ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

## 1. Наружный осмотр и проверка параметров

Техническое обслуживание и ремонт аппаратуры СЦБ призваны поддерживать заданный уровень ее надежности. Под надежностью понимают свойство устройства выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в установленных пределах в течение требуемого промежутка времени. Осуществление регулярного контроля параметров и характеристик элементов рельсовых цепей и планомерная замена аппаратуры с последующим ее ремонтом (при необходимости и возможности) для восстановления нормативных показателей позволяют свести к минимуму число возникающих в РЦ отказов.

Техническое обслуживание РЦ включает в себя наружный осмотр элементов и оборудования, измерение напряжения на путевых реле, проверку шунтовой чувствительности, контроль чередования полярности мгновенных значений сигнального тока в смежных рельсовых цепях и замену аппаратуры для проверки и ремонта в условиях мастерских.

Наружный осмотр РЦ представляет собой комплекс работ, заключающихся в проверке состояния РЦ, разграничивающих их изолирующих стыков, дроссель-трансформаторов, дроссельных перемычек и в проведении наружной чистки аппаратуры, релейных стативов и шкафов от токопроводящих загрязнений (пыли, металлических стружек и др.).

Проверка состояния рельсовых цепей проводится 2 раза в год. При этом проверяется наличие и исправность стыковых, блокировочных и тяговых соединителей и перемычек транспозиций, плотность их крепления к рельсам и шпалам, надежность присоединения дроссельных перемычек к болтовым наконечникам и перчаткам, болтов к рельсам, а также проводов и перчаток к выводам дросселей.

Дроссельные перемычки должны быть надежно впаяны в перчатки и наконечники. Наконечники дроссельных перемычек и штепсели соединителей должны быть плотно закреплены в шейке рельса, не иметь задиров и не быть затянутыми или забитыми до основания конуса, а гайки и контргайки должны быть плотно затянутыми. Зазор между торцом перчатки и корпусом дросселя должен быть не менее 8 мм.

Кроме того, проверяется изоляция рельсовых цепей. Для этого обслуживающий персонал должен определить:

надежность изоляции дроссельных перемычек от подошвы рельсов и рельсовых подкладок, а также под крепящими скобами;

отсутствие металлической стружки на рельсах (особенно на кривых участках пути) по всей длине рельсовой цепи, металлической пыли и стружки на накладках и подошвах рельсов и накатов в торцах звеньев у изолирующих стыков;

исправность изолирующих стыков.

Расстояние между подошвой рельсов и балластом (щебенкой) должно быть не менее 30 мм, а между подошвой рельсов и металлическими конструкциями - не менее 50 мм.

В изолирующих стыках зазор между торцами рельсов должен быть 8-12 мм, а на открытых участках пути - 6-16 мм. Диэлектрические прокладки в изолирующих стыках должны быть исправны и выступать из-под металлических накладок и шайб на 4-5 мм. Фибровая прокладка между торцами рельсов должна выступать ниже их подошвы не менее, чем на 10 мм.

В обязательном порядке проверяется отсутствие касания рельсов и противоугонов металлических частей и путевого бетона на всем протяжении рельсовых нитей, контролируемых аппаратурой РЦ. При этом одновременно проверяется чистота поверхности головок рельсов от ржавчины, льда, напрессовки снега и песка.

Проверка качества изоляции изолирующих стыков проводится 2 раза в год на главных путях и 1 раз в год - на остальных. Сопротивление изоляции измеряется мегаомметром, исправность которого перед проведением измерений проверяется следующим образом. Выводы мегаомметра "Линия" и "Земля" шунтируются. При вращении рукоятки прибор должен показывать сопротивление изоляции, равное "0". После снятия шунта с выводов прибор должен при вращении его рукоятки показывать сопротивление изоляции, равное бесконечности. При проведении измерений рукоятку мегаомметра следует вращать с частотой 120 об/мин.

Для измерения сопротивления изоляции сборочных и клееболтовых стыков необходимо выводