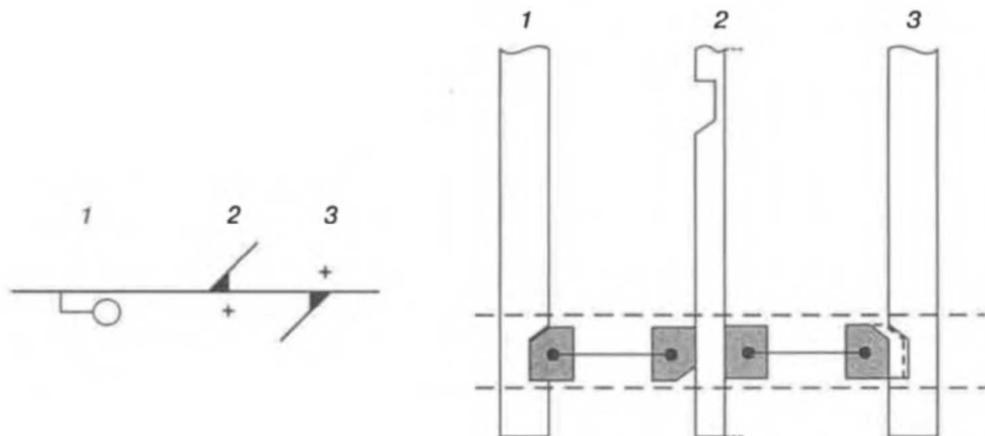


Рис. 1.7. Пример кулачкового замыкания по логическим условиям: рычаг *1* замыкает рычаг *2* в переведенном положении, если рычаг *3* переведен *1* и *2* станут свободны в совершении движений.

Для полной реализации зависимостей в соответствии с планом станции напольный сигнал *1* и стрелка *2* нуждаются в дополнительном замыкании по принципу «рычаг *1* блокирует рычаг *2* в любом положении» (см. рис. 1.6).

В ранних версиях централизации стрелки были защищены от перевода под поездом с помощью подвижной планки. Позднее стали применять рельсовые цепи, которые передавали ток в механическую централизацию и обеспечивали электрическое замыкание, смонтированное в ящике зависимостей и соединенное с замыкающими рычагами.

Более подробную информацию о замыканиях этого типа можно найти в [Such, 1956].

Зависимости между соседними постами централизации. Каждый пост централизации работает автономно; между постами отсутствуют правила и зависимости, принятые в Германии. Вместо этого каждый путь между районами действия соседних централизаций, даже если он расположен на станции с множеством параллельных путей, рассматривается в качестве участка с перегонной блокировкой.

Однако бывают случаи, когда одним сигналом управляют два поста централизации, и такая зависимость реализуется логической операцией «И». Чаще всего это происходит, если основным показанием сигнала управляет один пост централизации, а предупредительным показанием того же сигнала - соседний пост. Комбинацией механических элементов достигается следующая зависимость: предупредительное показание оповещает о следующем открытом сигнале только в случае, когда основные показания как своего, так и следующего сигнала разрешают проследование поезда.

Другой случай зависимостей между соседними постами можно встретить на перегонах, где имеются ответвления для подъездных путей. По телефонному запросу дежурный одного из постов размыкает расположенную на перегоне стрелку, что позволит машинисту или руководителю маневров осуществить ее перевод для выезда на подъездной путь. Такое размыкание стрелки принятым порядком влияет и на другие связанные с этим зависимости, реализуемые на посту централизации.

Немецкая централизация типа Einheit. Примерно в 1910 г. в Германии железные дороги совместно с изготовителями оборудования средств СЦБ

создали универсальную систему механической централизации, предназначенную для замены около 20 наиболее распространенных типов механических централизаций. В последующие годы модель Einheit (рис. 1.8) стала наиболее используемой в Германии системой механической централизации и оставалась таковой до внедрения релейных централизаций.



Рис. 1.8. Управляющие элементы поста механической централизации типа Einheit

Эту систему отличают следующие особенности:

- в отличие от британской модели элементы маршрута связаны между собой не непосредственно, а при помощи специального сцепного устройства - маршрутной штанги, которая увязывает все используемые в маршруте элементы. Это значит, что при отсутствии маршрута стрелки можно переводить практически без ограничений. Такая конструкция позволяет осуществлять маневровые передвижения без установки маршрутов и использования сигналов, что было характерно для железных дорог Германии того времени;
- усилия передаются напольным элементам при помощи двойных проволочных тяг;
- передача ответственных сигналов между постами централизации организована с помощью блок-аппаратов, защищенных от опасных отказов.

Размещение постов централизации. В соответствии с принятой в Германии концепцией эксплуатации железных дорог станция является

единым комплексом как с точки зрения эксплуатационной работы, так и в вопросах централизации. Длина станции обычно превышает 1000 м.

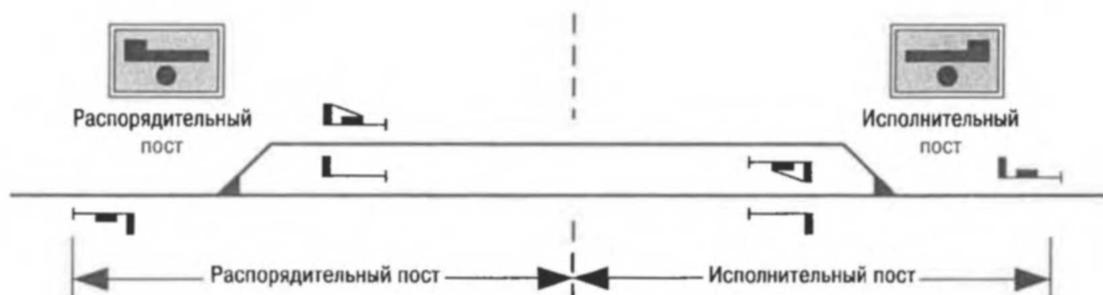


Рис. 1.9. Управление станцией при помощи двух постов централизации

Однако район действия поста централизации ограничен из-за следующих факторов:

- дежурный должен из окна своего поста визуальнo контролировать район действия механической централизации, поскольку в ней обычно не предусмотрены технические средства контроля свободности пути;

- перед разблокированием перегонного участка пути необходимо проверить наличие сигнала на последнем вагоне поезда. Это возможно только при наличии дежурного в каждой горловине станции;

- расстояние между постом механической централизации и напольными устройствами при использовании проволочных тяг ограничено примерно 400 м для стрелок и 1200 м для светофоров;

- вследствие низкого уровня автоматизации дежурный поста централизации должен вручную выполнить каждый шаг по установке и размыканию маршрута, что приводит к ограничению числа поездных передвижений, которыми в течение определенного промежутка времени может управлять один человек.

По этим причинам станция оснащается как минимум двумя постами централизации (рис. 1.9); на протяженных станциях с большим объемом перевозок таких постов больше, а в пунктах примыкания обычно достаточно одного поста. Между постами централизации станции существует иерархическая зависимость. Один из постов является распорядительным (там

находится ответственный дежурный по станции), все остальные - исполнительными (каждый из них обслуживается дежурным стрелочником). Эта иерархия определяет содержание технической связи между постами: дежурный стрелочник может открыть поездной сигнал только с разрешения дежурного по станции, тогда как маневровыми передвижениями в своей зоне дежурный стрелочник может управлять самостоятельно.

Управление напольными устройствами. В большинстве случаев управление напольными устройствами осуществляется с помощью специальных рычагов, которые должны переводиться на 180°. Существуют рычаги двух основных типов: стрелочные рычаги (рис. 1.10), которые служат также для управления сбрасывающими стрелками и дополнительных стрелочных замыканий, и сигнальные. Каждый рычаг снабжен прижимной рукояткой, которая связана со стрелочным бруском в ящике замыканий. Если рукоятка нажата, элемент может быть перемещен, и соответствующий элементу брусок в ящике замыканий находится в среднем положении. Прижимная рукоятка может быть отпущена только тогда, когда рычаг находится в крайнем положении, тем самым стрелочный брусок переводится в верхнее или нижнее положение. Таким образом информация о крайнем положении стрелок передается в ящик замыканий.

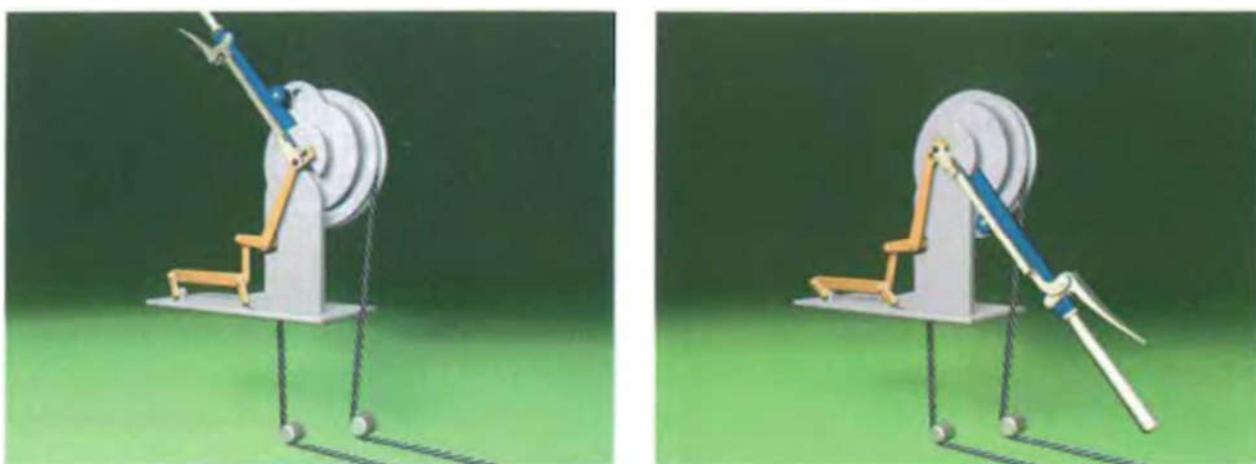


Рис. 1.10. Стрелочный переводной рычаг механической централизации Einheit (источник: Технический университет Дрездена)

Рычаг связан с напольным устройством двойной проволочной тягой, образующей квазижесткое соединение между этими элементами. Это обеспечивает безопасное управление устройствами, характерное для жестких соединений.

При следовании подвижной единицы через стрелку взрезного типа и переводе ее колесами поезда тяга стрелочного рычага перемещается, что предотвращает повторный перевод стрелки дежурным поста централизации. Кроме того, такое перемещение сопровождается характерным шумом. Стрелочный брусок в ящике замыканий занимает промежуточное положение, что препятствует установке какого-либо маршрута через эту стрелку.

Замыкание. В немецкой механической централизации замыкание маршрута происходит в два этапа:

- механическое (предварительное) замыкание маршрута;
- электрическое (окончательное) замыкание маршрута.

В то время как механическое замыкание маршрута служит для обеспечения зависимости показаний сигнала от положения подвижных напольных элементов, цель электрического замыкания состоит в сохранении замкнутого состояния

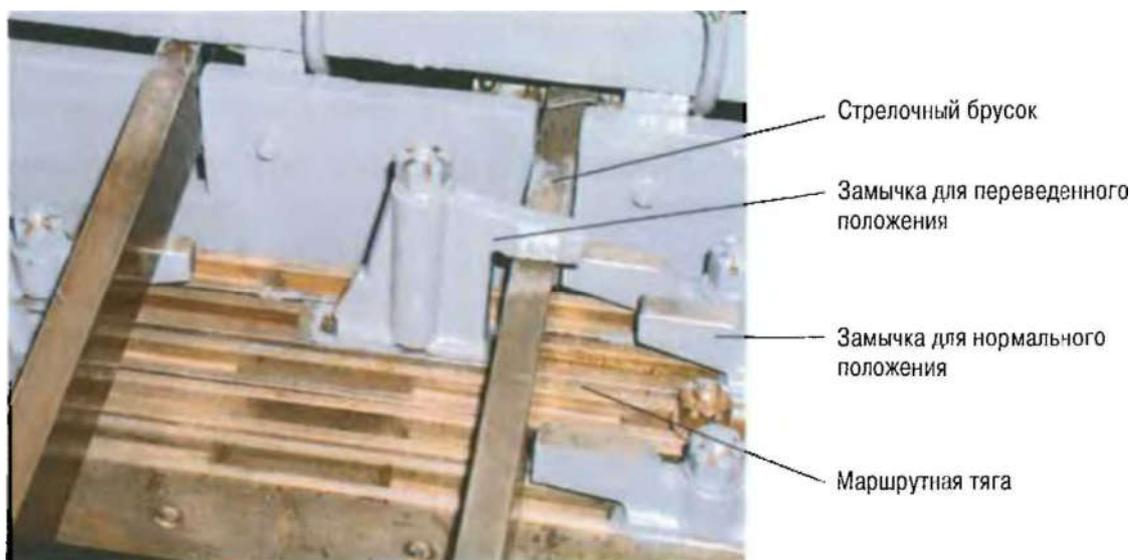


Рис. 1.11. Замыкающие элементы механической централизации типа Einheit

маршрута от момента включения запрещающего показания сигнала до момента освобождения маршрута поездом.

Эти два этапа замыкания маршрута по-прежнему реализуются в логике применяемых в Германии систем релейной и микропроцессорной централизации, хотя техническое обоснование их разделения (невозможность оценить при помощи механических устройств факт проследования поезда) сегодня уже потеряло свое первоначальное значение.

Механическое (предварительное) замыкание маршрута выполняется с помощью отдельных маршрутных тяг в ящике замыканий (рис. 1.11, 1.12). Эти тяги пересекают ящик замыканий по всей его длине (обычно несколько метров).

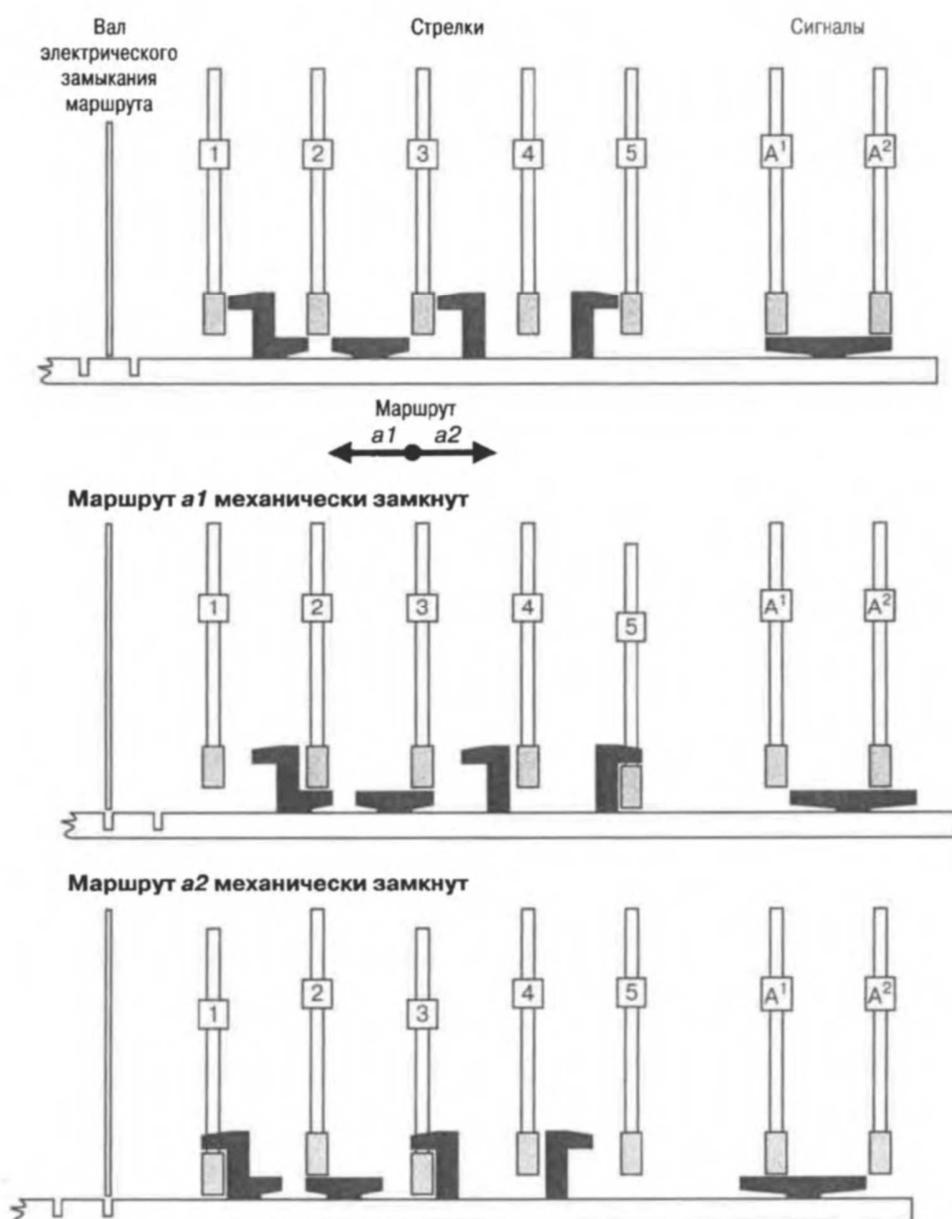


Рис. 1.12. Принцип действия механической централизации типа Einheit

Из нормального положения (маршрут не замкнут) каждая тяга с помощью маршрутных рычагов может быть перемещена вдоль по двум направлениям, замыкая два разных маршрута. Тяга с помощью установленных на ней замычек связана со всеми принадлежащими маршруту подвижными напольными устройствами, включая элементы защиты от несанкционированного выезда с бокового пути, а также защитного участка. Маршрут может быть установлен только тогда, когда соответствующие стрелочные бруски находятся в надлежащем крайнем положении; в нем они будут удерживаться до момента размыкания маршрута. Подобным образом выполнены также зависимости между маршрутными рычагами и сигналами.

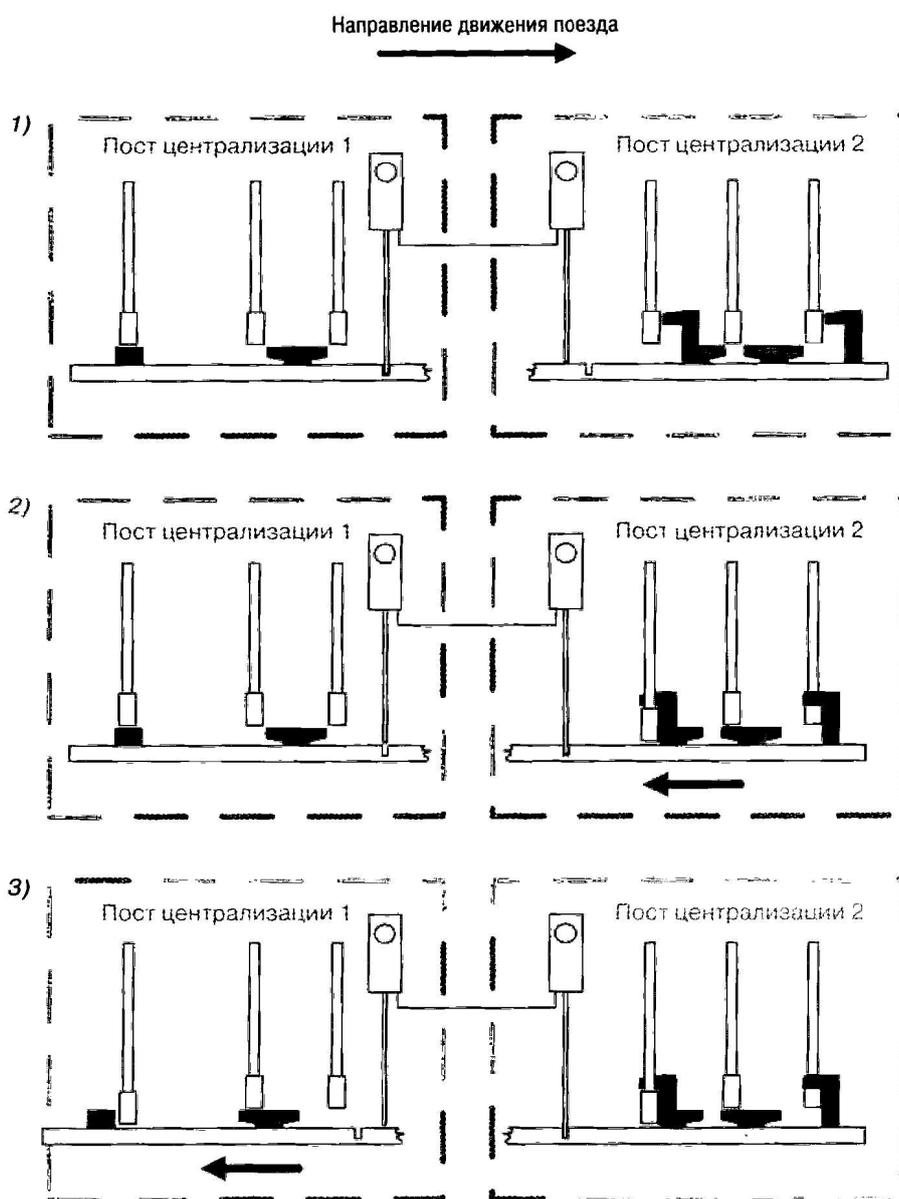


Рис. 1.13. Замыкание маршрута двумя постами механической централизации Einheit

Электрическое (окончательное) замыкание маршрута выполняется при помощи электромеханических аппаратов маршрутного замыкания, которые имеют некоторое сходство с блок-аппаратами, используемыми для ручной блокировки Siemens & Halske. При нажатии на кнопку в верхней части аппарата вал (рис. 1.12, слева) входит в паз на тяге маршрута и остается там до момента размыкания зависимости импульсом, поступающим при освобождении маршрута поездом. Для обнаружения поезда используется комбинация датчика колеса и короткой рельсовой цепи—это позволяет определить, что поезд сначала занял, а потом освободил участок, проследование которого позволяет разомкнуть маршрут.

Зависимости между соседними постами. Зависимости между постами осуществляются в случае принадлежности их к одной станции либо к разным станциям, примыканиям и блокпостам. Далее приводится описание зависимостей между постами централизации одной станции.

Существуют две причины, по которым устанавливаются зависимости между различными постами одной станции:

- дежурный стрелочник исполнительного поста не должен открывать напольный сигнал без разрешения дежурного по станции, руководящего передвижениями поездов;

- для маршрутов, начинающихся у входного сигнала, которым управляет один пост централизации, и завершающихся в районе действия другого поста, перед открытием сигнала должны быть проверены необходимые условия в районах действия обоих постов. Поэтому между ними должен происходить обмен соответствующими разрешениями.

Данные процедуры технически реализуются теми же блок-аппаратами, что и в системах ручной блокировки Siemens & Halske. Электрическое замыкание между маршрутными тягами увязывает их между собой в ящиках всех постов, относящихся к данному маршруту. Установка маршрута начинается в его конечной и заканчивается в начальной точке (рис. 1.13). Это значит, что маршрут замкнется также в зонах, относящихся к

расположенным далее постам. Вместе с тем установка определенных маршрутов должна всегда инициироваться дежурным по станции, выдающим команды стрелочникам соседних постов.

Более подробную информацию по этому примеру можно найти в [Maschek/Lehne, 2005].

В электрической релейной централизации действия дежурного поста сигнализации сводятся к нажатию на кнопки пульта управления. Функции централизации реализуются с помощью реле, а контроль и управление напольными устройствами осуществляются при помощи электрических сигналов. Сам термин «электрическая централизация» («electric interlocking») используется в англоязычных странах, а также в Германии для обозначения централизации, в которой управление осуществляется посредством электрических сигналов, а замыкание реализуется через механические зависимости. В России под электрической централизацией подразумевают как релейные, так и микропроцессорные системы. Поэтому во избежание путаницы в этом разделе и в книге в целом используется преимущественно термин «релейная централизация».

Релейная централизация. Процесс перехода от механической централизации к релейной был медленным. В качестве первого шага можно рассматривать изобретение около 1870 г. блок-аппарата и рельсовой цепи. Оба этих устройства предоставляли дополнительные функции, которые не могли быть в полной мере обеспечены механикой, и потому существенно расширили технологические границы механической централизации.

Следующим этапом, начавшимся около 1900 г., стала разработка систем с частично электрическими и частично механическими функциями, где одни функции (обычно это касалось управления и контроля состояния напольных устройств) были реализованы на основе электрических устройств, а другие (обычно это были функции централизации) остались механическими.

Первые полностью электрические системы централизации на основе релейной технологии были разработаны и внедрены в разных странах между

двумя мировыми войнами. За два десятилетия, прошедших после Второй мировой войны, релейная централизация была усовершенствована и стала технологией, получившей наиболее широкое распространение во всем мире. В настоящее время большинство находящихся в эксплуатации систем централизации являются релейными.

Главным направлением развития в те годы был переход к модульной структуре релейного оборудования, что привело к замене табличного принципа централизации, унаследованного от механических систем, на географический принцип, обладающий значительными преимуществами при проектировании крупных станций.

Системная безопасность в релейной централизации, характеристики и классификация реле СЦБ. Безопасность в релейной централизации основана на использовании специальных безопасных реле СЦБ. Принцип работы реле представлен на рис. 1.14: электрический ток возбуждает магнитное поле катушки, что вызывает притяжение якоря, движение которого замыкает и размыкает электрические контакты. В отличие от реле общего назначения, применяемых в системах связи, большинство реле СЦБ должно обладать рядом специфических особенностей:

- высокий порог срабатывания, что исключает ошибочное притяжение из-за электромагнитной наводки;

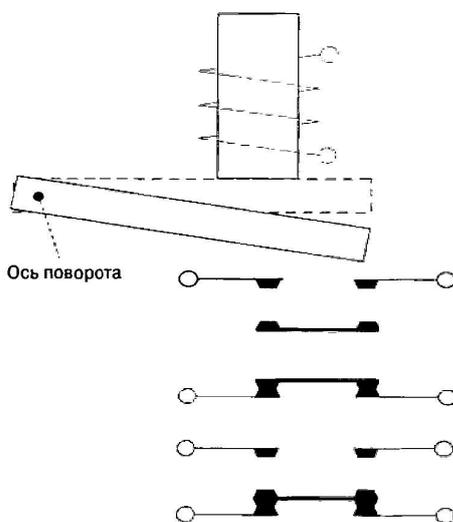


Рис. 1.14. Принцип работы реле

- жесткое соединение всех контактов, относящихся к одному якорю. Это значит, что, если положение одного контакта известно, положения остальных также могут быть однозначно определены;

- изготовление контактов из материалов, практически исключающих возможность их взаимного сваривания;

- дублирование контактов реле. Если один контакт сваривается, то конструкция реле обеспечивает промежуточное положение якоря без возможности замыкания других контактов;

- когда реле меняет свое состояние, все контакты должны сначала размыкаться и лишь затем замыкаться.

В соответствии с этими требованиями реле, используемые в железнодорожной автоматике, по характеристикам их безопасности могут быть разделены на три класса:

1) реле типа «N» (неконтролируемые), называемые также реле первого класса надежности, могут использоваться в ответственных цепях без дополнительного контроля их отпускания. В частности, безопасное отпадание реле гарантируется силой тяжести якоря или силой сжатия пружины. При изготовлении контактов используются материалы (например, серебро и уголь), которые в случае их сваривания не могут образовать достаточно прочное соединение, способное сопротивляться силе тяжести или давлению пружины. Реле типа «N» характеризуются также высоким значением индуктивности, экранированным сердечником (для предотвращения полного закрытия воздушного промежутка, что привело бы к насыщению магнитного поля) и защитным кожухом (для исключения воздействий окружающей среды);

2) реле типа «С» (контролируемые), называемые также реле второго класса надежности, которые тоже могут использоваться в

ответственных цепях, однако их работа должна быть проверена схемой. В частности, необходимо учесть возможное залипание контактов в притянутом положении, хотя вероятность этого события намного ниже, чем вероятность

ложного незамыкания общего и фронтового контактов при поданном на обмотку реле напряжении;

3) несигнальные реле, называемые также реле третьего класса надежности, которые не могут использоваться в ответственных цепях.

Определения «реле типа «N» и «реле типа «С» - действующие официальные термины Международного союза железных дорог (МСЖД), тогда как определения «реле первого (второго, третьего) класса» являются устаревшими, хотя все еще используются во многих странах.

Реле третьего класса используются на железных дорогах во всем мире для выполнения функций автоматики, не связанных с безопасностью движения поездов. Их преимуществами являются низкая стоимость и, как правило, высокое быстродействие. В отношении безопасных функций предпочтения в части использования реле типа «N» или «С» различаются от страны к стране. С одной стороны, реле типа «N» очень дороги в производстве и обладают большими размерами (рис. 1.15), с другой - для реле типа «С» требуется намного более сложная схема включения в ответственные цепи. Реле типа «N» применяют преимущественно в Западной Европе, США и России, тогда как реле типа «С» применяются, главным образом, в странах Центральной Европы (включая немецкоязычные страны). Реализация некоторых функций (например, окончательного замыкания маршрута, возможна только при использовании реле типа «N».

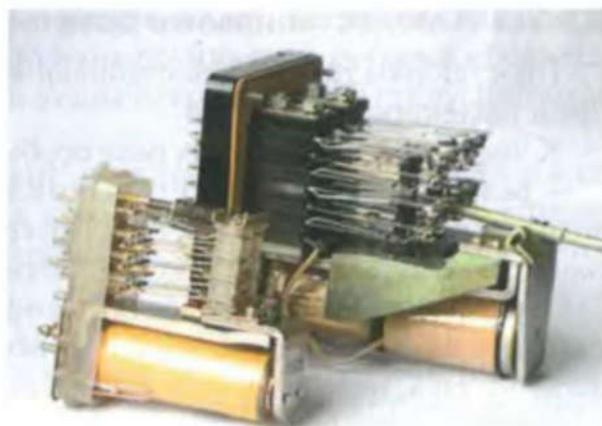


Рис. 1.15. Реле типа «С» (слева) и типа «N»

Часто при использовании реле типа «N» ответственные функции и функции, не связанные с безопасностью, реализуются из экономических соображений разными блоками. В этих случаях реле типа «N» применяют для выполнения ответственных функций, а для других задач используют реле низшего класса надежности.

По наличию устойчивых положений реле можно разделить на следующие типы:

- **моностабильные**, которые имеют только одно устойчивое положение: если ток отключен, реле всегда обесточено. Используются в большинстве случаев;

- бистабильные, которые обладают двумя устойчивыми положениями и поэтому применяются для безопасного хранения двух состояний системы централизации. Примерами могут служить состояние замкнутости маршрута и требуемое положение стрелки.

С точки зрения безопасности важным является правильный выбор контактов реле, используемых в электрической цепи. Для коммутации цепей используются следующие контактные группы реле:

- общие - **фронтные**; они разомкнуты, если реле обесточено;
- общие - тыловые; они замкнуты, если реле обесточено.
- общие - фронтные и тыловые; в каждом крайнем положении они замыкают отдельную электрическую цепь.

Моностабильные реле. Простейшим типом моностабильного реле является обычное нейтральное реле, представленное на рис. 1.14.

К числу моностабильных реле особых типов относятся [IRSE, 1999]:

- **реле постоянного тока.** Его работа зависит от наличия магнитного поля и не зависит ни от направления тока в обмотке реле, ни от переменного напряжения. Эти свойства делают его устойчивым к влиянию постороннего электромагнитного поля;

- **поляризованное реле.** Работа этого реле зависит от направления тока в обмотке;

- **реле для высоких напряжений и токов.** Такое реле имеет усиленные контакты и используется, например, для управления стрелочными приводами;

- **реле с двумя обмотками.** Оно содержит две независимые катушки, каждая из которых может управлять переключениями реле. Эти катушки могут обладать как идентичными, так и разными параметрами (такими, как сопротивление, число витков). Они могут быть включены последовательно, параллельно или независимо друг от друга в разных электрических цепях. Катушки с малым сопротивлением используются для последовательного включения нескольких реле;

- **реле с замедлением на подъем.** Магнитная система этого реле проектируется таким образом, чтобы сердечник катушки индуктивности притягивал якорь не сразу после подачи напряжения на катушку, а спустя некоторое время;

- **реле с замедлением на отпадание.** Здесь магнитная система проектируется так, что сердечник отпускает якорь не сразу после снятия напряжения с катушки, а через некоторое время;

- **индукционное секторное реле переменного тока.** Принцип работы такого реле основан на взаимодействии переменных магнитных потоков, индуцированных разными источниками. Основная область применения - датчик свободности фазочувствительных рельсовых цепей.

Бистабильные реле. Реле с двумя стабильными состояниями сохраняют свое положение в соответствии с предшествующей выключению питания позицией. Эти реле применяются на железных дорогах как в ответственных, так и в неответственных цепях разного

назначения. Существуют бистабильные реле нескольких типов, в частности следующие:

- **реле с магнитной блокировкой, содержащее постоянный магнит.** Сердечник притягивает якорь при подключении обмотки к источнику напряжения, как это происходит в реле других типов. После отключения

напряжения якорь продолжает находиться в притяннутом состоянии благодаря наличию постоянного магнита.

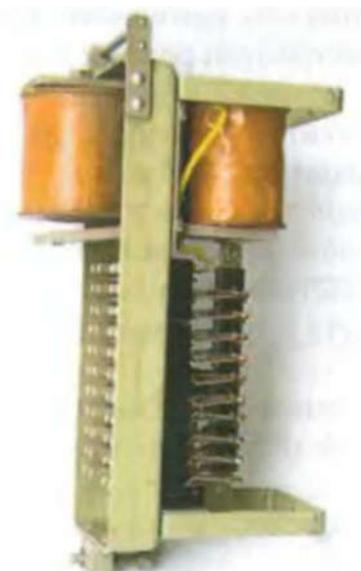


Рис. 1.16. Фиксирующее реле



Рис. 1.17. Реле с магнитной защелкой

Обесточивание реле происходит при подключении к катушке напряжения обратной полярности. После отключения такого напряжения реле остается обесточенным. Для выполнения этих функций конструкция некоторых реле предусматривает две катушки;

— **фиксирующее реле** (рис. 1.16) содержит две катушки индуктивности и один якорь. При коммутации одной из катушек якорь притягивается к ней. Благодаря силе упругости якорь остается в таком положении до момента подачи напряжения на вторую катушку;

— реле с магнитной защелкой (рис. 1.17) содержит две катушки и две тяги перемещения якоря. Устройство тяг механически исключает одинаковое положение якорей. В зависимости от того, на какую катушку подается напряжение (на ту, от которой реле приняло нынешнее состояние, или на противоположную), реле остается в прежнем положении или переключается в новое. Снятие напряжения с любой из катушек не приводит к переключению реле.

Комбинированные реле. В комбинированных реле конструктивно объединены моно- и бистабильная системы. На рис. 1.18 представлено одно из таких реле. В этом примере якорь моностабильной системы переключается при подаче напряжения любой полярности на обмотку реле. Якорь бистабильной системы меняет свое положение только тогда, когда происходит смена полярности напряжения по сравнению с предыдущим включением.

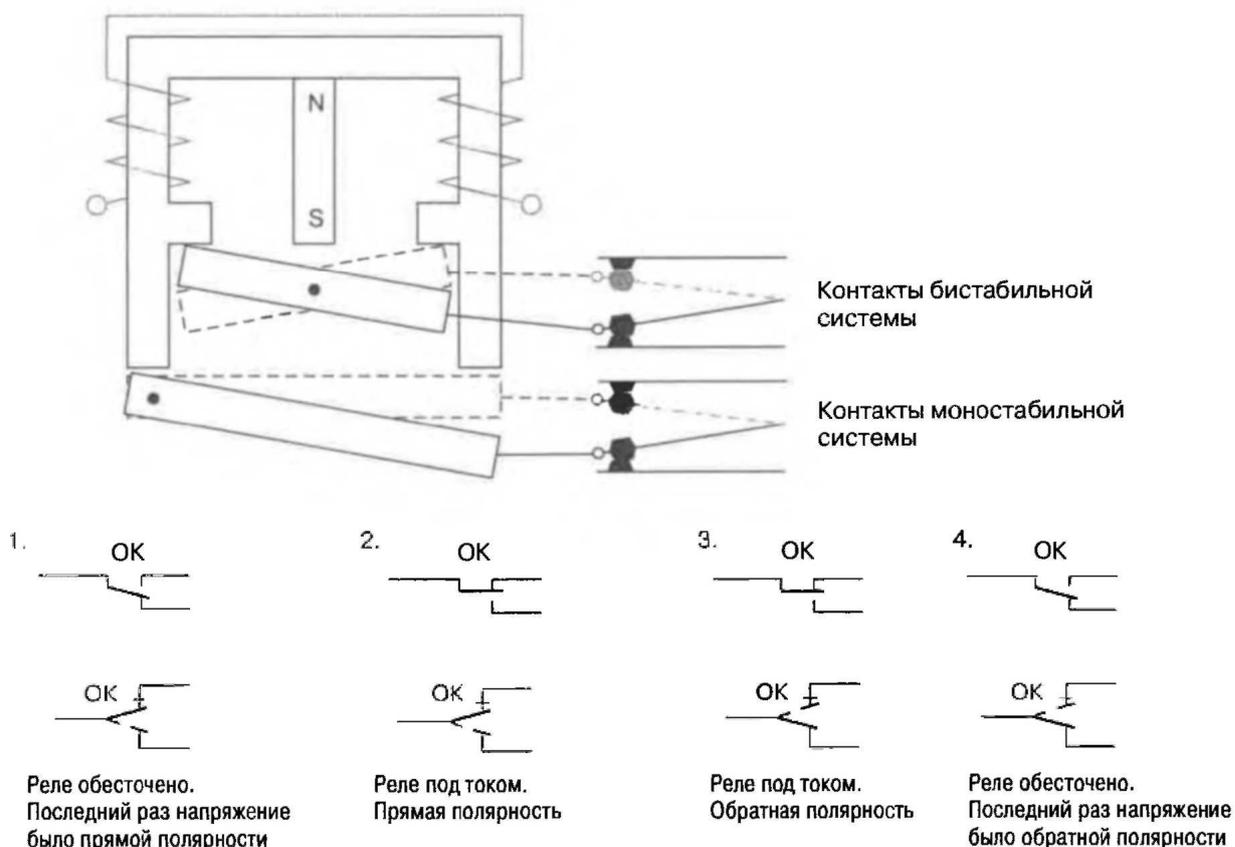


Рис. 1.18. Пример комбинированного реле

В микропроцессорной централизации все функции выполняются с помощью аппаратного и программного обеспечения компьютерных систем. Логика централизации обычно реализуется в программном обеспечении. В системах микропроцессорной централизации более ранних типов для управления напольными устройствами использовались релейные блоки.

Помимо этого существует несколько гибридных, промежуточных форм, поскольку переход от механической централизации к релейной и от релейной централизации к микропроцессорной происходил в несколько этапов. Кроме того, управление определенными напольными устройствами в ряде случаев реализовано иначе, чем было заложено изначально в систему централизации того или иного вида. Примерами являются замена семафоров светофорами с сохранением механической централизации или механическое управление семафорами с поста релейной централизации.

1.2. Централизации с секционным размыканием

Системы с маршрутным способом размыкания обладают следующими недостатками:

а) не позволяют сократить станционные интервалы. Это видно из следующего примера. Предположим, что по условиям безопасности движения, маршрут для второй подвижной единицы можно установить после освобождения первой подвижной единицей первого по ходу путевого участка. При маршрутном способе размыкания установка маршрута для второй подвижной единицы возможна будет только после освобождения первой подвижной единицей последнего по ходу путевого участка горловины станции. Таким образом, станционный интервал между движениями первой и второй подвижных единиц увеличится на время равное времени движения первой подвижной единицы по второму, третьему, ... и последнему по ходу путевым участкам горловины станции. Увеличение станционных интервалов снижает пропускную способность железнодорожных участков и ухудшает экономические показатели работы;

б) с увеличением числа стрелок на станции и включением маневровых маршрутов в централизацию резко возрастает как число, так и громоздкость автоматов управления сигналами, замыкания и размыкания маршрутов;

в) возрастание числа и громоздкости автоматов централизации резко усложняет ее проектирование, требует использования большого количества нетиповых решений.

От всех вышеперечисленных недостатков свободны системы электрических централизаций с секционным размыканием. В этих системах замыкание в маршруте ходовых и охранных стрелок, а также в закрытом состоянии светофоров враждебных маршрутов происходит одновременно перед открытием светофора, ограждающего маршрут, так же как и в системах с маршрутным размыканием. Размыкание стрелок и светофоров враждебных маршрутов происходит в процессе проследования подвижной единицей маршрута по мере освобождения стрелочных и путевых участков горловины станции (секций маршрута).

Широкое применение на сети дорог стран СНГ нашли унифицированные системы релейных централизаций. Унифицированными они названы потому, что принципиальные схемы автоматов централизации не зависят от вида алфавита аппаратов управления. Упрощенные структуры унифицированных централизаций при раздельном (Р) и маршрутном (М) алфавитах аппаратов управления показаны на рис.1.19.

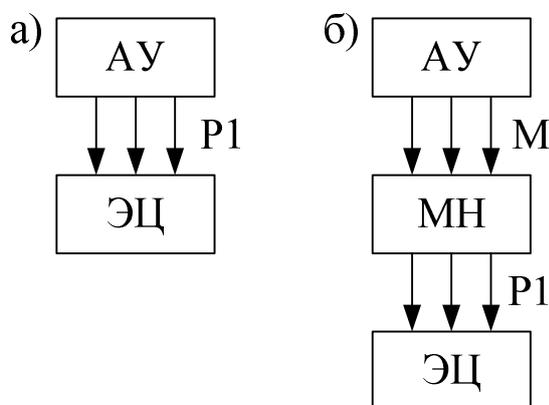


Рис.1.19. Упрощенные структуры унифицированных централизаций

Из рис.1.19. видно, что централизация с маршрутным управлением отличается от централизации с раздельным управлением наличием дополнительного автомата, который называется маршрутным набором (МН). Функции автомата МН состоят в преобразовании команд маршрутного алфавита в команды раздельного алфавита и обеспечении очередности подачи команд раздельного алфавита в ЭЦ. Исходя из этого, заметим, что автоматы МН не решают проблем обеспечения безопасности движения поездов. Однако, возникновение повреждения автоматов МН может привести к резкому снижению как интенсивности, так и безопасности движения. Чтобы этого не произошло в централизациях предусматривают дублирование маршрутного алфавита управления раздельным. Для этого на аппаратах с маршрутным алфавитом управления устанавливают органы раздельного управления стрелками. В качестве органов раздельного управления светофорами, как правило, используют органы маршрутного управления, но возможны и другие решения.

Первым вариантом унифицированных систем была система, которая называлась унифицированной (УЭЦ). Элементной базой систем первого варианта сначала являлись реле типа НР, КР, затем НШ, КШ, и позднее НМШ, КМШ. Система монтировалась на специальных станинах по индивидуальным принципиальным схемам, что исключало возможность автоматизации технологических процессов ее изготовления. Кроме того, в процессе эксплуатации были выявлены отдельные недостатки. В настоящее время данная система не проектируется.

Вторым вариантом унифицированных систем была блочная электрическая централизация (БЭЦ). Она была разработана на основе централизации первого варианта. В БЭЦ устранены некоторые недостатки УЭЦ. Элементной базой БЭЦ являются реле типа НМ, КМ, которые располагаются в блоках. Схемы блоков являются типовыми. Монтаж блоков осуществляется на заводе. Там же выполняется и проверка правильности монтажа. В одном блоке предусмотрено 9 мест для установки реле типа НМ,

КМ. Вместо реле могут быть установлены другие элементы – трансформаторы, резисторы, конденсаторы. Блок закрывается прозрачным колпаком или кожухом со стеклянными окнами. Блочное исполнение и независимость принципиальных схем блоков от путевого развития и маршрутизации станции позволяет применить либо конвейерный способ изготовления блоков, либо полную автоматизацию их производства.

Блочная электрическая централизация получила наибольшее распространение на железных дорогах стран СНГ, и в процессе ее эксплуатации был выявлен ряд недостатков. Поэтому в 1997 году она была модернизирована. Основа модернизации состояла в замене элементной базы (реле НМ, КМ заменены на реле типа РЭЛ) и исключении из схем блоков конденсаторов и резисторов в цепи их заряда. Это исключило необходимость выключения блока из работы при очередной замене конденсаторов. Конструктивно модифицированные блоки не имеют общего колпака. Установленные в блоке реле закрыты индивидуальными колпаками и имеют штепсельное подключение к монтажной части блока, что исключает необходимость пайки при замене реле. Однако, штепсельное соединение снижает надежность. Заметим, что взаимозаменяемость модернизированных блоков с соответствующими немодернизированными должна решаться проектной организацией.

В зависимости от числа управляемых объектов на станции централизации первого и второго вариантов могут быть выполнены в соответствии с любой из структур рис.1.19.

Третий вариант унифицированной системы предназначался в первую очередь для больших станций, выполнялся только по структуре рис.1.19,б, и поэтому система получила название блочной маршрутно-релейной централизацией усовершенствованной (БМРЦУ). В системе, относительно БЭЦ, применен ряд новшеств, но использована та же элементная база, что и в БЭЦ. Кроме того, система предполагала использование не предусмотренных инструкцией по сигнализации сигнальных показаний светофоров. В связи с

разработкой новой элементной базы (реле типа РЭЛ) система БМРЦУ распространения на сети дорог стран СНГ не получила и в настоящее время не проектируется.

Четвертый вариант разрабатывался на основе третьего. В нем было устранено несоответствие с инструкцией по сигнализации, введены дополнительные усовершенствования и применена современная единая элементная база (реле типа РЭЛ) для автоматов централизации и маршрутного набора. Система получила название УЭЦ - М. В ней были реализованы некоторые новые разработки схем управления сигналами (две цепи КС) и отмены (две цепи Р), которые оказались неудачными. Кроме того, не были исчерпаны все возможности изготовления централизации в заводских условиях. Поэтому широкого применения на сети дорог стран СНГ эта централизация не нашла и в настоящее время она не проектируется.

Пятый вариант разработан на основе четвертого. Из него были исключены неудачные разработки, реализованы новые конструктивные решения, которые позволили в максимальной степени перенести изготовление централизации в заводские условия. Поэтому система получила название электрической централизации с индустриальной системой монтажа (ЭЦ-И). В системе ЭЦ-И используются блоки панельного типа со штепсельным подключением реле. Предусматривается кроссовая система монтажа с использованием типовых шланговых межстативных штепсельных соединителей.

Шестой вариант был разработан в соответствии со структурой рис.1.19, б и предназначался для малых станций, на которых потребовалось включение в ЭЦ маневровых маршрутов. Эта система неоднократно подвергалась модернизациям, а ее последняя модификация получила наименование ЭЦ - 12 - 00. Система выполнена со стативным монтажом с использованием единой элементной базы, как для автоматов централизации, так и для автоматов маршрутного набора. В качестве элементной базы могут

использоваться реле со штепсельным включением либо типа РЭЛ, либо типа НМШ.

Все вышеперечисленные системы требовали специальных помещений или строительства специальных зданий (постов ЭЦ) для размещения аппаратуры автоматов ЭЦ и МН. Для дальнейшей индустриализации производства, ускорения внедрения и строительства централизаций были разработаны седьмой и восьмой варианты.

Седьмой вариант предусматривает размещение оборудования ЭЦ и МН в специально приспособленном большом транспортном металлическом контейнере. Система получила название контейнерной (ЭЦ-К). Контейнер ЭЦ-К представляет собой помещение с утепленными стенами, полом и потолком. Он оборудован электрическим отоплением и системой оповещения о вскрытии, а также естественной вентиляцией. В контейнере размещаются устройства электропитания, кроссовый и релейный стативы. Аппарат управления и контроля размещается в помещении ДСП, находящимся в здании станции. Контейнеры полностью монтируются и регулируются на заводе-изготовителе. На месте строительства контейнер устанавливается на подготовленное основание. После подключения к нему кабелей от напольных устройств, источников внешнего электроснабжения и аппарата управления и контроля проводят проверку действия централизации. В одном контейнере может быть размещено постовое оборудование электрической централизации станции, на которой расположено не более 6-8 стрелок.

Восьмой вариант предполагает стыковать контейнеры, убрав между ними боковые стенки. Каждый контейнер предназначен для размещения в нем конкретного оборудования и называются модулем. Разработано несколько разновидностей модулей:

МП – питающей установки;

МР – установки релейных и блочных стативов;

МРК – установки релейных и кроссовых стативов;

МАП – аппаратуры переезда;

МА, МБ – для размещения помещения ДСП;

МО – для хранения оборудования и инвентаря;

МС – для аппаратуры связи.

Модули собираются на заводе по проекту и соединяются болтами. В них устанавливаются стивы, которые соединяются со стивами смежных модулей при помощи типовых шланговых кабелей со штепсельными соединителями. После монтажа оборудования ЭЦ регулируется в заводских условиях. Затем модули разъединяются и транспортируются к месту строительства железнодорожным или автомобильным транспортом.

1.3. Общие принципы построения унифицированных централизаций

Унифицированные системы электрических релейных централизаций строятся исходя из следующих основных принципов и положений:

1. Все входящие в устанавливаемый маршрут ходовые и охранные стрелки, а также закрытые светофоры враждебных маршрутов должны одновременно электрически замыкаться перед открытием светофора, ограждающего устанавливаемый маршрут. Размыкание входящих в установленный маршрут стрелок и светофоров враждебных маршрутов должно происходить в результате проследования подвижных единиц по установленному маршруту и по мере освобождения входящих в маршрут путевых и стрелочных путевых участков.

2. Схемы автоматов установки, замыкания и размыкания маршрутов строятся из расчета один комплект для одного элементарного маршрута под которым подразумевается или путевой или стрелочный путевой участок, или приемоотправочный путь.

3. Построенная для элементарного маршрута схема должна использоваться для маршрутов любых направлений (четного, нечетного) и категорий (поездных, маневровых), то есть являться объединенной.

Объединение основано на принципе временного уплотнения (использование одной и той же электрической цепи для выполнения разных функций, не совпадающих по времени выполнения) для враждебных маршрутов. Например, для части плана станции, изображенной на рисунке 2 маршрут по светофору М2 враждебен маршруту по светофору М4.

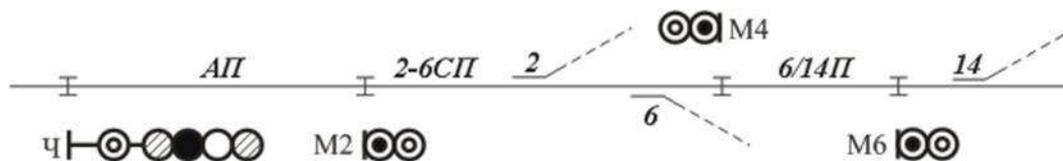


Рис.1.20. Часть плана станции

Поэтому для проверки свободного состояния секции 2-6СП и положения стрелок 2 и 6 в автоматах ЭЦ используется одна и та же электрическая цепь, содержащая последовательно включенные пары контактов «фронтной – общий» реле 2-6СП, 2ПК, 6ПК.

4. Полная схема установки, замыкания, размыкания и отмены маршрутов получается соединением между собой схем элементарных маршрутов в соответствии с планом станции.

5. При установке конкретного маршрута для выделения из общей схемы необходимой ее части предусматриваются начальные (Н, НМ) и конечные (К, КМ) реле. Принцип выделения для плана станции, изображенного на рис.1.20, показан на рис.1.21.

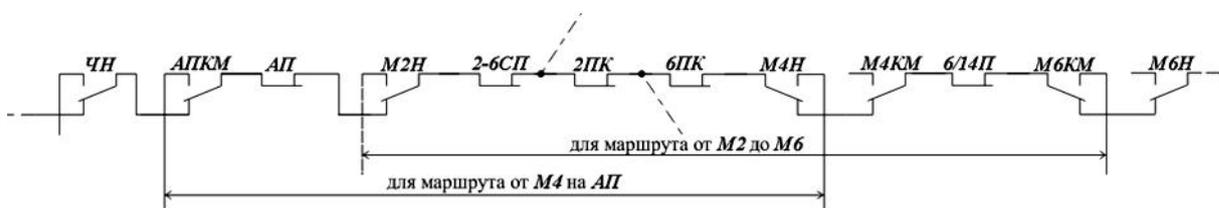


Рис.1.21. Принцип выделения

6. Для упрощения и снижения стоимости автоматов в ЭЦ конечных реле для концов поездных маршрутов не устанавливается, а полюса питания со стороны концов поездных маршрутов постоянно подключены к автоматам

(схемы нормально соединены для концов поездных маршрутов). Исключение составляют поездные маршруты, ограждаемые светофорами, расположенными на границе двух стрелочных секций.

7. В системах предполагается использование центральных зависимостей и питания с любыми разновидностями рельсовых цепей переменного тока или системами счета осей.

1.4. Понятие об ЭЦ блочного и панельного типа

Принципы построения схем для элементарных маршрутов и соединения их между собой в соответствии с планом станции создает возможность построения блочных систем. В одном блоке размещают такие части автоматов централизации, принципиальные схемы которых не зависят от планов станций. Это позволяет изготавливать блоки в заводских условиях без проектной документации, а также производить проверку правильности их монтажа. При строительстве ЭЦ, благодаря блочному исполнению значительный объем (до 70%) монтажных работ выполняется на заводах. Применение конвейерного или автоматического способа производства блоков ускоряет их изготовление и снижает стоимость.

В ЦНИИ – МПС были разработаны три разновидности блочных систем неунифицированного типа.

Первая разновидность получила название блочной релейно-шаговой централизации, так как в ней в качестве элементной базы использовались многопозиционные шаговые реле. Системой предусматривалось использование отдельного способа (алфавита) управления стрелками и светофорами.

Вторая разновидность получила название блочной релейной централизации. Она отличалась от первой разновидности элементной базой, в качестве которой использовались двухпозиционные электромеханические реле.

Третья разновидность называлась блочной маршрутной централизацией. Она отличалась от централизации второй разновидности тем, что предусматривала использование маршрутного способа (алфавита) управления.

При разработке блочных систем возможно использование двух принципов компоновки схемных узлов в блоки.

Суть первого принципа состоит в том, что в один блок komponуются все реле необходимые для одного элементарного маршрута. Этот принцип получил название географический. При этом принципе, например, для элементарного маршрута, изображенного на рис.1.22а, в одном блоке должна быть размещена аппаратура автоматов замыкания, размыкания, отмены, управления и контроля положения стрелкой (пять автоматов). Блок для элементарного маршрута рис. 1.22б будет отличаться от блока для элементарного маршрута рис.1.22а наличием аппаратуры автомата управления маневровым светофором, расположенным перед острьяками стрелки. Рассуждая аналогично, можно утверждать, что для каждого из элементарных маршрутов необходимо изготавливать типовой блок. Если учесть, что на рис.1.22 изображены не все варианты элементарных маршрутов, включающих одну стрелку (отсутствуют варианты, когда секция, кроме маневровых светофоров, может быть ограждена поездными или совмещенными светофорами), а также, что в элементарный маршрут может входить до трех стрелок, то можно сделать следующий вывод: географический принцип предполагает наличие очень широкого ассортимента типовых блоков.

В целом географический принцип компоновки аппаратуры в блоки обладает следующими недостатками:

а) широкий ассортимент типовых блоков резко снижает годовую потребность в блоке каждого типа;

б) объединение в один блок большого количества автоматов резко увеличивает его габариты и вес, что является неудобством в условиях эксплуатации.

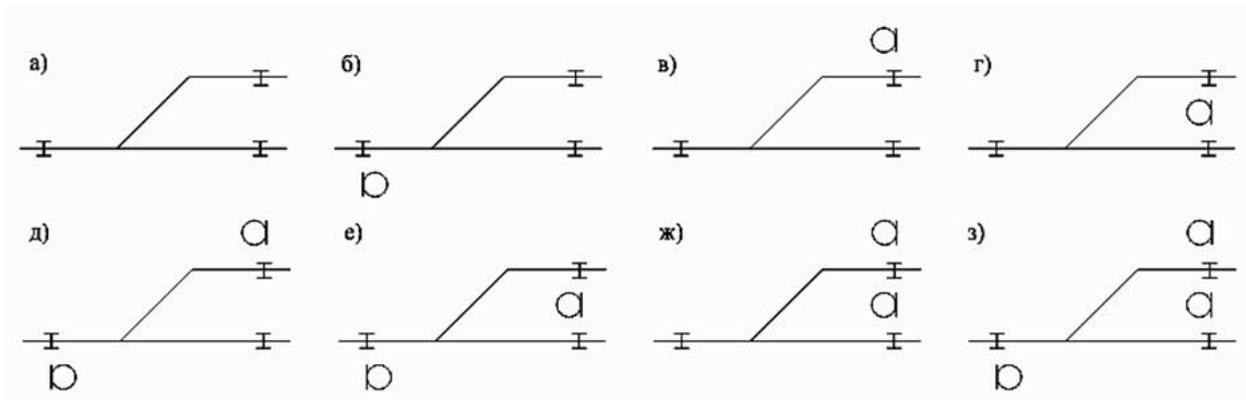


Рис.1.22. Элементарные маршруты

В то же время при географическом принципе компоновки аппаратуры в блоке количество межблочных штепсельных соединений (источники отказов) в ЭЦ невелико, что повышает надежность работы системы. Кроме того, при географическом принципе большая часть монтажных работ выполняется, а их качество проверяется на заводе-изготовителе.

Суть второго принципа состоит в том, что в один блок компонуются реле, выполняющие ограниченные функции, что снижает вес и габаритные размеры блоков. Если, например, предположить, что в блоке одного типа расположен функциональный узел замыкания и размыкания элементарного маршрута, в блоке второго типа – узел управления и контроля положения стрелкой, а в блоке третьего типа – узел управления маневровым светофором, то из этих трех типовых узлов можно составить автоматы ЭЦ для элементарных маршрутов с любым количеством стрелок, конфигурацией и расстановкой светофоров. Из этого следует, что при функциональном принципе компоновки реле в блоке резко снижается ассортимент типовых блоков. Это резко увеличивает кодовую потребность в блоках каждого типа. Уменьшение количества позиций (снижение) ассортимента, габарита и веса типовых блоков, а также увеличение их годовой потребности являются преимуществами функционального принципа компоновки реле ЭЦ. В то же

время при функциональном принципе увеличивается число межблочных штепсельных соединений, которые обладают меньшей надежностью в сравнении с пайкой, что является недостатком систем блочного типа. Другой недостаток блочных систем состоит в том, что при выходе из строя одного из реле, установленного в блоке, замене подлежит весь блок.

Функциональные блоки реальных систем допускают размещение ограниченного количества элементов автоматики и соединяются как между собой, так и с объектами управления и контроля при помощи двух штепсельных разъемов на 22 электрических цепи каждый. Вся аппаратура блока закрыта общим кожухом. Следует заметить, что иногда аппаратура одного функционального узла не помещается в одном блоке и тогда ее располагают в двух блоках. Вес блока определяется его функциональным типом и составляет 12-16 кг, что создает трудности при их замене. Кроме того, для различных элементов блока могут быть установлены различные периоды профилактического обслуживания. Все это усложняет процесс эксплуатации блочных систем. Поэтому одним из аспектов совершенствования блочных ЭЦ явилось создание электрических централизаций панельного типа.

Панель ЭЦ является своеобразным функциональным блоком, на шасси (основании) которого размещается большее количество аппаратуры, за счет чего количество штепсельных межпанельных (междублочных) соединений уменьшается. Однако, панель не имеет общего кожуха, а на ее шасси установлены реле, которые имеют индивидуальные кожухи и подключаются к монтажной камере панели при помощи штепсельных разъемов, а не при помощи пайки. Количество штепсельных соединений в панельной ЭЦ больше, чем в блочной, однако, численные сравнительные характеристики этих ЭЦ отсутствуют. Установка на панели штепсельных реле резко сокращает затраты времени на их замену.

Глава 2

Унифицированная электрическая централизация

2.1. Общая характеристика УЭЦ

В системах релейной централизации функции взаимных зависимостей, управления станционными объектами и контроля за ними реализованы на основе электрических схем с использованием реле. Релейные стивы (рис. 2.1.) оборудуются штепсельными разъемами, в которые устанавливаются реле. Монтаж располагается с обратной стороны разъемов, поэтому при смене реле не требуется замена монтажа.

Ошибочная установка реле может оказаться опасной для функционирования системы. Поэтому каждый тип реле и соответствующий ему штепсельный разъем оснащают так называемым штепсельным кодом, который обеспечивает правильную установку реле.

При построении системы релейной централизации используются два основных принципа:

- принцип свободного монтажа, организующий зависимости по таблице маршрутов (табличный принцип);
- географический (блочный) принцип; в его основе лежит объединение группы реле для каждого топологического элемента (стрелки, светофора, секции) в типовые блоки, которые в дальнейшем объединяются с помощью стандартных кабелей в соответствии с планом путевого развития станции.

При реализации первого принципа монтажные и проверочные работы на станции требуют значительных трудозатрат. Использование географического принципа предполагает некоторую сложность и избыточность при реализации универсальных блоков, однако в этом случае монтажные и проверочные работы на станции, как и возможные будущие вносимые изменения, упрощаются. Исходя из этого определяются условия применения первого или второго подхода:

- табличный принцип ориентирован, главным образом, на малые станции;

- географический принцип рассчитан преимущественно на крупные станции.



Рис. 2.1. Релейные стивы

Функции управления. Ввод команд в релейных системах осуществляется с пульта управления посредством кнопок и переключателей, которые нужно нажимать, вытягивать или переключать. При этом надо иметь в виду, что в Германии и Северной Америке предпочтение отдается нажимным кнопкам (отсюда принятое в западной части Германии название *Drucktastenstellwerk* - «нажимная кнопочная централизация»), а в Великобритании, Франции и России специально для подвижных элементов пути также применяют поворотные переключатели. Нажимные кнопки обычно активны в течение того времени, пока они нажаты, т. е. все процессы переключения должны быть завершены за это короткое время. У поворотных переключателей, напротив, существует среднее нормальное положение и еще одно или два крайних положения - например, налево и направо.

Хорошим примером, иллюстрирующим описанные выше различия, является использование кнопок и переключателей для перевода стрелок. При

использовании поворотных переключателей среднее положение означает, что стрелки могут переводиться как в «плюс», так и в «минус» с помощью автоматического управления. В то же время левая или правая позиция переключателя означает, что данная стрелка должна быть оставлена в положении, соответствующем позиции переключателя. Без использования автоматического управления стрелками переключатель может находиться только в двух положениях (рис. 2.2). При использовании технологии нажимных кнопок стрелки переводятся в оба положения с помощью одной и той же операции, а вопрос о переводе стрелки или сохранении ее текущего положения при автоматическом управлении решается с помощью дополнительной контрольной (групповой) стрелочной кнопки, которая нажимается вместе со стрелочной кнопкой каждой отдельной стрелки. Существует несколько таких контрольных (групповых) стрелочных кнопок. Каждая из них отвечает за определенные функции и обслуживает все элементы пути, реализующие эти функции.

Там, где применяют автоматическое управление стрелками, самым частым действием при установке маршрута является операция нажатия начальной и конечной точки маршрута. Это означает, что кнопки или переключатели, определяющие начало и конец маршрута, должны нажиматься последовательно или должны некоторое время оставаться непрерывно нажатыми.

Если автоматическое управление стрелками не используется, каждая стрелка маршрута должна быть переведена в соответствующее положение с помощью отдельной операции. Для установки и замыкания маршрута используется либо отдельная кнопка для каждого маршрута, либо одна кнопка для нескольких маршрутов, которые выбираются на основе текущего положения стрелок.

Во избежание ошибочных действий многие железные дороги требуют, чтобы подача одной команды всегда осуществлялась нажатием по крайней мере двух кнопок. Порядок действий для формирования команды на

установку маршрута при этом может быть определен по-разному. Две кнопки следует нажимать одновременно (как в немецкой релейной централизации большинства типов) или последовательно (как обычно происходит в британских и североамериканских системах централизации). Специальные функции, такие, как организация защитного участка, могут быть реализованы по-разному, например, с помощью конечной точки маршрута для каждого защитного участка.



Рис. 2.2. Поворотные переключатели для стрелок релейной централизации (на примере российской системы)

Управление релейной системой может осуществляться как с поста централизации, так и дистанционно. При дистанционном управлении большими зонами и возможности изменения границ между ними уровень оперативного управления в некоторых ситуациях рассматривают не как неотъемлемую часть системы централизации, а как внешнюю систему. Оперативное управление может быть как безопасным (что имеет место в большинстве систем), так и без выполнения условий безопасности. При необходимости регистрировать ответственные команды применяют соответствующие технические средства, например специальные кнопки с механическим счетчиком числа нажатий.

Функции отображения. Информация о состоянии объектов системы централизации для дежурного поста формируется с помощью контрольных ламп пульта-табло, которые могут быть погашенными или гореть различными цветами. Ими передается, например, следующая информация:

- свобода или занятость участков пути;
- положение стрелок;
- установка маршрутов;
- блокирование перегона;
- состояние основных функций автоматического управления - например, режима автодействия сигналов (включен или выключен).

В первых релейных централизациях контрольные лампы и управляющие кнопки были расположены без географической привязки. Но вскоре лампы и кнопки, связанные с соответствующими элементами схемы путевого развития станции, стали размещать с учетом топологических особенностей этих элементов. Отдельно, без учета топологии, располагаются только такие кнопки и контрольные лампы, которые связаны с общим состоянием целых районов действия централизации. Такое топологическое расположение облегчает обзор дежурному поста централизации (рис. 2.3).

На крупных станциях или в системах диспетчерского управления, где оператор не может одновременно дотянуться сразу до двух кнопок, расположенных в разных концах пульта управления, часто используются большие панорамные табло, обладающие только функциями отображения.

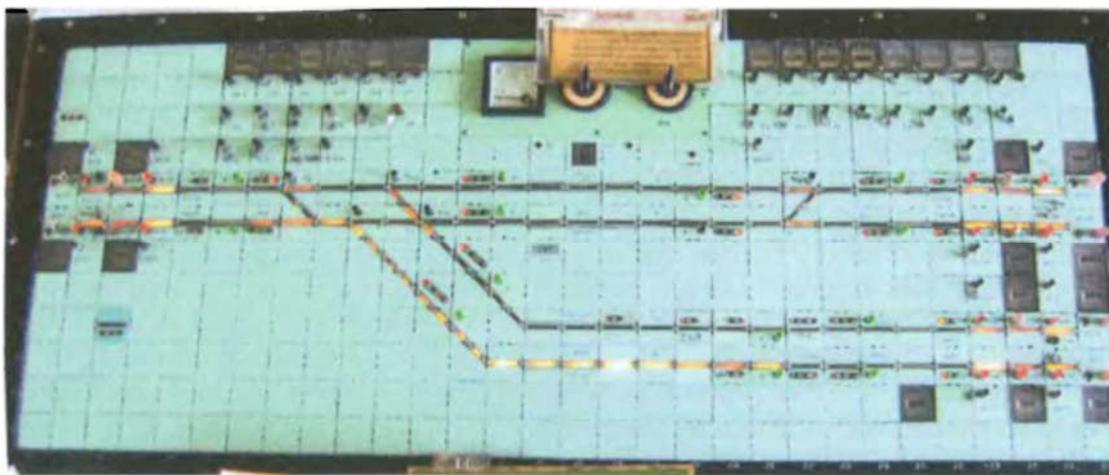


Рис. 2.3. Топологический пульт управления (пример польской централизации)

Для ввода команд непосредственно на рабочем месте дежурного устанавливается упрощенный пульт управления, содержащий обычно только

кнопки без их топологической привязки. Одно и то же панорамное табло может использоваться для нескольких рабочих мест.

Система SGE 1958 (Великобритания). Релейная централизация типа SGE 1958 является одной из наиболее распространенных в Великобритании. В ее основе лежит табличный принцип. SGE является аббревиатурой предприятия-изготовителя (Siemens—General Electric Signal Company of London), которое впоследствии было поглощено компанией GEC. Система SGE 1958 широко применялась на железных дорогах Великобритании до появления в 1980-х годах централизации SSI с использованием бесконтактной элементной базы.

Управление. Маршруты в системе SGE задаются посредством последовательного нажатия кнопок начала и конца маршрута на панели с мнемосхемой станции. При вытягивании кнопки выбирается поездной маршрут, а при ее нажатии - маневровый.

Отмена маршрута производится путем возврата кнопки в исходное положение вручную. Если возникает необходимость отмены маршрута перед приближающимся поездом, размыкание маршрута производится с выдержкой времени.

Стрелки по маршруту могут быть также установлены вручную. Для этого используются трехпозиционные переключатели. Среднее положение рукоятки означает, что стрелка устанавливается автоматически при нажатии кнопки начала и конца маршрута. Левое или правое положение рукоятки означает перевод стрелки в соответствующее положение (при условии свободности стрелочного участка от подвижного состава) и ее последующее замыкание.

Схемы установки маршрута. Цепочка установки маршрута строится по плану станции. Это поясняет пример, представленный на рис. 2.4. Схема отражает процесс установки маршрута от сигнала 6 до сигнала 4. Аналогичные схемы используются для других маршрутов.

Реле **ПК** (плюсовое положение) и **МК** (минусовое положение) в схемах централизации включаются, если соответствующие стрелки находятся в требуемом положении или могут быть переведены в него.

Как можно видеть из схемы рис. 2.4, маршрут от светофора **6** до светофора **4** может быть установлен, если стрелки **20** и **21** находятся в плюсовом, а стрелка **23** в минусовом положении.

Кроме того, для рассмотренного маршрута показаны условия взаимной зависимости между сигналами 5, 6 и положением стрелки **22**. Исключение враждебности маршрута по светофору **6** обеспечивается либо за счет закрытого состояния сигнала 5 (реле **5С** обесточено), либо при замыкании в минусовом положении стрелки **22** (реле **22МК** находится под током).

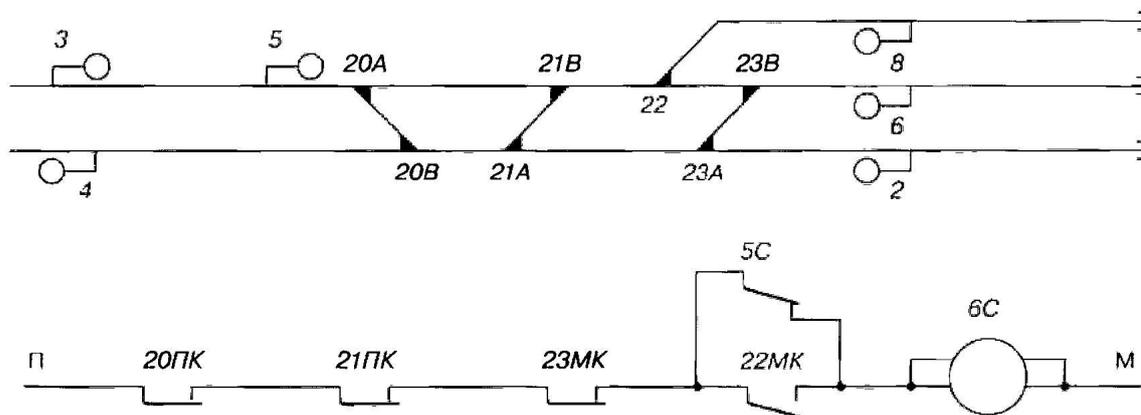


Рис. 2.4. План станции и схема установки маршрута в системе SGE 1958

Реле **6С** — бистабильное реле с магнитной защелкой (см. п. 9.3.2.3) и двумя катушками. Применение такого реле позволяет сохранить информацию о маршруте в случае пропадания питания.

Более подробную информацию о системе SGE 1958 можно найти в [Goldsbrough, 1961].

Система SpDrS60 (Германия). Система SpDrS60, разработанная примерно в 1960 г. и выпускавшаяся компанией Siemens, является наиболее распространенной релейной централизацией в Германии. Адаптированные версии этой системы применяются также в некоторых других странах. SpDrS60 является типичным примером системы с использованием географического принципа: реле, относящиеся к одному и тому же

топологическому элементу, группируются в релейные блоки. Эти блоки изготавливают и проверяют в заводских условиях; для их соединения друг с другом предусмотрены стандартные кабели.

Релейные блоки. Можно выделить три основные группы релейных блоков (рис. 2.5):

- топологические, соответствующие элементам схемы путевого развития станции. Эти блоки соединяются между собой при помощи кабелей, которые являются связующими звеньями для элементов схемы в соответствии с путевым планом;

- светофорные, которые объединяются в общую цепь установки маршрутов и обеспечивают отображение светофорами разных показаний;

- блоки центральных переключений, отвечающие за определенные общие функции во всей зоне действия централизации.

В группе топологических блоков наиболее важными являются следующие:

- стрелочные блоки включают все реле, необходимые для реализации функций перевода стрелок, замыкания маршрутов, боковой защиты, контроля положения, контроля свободности стрелочно-путевой секции, ее размыкания, а также соответствующей индикации. Стрелочный съезд представлен двумя стрелочными блоками и сбрасывателем при стрелочном блоке, если одно из ответвлений стрелки не предусмотрено для передвижений;

- блоки пересечений выполняют функции, похожие на функции стрелочных блоков за исключением функции перевода и контроля;

- блоки поездных маршрутов фиксируют начало и конец этих маршрутов и выполняют ряд других связанных с ними функций;

- блоки маневровых маршрутов выполняют аналогичные функции для маневровых маршрутов;

- блоки защитных участков фиксируют конец защитных участков в маршрутах;

- контрольные блоки для отдельных секций используются в тех случаях, когда проверка одного из участков пути на свободу не может быть интегрирована в другой топологический блок. Это встречается достаточно редко;

- блоки увязки с блокировкой выполняют функции увязки станционной системы централизации с перегонными системами разных типов.



Рис. 2.5. Релейный блок системы SpDrS60

Светофорные блоки определяют сигнальные показания. Их функциональность тесно связана с немецкой системой сигнализации Н/У. Существуют светофорные блоки для основных и предупредительных сигналов, указателей скорости, маршрутов, направления движения, предупреждающих указателей, показаний на дополнительной сигнальной головке и др. Все светофорные блоки установлены в соответствии с их фактическим размещением по плану станции и соединяются посредством кабеля с соответствующей группой реле выбранного поездного маршрута. Отдельные светофорные блоки для маневровых передвижений не требуются, так как контроль этих сигналов и управление ими осуществляются в блоке маневровых маршрутов.

Блоки центральных переключений отвечают за общие функции переключения. Для зоны действия централизации необходимо по одному такому блоку для решения каждой из следующих задач:

— обработка информации, поступающей от групповых кнопок стрелок, светофоров, маршрутов, автоблокировки и других устройств;

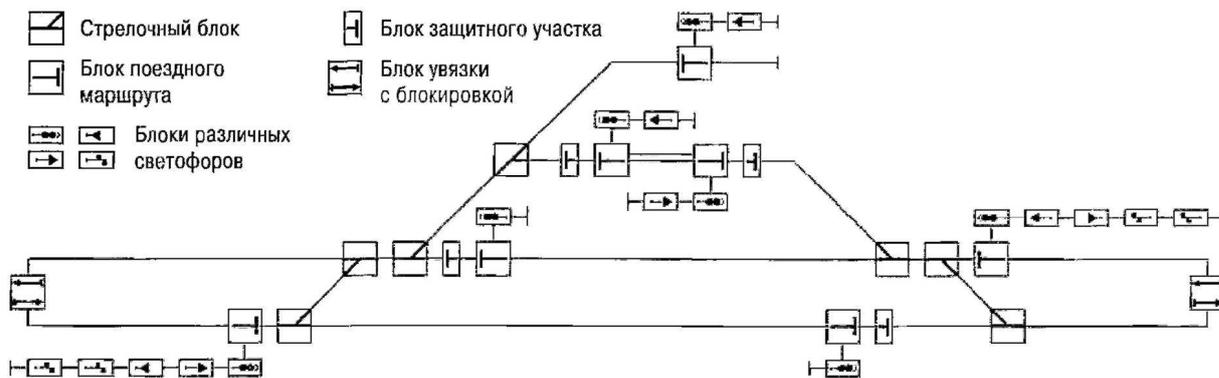


Рис. 2.6. Пример плана расстановки блоков в системе SpDrS60

- определение скоростного ограничения для каждого маршрута;
- установление приоритета при наличии нескольких альтернативных вариантов следования между начальной и конечной точкой задаваемого маршрута;
- запоминание маршрутов для реализации функции автодействия.

На рис. 2.6 представлен пример расстановки блоков по плану станции.

Структура, расположение и монтаж релейных блоков. Каждый релейный блок состоит из нескольких реле. К ним иногда добавляют резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности и диоды. В системе SpDrS60 применяются реле К50 непервого класса надежности следующих версий:

- нейтральные (для большинства приложений, рис. 2.7);
- бистабильные;
- реле с усиленными контактами для больших токов.



Рис. 2.7. Реле K50

Релейные блоки устанавливаются на релейные стивы и связываются между собой с помощью стандартных кабелей следующих основных типов:

- соединительные кабели (по 20 жил в каждом), связывающие блоки в соответствии с топологией;
- петлевые кабели, объединяющие все релейные блоки одного типа последовательно или параллельно с соответствующим блоком центральных переключений;
- кабели электропитания.

Кроме этого, в некоторых релейных блоках используется настроечная колодка для соединения контактов в пределах блока с целью получения специальных характеристик.

Процедуры установки и размыкания маршрута. В этом подразделе кратко рассмотрены процедуры установки и размыкания маршрута на функциональном уровне.

Первым шагом после одновременного нажатия кнопок начала и конца маршрута является процедура поиска маршрута и проверки возможности его задания.

Следующим шагом выполняется установка стрелок по трассе маршрута, включая защитный участок (без элементов боковой защиты). Перевод стрелок с учетом ограниченной мощности питающей установки осуществляется последовательно. Это достигается подключением блоков по цепочке, так что каждый предыдущий стрелочный блок на короткое время задерживает коммутацию следующего.

После этого стрелки и бесстрелочные скрещения путей замыкаются в необходимых положениях с помощью переключений стрелочного замыкающего реле.

Теперь стрелочные блоки и блоки бесстрелочных скрещений путей замкнуты в маршруте. В каждом стрелочном блоке или блоке защитного участка переключилось маршрутное замыкающее реле. Это необходимо в дальнейшем для индивидуального размыкания каждого элемента маршрута после прохождения поезда.

Следующим шагом является поиск и контроль защиты по боковому пути. Каждый стрелочный блок или блок пересечений коммутирует электрические цепи с блоками элементов, не относящихся к трассе данного маршрута. Если электрическое соединение достигает элемента, который может предоставить боковую защиту, данный элемент переводится в положение защиты и замыкается, а к запрашивающему элементу посылается обратный сигнал (рис. 2.8).

После проверки и подтверждения свободности путевых элементов маршрут окончательно замыкается. Такое замыкание не может быть отменено без регистрируемой команды.

На следующем этапе производится выбор сигнального показания. Каждый стрелочный блок и блок защитного участка посылают информацию о максимально допустимой скорости проезда через контролируемый ими участок блоку центральных переключений. Этот блок выбирает наименьшую из скоростей и передает светофорным блокам информацию о ней как о разрешенной скорости следования по маршруту. После этого появляется разрешающее показание сначала на основном сигнале, а затем на предупредительном.

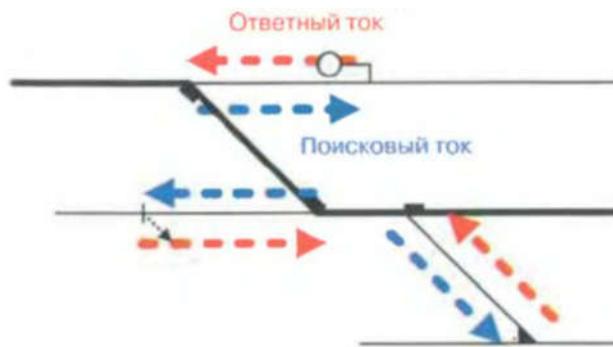


Рис. 2.8. Поиск боковой защиты в SpDrS60

Поиск маршрута и проверка его готовности. В этом подразделе процессы поиска маршрута и проверки его готовности изложены более подробно, поскольку они представляют собой хороший пример для понимания топологического принципа.

Дежурный по станции одновременно нажимает кнопки начала и конца маршрута. Поисковый ток от кнопки входного блока распространяется в соответствующем направлении (рис. 2.9). В этот момент централизация еще не может определить, какая из двух кнопок входная, а какая выходная, и поисковый ток распространяется также от выходной кнопки, но не находит ответа.

На рис. 2.10 представлена электрическая схема поиска и проверки готовности маршрута в стрелочном блоке. В каждом стрелочном блоке по трассе маршрута реле, $S7$ или $S2$ притягиваются, и ток от нового источника протекает далее по трассе маршрута. Это необходимо для ограничения электрического сопротивления в каждой цепи. Готовность каждой стрелочной группы, через которую протекает поисковый ток, проверяется следующим образом:

- если противошерстные стрелки уже замкнуты в определенном положении (например, для боковой защиты другому маршруту), контакт реле L разомкнут и поисковый ток может протекать только в одном направлении;
- если противошерстные стрелки не замкнуты в каком-либо маршруте, контакт реле L замкнут и поисковый ток протекает в обоих направлениях;

- если пошерстные стрелки замкнуты в противоположном направлении, то контакт реле L разомкнут и поисковый ток не может идти дальше;

Операции задания начала и конца маршрута

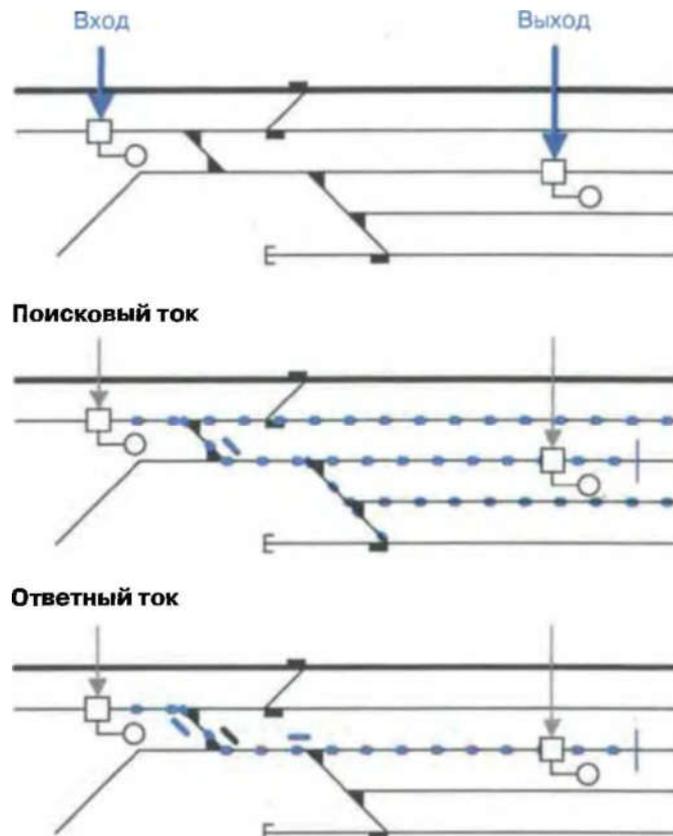


Рис. 2.9. Поиск маршрута и проверка его готовности в SpDrS60

- если пошерстные стрелки не замкнуты или замкнуты в необходимом направлении, то поисковый ток может протекать. Тем временем стрелки, находящиеся в требуемом положении, запрашиваются вставанием под ток реле $M+$ или $M-$. Реле $M+$ или $M-$ остаются под током в течение всего процесса поиска маршрута и проверки его готовности.

Входные и выходные блоки маршрутов, а также блоки защитных участков, пересекающихся с рассматриваемой трассой во встречном направлении движения, отвечают за исключение враждебных маршрутов. Если эти блоки уже используются во встречных маршрутах, движение поискового тока по трассе запрашиваемого маршрута преграждается.

Когда поисковый ток достигает выходного блока (он отмечен нажатием соответствующей выходной кнопки), запрашивается также защитный

участок. В блоке защитного участка ток меняет направление и течет назад (см. рис. 2.9). Ответный ток проходит через противошерстные стрелки маршрута (которые достижимы для обратного тока с противошерстного конца) таким же образом, каким поисковый ток проходит через пошерстные стрелки. Теперь все противошерстные стрелки запрошены в необходимом положении вставанием под ток реле $M+$ или $M-$ (см. рис. 2.10).

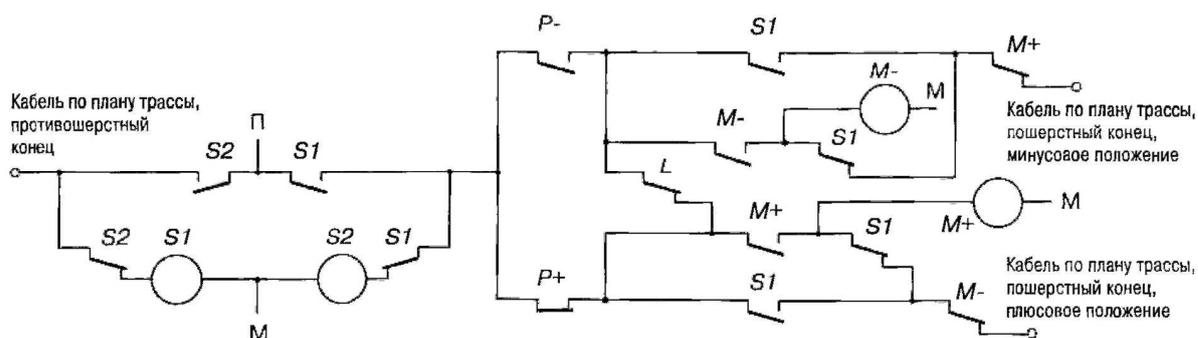


Рис. 2.10. Электрическая схема поиска и проверки готовности маршрута в стрелочной группе системы SpDrS60 (с упрощениями и изменениями названий и символики реле); стрелки находятся в плюсовом положении:

$S1$ - реле поиска и ответа в противошерстном направлении; $S2$ - реле поиска и ответа в пошерстном направлении; $M+$ - запрашивающее реле для плюсового положения стрелки; $M-$ -запрашивающее реле для

минусового положения стрелки; $P+$ - реле положения: контакт замкнут, если стрелки в плюсовом положении; $P-$ реле положения: контакт замкнут, если стрелки в минусовом положении; L - замыкающее реле

Поскольку пошерстные стрелки уже запрошены поисковым током, ответный ток находит себе путь в обратном направлении до входного блока. Теперь трасса маршрута однозначно сформирована запросом стрелок и проверена на готовность, но еще не осуществлена проверка свободности участков пути.

Модификации системы SpDrS60. В 1970-е годы был разработан усовершенствованный вариант SpDrS60 - система SpDrS600, которая, однако, нашла только ограниченное применение. Тем не менее функциональная логика SpDrS600 была взята за основу при разработке системы микропроцессорной централизации Simis.

Более подробную информацию о системе SpDrS60 можно найти в [Siemens, 1978] и [Schmitz, 1962].

Система БМРЦ (Россия). В России наибольшее распространение получила блочная маршрутно-релейная централизация (БМРЦ, рис. 2.11), в основе которой лежит географический принцип построения. С 1960 г. было выпущено много разных ее модификаций, и в настоящее время эта система управляет более чем 100 тыс. стрелок на Российских железных дорогах. При создании системы был учтен опыт проектирования, строительства и эксплуатации релейных централизаций предшествующих типов.

БМРЦ, как и немецкая SpDrS60, является высококомодульной системой централизации, что значительно снижает затраты на проектирование, упрощает производство и регулировку.

Релейные блоки. Каждый блок системы содержит реле, на которых реализуются функции, касающиеся соответствующего путевого элемента: стрелки, секции или светофора. Соединение блоков системы между собой производится монтажным проводом в соответствии с расположением путевых объектов по плану станции.



Рис. 2.11. Система блочной маршрутно-релейной централизации

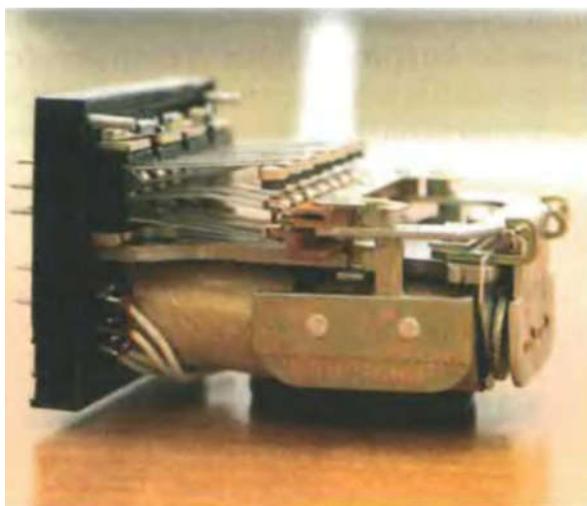


Рис. 2.12. Реле РЭЛ

Характерной особенностью системы БМРЦ является разбиение блоков системы на две группы:

- наборная группа (блоки, к которым не предъявляются требования по безопасности функционирования);
- исполнительная группа (блоки, которые должны удовлетворять условиям безопасности).

Блоки наборной и исполнительной группы соединяются между собой по плану станции.

Основными функциями реле наборной группы являются:

- регистрация действий оператора по установке маршрута;
- определение категории маршрута (маневровый или поездной) и его направления (четное или нечетное);
- определение трассы маршрута и формирование задания на перевод стрелок по ней;
- контроль соответствия фактического положения стрелок задаваемому маршруту.

Основными функциями реле исполнительной группы являются:

- проверка условий безопасности по трассе выбранного маршрута;
- замыкание маршрута;
- открытие сигнала с проверкой условий безопасности;
- контроль проследования поезда по маршруту и его размыкание;

- искусственное размыкание маршрута.

Существует 16 типов релейных блоков исполнительной группы, соединяемых стандартно по восьми межблочным цепям в соответствии с путевым планом станции. В релейных блоках исполнительной группы применяются реле типа «N» (первого класса надежности). Это - реле типа НМШ в старых системах и типа РЭЛ (рис. 2.12) в модернизированных системах.

В маршрутно-наборной группе используются семь типов релейных блоков, соединяемых четырьмя межблочными цепями в соответствии с путевым планом станции. Наборная группа не выполняет функций по обеспечению безопасности, поэтому для ее построения используются быстродействующие реле низшего класса надежности типа КДРШ.

На рис. 2.13, а приведен пример размещения блоков в системе БМРЦ.

Маршрутно-наборная группа. В состав маршрутно-наборной группы входят следующие функциональные релейные блоки:

- сигнальные блоки, которые определяют начало и конец маршрута и различаются по типу сигналов (поездные/маневровые) и их функциональному назначению (входные, выходные, маршрутные);

- блоки направлений, определяющие типы маршрутов (поездной/маневровый) и их направления;

- стрелочные блоки, которые определяют требуемое положение стрелок по маршруту и формируют команду на их перевод, если положение стрелок не соответствует заданному маршруту. Стрелочные блоки различаются по типу управляемых стрелок (одиночные или спаренные).

Каждая из четырех цепей межблочных соединений наборной группы представляет собой самостоятельную схему и выполняет свою функцию.

1. Первая межблочная цепь (см. рис. 2.13, б) предназначена для фиксации нажатия управляющих кнопок на пульте и последовательности действий оператора. Установка любого маршрута производится последовательным нажатием кнопок начала и конца маршрута. В случае

установки вариантного маршрута после выбора начальной кнопки в точках отклонения нажимаются варианты кнопки. По нажатию начальной кнопки фиксируются тип маршрута (поездной или маневровый) и направление движения. После нажатия кнопки в конечной точке маршрута фиксируется трасса устанавливаемого маршрута.

2. Вторая межблочная цепь обеспечивает автоматическое объединение элементарных частей в маршрут путем нажатия только двух кнопок начала и конца маршрута.

3. Третья межблочная цепь обеспечивает формирование заданий на перевод стрелок пусковыми блоками по трассе устанавливаемого маршрута.

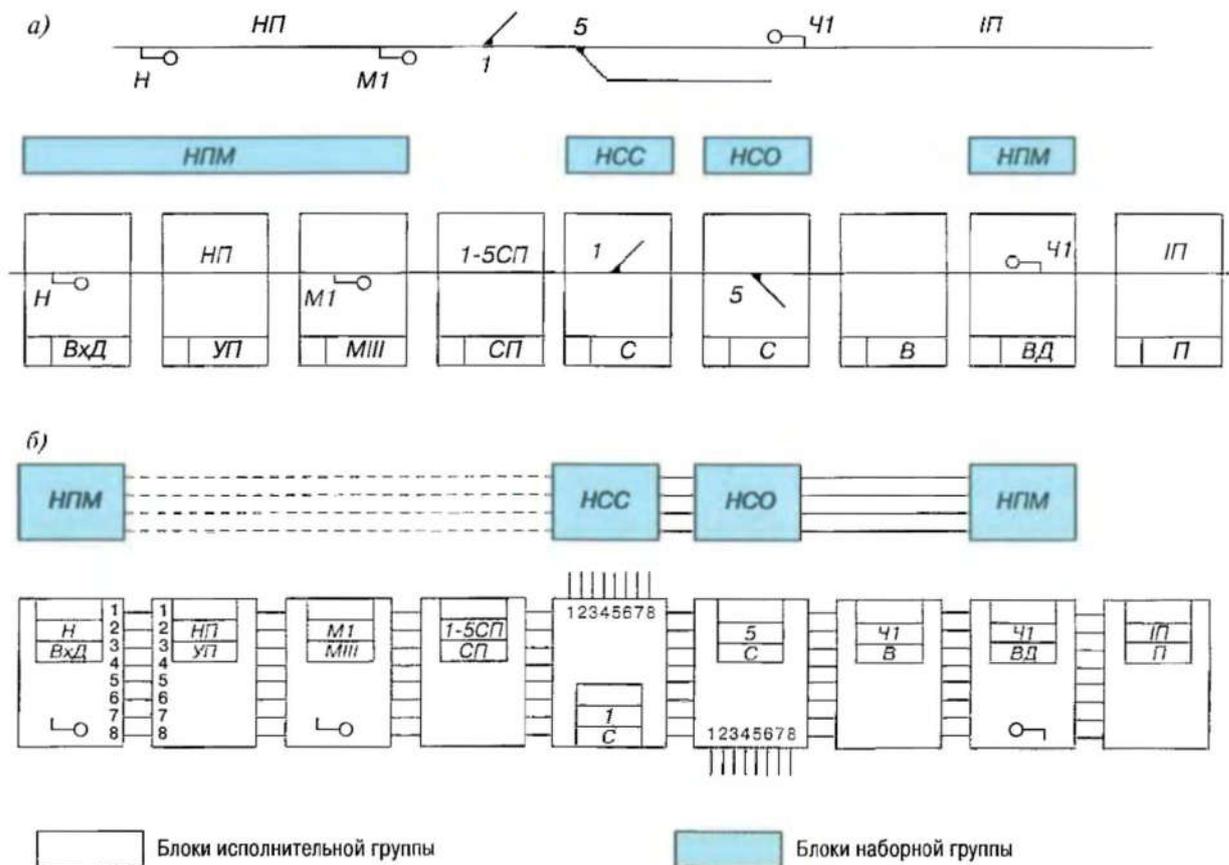


Рис. 2.13. План размещения блоков БМРЦ: **ВхД**— блок входного светофора; **УП**— блок бесстрелочного изолированного участка; **МШ**— блок маневрового светофора; **С**— блок стрелки; **ВД**— блок выходного светофора; **П**— блок приемо-отправочного пути; **СП**— блок стрелочного изолированного участка; **НПМ**—блок поездного или совмещенного светофора; **НСС**—блок управления спаренными стрелками; **НСО**—блок управления одиночными стрелками

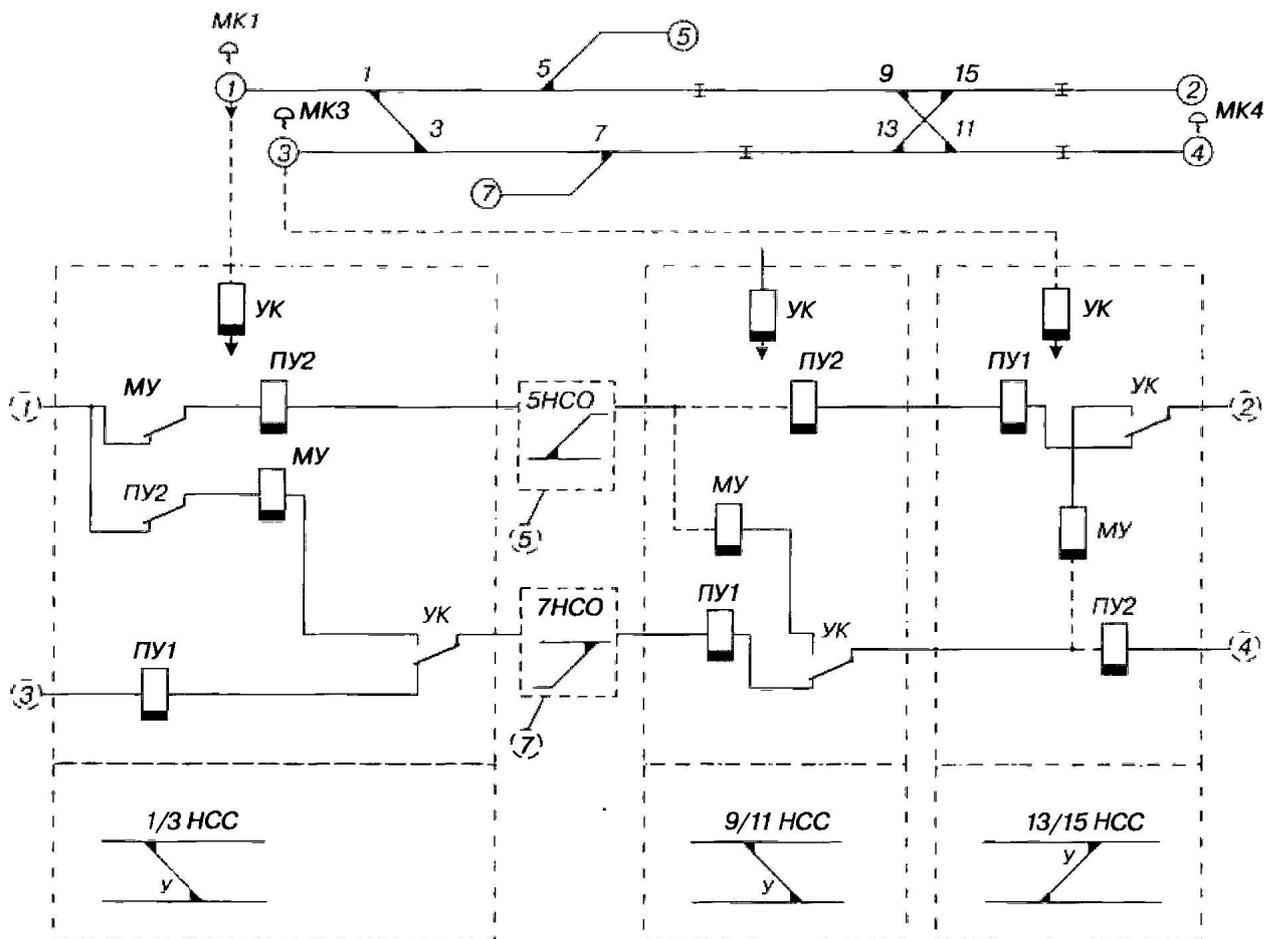


Рис. 2.14. Схема управления стрелочными управляющими реле: ПУ— плюсовое управляющее реле; МУ— минусовое управляющее реле; УК— угловое кнопочное реле; МК—маршрутная кнопка; НСО—блок одиночной стрелки; НСС— блок спаренной стрелки

4. Четвертая межблочная цепь используется для контроля соответствия запрошенному маршруту фактического положения стрелок после перевода. После установки всех стрелок по маршруту активируются блоки исполнительной группы.

Рис. 2.14 иллюстрирует схемную реализацию блоков наборной группы для формирования команд на перевод стрелок. Каждый блок одиночной стрелки содержит два реле для управления стрелкой: плюсовое управляющее реле ПУ и минусовое управляющее реле МУ. Соответственно каждый блок спаренной стрелки включает в себя три реле: два ПУ и одно МУ. При наличии нескольких вариантов следования между точками начала и конца маршрута с помощью угловых кнопочных реле УК выбирается основной вариант (например, от начала в точке 1 через съезд 1/3, а не съезд 9/11, см. рис. 2.14). При нажатии начальной кнопки маршрута включается

соответствующее угловое реле в блоке стрелки и его контактом формируется электрическая цепь подготавливаемых к установке маршрутов. Окончательный выбор маршрута осуществляется при нажатии конечной кнопки.

Модификации блочной системы централизации. С момента создания (1960 г.) БМРЦ подвергалась следующим модификациям.

1. Вместо релейной маршрутно-наборной группы были разработаны два варианта бесконтактных блоков:

- на транзисторных логических элементах ИЛИ-НЕ;
- на транзисторах и тиристорах.

2. В 1970-х годах для уменьшения объема проектных работ по нетиповым схемным решениям и для создания новых блоков была разработана усовершенствованная электрическая централизация. После ряда промежуточных вариантов в 1990-х годах была принята для проектирования электрическая централизация с индустриальной системой монтажа (ЭЦ-И). Для системы ЭЦ-И характерно использование малогабаритных реле новых типов, увеличение числа типов блоков и цепей межблочных связей (31 ед.), организуемых типовыми шлангами с разъемами.

К новым функциям ЭЦ-И можно отнести:

- возможность размыкания маршрута поездом как посекционно, так и целиком;
- возможность замыкания стрелок по трассе движения перед открытием пригласительного сигнала;
- усовершенствованный алгоритм контроля проследования поезда;
- возможность накопления маршрута, враждебного заданному, с защитой от кратковременной потери шунта в рельсовой цепи.

Однако стремление создать блочную систему, пригодную для всех практических случаев, привело к чрезмерному усложнению схем блоков, большому расходу реле (около 100 в пересчете на одну централизованную

стрелку) и увеличению стоимости централизации. В результате этого предпочтительнее стало использование микропроцессорных систем.

Разные модификации систем гибридных релейно-процессорных централизаций эксплуатируются на Российских железных дорогах с конца 1990-х годов. Любая из них представляет сочетание релейной исполнительной группы БМРЦ (для выполнения функций обеспечения безопасности) с компьютерной реализацией функций маршрутно-наборной группы, что расширяет возможности автоматизированного рабочего места (АРМ) дежурного по станции или диспетчера участка.

Система УЭЦ была разработана в институте «Гипротрансигнальсвязь», широко внедрялась на сети дорог стран СНГ и явилась основой для разработки всех последующих систем релейных централизаций. Основной элементной базой системы сначала являлись реле типа НШ и КШ, а в более поздних проектах использовались реле типа НМШ, КМШ.

В УЭЦ использовался стативный монтаж, а стативы изготавливались на заводах по индивидуальным для каждой станции схемам. Соединения между стативами выполнялись на месте их установки при помощи кабелей.

Для ускорения проектирования УЭЦ были разработаны типовые принципиальные схемы отдельных узлов централизации. Разработка значительной части принципиальных схем заключалась в соединении между собой некоторых схемных узлов в соответствии с планом станции. Эти схемные узлы соединялись между собой по следующим восьми электрическим цепям:

Цепь 1 – схема контрольно-секционных реле (КС). Это первый каскад управления светофорами. Его функция (назначение) состоит в:

- а) восприятию команды на открытие светофора с предварительной проверкой выполнения значительной части условий безопасности движения;
- б) выборе элементарных маршрутов, входящих в устанавливаемый маршрут и выработке воздействий, приводящих к их замыканию (выключению замыкающих реле).

Включение контрольно-секционных реле замыкает соответствующие секции маршрута и подготавливает схемы контроля проследования поезда (цепи 3, 4 и 5).

Цепь 2 – схема сигнальных реле (С, МС). Это второй каскад управления светофорами. Функции этого каскада состоят в:

а) проверке тех условий безопасности движения и реализации тех зависимостей, которые было невозможно или нецелесообразно осуществлять в первом каскаде;

б) переключении показаний светофоров с запрещающего показания на разрешающее и наоборот.

Для выбора сигнальных показаний светофора дополнительно используется пятая межблочная цепь. Контроль горения ламп светофора позволяет обнаружить перегорание нити и переключить светофор в защитное состояние.

Реле поездного сигнала обесточивается и переключает сигнал в запрещающее положение через 5 с после того, как поезд займет следующую за сигналом секцию или нарушатся какие-либо условия безопасности движения по маршруту.

Реле маневрового сигнала обесточивается сразу после того, как поезд полностью проследует за сигнал.

Цепь 3 – схема подпитки маневровых сигнальных реле (МС). Функция этой цепи состоит в обеспечении автоматического закрытия маневрового светофора при вступлении за него хвоста подвижной единицы, а не головы, как это осуществляется в поездных маршрутах. Закрытие светофора от вступления за него хвоста подвижной единицы позволяет осуществлять маневровые передвижения вагонами вперед.

Цепи 4, 5 – схема включения высокоомных обмоток маршрутных реле (М). Это первый каскад устройств автоматического размыкания элементарных маршрутов. Использование двух цепей (4 и 5) объясняется

необходимостью настройки устройства на направление движения подвижных единиц (четное, нечетное).

Третья, четвертая и пятая цепи межблочных соединений с помощью схем маршрутных реле обеспечивают контроль последовательного продвижения поезда по секциям маршрута и дальнейшее их размыкание.

Для каждой секции используется два маршрутных реле: первое по ходу движения маршрутное реле фиксирует факт вступления поезда на данную секцию с предыдущей, а второе - регистрирует факт освобождения данной секции и занятия следующей. При условии выполнения указанных событий происходит размыкание секции.

Как уже отмечалось выше, пятая цепь используется для двух различных целей:

- при установке поездного маршрута - для выбора разрешающего сигнального огня с учетом показания следующего светофора;
- при размыкании маршрута - для включения второго маршрутного реле секции.

Цепь 6 – схема включения низкоомных обмоток маршрутных реле (М). Функция этой цепи состоит в автоматической отмене (размыкании) неиспользованных частей маневровых маршрутов, которые остаются после завершения угловых заездов. В данном случае проверяется состояние перед маршрутного участка и в зависимости от этого устанавливается выдержка времени.

Предмаршрутным участком является:

- для маршрута приема - блок-участок между предупредительным и входным светофором;
- для маршрута отправления - путь отправления;
- при сквозном пропуске - участок между входным и выходным светофорами;
- для маневровых маршрутов - секция перед светофором.

Цепь 7 – схема включения индикаторных лампочек без красного светофильтра (белой полосы) на аппарате контроля. Она предназначена для информирования дежурного помощника начальника станции (ДСП) о трассе установленного маршрута и замыкании входящих в него стрелок (ходовых и охранных) и в закрытом состоянии светофоров враждебных маршрутов.

Цепь 8 – схема включения индикаторных лампочек с красными светофильтрами (красной полосы) на аппарате контроля. Она предназначена для информирования ДСП о движении подвижных единиц по маршруту и размыкании элементарных маршрутов, происходящих по мере их освобождения хвостом подвижных единиц.

К наиболее важным и интенсивно работающим узлам, не соединяемым по плану станции, относятся:

1. Замыкающие реле (З), на которые кроме основных функций, возложены функции второго (последнего) каскада устройств автоматического размыкания маршрутов;

2. Реле угловых заездов, устанавливаемых по мере необходимости для маневровых светофоров и обеспечивающих подачу питания в цепь №6;

3. Огневые и вспомогательные сигнальные реле светофоров.

Заметим, что в УЭЦ применен предмаршрутный принцип замыкания, а система могла применяться, как при отдельном, так и при маршрутном алфавита аппарата управления.

Глава 3

Блочная электрическая централизация (БЭЦ)

3.1. Функциональная схема

Для компоновки в блоки аппаратуры установки, замыкания и размыкания маршрутов в БЭЦ применен функциональный принцип. Всего было разработано 14 типов блоков. В процессе совершенствования системы схемы некоторых блоков были доработаны, однако их функции не изменились. Кроме того, разрабатывались и новые типы блоков.

В БЭЦ используются блоки большого и малого габаритов. В блоке большого габарита размером 220x275x340 мм может быть установлено до девяти реле типа НМ, КМ. В блоке малого габарита может быть размещено до трех реле типа НМ, КМ. Вместо реле в блоках могут быть размещены другие элементы (конденсаторы, трансформаторы, резисторы). Каждый релейный блок состоит из металлического коробчатого шасси. Основание шасси разделяет блок на две камеры – релейную и монтажную. На передней стенке основания шасси размещаются реле и другие элементы. Все элементы, расположенные на передней стенке, закрываются либо прозрачным пластмассовым колпаком, либо металлическим колпаком с застекленными передней и боковыми стенками. Между колпаком и шасси имеется уплотняющая резиновая прокладка, защищающая блок от проникновения в него пыли. В монтажной камере установлены две пластмассовые колодки с ножами, служащими для штепсельного электрического соединения блока с другими узлами централизации. Монтаж проводов камеры выполняется при помощи пайки. Монтажная камера закрывается металлической крышкой, защищающей камеру от проникновения пыли. Конструкцией блоков обеспечивается возможность пломбирования как релейной, так и монтажной камеры. Перечень типов функциональных блоков приводится ниже, причем в скобках указываются типы ранних разработок.

П-62 – путевой, устанавливается для каждого станционного пути. Функции блока состоят в выделении концов поездных маршрутов, исключении возможности установки лобовых маршрутов и контроле состояния пути, последнее обеспечивается благодаря установке в блоке повторителя путевого реле, или ЭССО;

СП-69 (СП-62, СП-65) – стрелочный путевой устанавливается для каждого стрелочного путевого участка. Функции блока состоят в замыкании, размыкании и отмене входящих в стрелочный путевой участок стрелок, а также стрелок, являющихся охранными для маршрутов, проходящих через эту секцию, и светофоров враждебных маршрутов в запрещающем состоянии. В блоке устанавливается общий повторитель стрелочных путевых реле секции, чем обеспечивается выполнение функции контроля состояния стрелочной секции в схемах автоматов ЭЦ;

УП-65 (УП-62) – участка пути устанавливается для каждого участка пути (секции без стрелок), расположенного в горловине станции. Участок пути не содержит стрелок, но для него (также, как и для стрелочного) предусмотрено выполнение функций замыкания и размыкания. Это позволяет осуществить контроль последовательного размыкания секций в поездном маршруте. Таким образом, функции блоков УП-65 и СП-69 в поездных маршрутах одинаковы. В маневровых маршрутах блоком УП-65 выполняются функции выделения концов маневровых и исключения возможности установки лобовых маневровых маршрутов;

ПС – пусковой стрелочный, устанавливается для стрелок, оборудованных электроприводами типа СП или ВСП. Функции блока состоят в подключении стрелочного электродвигателя к источнику питания и контроля состояния датчиков положения стрелки. В зависимости от способа и вида источника питания блоки монтируются по двухпроводной схеме управления стрелкой для батарейного (ПС-110, ПС-110А, ПС-110М) или безбатарейного (ПС-220, ПС-220А, ПС-220М) способов питания, а также по пятипроводной (ПСТ) схеме управления стрелкой. В блоках, монтируемых по двухпроводной схеме

управления стрелкой, размещается два комплекта аппаратуры и поэтому один блок устанавливается для двух стрелок;

С (СО,СС) – стрелочный (стрелочный одиночный, стрелочный спаренный), устанавливается для каждой одиночной стрелки. Для спаренных стрелок устанавливается два блока С. Функции блока состоят в коммутации электрических цепей, соединяемых по плану станции, в соответствии с положением стрелок, в проверке свободности негабаритных секций и положения охранных стрелок.

М I – одиночного маневрового светофора, расположенного на границе двух стрелочных путевых участков. Основными функциями блока являются: выделение начала и конца маневровых маршрутов одного направления движения, управления светофором, обеспечение условий размыкания и отмены маршрутов;

М II – маневрового светофора из тупика или маневрового светофора, установленного в створе со светофором для другого направления движения. Основными функциями блока являются: выделение начала или конца маневровых маршрутов разных направлений движения, управления светофором, обеспечение условий размыкания и отмены маршрутов;

М III – маневрового светофора с пути или участка пути. Функциями блока являются: выделение начала маневровых маршрутов, управления светофором, обеспечение условий размыкания и отмены маршрутов;

ВД-62 – дополнительный блок функционального узла управления совмещенным светофором (выходным, маршрутным, промышленного транспорта). Функциями блока являются: выделение начал поездных и маневровых маршрутов одного направления, обеспечение условий размыкания и отмены маршрутов. Необходимость разработки блока ВД-62 объясняется тем, что количество аппаратуры любого варианта функционального узла управления совмещенным светофором не помещалась в одном блоке. Поэтому блок ВД-62 используется совместно с одним из

вариантов основного блока функционального узла управления совмещенным светофором;

В I – основной блок функционального узла управления совмещенным светофором. Функции блока заключаются в управлении огнями светофора и контроле целостности нитей его ламп. Блок обеспечивает сигнализацию зеленым, желтым, красным или белым огнем, что позволяет использовать его для управления как маршрутным, так и выходным светофором при наличии на прилегающем перегоне полуавтоматической или трехзначной автоматической блокировки;

В II – назначение и функции этого блока те же, что и блока типа В I. Отличие состоит в том, что блок В II обеспечивает дополнительную сигнализацию либо двумя зелеными, либо двумя желтыми огнями. В варианте дополнительной сигнализации двумя зелеными огнями блок В II применяется для управления выходным светофором, установленным в горловине станции, к которой прилегают два перегона, причем один из них оборудован трехзначной автоблокировкой, а другой – полуавтоматической блокировкой. В варианте дополнительной сигнализации двумя желтыми огнями блок может применяться для любого совмещенного светофора, на котором предусматривается осигнализация маршрутов с движением по отклонению на стрелочных переводах;

В III – назначение и функции этого блока те же, что и блока В I. Отличие состоит в том, что блок В III обеспечивает дополнительную сигнализацию одновременно желтым и зеленым огнями. Такая сигнализация необходима для выходных светофоров, ограждающих маршруты отправления на перегон, оборудованный четырехзначной автоблокировкой.

III – основной блок функциональных узлов поездного или совмещенных светофоров промышленного транспорта. Назначение и функции блока III те же, что и блока В I. Отличие состоит в том, что блок III обеспечивает сигнализацию светофора красным, зеленым и белым огнем.

ВхД – дополнительный блок функционального узла управления поездным (входным) светофором. Функции блока состоят в выделении начала поездного маршрута одного направления движения и конца маневрового маршрута противоположного направления движения, обеспечении условий размыкания и отмены маршрутов. Блок ВхД разработан для совместного использования с блоком Вх, т.к. схемный узел управления входным светофором с местным питанием и резервированием ламп красного и лунно-белого огней в одном блоке не уместится. В связи с совершенствованием схемного узла управления входным светофором (применение двухнитевых ламп, расширение значности и т.д.) не рекомендован к применению при новом проектировании, при котором взамен блока ВхД рекомендуется применять блок ВД-62. Заметим, что в общей массе светофоров количество входных светофоров, и, следовательно, потребность блоков ВхД не велики.

Вх – основной блок функционального узла управления входным (поездным) светофором с однонитевыми лампами, местным питанием и резервированием ламп красного и лунно-белого огней. Функции блока состоят в управлении огнями светофора с однонитевыми лампами при центральном питании ламп разрешающих огней и местном питании ламп красного и лунно-белого огней. По тем же причинам, что и блок ВхД при новом проектировании не применяется, а необходимая часть усовершенствованных схемных узлов монтируется на стативах свободного монтажа.

В процессе эксплуатации устройств ЭЦ иногда возникают повреждения автоматов управления стрелками и станционных датчиков местоположения подвижных единиц (рельсовых цепей), что резко снижает пропускную и перерабатывающую способности станции. Кроме того, проведение на станции реконструкции, модернизации и ремонтных работ также может резко снизить пропускную и перерабатывающую способности станции. Для того чтобы не происходило резкого снижения указанных способностей,

инструкцией НШ-03 разрешается выключать из действия рельсовые цепи и стрелки горловин станции с сохранением пользования светофорами. При БЭЦ выключение осуществляется при помощи следующих специальных блок-макетов:

МПУ-69 (МПУ) – блок-макет выключения из зависимости рельсовых цепей горловин станции. При выключении рельсовой цепи из зависимостей с сохранением пользования сигналами (светофорами) блок МПУ-69 устанавливается вместо любых модификаций блоков СП или УП. Блок МПУ-69 обеспечивает: установку поездных и маневровых маршрутов через выключенную рельсовую цепь (т.е. без проверки ее свободности); размыкание секций элементарных маршрутов, расположенных за выключенным участком; отмену и искусственное размыкание маршрутов; индикацию выключенного состояния рельсовой цепи. Поскольку установка маршрута через выключенную рельсовую цепь происходит без автоматической проверки ее свободного и исправного состояния, то контроль этого условия безопасности движения возлагается на дежурного по станции;

МПСП, МПСЛ – блок-макеты выключения стрелки из зависимости с сохранением пользования светофорами (сигналами). Блок-макеты устанавливаются вместо блоков ПС110 или ПС220 любой модификации. Поскольку в этих блоках собрано два комплекта, то и блок-макеты изготавливаются двух типов – правого (МПСП-110, МПСП – 220) и левого (МПСЛ-110, МПСЛ-220). В блок-макете правого типа правая часть блока собрана по схеме макета, а левая по двухпроводной схеме управления стрелкой, а в блок-макете левого типа - наоборот. Установка маршрутов через выключенную из зависимости стрелку происходит без автоматической проверки условий безопасности движения по стрелке. Контроль этих условий безопасности движения осуществляется дежурным по станции по докладам агента, производящего перевод стрелки и ее замыкание.

Выше указывалось, что элементной базой БЭЦ являлись реле типа НМ, КМ. Однако в настоящее время разработаны модернизированные блоки БЭЦ,

в которых в качестве элементной базы используются реле типа РЭЛ, ПЭЛ. Кроме того, в модернизированных блоках не устанавливаются конденсаторы.

При проектировании БЭЦ для конкретной станции разрабатывается ее однониточная схема, на которой указываются необходимые функциональные блоки, порядок их соединения между собой и распределения блоков по статавам. Эта схема называется функциональной. Следует заметить, что блоки типа ПС соединений в соответствии с планом станции не требуют и поэтому они устанавливаются на отдельных статавах.

В функциональной схеме порядок расположения всех блоков однозначно определяется расположением стрелок и светофоров. Исключение составляют блоки типа СП. Функции блоков типа СП должны выполняться для любого варианта маршрута, проходящего через стрелочную секцию. Поэтому он должен быть расположен в общей точке элементарного маршрута, под которой подразумевается часть конфигурации элементарного маршрута, входящая в любой маршрут, проходящий через секцию. Общие точки и места установки блоков СП и С для некоторых конфигураций элементарных маршрутов показаны на рисунке 3.1., на котором конфигурация 3.1.д соответствует глухому пересечению путей, оборудованному отдельной рельсовой цепью или системой счета осей.

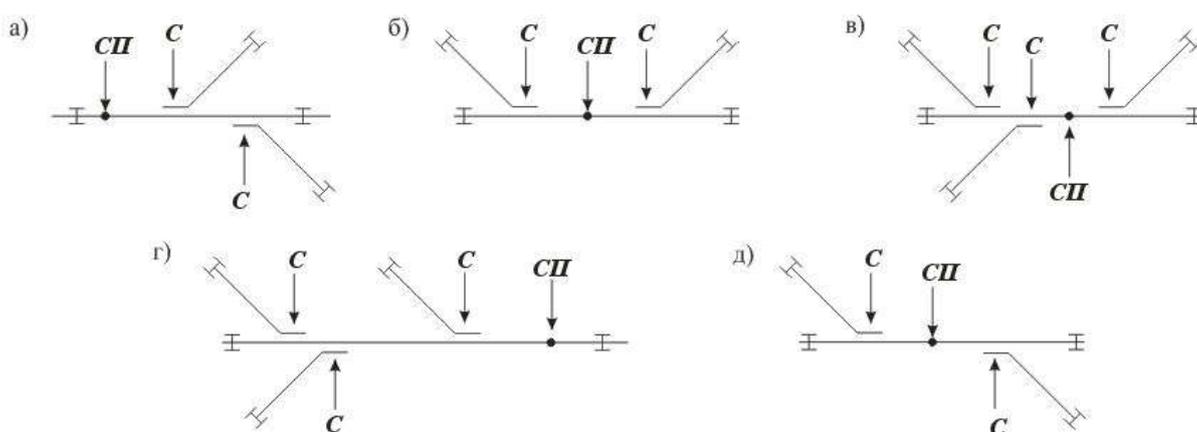


Рис.3.1. Общие точки элементарных маршрутов

В практике проектирования не редки случаи таких конфигураций элементарных маршрутов, для которых общей точки не существует.

Примером таких элементарных маршрутов являются элементарные маршруты диспетчерских съездов с глухим пересечением и перекрестные стрелочные переводы (английские стрелки).

Диспетчерские съезды с глухим пересечением (см.рис.3.2а) состоят из двух элементарных маршрутов, т.к. по ним возможны параллельные передвижения (например, от А за Б и одновременно от Г за В). Конфигурации этих элементарных маршрутов показаны на рис.3.2б, из которого видно, что они не имеют общих точек. Для поиска искусственной общей точки конфигурация 3-5СП рис.3.2б заменяется конфигурацией 3-5СП рис.3.2в. Аналогично заменяют конфигурацию 1-7СП рис.3.2б на конфигурацию 1-7СП рис.3.2в. После замены образовались общие точки элементарных маршрутов, которые показаны на рис.3.2в.

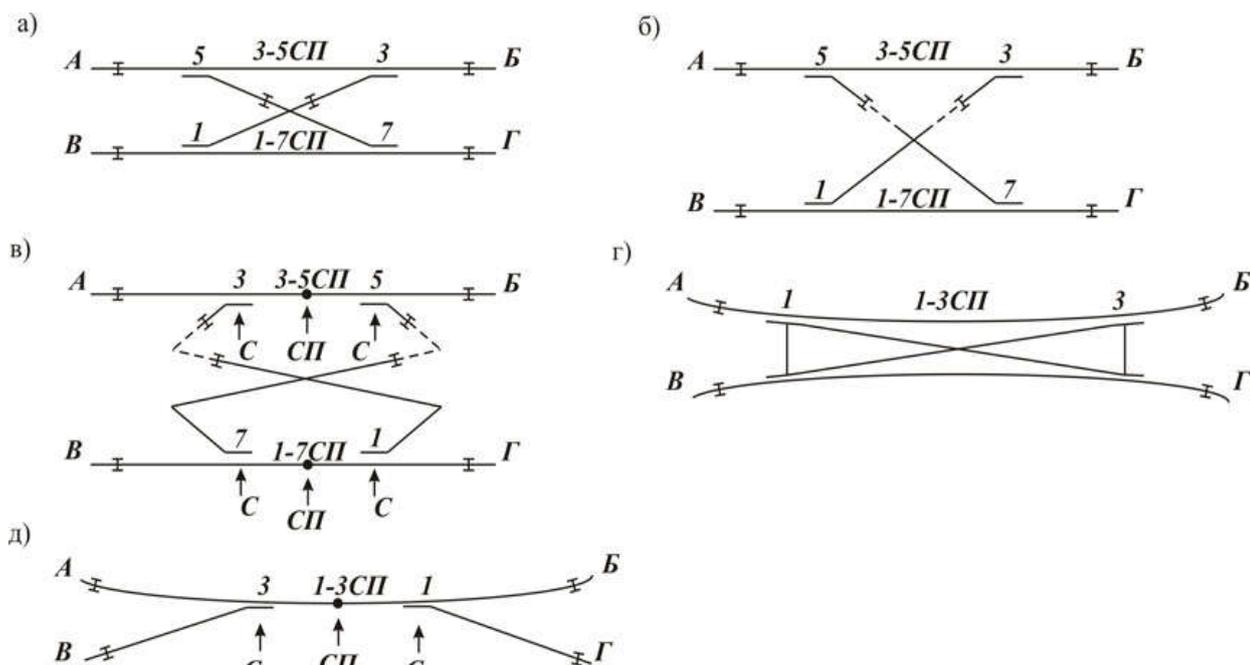


Рис.3.2. Искусственные общие точки элементарных маршрутов

Замена конфигурации рис.3.2.а на конфигурацию 3.2.в накладывает дополнительное условие на установку маршрутов через стрелочные секции рис.3.2а. Допустим, что через секции необходимо осуществить движение по минусовому положению стрелок 1 и 3, т.е. от В за Б. Реальный маршрут (см.рис.6а) будет проходить подвижная единица будет следовать по минусовому положению стрелок 1 и 3. Конфигурация рис.6в требует, чтобы

при движении от В за Б маршрут проходил и реализовывался сначала по плюсовому положению стрелки 5. Рассматривая аналогичным образом различные варианты движений по минусовому положению стрелок одного из съездов рис.3.2а и 3.2в можно сделать вывод о том, что организация движения по минусовому положению одного из съездов рис.3.2а требует обязательной установки стрелок второго съезда в плюсовое положение. Поэтому источник команд при генерации команды на перевод в минусовое положение стрелок одного из съездов рис.6а должен автоматически генерировать команду на перевод другого съезда рис.6а в плюсовое положение.

Конструкция перекрестного стрелочного перевода (рис.3.2.г) не допускает параллельных передвижений от А за Б и от В за Г. Поэтому стрелки этого перевода входят в один элементарный маршрут и оборудуются только двумя электроприводами, причем шибер каждого электропривода при переводе перемещает четыре остряка. Для образования искусственной общей точки элементарного маршрута перекрестный стрелочный перевод рис.6г заменяют двумя одиночными простыми стрелочными переводами так, как это показано на рис.3.2.д.

Однониточная и функциональная схемы горловины примерной станции показаны на рис.3.3. Из сравнения схем рис.3.3. видно, что конфигурации элементарных маршрутов 11-17СП и 13-15СП изменены, а блоки типа СП-69 этих маршрутов расположены в искусственных общих точках.

Цепь 6 – схема реле разделки (Р). Это цепи отмены маршрутов и автоматического размыкания неиспользованных частей маневровых маршрутов, остающихся после угловых заездов;

Цепь 7 – схема включения ламп (светодиодов) белой (желтой) полосы на аппарате контроля. Этими цепями при свободных от подвижных единиц путевых участках обеспечивается индикация их замкнутого состояния и индикация подключения блоков типа СП и УП к автоматам искусственной разделки. Цепь 7 сокращенно называется цепью контроля на табло установленного маршрута;

Цепь 8 – схема включения ламп (светодиодов) красной полосы на аппарате контроля. Этими цепями обеспечивается индикация занятого состояния путевых участков.

3.2. Схема кнопочных реле и реле направлений

Для сокращения затрат времени на обслуживание аппаратов управления ЭЦ, в качестве источников команд управления светофорами сигнальных кнопок применяются кнопки без фиксации, содержащие только одну пару контактов (одноконтактные), замыкающихся при нажатии кнопки. Для входных (поездных) и маневровых светофоров на аппарате управления устанавливаются на одной сигнальной кнопке, которые обозначаются в соответствии с наименованиями светофоров. Для совмещенных светофоров (выходные, маршрутные) на аппарате управления устанавливается по две сигнальных кнопки. Одна из кнопок обозначается по наименованию светофора и служит для управления поездными показаниями светофора. Другая кнопка обозначается по наименованию светофора с добавлением буквы «М» и служит для управления маневровыми показаниями светофора. Открытие светофора осуществляется одним действием ДСП. Для этого необходимо кратковременно (2-3 с) нажать кнопку управления светофором. Если ДСП необходимо закрыть светофор, то он должен выполнить два действия. Первое действие состоит в кратковременном (1- 2 с) нажатии

специальной кнопки, которая называется групповой кнопкой отмены (ОГ). Второе действие состоит в нажатии и удержании до закрытия светофора кнопки управления этого светофора. Таким образом, благодаря использованию кнопки ОГ одна и та же кнопка управления светофором может являться, как источником команды «Светофор открыть», так и источником команды «Светофор закрыть».

Более высокий уровень безопасности движения будет обеспечиваться, если при любых воздействиях на источники команд в автомат управления светофорами подавалась бы только одна команда, либо команды не подавались. Действительно, нельзя допустить, чтобы при каких-либо повреждениях (например, западании или сваривании контактов кнопки) в автомат управления светофорами одновременно подавались команды на открытие светофоров, ограждающих враждебные маршруты. Поэтому устройства увязки источников команд с автоматом управления светофорами должны обладать защитой от одновременного воздействия на две или более кнопки, что возможно, как при некорректных действиях ДСП, так и при западании кнопки. Для реализации этой защиты и подачи команд в автоматы управления светофорами и автоматы отмены маршрутов сигнальные кнопки (источники команд) должны иметь несколько групп контактов, а поскольку кнопки одноконтатные, то для каждой сигнальной кнопки предусматривается установка специального реле, которое называется кнопочным. Таким образом, необходимость установки кнопочных реле объясняется использованием одноконтатной кнопки и возложением на них части защитных функций.

Защитные функции в более полном объеме реализуются при помощи реле направлений. Они предназначены для того, чтобы исключить возможность одновременной подачи команд на установку маршрутов разных направлений (четное или нечетное) и категорий (поездные или маневровые), которые могут быть враждебны. Вышеуказанное исключение возможности подачи команд достигается за счет включения в цепь возбуждения

начальных, конечных и сигнальных реле контактной пары «фронтной – общий» реле направлений.

Типовыми решениями рекомендуется включать кнопочные реле и реле направлений по объединенной схеме, которая для горловины станции рис.7 представлена на рис.8. Все реле рис.8 разделены на четыре группы. В одну группу включаются кнопочные реле сигнальных кнопок всех светофоров одной категории и разрешающих движение в одном направлении. Объединяют кнопочные реле группы с реле направления так, чтобы обмотка реле направления включалась последовательно с обмоткой кнопочного реле.

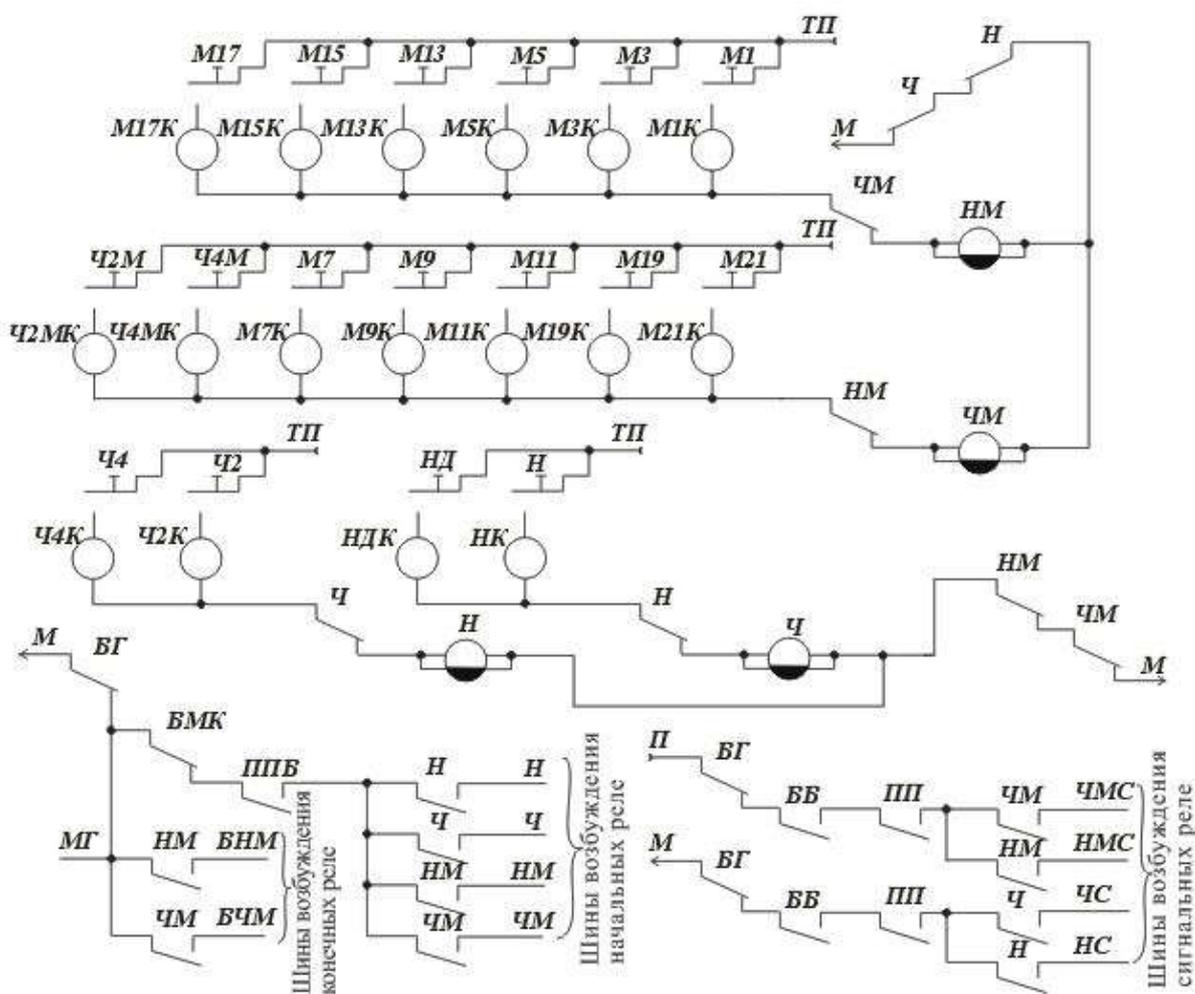


Рис.3.4. Схема кнопочных реле и реле направлений

Например, (рис.3.4) обмотка любого кнопочного реле группы сигнальных кнопок М1, М3, М5, М13, М15, М17, являющихся источниками команд управления светофорами, разрешающими маневровые передвижения в

нечетном направлении, включается последовательно с обмоткой реле нечетных маневровых (НМ) передвижений.

Другие кнопочные реле объединяют реле четных маневровых передвижений (ЧМ), нечетных поездных передвижений (Н) и четных поездных передвижений (Ч).

В схеме рис.8 за исходное состояние кнопочных реле и реле направлений принято невозбужденное (без тока). В принципе возможна разработка таких схем, в которых может быть принято иное состояние за исходное. Однако, в устройствах, смонтированных по этим схемам, в случае обрыва какой-либо электрической цепи, произойдет возникновение команды на управление светофором без ведома ДСП. Это не снизит уровень безопасности движения, но может привести к задержкам в движении и, как следствие, к снижению пропускной и перерабатывающей способностей станции. Именно этими соображениями обоснован выбор исходного состояния реле в устройствах, выполненных по схеме рис.3.4.

Работа устройств рис.3.4. происходит следующим образом. При необходимости управления светофором, например, М7 нажимается кнопка М7. В результате возбуждается реле М7К и ЧМ. Функция возбуждения f (М7К, ЧМ) этих реле от полюсов питания ТП и М (рис.3.4) имеет вид

$$f(\text{М7К, ЧМ}) = \text{кнопка М7К} \wedge \overline{\text{НМ}} \wedge \overline{\text{Н}} \wedge \overline{\text{Ч}}$$

В приведенном выражении записям логических переменных $\overline{\text{НМ}}$, $\overline{\text{Н}}$, $\overline{\text{Ч}}$ на рис.3.4. соответствуют изображения пар контактов «общий - тыловой» реле НМ, Н, и Ч, которые включены по схеме логической операции «И» в цепь возбуждения реле направления ЧМ.

Реле М7К и ЧМ будут находиться в возбужденном состоянии до тех пор, пока будет оставаться нажатой кнопка М7К. Если после снятия пальца кнопки она окажется запавшей (т.е. не вернется под действием пружины в исходное состояние), то её пара контактов «фронтальной - общий» останется замкнутой, а реле М7К и ЧМ так и останутся в возбужденном состоянии. При

такой ситуации, нажатие другой сигнальной кнопки, относящейся к любой из групп других категорий и направления (Ч, Н, НМ), не приведёт к возбуждению соответствующего кнопочного реле и реле направления, что обеспечивается включением в цепь их возбуждения пар контактов «общий - тыловой» реле ЧМ, которые будут разомкнуты. Так обеспечивается невозможность одновременной подачи в ЭЦ команд на установление светофорами, ограждающими маршруты направлений и категорий, которые могут быть враждебны. Указанная невозможность обеспечивается за счёт включения в цепь возбуждения любого реле направления пар контактов «общий - тыловой» остальных реле направлений.

Если при зажавшей сигнальной кнопке М7К ДСП нажмёт другую сигнальную кнопку светофора, ограждающего маршрут уже зафиксированного направления и категорий движения, например М9К, или одновременно нажмёт две сигнальные кнопки светофоров одного и того же направления и категории, то кроме реле направления возбудится два кнопочных реле, например М7К, М9К и ЧМ. В этом случае в ЭЦ могут одновременно подаваться команды на открытие двух светофоров, ограждающих враждебные маршруты. Таким образом, схемой включения кнопочных реле и реле направлений не предусмотрена реализация защиты от одновременного нажатия сигнальных кнопок светофоров, ограждающих маршруты одного направления и категории передвижения, что является недостатком.

При отсутствии повреждений и корректных действий ДСП кнопочные реле и реле направления выключаются после снятия пальца с сигнальной кнопки в результате размыкания пары её контактов «общий - фронтальной».

Подача команд на открытие светофоров осуществляется подключением выводов источника питания к автомату ЭЦ через контакты кнопочных реле и реле направлений. Контакты реле направлений образуют (рис.3.4) шины (провода) возбуждения конечных (ВНМ, ВЧМ), начальных (Н,Ч,НМ,ЧМ) и

сигнальных (НС, ЧС, НМС, ЧМС) реле. Заметим, что в результате включения в цепь образования шин возбуждения направления контактов реле:

а) ПП, ППВ, ВВ - обеспечивается возбуждение сначала конечных, потом начальных, а затем сигнальных реле;

б) БГ - исключается подача команды на открытие светофора при действиях ДСП по закрытию светофоров;

в) ВМК - исключается подача команд на открытие светофора при неоконченных действиях электромеханика с макетом выключения стрелки из зависимости.

3.3. Схема противоповторных реле

Команда на открытие светофора должна в устройства ЭЦ подаваться однократно и кратковременно. Если этого не обеспечить, то длительное нажатие сигнальной кнопки, ее западание или сваривание ее контактов (т.е. длительное поступление команды «светофор откройся»), либо переведет работу светофора из полуавтоматического режима в автоматический (будет открываться повторно без участия ДСП), что исключит возможность управления движением, либо приведет к выключению всех огней светофора, что является опасным отказом. Кратковременное поступление одной команды от одного воздействия на сигнальную кнопку обеспечивается комплектом противоповторных реле. Он состоит из противоповторного включающего (ППВ), противоповторного (ПП) и включающе-выключающего (ВВ) реле. Схема этих реле для станции, изображенной на рис.3.4. Особенность этой схемы состоит в том, что ей предусматривается реализация защиты от одновременного нажатия двух сигнальных кнопок управления светофорами, ограждающими маршруты одного направления и категории, что не предусматривалось схемой кнопочных реле и реле направлений (рис.3.3.).

В схеме реле ППВ можно выделить четыре электрических ветви, объединяемых в узел парами контактов «общий-фронтной» реле

направлений (рис.3.5.). К этому узлу через резистор R и контакты реле ПП, ВВ подключен левый по схеме вывод обмотки реле ППВ. К правому по схеме выводу обмотки реле ППВ подключены полюса источника питания (П, М) через контакты реле НМ, ЧМ. Необходимость подключения полюсов питания через контакты реле НМ и ЧМ объясняется особенностью подачи питания на сигнальные реле ЭЦ.

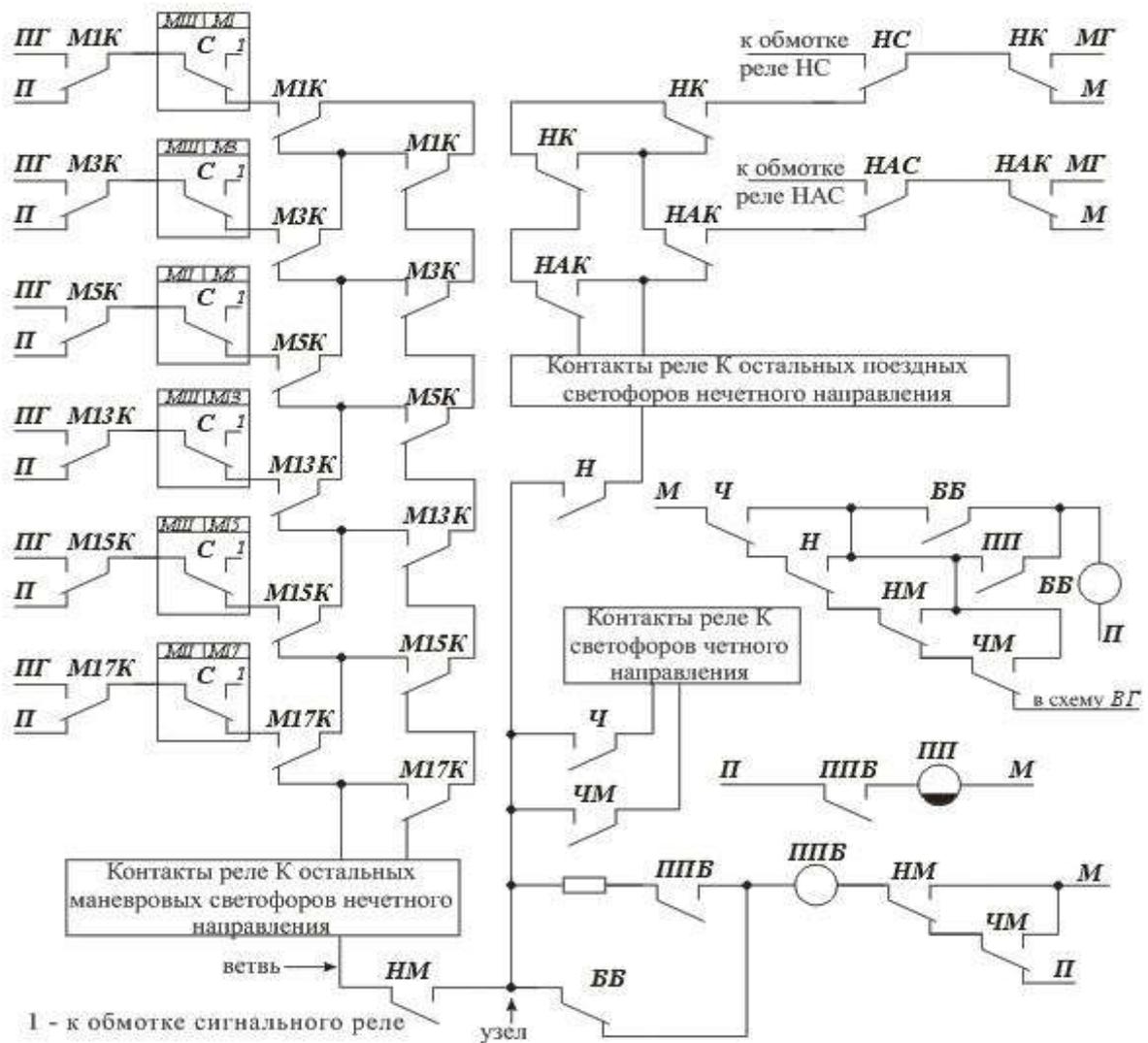


Рис.3.5. Схема противоповторных реле

В схеме рис.3.5 исходным состоянием реле ППВ, ПП, ВВ является невозбужденное (выключенное). Работа этих реле происходит в следующей последовательности. При установке, например, маневрового маршрута по светофору М5 после нажатия сигнальной кнопки возбуждаются реле М5К и НМ (см.рис.3.4). Возбудившись эти реле подключают провода (шины)

питания ПГ и МК обмотке реле ППВ и оно возбуждается. Функция возбуждения $f(\text{ППВ})$ запишется в виде

$$f(\text{ППВ}) = M5K \wedge \overline{C}_{M5} \wedge M5K \wedge \overline{M3K} \wedge \overline{M1K} \wedge \overline{M1K} \wedge \overline{M3K} \wedge M5K \\ \wedge \overline{M13K} \wedge \overline{M13K} \wedge \overline{M15K} \wedge \dots \wedge \text{HM} \wedge \overline{BB} \wedge \text{HM}$$

Данная функция возбуждения в соответствии с законами алгебры логики могла бы быть минимизирована, путем замены нескольких одинаковых сомножителей ($\overline{M1K} \wedge \overline{M1K}$, $M5K \wedge M5K$, ...) одним. Однако, при такой минимизации ветвь, включенная между проводом ПГ и узлом (см.рис.3.5) перестала бы обладать свойством защиты от одновременного нажатия двух сигнальных кнопок управления светофорами, ограждающими маршруты одного направления и категории.

Возбуждение реле ППВ при установке маневрового маршрута происходит от провода (шинки) ПГ, а при установке поездного – от шинки (провода) МГ. Указанные шинки отключаются от соответственно плюсового и минусового выводов источника питания при действиях ДСП по отмене маршрута (закрытию светофоров). При действиях ДСП по закрытию светофоров возбуждение кнопочных реле не должно приводить к возбуждению реле ППВ.

Возбудившись реле ППВ включает реле ПП, которое подключает резистор R параллельно контактной паре реле ВВ в цепи включения реле ППВ. Кроме того, реле ПП совместно с реле НМ включает реле ВВ. Функция возбуждения реле ВВ (см.рис.9)

$$f(\text{ВВ}) = \overline{C} \wedge \overline{H} \wedge \text{HM} \wedge \text{ПП}$$

Контактной парой «общий-фронтной» возбужденного реле ВВ шунтируется контактная пара «общий-фронтной» реле ПП в цепи реле ВВ. Благодаря этому, реле ВВ будет находиться в возбужденном состоянии до тех пор, пока будет возбуждено реле НМ, т.е пока не разомкнется пара контактов сигнальной кнопки в цепи возбуждения реле М5К и НМ (т.е пока ДСП не вернет сигнальную кнопку в исходное состояние или

электромеханик не устранит повреждение, проявившееся в виде возбужденного состояния кнопочного реле и реле направления).

Возбужденное реле ВВ, размыкая пару своих контактов «общий – тыловой» в цепи реле ППВ (см.рис.3.5) обеспечивает включение резистора R в цепь питания реле ППВ. Поэтому ток в этой цепи уменьшается, что создает благоприятные условия для ее выключения парой контактов «общий-тыловой» реле С, установленных в сигнальных блоках МI, МII, МIII, В I, В II, В III или на стативе свободного монтажа. (Благоприятное воздействие проявляется в уменьшении искрения контактов реле С, включенных в цепь питания реле ППВ).

Замыкающимися парами контактов «общий-фронтальной» реле ПП, ППВ, ВВ полюсы источника питания П и М подключаются к шинам (проводам) возбуждения начальных и сигнальных реле (см.рис.3.4), чем и обеспечивается подача в ЭЦ команд на открытие светофора. В рассматриваемом примере будет происходить возбуждение сигнального реле, установленного в блоке типа МII сигнала М5. Парой контактов «общий-тыловой» обрывается цепь питания реле ППВ, которое выключается и выключает реле ПП (см.рис.3.5). Размыкающиеся пары контактов «общий-фронтальной» реле ПП и ППВ отключают полюсы П и М источника питания от шин (проводов) возбуждения начальных и сигнальных реле (рис.3.4). Поэтому подача команды «открыть светофор» в устройства ЭЦ прекращается не смотря на то, что сигнальная кнопка М5К остается нажатой или произошло ее повреждение (западание или изгиб контактных пружин эквивалентный свариванию пары контактов). Пока ДСП не вернет кнопку в исходное состояние или не устранят повреждение кнопки М5К в возбужденном состоянии будут находиться реле М5К, НМ и ВВ, а реле ПП и ППВ будут выключены. Благодаря разомкнутому состоянию пар контактов «фронтальной-общий» реле ПП и ППВ исключается, как повторное открытие светофора М5 для другой подвижной единицы, так и на открытие любого другого светофора.

3.4. Схема реле команд отмены маршрутов

Команда отмены подается ДСП тогда, когда ему необходимо закрыть, ограждающий маршрут светофор, и разомкнуть входящие в этот маршрут ходовые и охранные стрелки, чем снимается замыкание и со светофоров, ограждающих враждебные маршруты. Напомним, что в БЭЦ команда отмены подается в результате двух поочередных действий ДСП. Сначала нажимается групповая кнопка отмены ОГК, а после ее возврата в исходное состояние нажимается сигнальная кнопка открытого светофора и удерживается в нажатом состоянии до закрытия светофора, о чем судится по прекращению свечения лампочки с зеленым светофильтром, установленной на табло в символе светофора.

Команда отмены является сложной и реализуется в два этапа. На первом этапе закрывается светофор и, поэтому первый этап можно рассматривать как команду «закрыть светофор». Второй этап начинается автоматически после завершения первого. На этом этапе включаются устройства отмены, которые непрерывно контролируя условия безопасности движения, обеспечивают размыкание маршрута. Включение устройств отмены (реле ОТ) можно рассматривать как команду «разомкнуть маршрут».

Для подачи команд отмены используются кнопочные реле и специальный комплект, который состоит из трех реле – ВГ, ОГ, ВОГ. Схема включения этих реле показана на рис.3.6.

Реле ОГ предназначено для фиксации нажатия групповой кнопки отмены ОГК. Реле ВГ является своеобразным повторителем реле ОГ. Оно (ВГ) фиксирует, что кнопка ОГК после ее нажатия вернулась в исходное состояние (ДСП завершил первое действие по отмене). Функции реле ВГ состоят в том, чтобы совместно с кнопочными реле обеспечить подачу в ЭЦ команды «закрыть светофор», если ДСП продолжит действия по отмене маршрута и обеспечить фиксацию действия ДСП по приведению устройства

рис.3.6. в исходное состояние в случае, если он раздумал отменять маршрут – последнее делается повторным нажатием кнопки ОГК.

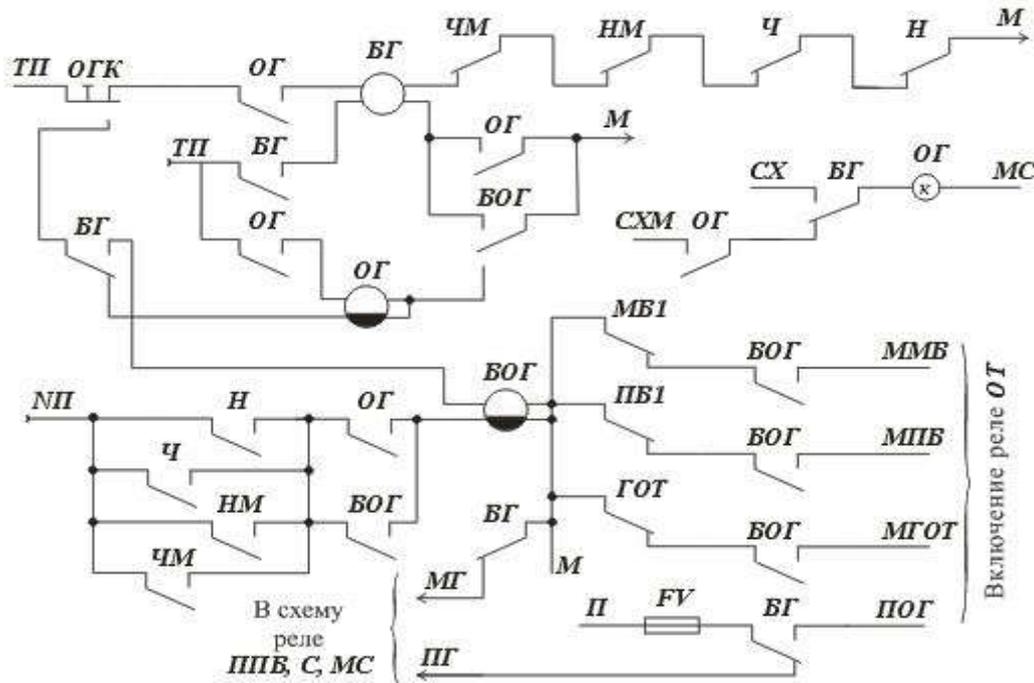


Рис.3.6. Схема реле команд отмены

Реле ВОГ предназначено для приведения устройства рис.3.6 в исходное состояние после второго действия ДСП, которым может быть либо воздействие на сигнальную кнопку, либо повторное воздействие на кнопку ОГК.

Работа устройства рис.3.6 происходит в следующей последовательности.

В исходном состоянии реле ВГ, ОГ, ВОГ не возбуждены (выключены). При нажатии кнопки ОГК возбуждается по нижней по схеме, а затем самоблокируется по верхней на схеме обмоткам реле ОГ. Функции возбуждения $f(ОГ_В)$ и самоблокировки $f_c(ОГ_В)$ запишутся в виде:

$$f(ОГ_В) = ОГК \wedge \overline{ВГ} \wedge \overline{ВОГ} ;$$

$$f_c(ОГ_В) = ОГ \wedge \overline{ВОГ}$$

Возбудившись, реле ОГ подключает к проводу СХМ установленную на табло лампочку ОГ с красным светофильтром. По мигающему режиму работы этой лампочки ДСП убеждается в том, что его первое действие устройством воспринято.

После снятия пальца с кнопки ОГК она возвращается в исходное состояние, что приводит к возбуждению реле ВГ по верхней по схеме обмотке, а затем к его самоблокировке по нижней по схеме обмотке. Функции возбуждения $f(ВГ_H)$ и самоблокировки $f_C(ВГ_H)$:

$$f(ВГ_H) = \overline{ОГК} \wedge ОГ \wedge \overline{ЧМ} \wedge \overline{НМ} \wedge \overline{Н} \wedge \overline{Ч};$$

$$f_C(ВГ_H) = ВГ \wedge ОГ$$

Реле ВГ, возбуждись, парами контактов «фронтальной-тыловой» отключает полюсы источника питания от проводов (шин) ПГ и МГ, чем в дальнейшем будет обеспечиваться выключение сигнальных открытых светофоров. Кроме того, тройниковой группой контактов (общий – тыловой – фронтальной) лампочка ОГ отключается от провода СХМ и подключается к проводу СХ, в результате чего ее мигание прекращается и она сигнализирует ровным (непрерывным) свечением. Такая сигнализация информирует ДСП о готовности к восприятию его второго действия.

Вторым действием ДСП, в результате которого будет в ЭЦ подаваться команда «закрыть светофор» является нажатие сигнальной кнопки этого светофора и ее последующее удержание до выполнения команды. Например, если светофор М5 открыт (реле С в блоке М II сигнала М5 возбуждено), то нажатие сигнальной кнопки этого светофора обеспечит возбуждение кнопочного реле М5К и реле направления НМ (см.рис.3.4).

Возбуждаясь, реле М5К парой своих контактов «общий-тыловой» отключит полюс батареи П от обмотки сигнального реле С, расположенного в блоке типа М II сигнала М5 (см.рис.3.6.). Парой контактов «общий-фронтальной» реле М5К подключит обмотку вышеназванного реле С к проводу ПГ. Поскольку провод ПГ отключен от полюса батареи П контактом реле ВГ (см.рис.3.6.), то реле С, по истечении времени замедления на отпадание, выключится. Своими контактами реле С выключит на светофоре лампы белого огня и включит лампы синего огня, т.е. светофор закроется.

Возбуждающееся в результате нажатия сигнальной кнопки М5К, реле направления НМ своей парой контактов «общий-тыловой» отключает от полюса батареи М верхнюю по схеме обмотку реле ВГ. Не смотря на это отключение, реле ВГ остается возбужденным за счет протекания тока по своей второй, нижней по схеме, обмотке. Другой парой контактов «фронтальной-общий» реле НМ обеспечивает возбуждение, а затем и самоблокировку реле ВОГ по нижней по схеме обмотке. Функции возбуждения $f(\text{ВОГ}_H)$ и самоблокировки $f_C(\text{ВОГ}_H)$ запишутся в виде:

$$f(\text{ВОГ}_H) = \text{НМ} \wedge \text{ОГ};$$

$$f_C(\text{ВОГ}_H) = \text{НМ} \wedge \text{ВОГ}.$$

Возбуждаясь, реле ВОГ выключает реле ОГ и шунтирует его контакт в цепи самоблокировки реле ВГ. Поэтому реле ВГ остается в возбужденном состоянии после того как реле ОГ отпустит свой якорь. Реле ОГ выбрано медленнодействующим на отпадание. Замедление на отпадание реле ОГ необходимо для того чтобы:

- надежно возбудилось реле ВОГ. Действительно, если реле ОГ выбрать нормально действующим, то пара его контактов «общий-фронтальной» в цепи включения нижней по схеме обмотке реле ВОГ может разомкнуться раньше, чем замкнется пара «фронтальной-общий» самоблокировочных контактов реле ВОГ, т.е. цепь возбуждения реле ВОГ будет оборвана, а цепь самоблокировки еще не успеет замкнуться. Поэтому возбуждение реле ВОГ, не успев закончиться, будет прервано, и оно вернется в исходное состояние;

- сохранилась цепь самоблокировки реле ВГ. Из рис.3.6. видно, что контакты реле ОГ и ВОГ в цепи самоблокировки реле ВГ включены так же, как и в цепи возбуждения реле ВОГ. Выше было показано, что такое включение контактов вызывает обрыв цепи, если реле ОГ не будет медленнодействующим.

Пока ДСП будет держать нажатой сигнальную кнопку управления светофором М5, в возбужденном состоянии будут находиться реле М5К, НМ, ВГ, ВОГ. Kontakтами реле ВГ и ВОГ полюсы батареи П и М (см.рис.3.6.)

подключаются к проводам ПОГ, ММВ, МПВ, МГОТ. От этих проводов и контактов реле М5К будет происходить возбуждение реле ОГ светофора М5, что и является фиксацией команды «разомкнуть маршрут».

Увидев, что светофор М5 закрылся, ДСП снимет палец с сигнальной кнопки М5К, что приведет к выключению кнопочного реле М5К и реле направления НМ. Парой контактов «фронтальной-общий» реле НМ выключается нижняя по схеме обмотка реле ВОГ, и оно отпускает свой якорь. Парой контактов «общий-фронтальной» реле ВОГ отключается цепь питания нижней по схеме обмотки реле ВГ и оно отпускает свой якорь, что соответствует исходному состоянию устройства рис.3.6.

Если первое воздействие ДСП (нажатие и последующее снятие пальца с кнопки JUR) было ошибочным, то для приведения устройства рис.3.6 в исходное состояние он должен нажать кнопку ОГК вторично. При втором нажатии кнопки ОГК будет возбуждаться реле ВОГ по верхней по схеме обмотке. Функция возбуждения $f(\text{ВОГ}_B)$ реле ВОГ в этом случае запишется в виде:

$$f(\text{ВОГ}_B) = \overline{\text{ОГК}} \wedge \text{ВГ}$$

После возбуждения реле **ВОГ** дальнейшая работа устройства будет происходить так же, как она происходила при возбуждении реле **ВОГ** по нижней по схеме обмотке. Однако при возбуждении реле **ВОГ** по нижней по схеме рис.3.6. обмотке ДСП удерживал сигнальную кнопку длительное время (до тех пор, пока светофор не закрылся). Повторное нажатие кнопки **ОГК** может быть кратковременным и, если реле **ВОГ** выбрать нормальнодействующим, то реле **ВГ** может возбудиться повторно по верхней по схеме обмотке. Возбуждение возможно потому, что реле **ОГ** является медленнодействующим на отпадание. В результате этого возбуждения устройство рис.3.6. не переключится в исходное состояние. Для того чтобы этого не произошло реле **ВОГ** должно быть также медленнодействующим на отпадание с таким же временем замедления, что и реле **ОГ** (тип реле **ОГ** и **ВОГ** одинаков).

3.5. Схемы начальных и конечных реле

Начальные и конечные реле предназначены для того, чтобы из объединенных для всех направлений и категорий движения электрических цепей, построенных в соответствии с планом станции, выделить необходимую часть для ее использования при установке, размыкании и отмене конкретных маршрутов. Кроме того, при помощи начальных реле исключается возможность установки лобовых маршрутов в горловинах станции.

Начальные реле устанавливаются для каждой точки начала поездного и маневрового маршрутов. Для маршрутов, ограждаемых маневровыми светофорами, начальные реле размещаются в блоках типа МI, МII, МIII. Для выходных или маршрутных светофоров в блоке ВД-62 размещено два начальных реле – для поездных (**Н**) и маневровых (**НМ**) маршрутов. Кроме того, в блоке ВД-62 размещен еще и общий повторитель **ОН** начальных реле **Н** и **НМ**.

За исходное состояние начальных реле выбрано невозбужденное (для экономии электроэнергии, а также для исключения возможности открытия светофоров при обрыве электрической цепи). Они должны возбуждаться с момента нажатия сигнальной кнопки. Выключаться начальные реле должны тогда, когда отпадает надобность в выделении начала маршрутов, т.е. когда подвижная единица освободила первую по ходу секцию и она разомкнулась. Схемы начальных реле для светофоров М5(М9) и Ч2 изображены на рис. 3.7.

Возбуждение начальных реле осуществляется в результате замыкания пары контактов «фронтальной-общей» кнопочного реле, появлении потенциала минусового полюса источника питания на проводе (шине) возбуждения начальных реле (см.рис.3.7.) и при условии, что первая по ходу секция не замкнута в каком-либо враждебном маршруте.

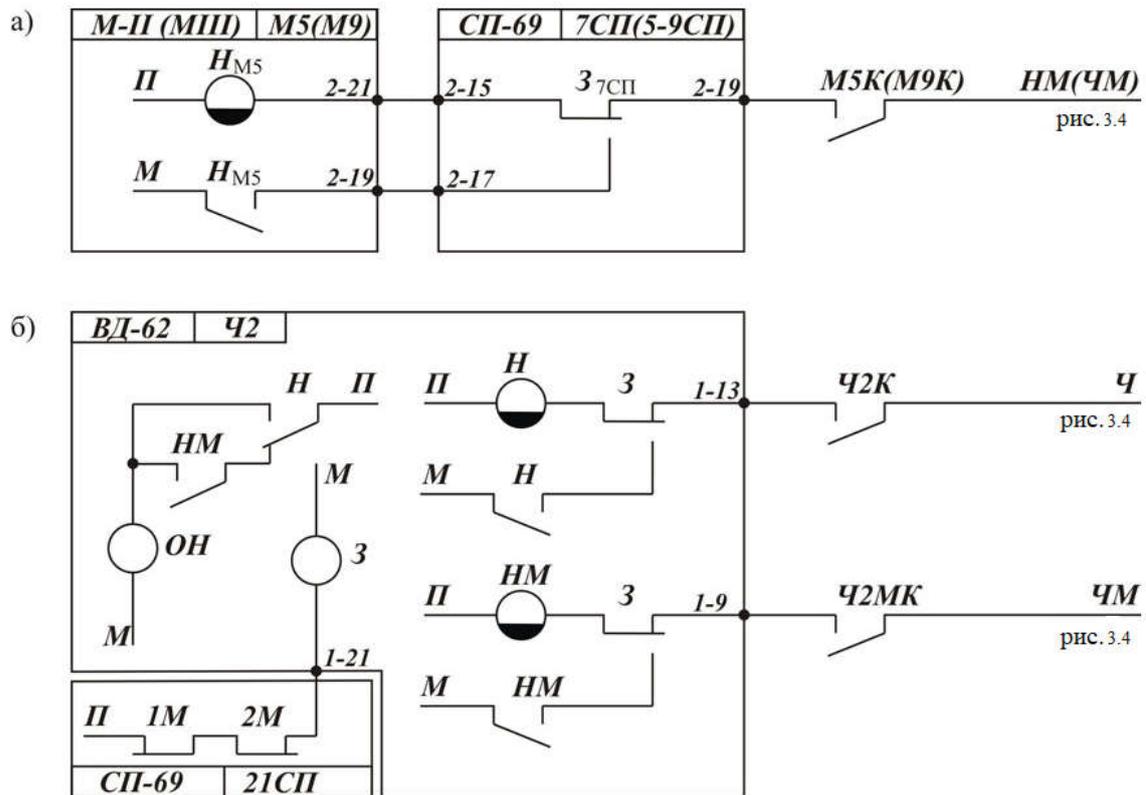


Рис. 3.7. Схемы начальных реле

Цепь возбуждения начального реле для светофора М5 описывается логическим выражением:

$$f(H_{M5}) = f(HM) \wedge M5K \wedge Z_{7СП},$$

где $f(HM)$ – функция безопасности движения, реализуемая шинкой HM .

После возбуждения реле H_{M5} возбуждаются контрольно-секционные реле, которыми, в конечном счете, обеспечивается выключение, расположенных в блоках СП-69 секций 7СП и 11СП, замыкающих реле $Z_{7СП}$ и $Z_{11СП}$. Kontakтами $Z_{7СП}$ сначала обрывается цепь возбуждения реле H_{M5} , а затем замыкается цепь его самоблокировки. Для того чтобы во время перелета контактов замыкающего реле $Z_{7СП}$ реле H_{M5} не отпустило свой якорь, оно выбрано медленнодействующим на отпадание. Это замедление обеспечивается за счет энергии магнитного поля обмотки реле. Для того чтобы обмотка успела накопить эту энергию, питание реле должно осуществляться до окончания переходного процесса в цепи его возбуждения.

Для того чтобы не происходило преждевременного обрыва цепи возбуждения начального реле контактом замыкающего реле последнее также должно выбираться медленнодействующим на отпадание. В БЭЦ замыкающие реле выбраны нормальнодействующими, но они являются повторителями маршрутных, которые и являются медленнодействующими на отпадание.

После прекращения воздействия ДСП на сигнальную кнопку светофора **М5** выключается кнопочное реле **М5К** (см.рис.3.7), а шинка **НМ** отключается от минусового полюса источника питания. Реле **Н_{М5}** питается по цепи самоблокировки. Размыкание этой цепи производится после проследования подвижной единицы за светофор М5 и размыкания секции 7СП. Размыкание осуществляется парой контактов «общий-тыловой» реле **З_{7СП}**.

Конечные маневровые реле (**КМ**) устанавливаются для каждой точки конца маневого маршрута. Для одиночных маневровых светофоров, светофоров в створе или из тупика реле **КМ** располагаются в блоках МІ, МІІ. Для светофоров с пути реле **КМ** устанавливаются в блоках П-62 и УП-65. В каждом из этих блоков установлено по два реле **КМ** – для нечетного и четного направлений движения. Конечных реле для поездных маршрутов не предусматривается, т.к. в автоматах ЭЦ со стороны концов поездных маршрутов подключены выводы источников питания. Исключение составляют маршрутные светофоры, установленные на границе двух стрелочных секций. Для них конечные поездные реле устанавливаются на стативе свободного монтажа. Принципиальные схемы включения некоторых реле **КМ** приведены на рис.3.8.

Тип реле **КМ** одинаков с типом реле **Н, НМ**. Из тех же соображений, что и для реле **Н, НМ** за исходное состояние реле **КМ** выбрано невозбужденное. Возбуждение реле **КМ** возможно одновременно с начальными реле, что могло бы быть обеспечено при помощи шин направления используемых для возбуждения начальных реле (**НМ, ЧМ**).

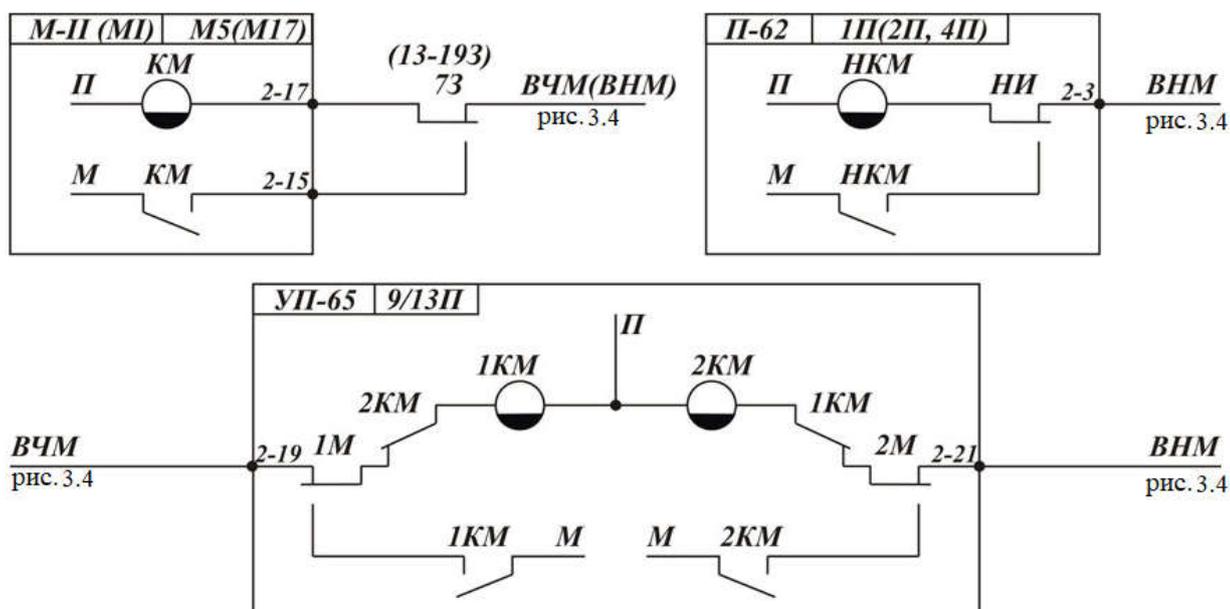


Рис. 3.8. Схемы конечных реле

Однако, из-за технологического разброса временных параметров реле и неточности регулировки контактов может произойти замыкание секций, не входящих в маршрут. Например, если при установке маршрута от светофора М1 до светофора М13 (рис.3.4.), реле **Н** блока МIII светофора М1 возбуждится раньше, чем начнет возбуждаться реле **КМ** блока МII светофора М13, то произойдет замыкание не только стрелочных секций, входящих в маршрут, но и секций расположенных за светофором М13. Светофор М13 останется закрытым и для осуществления дальнейших передвижений по светофору М13 потребуется предварительно провести искусственную разделку секций, расположенных за светофором М13. Поэтому для исключения влияния технологического разброса характеристик начальных и конечных реле на процесс установки маршрута, для возбуждения конечных реле предусмотрены отдельные шинки направления **ВНМ**, **ВЧМ** (см. рис.3.5). Благодаря отсутствию в цепи образования шин **ВНМ** и **ВЧМ** контактов реле **ППВ**, они к выводу источника питания подключаются раньше, чем шинки **НМ**, **ЧМ**.

В возбужденном состоянии реле **КМ** должны находиться до тех пор, пока не отпадет надобность в выделении конца маневрового маршрута. Поэтому выключение реле **КМ** должно осуществляться замыкающим реле последней

по ходу стрелочной секции, входящей в маршрут. Так для маршрута за светофор М5 выключение реле **КМ** должно осуществляться замыкающим реле секции 7СП (реле 73 рис.3.8).

Схемы реле **КМ** (рис.3.8) аналогичны схемам реле **Н**, **НМ** (рис.3.7). Отличительной особенностью схем **КМ** в блоках П-62 является то, что в их цепи вместо контактов замыкающих реле прилегающих к пути стрелочных секций включены контакты исключающих реле (**НИ**, **ЧИ**), которые являются своеобразными повторителями соответствующих замыкающих реле. Особенностью схем реле **КМ** в блоках УП-65 (рис.3.8) является использование вместо контактов замыкающих реле контактов маршрутных реле. Кроме того, включением обмоток реле **1КМ** через пару контактов «тыловой-общий» реле **2КМ** и наоборот. Этим обеспечивается дополнительная гарантия невозможности установки лобовых маневровых маршрутов на путевую секцию.

При установке маршрутов ДСП не производит каких-либо действий определяющих точку конца маневрового маршрута. Поэтому, при нажатии сигнальной кнопки от шины направления возбуждаются реле **КМ** всех точек конца. Например, при нажатии кнопки управления светофором М5 после подключения вывода источника питания к шинке **ВНМ** возбуждятся через пары контактов «фронтальной-общий» соответствующих замыкающих реле конечные маневровые реле, установленные: в блоках светофоров М13, М17, М19; реле **НКС** в блоках путей 1П, 2П, 4П; реле **ЧКС** в блоке участка пути 9-13П. После замыкания секции 11СП переключится на цепь самоблокировки только реле **КМ** блока светофора М13. После снятия пальца с кнопки управления светофором М5 от шинки **ВНМ** отключится вывод источника питания, что приведет к выключению реле **КМ** в блоках светофоров М17, М19 и блоках всех путей и участка пути. Таким образом, в рассмотренном примере одновременно возбуждалось 8 реле **КМ**, а после возврата кнопки управления светофором М5 в исходное состояние в возбужденном состоянии останется только одно – **КМ** в блоке светофора М13. Это реле будет питаться

по цепи самоблокировки до тех пор, пока не разомкнется секция 11СП (закрывающее реле разомкнет цепь самоблокировки).

3.6. Схема контрольно-секционных реле

Контрольно-секционные реле (*КС*) являются первым каскадом автомата управления светофорами и предназначены для выполнения трех функций:

1. Проверить наличие большинства (но не всех) условий безопасности движения по всем элементарным маршрутам, из которых будет состоять устанавливаемый маршрут. За исходное состояние реле *КС* принято невозбужденное. Если условия безопасности движения по всем элементарным маршрутам будут в наличии, то при поступлении команды «открыть светофор», реле *КС* должны это зафиксировать изменением своего состояния. Если хотя бы в одном элементарном маршруте и хотя бы одно из условий безопасности движения не будет выполняться, то реле *КС* не должны менять своего состояния при поступлении команды «открыть светофор». Для выполнения этой функций схема реле *КС* строится по плану станции. В частях схемы, соответствующих каждому элементарному маршруту включаются контакты различных реле. Замкнутое состояние пары контактов этих реле гарантируют выполнение одного или нескольких условий безопасности движения по элементарному маршруту;

2. Обеспечить электрическое замыкание только тех элементарных маршрутов, которые входят в устанавливаемый маршрут. Замыкание происходит в результате выключения замыкающих реле элементарных маршрутов, чем обеспечивается невозможность, как перевода стрелок, так и установки некоторых враждебных маршрутов. Для выключения замыкающих реле необходимо предусмотреть установку реле *КС* для каждого элементарного маршрута. В БЭЦ они устанавливаются в блоках типа УП-65, СП-69 и включаются последовательно с контактами, контролирующими условия безопасности движения. Такое включение обеспечивает возбуждение реле *КС* каждого элементарного маршрута только в том случае,

если выполняются условия безопасности движения по всем входящим в маршрут элементарным маршрутам;

3. Обеспечить работу реле, исключающих возможность установки лобовых маршрутов на приемо-отправочные пути станции и на перегон. Для выполнения данной функции необходимо предусмотреть установку реле **КС** для каждого подхода к станции и для каждого конца приемо-отправочного пути. В БЭЦ для каждого конца приемо-отправочного пути реле **КС** устанавливается в блоке П-62 (**НКС** и **ЧКС** – соответственно для конца, прилегающего к нечетной и четной горловине). Для каждого подхода к станции реле **КС** устанавливаются на стативе свободного монтажа. Заметим, что контакты реле **КС**, устанавливаемых для выполнения третьей функции, используются для двухполюсного размыкания в цепях второго каскада управления светофорами и отмены поездных маршрутов, что резко снижает вероятность опасных отказов в этих цепях. Поэтому, даже тогда, когда исключения возможности установки лобовых маршрутов не требуется (специализированный подход) реле **КС** на стативе свободного монтажа устанавливается.

В БЭЦ реле **КС** устанавливаются еще и для каждого светофора в блоках МІ, МІІ, МІІІ, ВД-62, ВхД. Это позволяет уменьшить число межблочных соединений, а включением контактов этих реле (*с целью повторной проверки условий безопасности*) в цепи второго каскада управления светофорами и цепи отмены повысить защищенность системы от опасных отказов.

Контрольно-секционные реле блочной электрической централизации включаются по одной электрической цепи (цепь 1). Схема электрической цепи включения реле **КС** для горловины станции, изображенной на рис.3.4, представлена на рис.3.9.

Последовательность работы контрольно-секционных реле рассмотрим на примере установки маршрута приема по светофору Н на ІІІ по минусовому положению стрелок съезда 3/5.

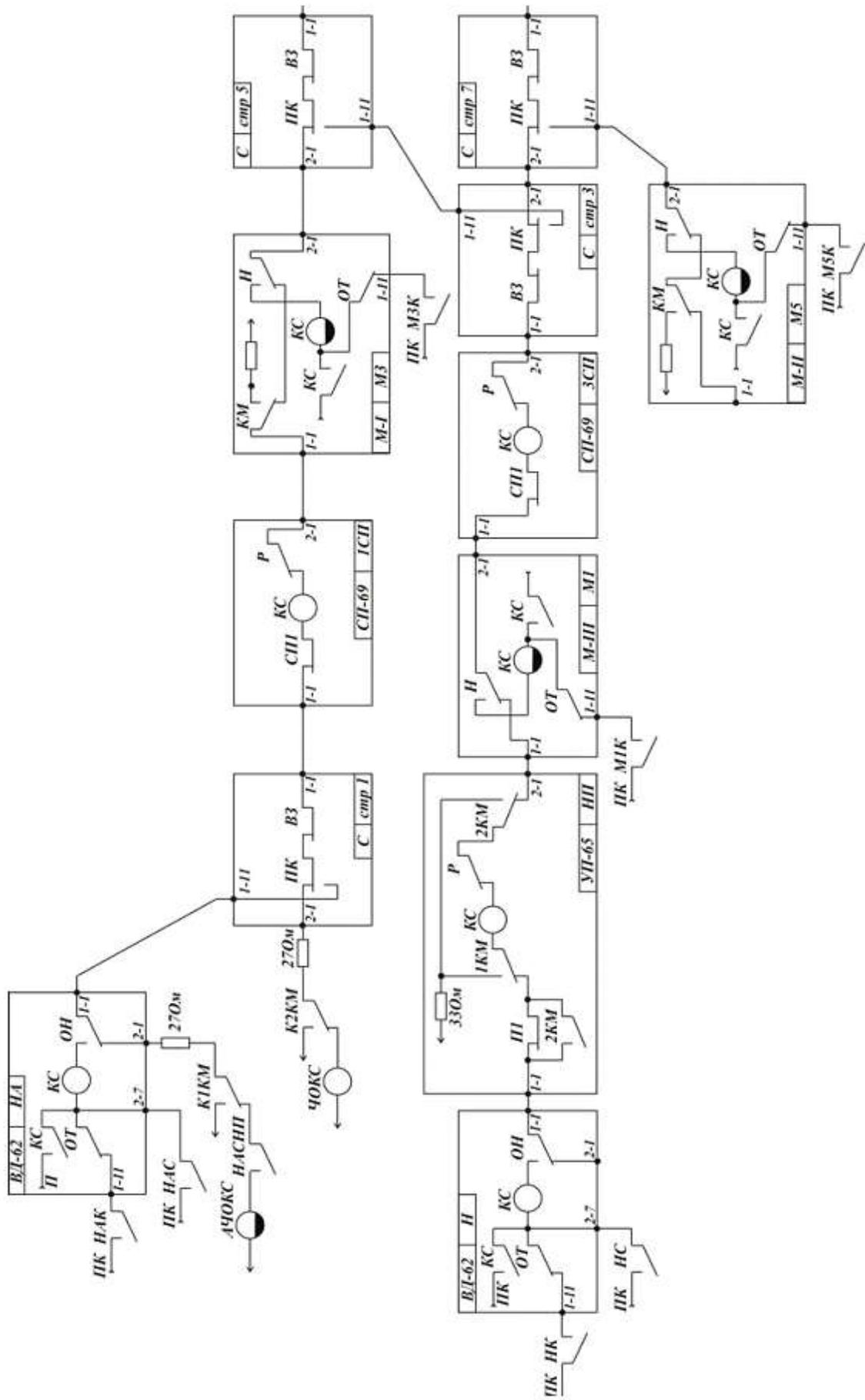


Рис.3.9. Схема контрольно-секционных реле

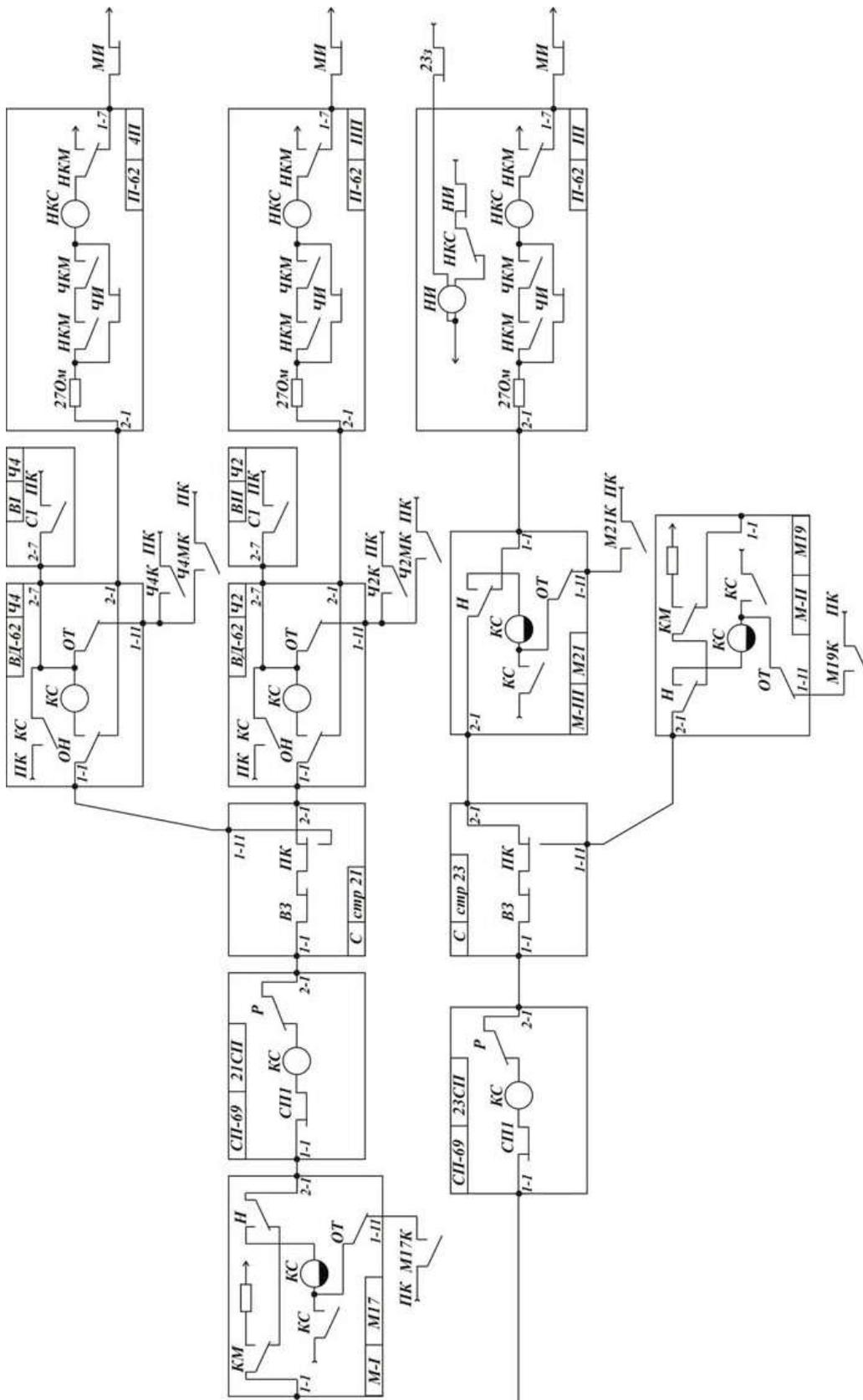


Рис.3.9. Схема контрольно-секционных реле (продолжение)

После того, как по индикации на аппарате контроля ДСП убедился в том, что ходовые стрелки установлены по маршруту (-3/5, +9/11, +13/15, +17/19, +21), а охранные исключают выход на маршрут других подвижных единиц (-7), он нажимает сигнальную кнопку **Н**. В результате этого действия возбуждаются кнопочное реле **НК** и реле направления **Ч** (см. рис.3.5.), которые включают начальное реле **Н** в блоке ВД-62 светофора Н (см.рис.11). От пары контактов «фронтальной-общий» начального реле **Н** возбуждается общий повторитель **ОН**, парой контактов «фронтальной-общий» которого замыкается цепь возбуждения реле **КС**, расположенных в блоках: сигнала Н; участка НП; секций 3СП и 5-9СП; участка 9/13П; секций 13-19СП и 21СП; пути 2П. Функция логических переменных, обеспечивающих возбуждение контрольно-секционных реле $f_B(КС)$ запишется в виде:

$$f_B(КС) = НК \wedge \overline{От}_Н \wedge ОН_Н \wedge ПП_{НП} \wedge \overline{КМ}_{НП} \wedge \overline{Р}_{НП} \wedge \overline{2КМ}_{НП} \wedge \overline{Н}_{М1} \wedge СП1_{3СП} \wedge \overline{Р}_{3СП} \wedge ВЗ_3 \wedge \overline{ПК}_3 \wedge \overline{ПК}_5 \wedge ВЗ_5 \wedge СП1_{5-9СП} \wedge \overline{Р}_{5-9СП} \wedge ВЗ_9 \wedge ПК_9 \wedge \overline{Н}_{М9} \wedge ПП_{9/13П} \wedge \overline{КМ}_{9/13П} \wedge \overline{Р}_{9/13П} \wedge \overline{2КМ}_{9/13П} \wedge \overline{Н}_{М15} \wedge ПК_{19} \wedge ВЗ_{19} \wedge СП1_{13-19СП} \wedge \overline{Р}_{13-19СП} \wedge ВЗ_{13} \wedge ПК_{13} \wedge \overline{КМ}_{М17} \wedge \overline{Н}_{М17} \wedge СП1_{21СП} \wedge \overline{Р}_{21СП} \wedge ВЗ_{21} \wedge ПК_{21} \wedge \overline{Он}_{ч2} \wedge ЧИ_{2П} \wedge \overline{НКМ}_{2П} \wedge МИ$$

Примечание. Здесь и далее в выражениях для f_B нижними индексами обозначены принадлежности переменных к блокам соответствующих объектов.

В вышеприведенном выражении значению каждого логического сомножителя соответствует замкнутое состояние пары контактов, чем гарантируется выполнение хотя бы одной функции или условия безопасности движения. Эти функции и условия следующие:

НК – есть воздействие ДСП на устройство управления светофором, которое может рассматриваться как поступление команды «открыть светофор»;

$\overline{От}_Н$ – данный сомножитель обеспечивает выполнение условия безопасности движения только для маневровых светофоров. Пара

контактов \overline{OT}_H в блоке ВД-62 ведена в цепь возбуждения реле **КС** для типовости с цепями возбуждения реле **КС** в блоках МІ, МІІ, МІІІ. Условие безопасности движения для маневровых маршрутов состоит в исключении размыкания маршрута в случае, если при занятом предмаршрутном участке и открытом светофоре последовательно во времени будут происходить три события. Первое событие состоит в кратковременном шунтировании (электромехаником СЦБ, монтером пути и т.д.) первой по ходу секции, что вызовет выключение реле **КС** и последующее закрытие светофора. Второе событие состояло бы в том, что закончился отсчет времени, производимый для отмены какого-то другого маршрута и провод питания реле разделки подключен к полюсу источника питания. Третье событие будет заключаться в том, что ДСП, заметив закрытие светофора, будет пытаться открыть его заново, в результате чего будет реализовываться значение **НК**, что при отсутствии в цепи пары контактов \overline{OT} привело бы к возбуждению реле **КС**. Замкнувшейся парой контактов **КС** было бы подано питание в цепь реле разделки, что и привело бы к размыканию маршрута. Поскольку при кратковременном шунтировании секции за открытым светофором вызывает возбуждение реле **ОТ**, то включение в цепь возбуждения реле **КС** пары контактов \overline{OT} исключит возбуждение реле **КС** и, следовательно, размыкание маршрута. Заметим, что вероятность вышеописанных событий мала;

Условие безопасности движения для маневровых маршрутов состоит в исключении размыкания маршрута в случае, если при занятом предмаршрутном участке и открытом светофоре последовательно во времени произойдут три события.

Первое событие состоит в кратковременном шунтировании (электромехаником СЦБ, монтером пути и т.д.) первой по ходу секции. Второе событие состоит в том, что в проводе питания реле разделки еще имеется питание от разделки ДСП какого-либо другого маршрута. Третье

событие заключается в повторном воздействии ДСП на сигнальную кнопку данного светофора.

Заметим, что вероятность того, что эти события произойдут последовательно во времени очень мала.

Однако может произойти следующее. Кратковременное шунтирование секции вызовет выключение реле **КС** и последующее закрытие светофора. Попытка дежурного повторно открыть светофор, привела бы к возбуждению через контакт кнопочного реле **НК** реле **КС**, и подаче питания через его замкнувшиеся контакты питания в цепь реле разделки, что и привело бы к размыканию маршрута. Но поскольку кратковременное шунтирование секции за открытым светофором вызывает возбуждение реле **ОТ** для размыкания неиспользованной части маневрового маршрута при угловых заездах, то включение его пары контактов «общий-тыловой» в цепь возбуждения реле **КС**, исключает их включение от нажатия сигнальной кнопки, а, следовательно, исключает размыкание маршрута.

ОН_Н – выделяет начало маршрута по светофору Н;

П_{НП} (**П_{9/13П}**) - участок НП (9/13П) свободен от подвижных единиц;

IKM_{НП} (**IKM_{9/13П}**) – отсутствие установленного лобового маневрового маршрута четного направления за светофор М1 (М15, до светофора М9) и совместно с **IKM_{9/13П}** выполняет функцию выделения конца маневрового маршрута;

P_{НП} (**P_{3СП}**, **P_{5-9СП}**, **P_{9/13П}**, **P_{13-19СП}**, **P_{21СП}**) – приведение в исходное состояние после окончания цикла отмены маршрутов;

2KM_{НП} (**2KM_{9/13П}**) – для участка НП не имеет смысла, а для участка 9/13П совместно с **2KM_{НП}** (**2KM_{9/13П}**) выполняет функцию выделения конца маневрового маршрута;

H_{М1} (**H_{М15}**, **H_{М17}**) – отсутствие установленного попутного маневрового маршрута по светофору М1 (М15, М17) и совместно с **H_{М1}** (**H_{М15}**, **H_{М17}**) выделяет начало маршрута по светофору М1 (М15, М17);

$СП_{3СП}$ ($СП_{5-9СП}$, $СП_{13-19СП}$, $СП_{21СП}$) – стрелочные секции $3СП$ ($5-9СП$, $13-19СП$, $21СП$) свободны от каких-либо подвижных единиц;

$ВЗ_3$ ($ВЗ_5$, $ВЗ_9$, $ВЗ_{13}$, $ВЗ_{19}$, $ВЗ_{21}$) – стрелка 3 (5, 9, 13, 19, 21) механически замкнута, зазор между ее прижатым острием и рамным рельсом менее 4 мм, отжатый острием отведен от рамного рельса не менее чем на 125 мм, негабаритные участки свободны, охранные стрелки находятся в положении исключающем выход других подвижных единиц на устанавливаемый маршрут;

$\overline{ПК}_3$ ($\overline{ПК}_5$, $ПК_9$, $ПК_{13}$, $ПК_{19}$, $ПК_{21}$) – выполняет функцию коммутации электрической цепи, построенной по плану станции в соответствии с положением стрелки, чем обеспечивают невозможность установки враждебных маршрутов не совместимых по положению стрелки с устанавливаемым;

$\overline{Н}_{М9}$ – отсутствие установленного лобового маневрового маршрута по сигналу М9 и совместно с $Н_{М9}$ выделяет начало маршрута по светофору М9;

$\overline{ОН}_{Ч2}$ - отсутствие установленных лобовых поездного или маневрового маршрутов по светофору Ч2 и совместно с $ОН_{Ч2}$ выделяет начало поездного или маневрового маршрутов по светофору Ч2;

$ЧИ_{2П}$ - отсутствие установленного лобового маршрута на путь в противоположной горловине станции;

$МИ$ – исключена возможность установки нецентрализованного лобового маршрута (т.е. примыкающие к пути стрелки противоположной горловины не переданы на местное управление).

Возбудившись реле $КС$ блоков СП-69 и УП-65 выключают маршрутные реле, а последние выключают замыкающие (схему 3 см.рис.3.8). Замыкающее реле последней по ходу секции (21СП) совместно с реле $НКС$ блока пути 1П выключают исключающее реле $НИ$. Разомкнувшейся парой контактов «фронтальной-общий» реле $НИ$ обеспечивается невозможность срабатывания реле $КС$ противоположной горловины, чем гарантируется

невозможность установки лобового маршрута. Разомкнувшимися парами контактов «фронтальной-общий» замыкающих реле в пусковых цепях стрелок обеспечивается невозможность перевода входящих в маршрут ходовых и охранных стрелок, а в цепях начальных и конечных реле – невозможность установки враждебных маршрутов.

После возбуждения реле **КС** и открытия светофора Н ДСП прекращает воздействие на сигнальную кнопку и пара контактов «фронтальной-общий» кнопочного реле **НК** размыкается. Для того чтобы возбужденные реле **КС** не выключились эта пара контактов шунтируется контактами реле **КС**. Это позволяет продолжать контролировать условия безопасности движения до вступления поезда за светофор или окончания цикла отмены маршрута. В интервале времени от открытия светофора Н до вступления поезда за этот светофор может произойти переключение фидеров питания устройств ЭЦ. Во время этого переключения в цепи **КС** могут кратковременно размыкаться пары контактов реле **ВЗ**, **СП1**, **П1**, что может привести к выключению реле **КС** и последующему закрытию светофора. Чтобы этого не допустить параллельно паре контактов **НК** включается пара контактов сигнального реле **НС**, которому придается замедление на отпадание. Благодаря этому замедлению после включения резервного фидера питания обеспечивается повторное возбуждение реле **КС** и закрытие светофора не происходит. Таким образом, в выражении для $f_B(КС)$ вместо сомножителя **НК** следует использовать $(НК \vee КС \vee НС)$, а в цепи реле **КС** выделить три такта работы: возбуждение (**НК**), самоблокировка (**КС**), подпитка (**НС**).

Дальнейшая работа схемы контрольно-секционных реле может происходить по двум вариантам. Первый вариант предполагает, что поезд вступил на маршрут. В результате этого размыкающейся парой контактов «фронтальной-общий» реле **П1** в блоке УП-65 участка пути НП происходит размыкание цепи реле **КС**. Двигаясь по маршруту, поезд последовательно занимает и освобождает входящие в маршрут секции (НП, 3СП, 5-9СП, 9/13П, 13-19СП, 21СП) и вступает на путь 2П. После размыкания первой по

ходу секции НП, возбуждается реле *З*, контактами которого размыкается цепь питания начального реле *Н*. Выключаясь, реле *Н* отключает свой повторитель *ОН*. С замедлением на отпадание отпустит свой якорь сигнальное реле *НС*. После размыкания всех секций, входящих в маршрут, схема реле *КС* приходит в исходное состояние. Данное размыкание цепи реле *КС* является нормальной работой при установке и размыкании маршрута и считается штатной ситуацией.

Второй вариант предполагает состоявшуюся отмену маршрута. В результате которой обесточивание реле *КС* происходит контактами реле разделки *Р* в блоках УП-65 и СП-69.

В БЭЦ для маневровых светофоров не предусмотрена подпитка реле *КС* через пару контактов сигнального реле для защиты от перекрытия светофора при переключении фидеров питания. При установке маневрового маршрута, состоящего из одного элементарного маршрута, с участка пути, на котором имеется другая подвижная единица, при занятии и освобождении первой по ходу за светофором секции, не произошло бы закрытие светофора, благодаря цепи подпитки. Т.к. предмаршрутная секция остается занятой, а закрытие светофора происходит при вступлении хвоста поезда на начало маршрута. Светофор останется открытым, что приведет к невозможности установки других маршрутов по данным секциям, и в результате задержке движения поездов. Поэтому защита от переключения фидеров питания для маневровых светофоров осуществляется выбором медленнодействующего реле *КС*.

При установке маневрового маршрута от совмещенного светофора (выходного, маршрутного) цепь реле *КС* также не имеет подпитки через пару контактов сигнального реле для защиты от перекрытия светофора при переключении фидеров питания, как это сделано для входного светофора. Поэтому в случае переключения фидеров питания реле *КС* обесточатся и светофор закроется. Это является недостатком системы.

Реле *КС*, устанавливаемые в блоках МІ, МІІ, МІІІ, являются медленнодействующими и имеют сопротивление 10 Ом (НМШ1-10). При

установке маневрового маршрута количество последовательно соединенных реле **КС** будет не большим, а значит, ток будет достаточным для возбуждения реле **КС**.

При установке поездного маршрута количество последовательно соединенных реле **КС** будет достаточно велико, поэтому реле **КС**, устанавливаемые в блоках СП-69, П-62, УП-65, ВД-62, являются низкоомными, нормального действия с сопротивлением 3,4 Ом (НМШ4-3,4), чтобы ток в цепи был достаточным для их возбуждения.

Число последовательно соединенных реле **КС** равно сумме числа изолированных участков маршрута и числа реле сигнального блока и реле подхода или пути приема. Максимальное число реле **КС**, включаемых в цепь маневровых и поездных маршрутов, определяется током полного подъема реле НМШ4-3,4 (0,135 А) с коэффициентом запаса на надежность работы схемы (1,3) и равно 24, т.е. 22 изолированные секции.

При маневровой работе возможен случай оставления вагона на бесстрелочном участке пути станции, что является штатной ситуацией. Поэтому, чтобы обеспечить установку маневрового маршрута на занятый участок пути, в цепи реле **КС** блока УП-65 пара контактов «фронтowej-общий» реле **III** зашунтирована парой контактов «фронтowej-общий» реле **2KM**.

Так как встречные маневровые маршруты с противоположных горловин на один и тот же путь не являются враждебными, то шунтированием пары контактов «фронтowej-общий» исключают реле **ЧИ (НИ)** последовательно включенными контактами конечных маневровых реле **ЧКМ** и **НКМ** в блоке П-62 обеспечивается возможность одновременной установки таких маршрутов.

Кроме того, исключение лобовых (встречных) и попутных враждебных маршрутов в схеме реле **КС** осуществляется способом подачи питания – полюс питания П всегда со стороны начала маршрута. Поэтому в случае возбуждения начальных реле двух встречных маршрутов к

соответствующему участку цепи будет подключен один и тот же полюс батареи П, и следовательно, реле не возбуждятся.

При некоторых повреждениях в схеме реле **КС**, например, случайном возбуждении реле **2КМ** в блоке УП-65 участка пути 9/13П, может произойти следующая ситуация. При установке поездного маршрута приема на 2 или 4 путь могут возбуждаться реле **КС** по цепи попутного маневрового маршрута до светофора М15 без проверки условий безопасности движения для элементарных маршрутов, следующих после светофора М15. Это является недостатком системы, который устраняется в схеме сигнальных реле.

Особенностью схемы реле **КС** при установке маршрута отправления на однопутный перегон является то, что необходимо проверить отсутствие встречного поезда или открытие выходного светофора с соседней станции. Эта проверка осуществляется контактами реле смены направления (**НАСНП** на рис.3.9.).

В блоке П-62 при возбуждении реле **НКС** выключается исключаящее реле **НИ**, чем предотвращается установка встречного четного маршрута на данный путь станции, до того, пока не разомкнется установленный маршрут приема с нечетной стороны и вновь возбуждятся реле **НИ**.

Установленные на стативах свободного монтажа реле **ОКС** (**ЧОКС**, **АЧОКС** на рис.3.9.) возбуждаются в маршрутах отправления. Реле **ОКС** контролирует свободу маршрута в цепях сигнального реле и отмены маршрута, а при однопутном подходе выключает исключаящее реле, блокирующее встречное направление.

При увязке при небольшом числе секций в маршруте реле **ОКС** следует брать типа НМШМ1-10, а при числе секций больше 16 – типа НМШ4-3,4. В последнем случае нужен повторитель реле **ОКС** – **ОКС1** типа НМШМ2-1500.

Для типовости реле **ОКС** взяты типа НМШ4-3,4 с повторителем типа НМШМ2-1500.

3.7. Схема сигнальных реле

Будет рассматриваться схема управления огнями входного светофора и питание всех ламп светофора с поста ЭЦ. Схема электрической цепи включения реле *С* для горловины станции, изображенной на рис.3.4, представлена на рис.3.10.

Увязка со схемами установки и размыкания маршрутов при включении сигнального реле входного светофора осуществляется посредством блока ВД. Основное сигнальное реле входного светофора включает на светофоре два желтых огня. Вспомогательные сигнальные реле, осуществляют выбор показаний один желтый огонь, желтый мигающий огонь, зеленый (рис.3.11.).

Основное сигнальное реле подключается к цепи 2 установки маршрута (кл.29 блока ВД) Это реле возбуждается контактами: противоположных реле (блок НПМ - 69), возбуждаясь выключает противоположные реле контактом 21-23 и самоблокируется через этот контакт и контакт реле *РУ* - реле контроля разрешающего показания входного светофора.

Выбор показания светофора в маршруте приема на главный путь приема по пологой стрелке осуществляется дополнительными реле, являющимися повторителями соответствующих контрольных стрелочных реле. Реле имеют цепь самоблокирования через фронтальной контакт реле *РУ*, так как они не должны обесточиваться во время переключения питания устройств с одного фидера на другой.

Для включения дополнительных сигнальных реле, осуществляющих зависимость показания входного светофора от выходных (маршрутных) светофоров (реле *ЗС*, *МГС*) используется пятая цепь схемы маршрутных реле. В установленном маршруте эта цепь создается фронтальными контактами реле *КС*, в блоке ВД-62 - контактом 51-52, в блоках СП-69 и УП-65 - контактом 41-42.

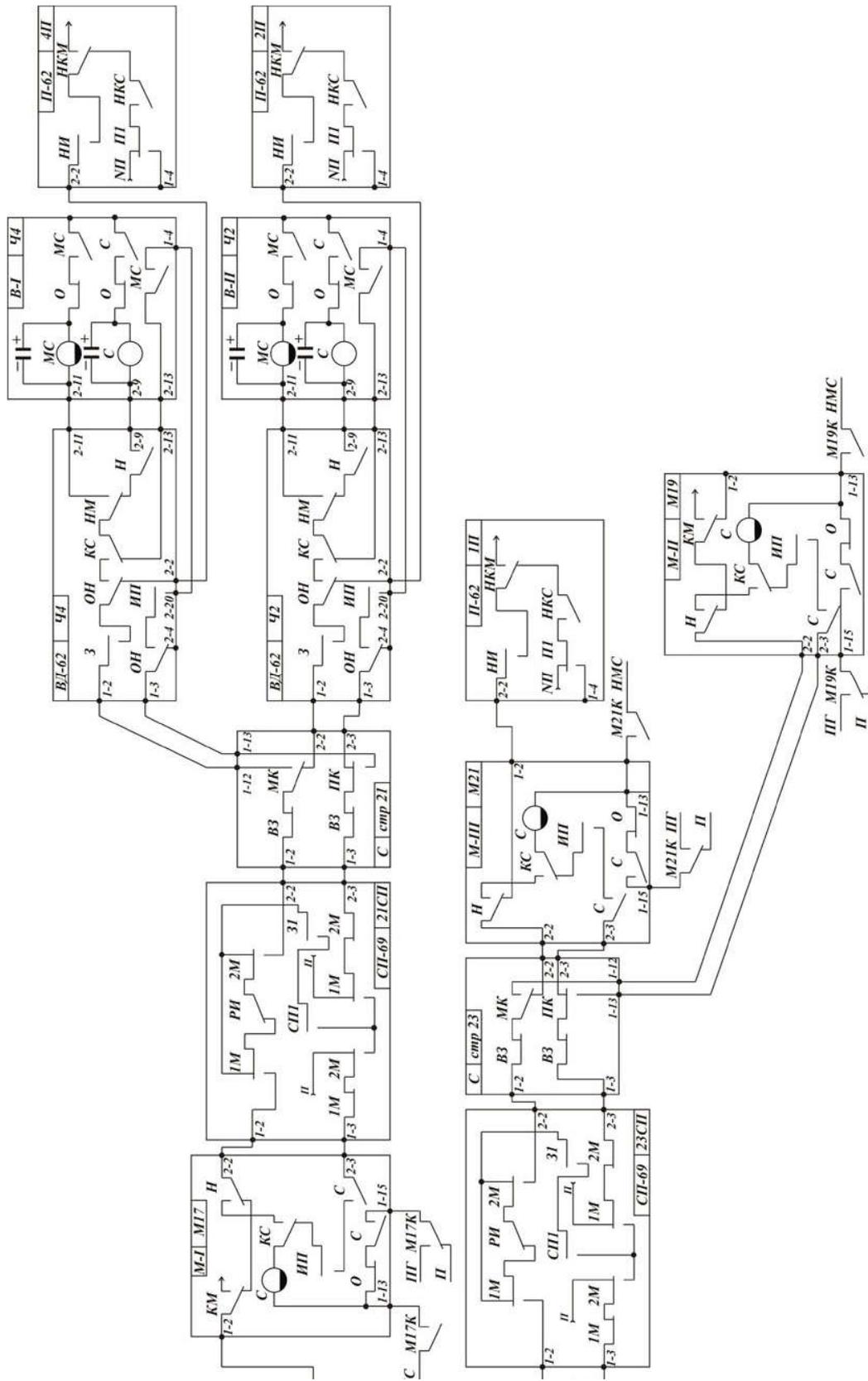


Рис.3.10. Схема сигнальных реле (продолжение)

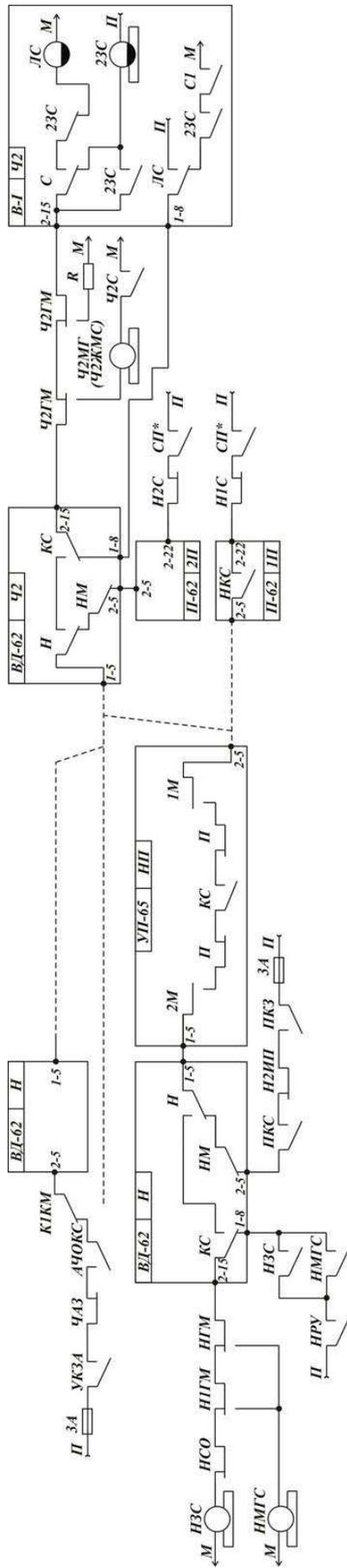


Рис.3.11. Схема вспомогательных сигнальных реле

При вступлении поезда на первый участок или при переключении питания устройств реле *ЗС* и *МГС* получают питание через фронтальной контакт реле *РУ* и собственные контакты, что обеспечивает сохранение включенного показания до закрытия светофора.

Блоки выходных светофоров имеют по два основных сигнальных реле: поездное сигнальное реле *С* и маневровое сигнальное реле *МС*.

Кроме того, в блоке выходного светофора типа *ВІ* имеется дополнительное реле *ЛС*, служащее для выбора зеленого или желтого сигнального огня и являющееся повторителем реле контролирующего свободу второго участка удаления; фронтальной контакт этого реле включается в конце цепи маршрутов отправления в пятую цепь контактом внеблочного реле *КС*, таким образом, реле *ЛС* в блоке *ВІ* возбуждается при условии свободы двух примыкающих к станции блок-участков перегона.

При вступлении поезда за выходной светофор реле *ЛС* получает питание по цепи самоблокирования через тыловой контакт реле *КС*, фронтальные контакты реле *С* и собственный контакт. Таким образом, цепь самоблокирования реле *ЛС* устраняет проблеск желтого огня при перекрытии сигнала на запрещающее показание.

Реле *ЛС* имеет замедление на отпадание, перекрывающее время перелета контакта реле *КС*.

В блоке выходного светофора *ВІІ* кроме реле *ЛС* устанавливается еще реле *2ЗС*, которое включается по той же пятой цепи. Реле *2ЗС* служит для включения 2-х зеленых огней на выходном светофоре или двух желтых огней на маршрутном светофоре.

Для включения реле *2ЗС* выходного светофора в пятую цепь со стороны перегона подается полюс батареи *М*, а для включения реле *ЛС* со стороны другого перегона подается полюс батареи *П*.

Это питание должно подаваться через отдельный предохранитель, во избежание получения минусового потенциала на проводе при перегорании группового предохранителя.

Для возбуждения реле **23С** маршрутных и выходных светофоров при двух желтых огнях строится вспомогательное реле **ГМ**. Реле **ГМ** проверяет плюсовое положение всех стрелок, определяющих главный путь.

Фронтной контакт реле **ГМ** вводится в цепь возбуждения реле **ЛС**, а через тыловой контакт к реле **23С** подключается сопротивление 390 Ом с питанием М. С проверкой возбуждения **23С** возбуждается реле **С**.

Реле **ЛС** возбуждается через фронтные контакты всех реле **КС**, тыловые контакты маршрутных реле и фронтной контакт реле **С**. После вступления поезда за выходной светофор реле **ЛС** также блокируется через тыловой контакт реле **КС** в блоке ВД и свой фронтной контакт.

Обесточивается реле **ЛС** после обесточивания основного сигнального реле **С**.

В блоке выходного светофора типа VIII также устанавливаются, кроме основных сигнальных реле, два дополнительных сигнальных реле **ЛС** и **23С** для выбора сигнальных показаний.

Реле **ЛС** в этом блоке служит для выбора зеленого огня и включается так же, как и в блоках типа VI и VII по пятой цепи схем размыкания маршрутов с контролем свободности трех блок-участков.

Реле **23С** служит для включения на светофоре желтого с зеленым огней и на выходных светофорах включается через контакт реле **НЗ (ЧЗ)** и контакты стрелочных контрольных реле, выбирающих блок соответствующего выходного светофора.

Цепи питания реле **ЛС** и **23С** выключаются фронтным контактом реле **С**.

Блоки маневровых светофоров имеют по одному маневровому сигнальному реле **С**.

Схема сигнальных реле составляется по плану станции контактами стрелочных реле **ПК** и **МК** и является общей для поездных и маневровых маршрутов.

В схеме сигнальных реле контролируется: возбужденное состояние контрольно-секционного реле установленного в сигнальном блоке,

положение и отсутствие взреза ходовых и охранных стрелок, свобода негабаритных участков, отсутствие искусственной разделки маршрута, обесточенное состояние первых и вторых маршрутных реле.

Фронтным контактом реле **КС** сигнального блока обеспечивается контроль установленного маршрута.

В поездных маршрутах для обеспечения больших гарантий в работе схемы фронтные контакты реле **КС** введены также и в конце схемы сигнальных реле. Для маршрутов приема контакт реле **КС** вводится в блоке приемного пути - контакт **Ч/Н/КС** 31-32.

Для маршрутов отправления вне блоков ставится специальное реле **Н/Ч/ОКС** и его контакт вводится в цепь сигнального реле.

В маршрутах приема и маневров на пути контролируется обесточенное состояние реле **И**, исключающего враждебные маршруты.

Контакты начальных и конечных маневровых реле включены в схему так, что они нормально соединяют схему сигнальных реле для поездных маршрутов.

Подключение сигнальных реле к цепи производится контактами начальных реле.

С другой стороны цепи поездных маршрутов питание является нормально подключенным, а для маневровых маршрутов подключается контактами конечных маневровых реле.

Включение сигнального реле производится контактом соответствующего противоположного реле.

После появления на светофоре разрешающего показания контакт противоположного реле шунтируется контактами сигнального и огневого (огневых) реле.

Исключение задания поездного маршрута по цепи попутного маневрового маршрута осуществляется контактами начальных реле, которые не могут быть одновременно возбуждены, а также способом подключения питания в цепи сигнальных реле.

Цепи маневровых сигнальных реле имеют подключение полюса батареи, отличное от поездных сигнальных реле, а именно: со стороны начала маневрового маршрута к цепи подключается П, а со стороны конца маршрута - М. В цепи поездных сигнальных реле со стороны начала маршрута подключается М, а со стороны конца маршрута - П.

Поэтому в случае подключения поездного сигнального реле к цепи маневрового сигнального реле, первое получит питание в конце маневрового маршрута - М, т.е. в начале и конце цепи будет: одинаковый полюс батареи, и поездное сигнальное реле не возбудится. Это явление могло бы произойти при сохранении под током конечного маневрового реле из-за неразмыкания последней секции в предыдущем маневровом маршруте или из-за неправильной работы реле направления.

Настоящими схемами принято, что маневровый светофор перекрывается автоматически на запрещающее показание только после прохода последнего ската за светофор.

Основная цепь питания маневрового сигнального реле после вступления состава за светофор первым скатом разрывается фронтным контактом реле **КС**, но сигнальное реле остается возбужденным по цепи подпитки, проходящей через тыловой контакт 21-23 или 31-33 реле **КС**, тыловой контакт 21-23 реле **ИП**, фронтной контакт 31-32 реле **С**, фронтной контакт 41-42 реле **2М**, тыловой контакт 31-33 реле **1М**, тыловой контакт 21-23 реле **СП1**, тыловой контакт 51-53 реле **З**, фронтной контакт 21-22 реле **2М** и дальше по основной цепи питания сигнального реле.

Таким образом, в качестве цепи подпитки маневрового сигнального реле после вступления состава за светофор используется основная цепь питания маневрового сигнального реле.

При этом горение на светофоре белой лампы после вступления состава на маршрут осуществляется с контролем положения и замыкания всех стрелок маршрута и отсутствия искусственного замыкания.

Наличие в цепи подпитки тылового контакта реле *III*, проверяющего свободу участка перед светофором, обеспечивает автоматическое перекрытие маневрового светофора на запрещающее показание при проследовании за светофором последним скатом подвижной единицы.

Такое перекрытие принято для всех маневровых светофоров, кроме маневровых светофоров с неизолированных путей, для которых выполнить такое условие автоматического перекрытия не представляется возможным; перекрытие последних наступает несколько позднее, после освобождения составом первого за светофором изолированного участка, что обеспечивается наличием в цепи подпитки тылового контакта реле *СIII*.

Автоматическое перекрытие белого огня на светофоре при маневрах с приемо-отправочных станционных путей производится также после освобождения составом пути, а если путь остается занятым, то после освобождения составом первого изолированного участка.

Обмотки маневровых сигнальных реле включены отдельно. Одна из обмоток имеет вывод на штепсельную клемму блока и предназначена для включения маневрового сигнального реле при местном управлении по индивидуальной схеме.

Поездное сигнальное реле должно иметь замедление на отпадание для исключения перекрытия сигнала при переключении фидеров электропитания.

Ввиду незначительного замедления на отпадание у малогабаритных реле необходимое сигнальным реле замедление создается включением параллельно обмотке конденсаторов емкостью 500 мкф.

Маневровое сигнальное реле имеет замедление на отпадание, превышающее время переключения реле на цепь подпитки, которое складывается из времени перелета якоря реле. *КС* и времени притяжения первого по ходу поезда маршрутного реле.

3.8. Схема маршрутных и замыкающих реле

Существует два вида замыкания маршрута, которые применяют и в современных системах централизации (рис. 3.12):

1. **Предварительное («отменяемое») замыкание** является зависимостью между подвижными элементами пути и сигналом начала маршрута. При использовании этой зависимости светофор может быть открыт только тогда, когда все подвижные элементы пути находятся в правильном положении и будут оставаться в этом положении до тех пор, пока светофор открыт. Это замыкание называется предварительным и может быть отменено оператором без каких-либо действий, влияющих на безопасность, практически сразу после перекрытия сигнала. Такое замыкание хронологически было введено раньше остальных, но характеризуется меньшим уровнем безопасности, поскольку условием данного размыкания в старых системах являлось только запрещающее показание сигнала, которое могло быть следствием его закрытия после въезда поезда на маршрут. Такое замыкание осуществляется с помощью прямых зависимостей между подвижными элементами пути и светофорами (британские и североамериканские принципы)

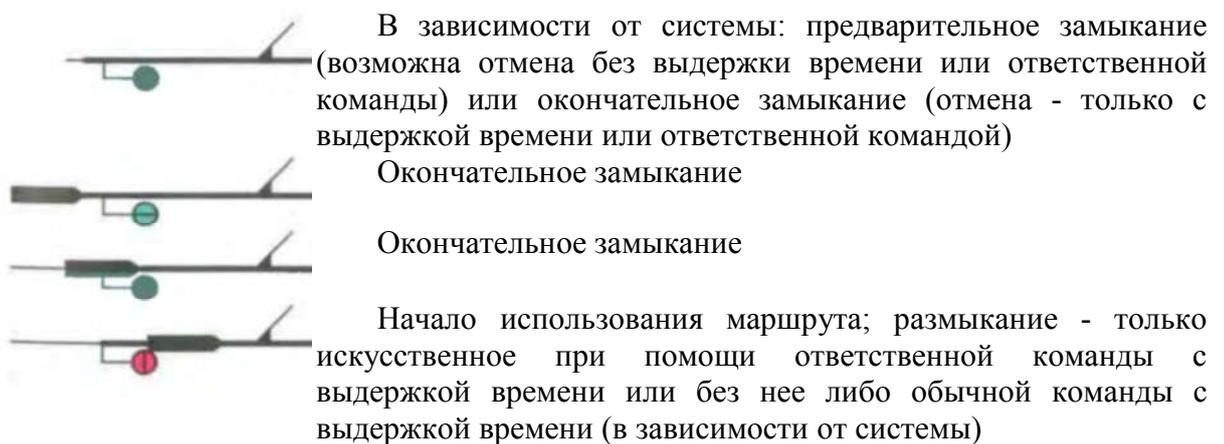


Рис. 3.12. Предварительное и окончательное замыкание маршрутов

централизации) или при помощи специальной функции предварительного замыкания маршрута (при немецких принципах централизации). Причины данного различия носят исторический характер, а эффект с точки зрения безопасности для обоих решений одинаков;

2. **Окончательное («неотменяемое») замыкание** является дополнительной функцией, при которой маршрут остается замкнутым после перекрытия сигнала. Это замыкание называется окончательным, поскольку теперь маршрут может быть разомкнут или самим движущимся поездом, или вручную при выполнении определенных условий безопасности, таких, как выдержка времени и (или) регистрируемая ответственная команда.

Последовательность шагов.

- момент проверки **занятости пути**. На некоторых железных дорогах и в некоторых системах централизации свобода всего маршрута проверяется перед автоматическим переводом стрелок. На других дорогах и в других системах контроль свободы пути проверяется только в тех стрелочных секциях, стрелки которых должны быть переведены, и лишь непосредственно перед включением на светофоре разрешающего показания проверяется свобода всего маршрута;

- время выполнения поиска и замыкания в маршруте элементов боковой защиты, а также время подачи команды на перевод защитных элементов в требуемое положение: в одних системах эти процессы реализуются вместе с переводом элементов трассы маршрута, в других системах — позже, когда все элементы трассы уже замкнуты;

- время закрытия железнодорожных переездов, если они являются частью маршрута. Простым решением, которое использовалось, главным образом, в старых системах централизации, является закрытие переездов вместе с переводом подвижных элементов пути. Однако в настоящее время необходимо сокращать длительность закрытия переездов из-за высокой интенсивности движения автомобилей. Поэтому системы централизации последних поколений закрывают переезды непосредственно перед появлением на светофоре разрешающего показания или даже после появления этого показания по достижении поездом участка приближения к переезду. Последнее решение требует безопасного функционирования схем закрытия переезда;

- порядок окончательного замыкания маршрута и включения на светофоре разрешающего показания. Данная проблема является более сложной и подробнее рассмотрена ниже.

Окончательное замыкание маршрута может быть обеспечено двумя способами (рис. 3.13), которые в многочисленных вариациях применяют разные страны:

- окончательное замыкание перед включением разрешающего показания светофора (немецкий подход к принципам централизации): безопасность обеспечивается с помощью светофора, на котором может появиться разрешающее показание только в том случае, если перед этим была выполнена функция окончательного замыкания маршрута. Неудобством с точки зрения эксплуатационной гибкости является следующее: если светофор перекрывается на запрещающее показание без проследования через него поезда, то показание не может снова стать разрешающим, и маршрут должен быть разомкнут с помощью специальных, критических с точки зрения безопасности команд. Однако этого неудобства можно избежать с помощью задержки окончательного замыкания маршрута и открытия светофора до приближения поезда, что реализуется в некоторых релейных и микропроцессорных системах централизации;

- окончательное замыкание после включения разрешающего показания светофора (британский и североамериканский подходы): разрешающее показание может появиться на светофоре, если все подвижные элементы находятся в требуемом положении и путевые секции свободны, но без окончательного замыкания маршрута. Открытым светофором замыкаются элементы маршрута, однако возможна повторяющаяся смена разрешающего сигнального показания на запрещающее и обратно, что сопровождается соответственно замыканием и размыканием маршрута. Только при выходе поезда на участок приближения происходит окончательное замыкание маршрута, которое сохраняется до тех пор, пока поезд не освободит весь маршрут или последний его стрелочный участок. Функция окончательного

замыкания маршрута должна быть безопасно реализована раньше, чем поезд достигнет зоны служебного торможения перед станционным сигналом. Это повышает требования к устройствам контроля участков пути и к функциям замыканий.

В обоих случаях светофор может быть перекрыт вручную или автоматически. Различие определяется только возможностью открыть его снова в штатном режиме.

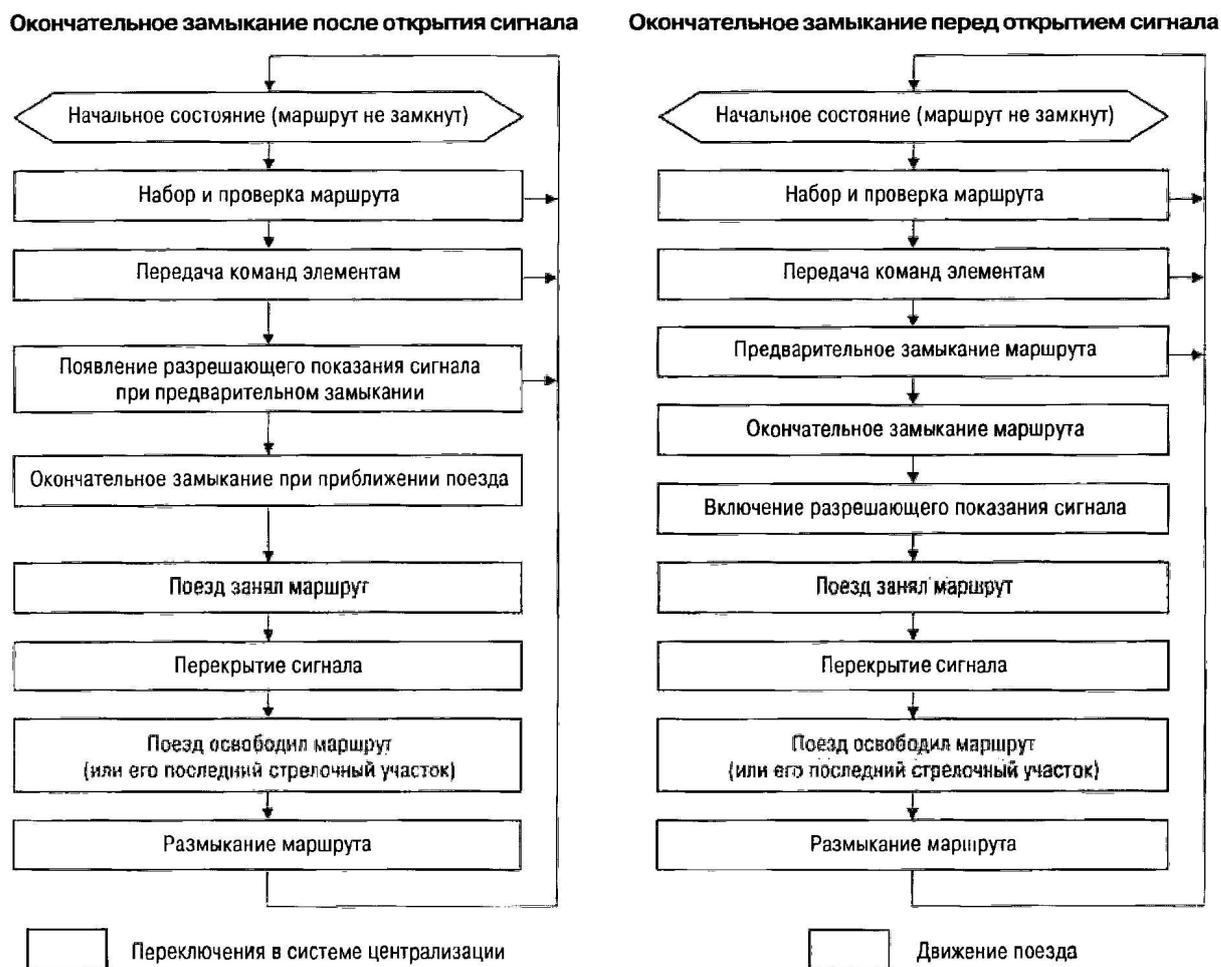


Рис. 3.13. Последовательность этапов замыкания и размыкания маршрута

Основным назначением маршрутных реле является замыкание стрелок в маршруте. На каждую маршрутную секцию (стрелочный путевой участок или участок пути в горловине) в блоках типа СП-69 и УП-65 предусматривается по два маршрутных реле с помощью которых осуществляется замыкание и размыкание маршрутных секций.

Для осуществления непосредственно замыкания стрелок в блоке СП-69 установлено реле **З**, которое является прямым повторителем маршрутных реле (**1М**, **2М**).

В дополнительных сигнальных блоках ВД входных и выходных светофоров устанавливается по одному реле **З**, которые являются повторителями замыкающих реле секций, расположенных первыми за сигналами.

Схема электрической цепи включения маршрутных реле для горловины станции, изображенной на рис.3.4, представлена на рис.3.14.

Схема маршрутных реле строится по плану станции и имеет 3 цепи. Двумя цепями схемы выбирается направление движения и проверяется вступление поезда на данную секцию и освобождение (размыкание) предыдущей секции, а по третьей цепи осуществляется проверка вступления поезда на следующую секцию и освобождение данной секции.

Маршрутные реле **1М** и **2М** имеют две обмотки. Одна из обмоток каждого реле включена в трехлинейную схему, строящуюся по плану станции, а другая в цепь самоблокировки.

Схемы обоих маршрутных реле являются абсолютно симметричными.

Нормально оба реле находятся под током по цепи самоблокировки через свои собственные контакты и тыловые контакты реле **КС**.

При установке маршрута с возбуждением контрольно-секционного реле данной секции цепь самоблокировки и цепь возбуждения маршрутных реле обрываются контактами 11-13, 31-33, 51-53 и 71-73 реле **КС**, в результате оба реле обесточиваются.

Размыкание секций в маршруте при движении поезда осуществляется последовательным возбуждением маршрутных реле, причем очередность их работы меняется в зависимости от направления движения.

Первое по направлению движения маршрутное реле (допустим **1М**) возбуждается с проверкой вступления поезда на данную секцию (тыловой

контакт 41-43 реле *СП1*) и размыкания предыдущей секции (фронтальной контакт 31-32 реле *1М* и фронтальной контакт 41-42 реле *2М*).

В цепи возбуждения каждого первого по ходу поезда маршрутного реле (4-я цепь) включен также тыловой контакт 61-63 второго маршрутного реле этой же секции. Наличие этого контакта исключает возможность возбуждения второго по ходу поезда маршрутного реле при искусственном размыкании соседней секции, занятом изолированным участком и возбужденном состоянии первого по ходу поезда маршрутного реле рассматриваемой секции.

Если, маршрутная секция является первой за светофором, то ее первое по направлению движения маршрутное реле возбуждается с проверкой обесточенного состояния реле *КС* (см. сигнальный блок) и обесточенного состояния своего реле *СП1*.

Второе по направлению движения реле *2М* возбуждается с проверкой освобождения поездом данной секции (фронтальной контакт 31-32 реле *СП1*) возбуждения первого маршрутного реле (фронтальной контакт 51-52 реле *1М*) и вступления поезда на следующий изолированный участок (тыловой контакт 61-63 *СП1* или контакт 51-53 реле *П1* впереди лежащей секции).

Во избежание сообщения питания П разных рядов статов в схему размыкания (3-я цепь) подается питание РП от отдельного предохранителя.

При обратном направлении движения схема работает аналогично описанному - первым будет работать реле *2М*, вторым - реле *1М*. Фронтальными контактами 21-22, 61-62 и 81-82 реле размыкания *Р* производится возбуждение маршрутных реле при отмене и искусственном размыкании маршрута.

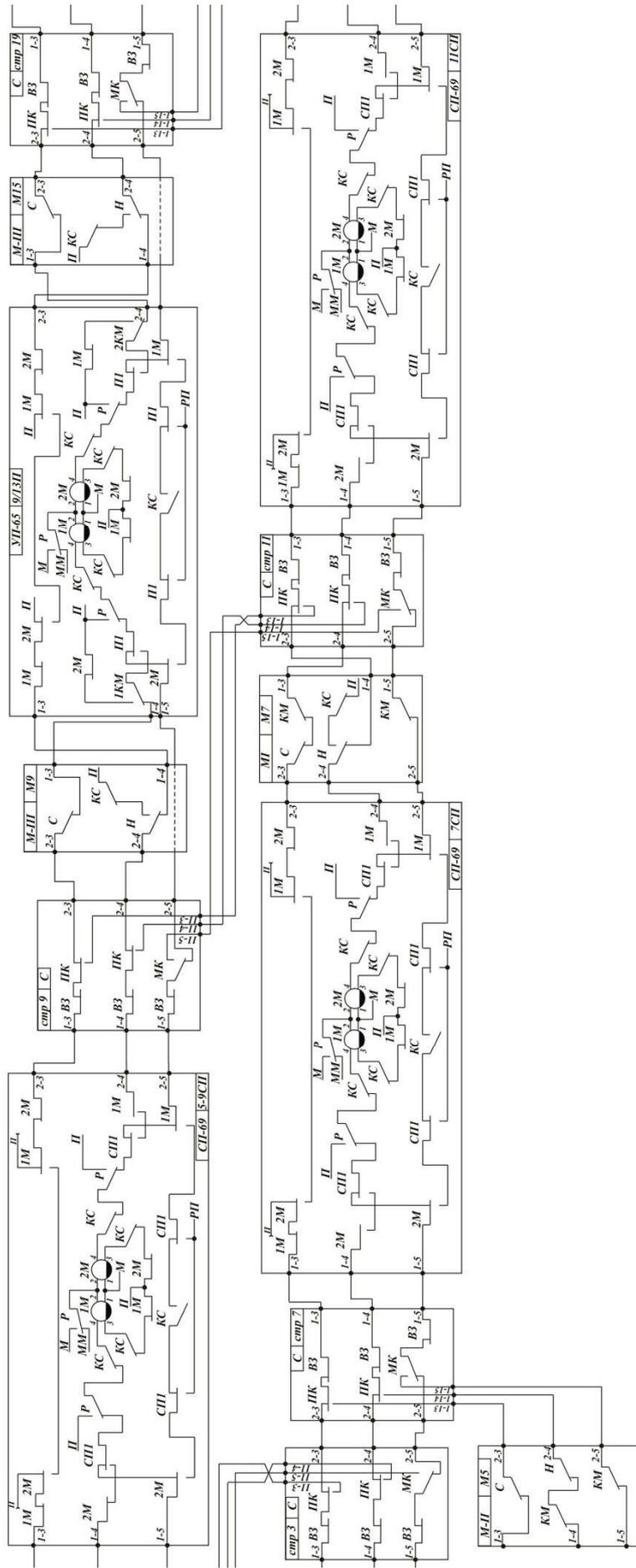


Рис.3.14. Схема маршрутных и замыкающих реле(продолжение)

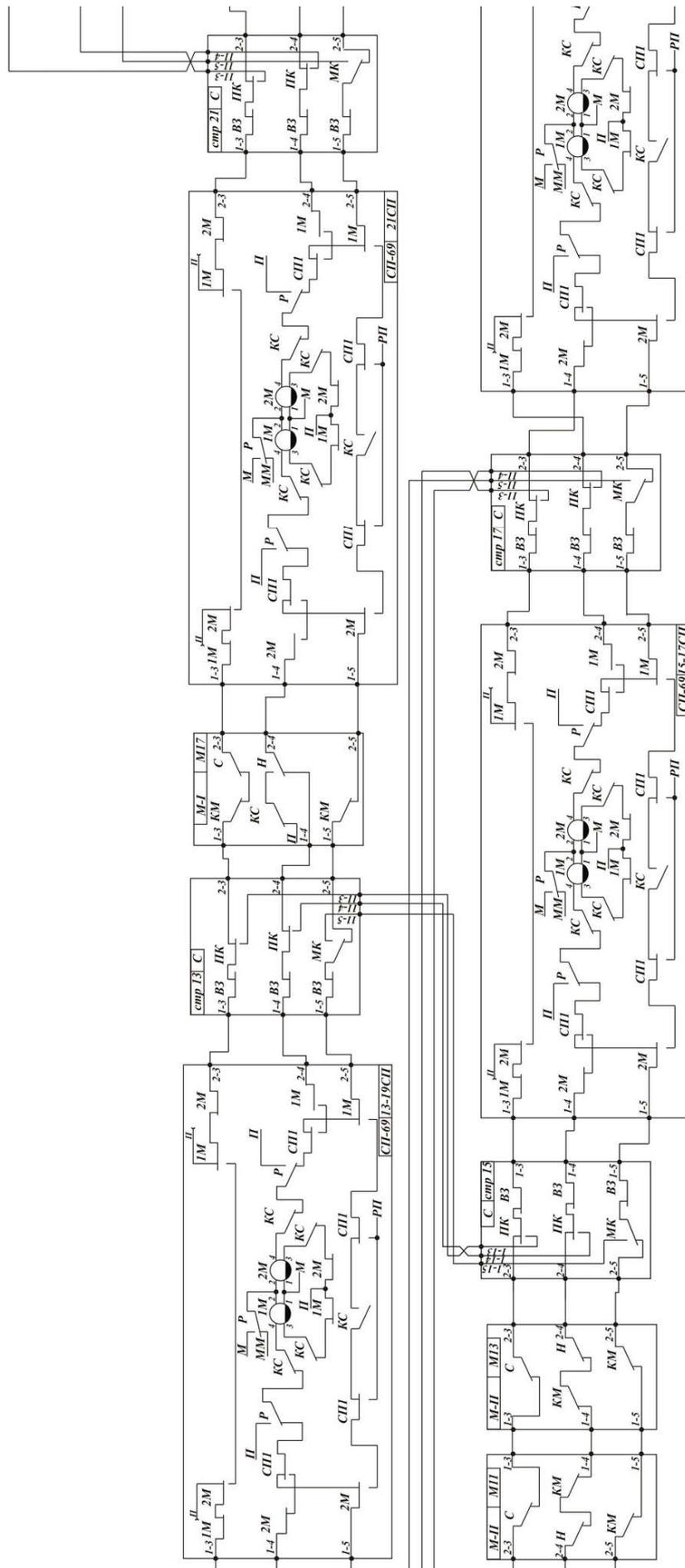


Рис.3.14. Схема маршрутных и замыкающих реле(продолжение)

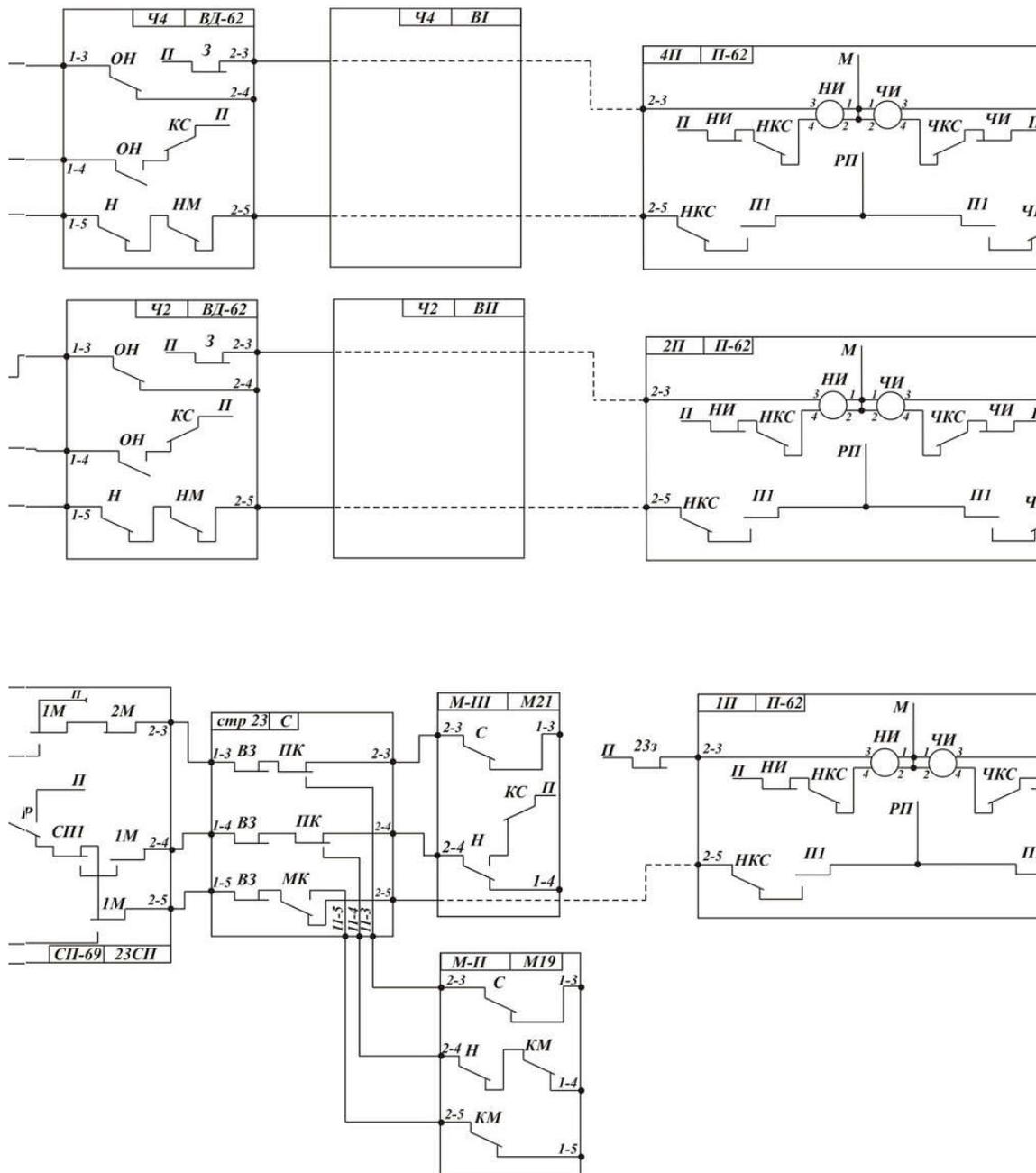


Рис.3.14. Схема маршрутных и замыкающих реле (продолжение)

Схема маршрутных реле блока типа УП-65 отличается от рассмотренной схемы блока СП69 наличием в цепи возбуждения реле **1М** и **2М** контактов конечных маневровых реле **1КМ** и **2КМ**.

Контактами 51-53 реле **1КМ** и **2КМ** основная схема соединена для работы ее в поездных маршрутах.

В маневровых маршрутах участок пути (блок УП65), как правило, является конечным, и указанными выше контактами в зависимости от

направления движения фиксируется конец маршрута. Кроме того, в маневровых маршрутах секция УП-65 должна размыкаться при занятом ее состоянии, возбуждение второго по ходу движения маршрутного реле при этом производится с помощью контакта 51-52 реле *1KM* или *2KM* и контакта 61-62 *1M* и *2M* в соответствии с направлением движения.

В цепях возбуждения маршрутных реле для соединения элементов схемы по плану станции применяются контакты контрольных реле *ПК* и *МК* стрелочных блоков.

Для защиты маршрутных реле от несвоевременного срабатывания во время переключения фидеров питания (путевые реле обесточиваются), случайного изъятия предохранителей на обмотки этих реле подаются специальные шины питания 1ММ и 2ММ. Эти шины включаются реле *НЛУ* и *ЧЛУ*, которые посредством лучевых реле контролируют, что цепь питания путевых реле не нарушалась. После нарушения цепи питания, благодаря замедлению на возбуждение реле *ПЛА*, после восстановления питания вначале успеют возбудиться путевые реле, а затем уже восстановится питание маршрутных реле. Аналогичный контроль питания осуществляется и для включения повторителей путевых реле в блоках СП и УП - питания *ПНЗ (ПЧЗ)*.

К проводу питания ЧЛУ подключаются маршрутные реле четной горловины, к НЛУ - нечетной. На многопарковых станциях при ярко выраженных обособленных крупных стрелочных горловинах для того чтобы не ставить в зависимость разделку в одной горловине от нарушения питания рельсовых цепей в другой горловине, можно рекомендовать включать дополнительные комплекты контрольных групповых лучевых реле.

3.9. Известители приближения

Реле известителя приближения устанавливается в сигнальных блоках.

Реле *ИП* осуществляет контроль занятости участка приближения при открытом светофоре (рис.3.15).

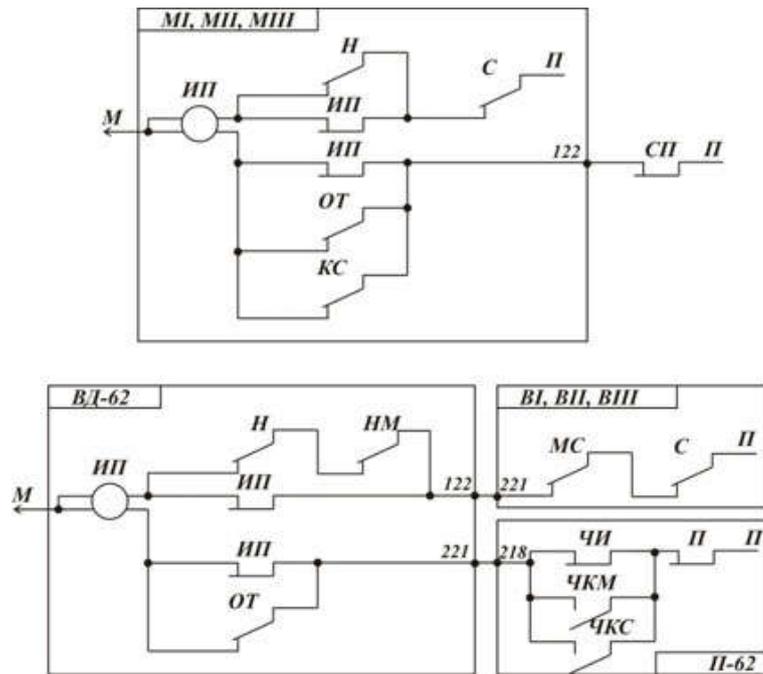


Рис.3.15. Схема реле известителя приближения

Реле **ИП** нормально питается по двум цепям, одна из которых проходит через фронтной: контакт путевого реле стрелочной секции (или участка пути) перед светофором и параллельно включенные контакты: тыловой реле **ОТ**, тыловой реле **КС** и фронтной реле **ИП**, а вторая – через тыловой контакт реле **С** и включенные параллельно: фронтной контакт реле **ИП** и тыловой контакт реле **Н**.

В случае, если участок приближения после ухода поезда остается занятым, реле **ИП** возбуждается по цепи, проходящей через тыловой контакт реле **С** и тыловой контакт начального реле, шунтирующий фронтной контакт реле **ИП**.

Тыловой контакт реле **ОТ** включается в цепь питания реле **ИП** для того, чтобы в случае начала отмены маршрута при занятом участке приближения реле **ИП** не могло возбудиться до конца отмены маршрута.

Состояние реле **ИП** при отмене маршрута необходимо фиксировать, иначе, в случае проезда подвижной единицей закрытого сигнала и потере шунта, маршрут может быть разомкнут с меньшей выдержкой времени.

Реле **ОТ** используется в схемах для отмены маршрута и для размыкания неиспользованной части маршрута при угловых заездах. При угловых заездах реле **ОТ** возбуждается в момент вступления поезда за светофор, а реле **ИП** при освобождении участка приближения должно возбудиться, поэтому контакт реле **ОТ** в цепи питания реле ИП шунтирован тыловым контактом реле **КС**. Для того, чтобы при отмене маршрута со свободного участка приближения и повторном открытии сигнала реле **ИП** не обесточивалось, тыловой контакт **ОТ** в цепи его питания зашунтирован фронтным контактом реле **ИП**.

Для включения известителей приближения выходных светофоров в блоке типа П-62 предусматривается специальная схема, обеспечивающая в маршрутах безостановочного пропуска замыкание маршрута отправления, при занятии поездом участка за входным светофором. С этой целью в цепь реле **ИП** введены параллельно включенные фронтные контакты исключателя, конечного маневрового и контрольно-секционного реле противоположного конца пути.

3.10. Отмена маршрутов

Для осуществления автоматической отмены маршрута в сигнальных блоках маневровых светофоров и в блоке ВД-62 устанавливаются специальные реле отмены маршрута **ОТ**. Схема электрической цепи включения реле **ОТ** для горловины станции, изображенной на рис.8, представлена на рис.18. Кроме того, на всю станцию устанавливается три комплекта реле выдержки времени, которые обеспечивает:

- а) выдержку времени 6 секунд для отмены любого маршрута при свободном участке приближения;
- б) выдержку времени 60 секунд для отмены маневрового маршрута при занятом участке приближения;
- в) выдержку времени 180 секунд для отмены поездного маршрута при занятом участке приближения.

Отмена неиспользованного маршрута со свободного пути с выдержкой времени осуществляется для контроля за потерей шунта на изолирующем стыке рельсовой цепи для того, чтобы исключить возможность отмены маршрута при движении по нему короткой подвижной единицы.

Контроль потери шунта в схеме автоматической отмены маршрута осуществляется фронтовым контактом реле *КС* сигнального блока, обеспечивающим непрерывный контроль свободности всего маршрута и комплектом реле выдержки времени.

Отмена установленного маршрута производится двумя действиями:

- 1) нажимается групповая кнопка отмены - *ОГ*,
- 2) нажимается кнопка у сигнала.

При нажатии групповой кнопки отмены обесточивается реле *ОГ*, которое обесточивает реле *ОН*.

Реле *ОН* выключает питание схем маршрутного набора.

С проверкой обесточенного состояния всех кнопочных реле обесточивается медленнодействующий повторитель реле *ДОГ*, после чего схема подготовлена для отмены маршрута. Нажимается кнопка сигнала. Кнопочное реле, возбуждаясь, обрывает цепь питания сигнального реле (питание на шинах ПГ, МГ отсутствует). Через 231-232 контакт реле *НКН* или *КН* и контакт 41-43 (61-63) *ОГ*, если отменяется поездной маршрут, или контакты 21-23 *ОГ*, 311-312 *ВПМ (ВОМ)*, если отменяется маневровый маршрут, и далее через контакт 11-13 *ДОГ* возбуждается реле отмены *ВОГ*. Его повторитель своими контактами подает на обмотку реле *ОТ* соответственно питание МГОТ, ММВ или МПВ (см. рис. 3.7.).

Реле *ОТ* возбуждается по цепи проходящей через контакт 221-222 кнопочного реле, тыловые контакты 11-13 и 71-73 – в блоках МІ, МІІ, МІІІ или 51-53 (61-63) в блоке ВД-62 реле *ОТ*, фронтовые контакты 61-62 и 81-82 реле *КС*, фронтовой контакт 71-72 начальных реле *Н*, *НМ*, тыловой контакт 21-23 или 31-33 сигнального реле и контакт реле *ИП*.

Фронтowymi контактами реле *КС* и *Н* обеспечивается проверка того, что маршрут не использовался, а тыловым контактом реле *ОТ* проверяется целостность цепи конденсатора, подключенного параллельно обмотке реле. При возбуждении реле *ОТ* проверяется также свобода комплектов реле выдержки времени, т.е. отсутствие в данное время отмены какого-либо другого маршрута. Для этой цели полюс питания М в цепи реле *ОТ* подается через тыловые контакты групповых реле отмены ГОТ, МВ1, ПВ1. Такое питание имеет номенклатуру МГОТ, ММВ, МПВ.

Реле *ОТ*, возбуждвшись блокируется через свои фронтальные контакты 11-12, 41-42 и тыловой контакт 51-53 реле *С* - в блоках М1, М2, М3 или 11-12, 51-52 (61-62) - в блоке ВД-62 и остается под током до момента обесточивания начального реле. При этом тыловым контактом 11-13 от реле *ОТ* отключаются шины МГОТ, МПВ и ММВ.

Через фронтальные контакты 21-22 реле *ОТ* и 71-72 реле *КС* в блоках М1, М2, М3 или 61-62 реле *КС* в блоке ВД-62, в зависимости от рода маршрута поездного или маневрового и от состояния участка приближения, возбуждается групповое реле - реле ПВ1, МВ1 или ГОТ комплекта выдержки времени, которое своим фронтальным контактом включает соответствующий блок выдержки времени типа БВМШ.

Автоматическая отмена неиспользованных маршрутов осуществляется схемой реле размыкания *Р*, которая строится по плану станции (шестая цепь). Реле размыкания предусматриваются по одному на каждую маршрутную секцию и устанавливаются в блоках СП-69 и П-62.

Реле *Р* включаются в схему размыкания последовательно.

В эту схему включаются фронтальные контакты повторителей путевых реле всех секций маршрута, которые обеспечивают контроль свободы всего маршрута.

Подключение необходимого участка цепи для отмены маршрута производится контактами начальных и конечных реле.

При отмене маршрута в сигнальном блоке возбуждается реле отмены маршрутов **ОТ** с проверкой закрытого положения сигнала.

Фронтным контактом 31-32 реле **ОТ** к цепи последовательно включенных реле **Р** подключается требуемое питание:

а) при отмене поездного маршрута с занятого пути - ППВ, которое появляется после возбуждения реле **ОТ** через 3 минуты.

б) при отмене маневрового маршрута с занятого участка приближения - ПМВ, которое появляется после возбуждения реле **ОТ** через 1 минуту.

в) при отмене поездного и маневрового маршрута со свободного пути - ПОВ, которое появляется после возбуждения реле **ОТ** через 6 секунд.

С подачей питания в цепь отмены одновременно возбуждаются последовательно включенные реле **Р** всех секций, входящих в маршрут.

Фронтными контактами 21-22, 61-62 и 81-82 реле **Р** замыкаются цепи обмоток маршрутных реле **1М** и **2М** соответствующих секций, с возбуждением которых снимается замыкание стрелок.

Тыловыми контактами реле **Р** обрывается цепь реле **КС**.

После возбуждения маршрутных реле возбуждаются замыкающие реле **З** и своими тыловыми контактами обрывают цепь начальному и конечному реле.

Реле **Р** обесточиваются и все схемы приходят в исходное положение. Для увеличения времени замкнутого положения фронтных контактов реле **Р** последние берутся с замедлением на отпадание.

Как и все цепи объединенных схем электрической централизации, цепь реле **Р** соединена контактами начальных и конечных реле маневровых блоков для установки поездных маршрутов. Эти контакты начальных и конечных (в поездных маршрутах только начальных) реле выделяют из схемы часть, относящуюся к данному маршруту.

Для больших гарантий надежности в работе схемы в поездных маршрутах цепь реле **Р** размыкается контактами реле **Н**, **НС** и контактами групповых реле отмены маршрутов не только в начале, но и в конце

маршрута (контакт медленнодействующего повторителя реле **ОКС** и контакты реле **ОВ** и **ПВ**). Последние отключают от схемы полюс батареи М. Полюс М, коммутируемый контактами реле **ОВ** и **ПВ** имеет номенклатуру МОПВ.

Медленнодействующие повторители реле **ОКС**, отключающие цепь реле **Р**, устанавливаются для маршрутов отправления внеблочно в конце цепи, соответствующей концу маршрута, а для маршрутов приема на станционный путь в блоке пути П-62. По условиям работы исключают реле, реле **КС** в блоке пути П-62 не могут быть медленнодействующими, поэтому в блоке устанавливается общий медленнодействующий повторитель реле **ЧКС** и **НКС-ОКС**.

Применение общего повторителя **ОКС** для двух направлений движения возможно, т.к. установка встречных маршрутов на один путь исключается.

В качестве прибора выдержки времени применен блок выдержки времени БВМШ, дающий выдержку времени 6 секунд, 60 секунд или 3 минуты.

На каждый вид отмены или размыкания маршрутов предусматривается отдельный блок выдержки времени, что дает возможность одновременно производить отмену маршрута со свободного участка приближения, маневрового и поездного маршрута с занятого участка приближения и искусственное размыкание маршрутов.

Каждый комплект выдержки времени состоит из двух реле и блока выдержки времени.

Реле **ГРИ**, **ГОТ**, **МВ1** или **ПВ1**- включающие приборы выдержки времени для отмены маршрута, подключаются к соединенным параллельно выводам сигнальных блоков: **ГОТ** - к выводам 218, **ПВ1** - к выводам 214, **МВ1** - к выводам 216. Эти реле нормально находятся без тока и возбуждаются при нажатии сигнальной кнопки и обесточивании сигнального реле.

В цепи включающего реле контролируются фронтовые контакты реле **КС** и **ОТ**. Соответствующий комплект выдержки времени для отмены маршрута

со свободного или с занятого участка приближения выбирается контактом реле *ИП*, выдержка для поездного или маневрового маршрута выбирается контактом начального реле.

Блок выдержки времени типа БВМШ состоит из конденсатора, омических сопротивлений и тиратрона.

При замыкании фронтных контактов включающего реле *ГРИ1*, *ПВ1*, *МВ1* или *ГОТ* начинает работать генератор высокой частоты. Высокая частота выпрямленного напряжения порядка 70В подается на конденсатор, включенный в цепь анод-катод тиратрона. Происходит постепенный заряд конденсатора, время которого определяется величиной подключаемых сопротивлений. Когда напряжение на конденсаторе достигнет напряжения зажигания тиратрона, он пропустит импульс тока достаточный для возбуждения исполнительного реле.

Исполнительное реле, возбуждаясь, тыловым контактом обрывает цепь заряда конденсатора, а фронтным контактом замыкает цепь самоблокировки.

Фронтным контактом исполнительного реле подается соответствующее питание ППВ, ПМВ, ПОВ в цепь реле *Р*.

После возбуждения реле *Р* обрывает цепь питания реле КС, которое своим фронтным контактом обрывает цепь включенного реле *ПВ1*, *МВ1* или *ГОТ*.

Тыловыми контактами включающих реле обкладки конденсатора блока замыкаются накоротко и происходит полный разряд конденсатора.

Для защиты схемы блока от обрыва цепи: разряда конденсатора при отпайке проводов с сохранением цепи обвязки, тыловые контакты включающих реле *ГРИ1*, *ПВ1*, *МВ1* и *ГОТ* соединяются параллельно при помощи медной пластинки, припаиваемой к контактной пружине отдельно от проводов.

Величина задержки времени в блоке определяется временем заряда конденсатора, которое зависит от величины омического сопротивления, включаемого последовательно с конденсатором.

Сопротивления в блоке выдержки времени секционированы, имеют несколько выводов, для получения требуемой выдержки времени - 6 секунд, 60 секунд или 3 минуты сопротивления шунтируются соответствующими перемычками.

При искусственном размыкании секции маршрута в блоке СП-69 или УП-65 возбуждается реле **РИ**.

У реле искусственного размыкания маршрута **РИ** катушки включаются раздельно. По одной катушке реле возбуждается через контакт кнопки, при этом в цепи возбуждения проверяются обесточенное состояние маршрутного реле.

Возбудившись, реле искусственного размыкания маршрута становится на цепь самоблокировки по второй катушке через собственный контакт и тыловые контакты маршрутных реле. Обесточивается реле искусственного размыкания после возбуждения маршрутных реле. После возбуждения реле **РИ**, обесточивается реле **ГРИ**, включенное через последовательно соединенные тыловые контакты 71-73 реле **РИ** всех блоков. Реле **ГРИ** нормально находится под током и кроме своих основных функций - подготовки цепи включения приборов выдержки времени служит для контроля исправности цепи последовательного размыкания изолированных секций.

Для получения выдержки времени, всегда одинаковой для всей секции в маршруте независимо от времени нажатия кнопок искусственного размыкания, нажатие индивидуальных кнопок ведет к возбуждению только реле **РИ**. При этом комплект приборов выдержки времени не включается.

После того, как нажаты все кнопки секций, входящих в маршрут (о чем убеждаются по миганию белой полосы на табло), ДСП нажимает общую включающую кнопку искусственного размыкания **ГИР**, включает реле **ГРИ1**,

чем исключает дальнейшее подключение к циклу разделки любой секции, так как с контактов (11) кнопок **ИР** снимается питание МИБ контактом включающего реле **ГРИ1**.

Кроме этого, реле **ГРИ1** включает блок выдержки времени.

После выдержки времени возбуждается реле **ИБ** и подает питание через контакты 71-72, 41-42 и 31-32 реле **РИ** на реле **Р** первой в последовательной цепи изолированной секции. Реле **Р** встает под ток и возбуждает реле **1М** и **2М**.

После возбуждения маршрутных реле этой секции через контакт 71-73 обесточившегося реле **РИ** возбуждается реле **Р** следующего участка и т.д.

Последовательность разделки секций необходима, так как при возбуждении всех реле **Р** параллельно, возник бы толчок тока значительной величины.

На табло для контроля работы приборов выдержки времени устанавливаются лампочки: отмены маршрута со свободного пути - **ОС**, отмены маневрового маршрута с занятого пути - **СМ**, отмены поездного маршрута с занятого пути - **ОП** и искусственного размыкания секции - **ИР**.

Лампочки **ОС**, **ОМ** и **ОП** при возбуждении включающих реле **ГОТ**, **МВ1** и **ПВ1** горят ровным светом и начинают мигать в том случае, когда работа приборов выдержки времени закончилась, а маршрут почему-либо не отменился.

Лампочка **ИР** при нажатии кнопки **ИР** какой-либо секции или при обрыве цепи последовательной разделки секций горит мигающим светом, при включенном состоянии приборов выдержки времени горит ровным светом и в случае, когда работа приборов выдержки времени закончилась, а какая-либо секция из числа искусственно разделяваемых не разомкнулась, мигающим светом.

3.11. Контрольная индикация на табло

Для индикации работы устройств электрической централизации на табло применяются коммутаторные лампы на 24 вольта. Питание на них подается с релейной панели питающей установки.

По наличию резерва питания все лампочки на аппарате управления распределены на две группы:

- а) лампы, питаемые только переменным током;
- б) лампы, питаемые переменным током с резервом от аккумуляторной батареи.

К последней группе относятся:

лампы увязки с перегонами и постами, лампы повторителей входных светофоров,

лампы стрелочных коммутаторов при батарейной, системе питания, лампы контроля местного управления стрелками,

лампы искусственного размыкания маршрута при батарейной системе питания,

лампы контроля работа фидеров,

лампы, контролирующие режим питания светофоров.

Работа устройств БЭЦ отражается на табло с помощью световой индикации. Контроль стрелочных изолированных участков ведется с применением белых и красных ячеек, в которые помещены лампы напряжением 24 В.

Ячейки белой и красной полос стрелочных секций включаются из стрелочных блоков С.

Для контроля стрелочной секции одиночной стрелки ячейки белой полосы при установке маршрута включаются по цепи 17. Цепь начинается в блоке СП-69 (1СП), где проходит через фронтальной контакт реле *СП1* и тыловые контакты реле *1М* и *2М*.

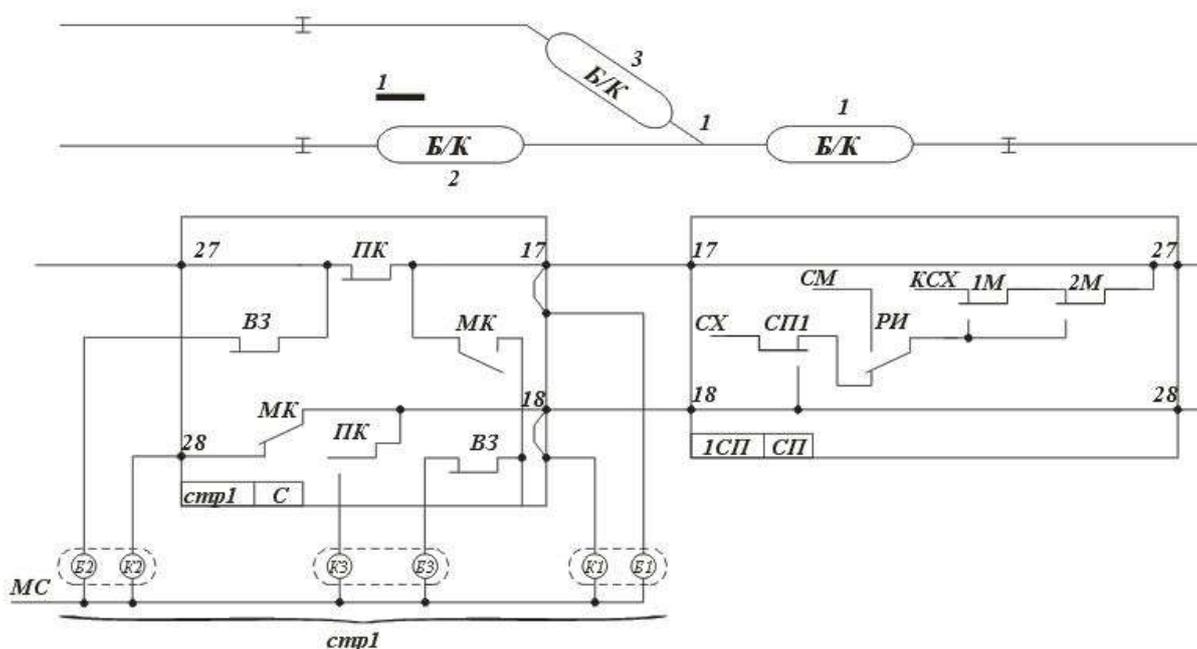
Выбор группы ламп световых ячеек при плюсовом и минусовом положениях стрелки производится контактами реле **ПК**, **МК** в стрелочном блоке **С** (1).

Занятость стрелочной секции контролируется загоранием красной полосы. Лампочки ячеек включаются по цепи 18 через тыловой контакт реле **СП1**.

Выбор группы ламп также производится контактами реле **ПК** (**МК**) в стрелочном блоке.

Схема контроля двойного перекрестного съезда при двух рельсовых цепях показана на рис.3.17. При установленном маршруте в случае плюсового положения стрелок перекрестного съезда лампы белой полосы участка 13-19СП включаются через фронтальной контакт реле **СП1** и тыловые контакты реле **1М** и **2М** блока СП-69 (13-19СП), контактами реле **ПК** стрелок 13 и 19 включаются белые лампочки в ячейках 1 и 2 этих стрелок.

При занятости стрелочной секции через тыловой контакт реле **СП1** по цепи 18 в тех же ячейках загораются красные лампочки. В маршруте по минусовому положению, например, стрелок съезда 13/15 белые лампочки загораются в ячейках 3 этих стрелок, при занятости секции в тех же ячейках загораются красные лампочки.



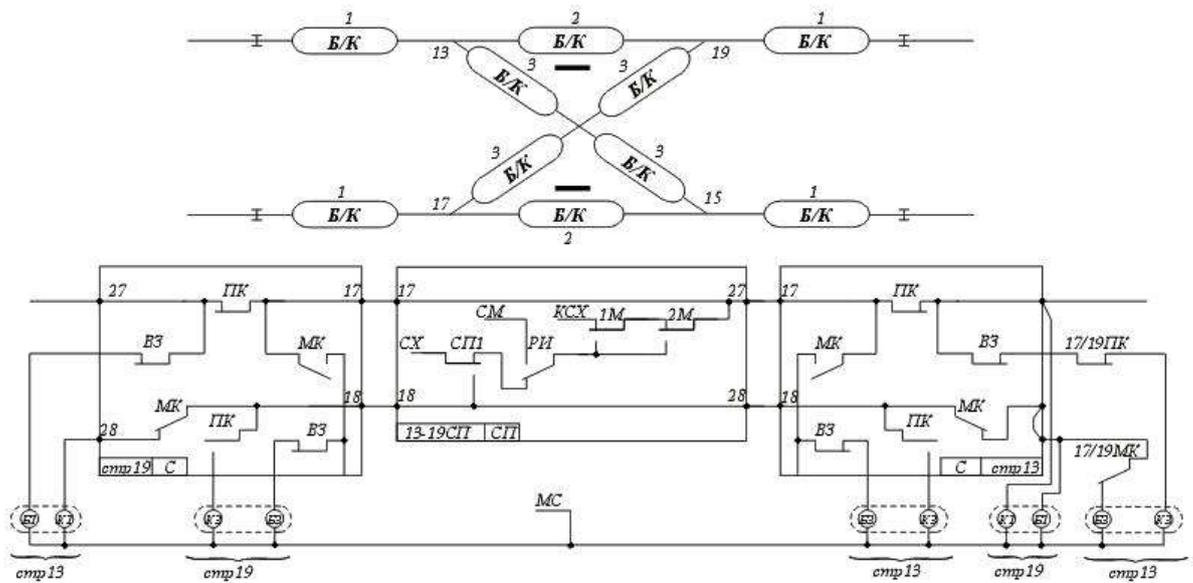


Рис. 3.17. Схема включения ламп табло

Для проверки действительного положения стрелок на табло предусматривается кнопка *Контроль стрелок*, с помощью которой производится подсветка табло.

Кнопки подсветки табло устанавливаются в средней секции пульта-манипулятора. От нажатия кнопки подается питание КСХ через фронтные контакты реле *1М*, *2М* в цепь 17. Белая полоса загорается в зависимости от действительного положения незамкнутых в маршруте стрелок.

Белые лампы стрелочных участков также включаются при искусственной разделке с помощью реле *РИ*.

Через фронтовой контакт этого реле по цепи 17 включаются белые лампочки по трассе маршрута и горят мигающим светом, что указывает на включение каждой секции в режим искусственного размыкания.

Не загорание лампы той или иной секции показывает на то, что кнопка *ИРК* данной секции не была нажата. Пропущенная секция может быть разомкнута после окончания искусственной разделки включенных секций повторным нажатием кнопки *ИРК* и необходимой выдержки времени для данного маршрута.

Белые лампы приемо - отправочных путей при задании маршрута включаются из блока пути П-62 через тыловой контакт исключающего реле *ЧИ (НИ)* и фронтной контакт реле *П1*.

Красные лампы на путях включаются отдельно: три красные лампы, расположенные под шильдиком наименования пути, включаются через тыловой контакт реле *П1* и горят все время при нахождении на пути состава, а остальные красные лампы горят при вступлении состава на путь до момента полного использования маршрута.

Глава 4

Обеспечение безопасности движения поездов при нештатных ситуациях

В настоящем разделе рассматриваются методы обеспечения движения поездов в случаях, когда неприменимы штатные функции централизации. Причиной этого может быть:

- техническая неисправность в устройствах СЦБ, следствием которой является безопасное неработоспособное состояние. Неисправность может проявиться в неполучении данных о свободности пути, о положении находящихся на них подвижных элементов, в несрабатывании устройств обработки данных или выдачи команд на поезд (например, отказ светофора). Движение поездов поддерживается в этом случае обходом штатных функций централизации;

- особая оперативная обстановка, в которой неприменимы штатные функции централизации. Известно, что никакая техническая система не проектируется для всех возможных случаев применения - это невыгодно с экономической точки зрения. Поэтому управление в случаях, которые происходят редко, обычно осуществляется вручную с отключением технических средств автоматики. Наиболее частым случаем такого рода является движение по путям, не связанным с каким-либо маршрутом, или по перегону в направлении, которое блокировкой не поддерживается;

- незапланированное изменение направления движения поезда. Примером может быть повреждение локомотива или аварийная ситуация (например, возгорание);

- оперативная обстановка, требующая отмены окончательно замкнутого маршрута при отсутствии поезда, для которого он был подготовлен. Поскольку это вызывает потенциально опасные ситуации, необходимо принять дополнительные меры защиты. Правила отмены маршрутов в этих случаях на железных дорогах мира различаются. Железные дороги, использующие только регистрационный метод для таких команд, требуют

выполнения более строгих предварительных условий по сравнению с железными дорогами, использующими метод с временной задержкой выполнения команд отмены маршрутов.

Применительно к управлению маршрутами наиболее значимые действия в режиме ограниченной функциональности могут быть сведены в две группы: отмена (искусственное размыкание) маршрута или группы маршрутов и выдача разрешения поезду на проследование в обход некоторых функций централизации.

Обеспечение безопасности в режиме ограниченной функциональности. В большинстве случаев при действиях в режиме ограниченной функциональности ответственность за безопасность, возлагаемая в штатном режиме на техническую систему, передается соответствующему работнику. Из-за того, что интенсивность ошибок у человека выше, чем у технической системы, уровень безопасности при этом понижается. В некоторых современных системах сделана попытка ограничить это снижение безопасности при помощи технических средств, ответственных за безопасность в режиме ограниченной функциональности. Например, в таких системах оператор может нести ответственность за безопасность в отношении только того элемента маршрута, с которым возникли проблемы, но не в отношении всего маршрута. Другая стратегия предусматривает вовлечение нескольких человек в выполнение связанных с безопасностью функций (например, некоторые ответственные команды должны выдаваться с участием двух операторов).

В режиме ограниченной функциональности ответственность за безопасность может быть возложена на специалистов двух групп:

- поездной персонал (машинисты);
- станционный персонал (дежурный или диспетчер).

Возложение ответственности на машиниста позволяет обеспечить высокую степень централизации операций, тогда как передача ее дежурным постов вызывает в этом смысле некоторые трудности. Так как некоторые

предварительные действия на местах необходимо провести локально, потребуется дополнительный обмен информацией между оператором центрального поста и работником на линии, а также машинистом.

Железные дороги различаются своими предпочтениями по передаче ответственности за безопасность той или иной группе персонала. Если на железных дорогах, ориентирующихся на немецкие принципы централизации, предпочтение отдается движенческому персоналу, то на железных дорогах, следующих британским или североамериканским принципам, ответственность передается главным образом локомотивным бригадам.

Передача ответственности за безопасность станционному персоналу требует безопасного отображения поездной ситуации и безопасной передачи команд человеко-машинного интерфейса: чем большую безопасность может обеспечить человеко-машинный интерфейс, тем больше возможность эксплуатационного персонала в части реализации ответственных операций.

Метод временной задержки предполагает передачу части ответственности за безопасность машинисту: если поезд после перекрытия сигнала выезжает на маршрут и продолжает там медленно двигаться или останавливается с планами дальнейшего движения, то машинист должен учесть возможность искусственного размыкания маршрута по истечении установленного времени;

- регистрация действий, связанных с безопасностью. Этот метод используется странами, которые ориентируются на немецкие принципы централизации. К ним относятся, главным образом, страны Центральной и Восточной Европы. Ключевая идея этого метода, при использовании которого всю ответственность за безопасность берет на себя дежурный поста централизации, заключается в том, чтобы научить дежурного обосновывать свои решения и тем самым снизить вероятность совершения ошибки. С этой целью часто используются контрольные списки, где указаны все обстоятельства, которые следует принять во внимание перед подачей регистрируемой команды.

Можно отметить следующие отличия рассмотренных методов:

- использование метода временной задержки при размыкании маршрута приводит к потерям времени у других поездов, что снижает пропускную способность узла и точность исполнения графика движения. Для метода регистрации эти последствия существенно менее значимы и определяются только временем, которое необходимо для того, чтобы подтвердить соответствие всем необходимым условиям и выполнить действия, связанные с безопасностью;

- метод временной задержки снижает тяжесть последствий ошибок человека. Метод регистрации направлен на снижение возможности появления такой ошибки путем повышения уровня регламентации деятельности и дисциплины оператора.

В некоторых системах централизации, особенно в современных микропроцессорных, параллельно или на альтернативной основе используются оба рассмотренных метода. Нештатное размыкание маршрута может быть выполнено дежурным поста централизации или (в системах без поста централизации) со специального пульта машинистом локомотива после получения распоряжения от диспетчера.

После штатного размыкания может с учетом специфики системы централизации происходить переход к штатному функционированию технических средств, т. е. к возможности нормальной установки других маршрутов. Однако в некоторых системах предусмотрены ограничения, требующие после такого случая пропускать один или несколько поездов по условиям видимости.

Обход неисправных элементов при установке маршрута. Другим нежелательным событием, требующим от системы централизации действий в режиме ограниченной функциональности, является техническая неисправность, вследствие которой не подтверждается выполнение всех предварительных условий для открытия светофора (т. е. свобода всех участков пути и нужное положение всех подвижных элементов). В этом

случае для обеспечения движения поездов используются регистрируемые команды или пригласительный сигнал.

При этом дополнительная ответственность за безопасность возлагается на дежурного поста централизации или на машиниста либо на них обоих:

- передача ответственности за безопасность машинисту означает, что участок с неисправностью машинист должен проехать по условиям видимости, проверяя при этом его свободу. При определенных обстоятельствах машинисту может быть даже делегирована проверка положения подвижных элементов пути;

- передача ответственности за безопасность дежурному по станции означает, что он, разрешая движение, гарантирует исправность всей трассы маршрута. Перед этим он должен проверить состояние участков пути и замкнуть все подвижные элементы трассы. На большинстве железных дорог такие действия регистрируются. Этот способ требует присутствия дежурного на станции и поэтому возможен только при децентрализованном управлении;

- при смешанных решениях дежурный или диспетчер получает информацию, связанную с безопасностью, от машиниста и другого персонала, который находится на участке, и принимает решение о разрешении движения. Такой подход используется чаще всего там, где из-за централизации оперативного управления дежурный удален от участка, для которого принимаются указанные решения.

Для реализации этих решений могут быть использованы различные варианты вспомогательной (пригласительной) сигнализации. Правила пользования такой сигнализацией на железных дорогах разных стран не едины, но все они могут быть подразделены на две большие группы: правила, которые предусматривают движение поезда только по условиям видимости, и правила, которые этого не требуют. Поскольку вспомогательные сигналы не могут отображать точные значения скоростных ограничений, дежурный должен указывать машинисту, в какой зоне он должен ехать с особой бдительностью и с наименьшей скоростью.

Оснащение станций такими сигналами может различаться как между железными дорогами, так и между участками внутри железной дороги.

В устаревших технологиях, а на некоторых железных дорогах - и сегодня при подаче пригласительного сигнала персонал несет полную ответственность за весь маршрут. Современное развитие систем централизации направлено на максимально возможное обеспечение безопасности при ограниченной функциональности системы в дополнение к тому, что ограничения, связанные с использованием вспомогательной сигнализации, сами по себе снижают вероятность тяжелых последствий человеческой ошибки. Для этого могут быть использованы специальные функции централизации, позволяющие подтвердить выполнение всех условий, которые можно проверить с помощью технических средств, и возлагающие на дежурного ответственность за безопасность только неисправных элементов (рис. 4.1). Условием, выполнение которого проверяется дежурным, может быть, например, положение подвижного элемента пути или свобода одного из участков маршрута.

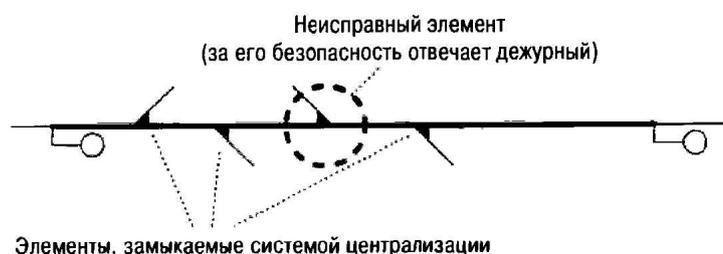


Рис. 4.1. Замыкание части маршрута при отказе одного из его элементов

Кратковременные технические неисправности. В процессе эксплуатации возможно возникновение технических проблем, которые приводят к кратковременному переходу систем централизации и блокировки в состояние защитного отказа (например, включение запрещающего показания светофора). Типичными примерами являются кратковременные потери контроля свободы пути (особенно - в рельсовых цепях) или положения стрелок. Существуют разные варианты разрешения этих проблем:

- идентифицируется неисправное состояние системы централизации или блокировки, в результате чего она переводится в режим ограниченной функциональности. Недостаток этого подхода заключается в том, что при частых проблемах такого рода система каждый раз переходит в режим ограниченной функциональности со снижением скорости движения и пропускной способности линии. Однако данное решение получило наиболее широкое применение;

- реагирование на проблему осуществляется после определенной временной задержки. Недостатком такого подхода является повышение опасности в реальных критических ситуациях, например при несанкционированном выезде поезда с бокового пути. Поэтому данное решение в большинстве случаев не применяется;

- реакция на проблему следует незамедлительно. Но если проблема исчезнет до истечения определенного промежутка времени, штатный режим функционирования восстановится автоматически, т. е. опять включится разрешающее показание светофора, а состояние маршрута или системы блокировки станет таким же, как и до возникновения отказа.

Список использованных литератур

1. Gregor Theeg. "Railway Signalling & Interlocking: International Compendium" Eurailpress in DVV Media Group 2009.- 448 p.
2. Btaman Blanchard A' dams. The Methods and Appliances used in Manual and Avtomatic Block Signalling. Forgotten books- Publisher. USA, 2010
3. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems. Addison-Wesley. 2011
4. Сороко В.И., Кайнов В.М., Казиев Г.Д. Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России: Т.1. – М: НПФ «Планета», 2006 - 736с.
5. Сапожников В.В. Станционные устройства автоматики и телемеханики. Учебник для ВУЗов ж.д. транспорта – М.: Транспорт , 1997 – 432 с.
6. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматики и телемеханики. Учебник для техникумов ж.д. транспорта – М.: Транспорт , 1990 – 431 с.
7. Типовые проектные решения 501-0-98. Схемы маршрутной релейной централизации МРЦ-13.
8. Аркатов В.С., Аркатов Ю.В. Рельсовые цепи магистральных железных дорог. Справочник - Изд. 3-е перераб. и доп. - М.: Издательство "ООО Миссия-М" , 2006 – 496 с.
9. Полевой Ю.И. Основы железнодорожной автоматики и телемеханики. Учебное пособие для вузов – Самара: СамГАПС, 2006 – 100с.
10. Кириленко А.Г., Пельменева Н.А. Электрические рельсовые цепи. Учебное пособие – Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2006 – 94с.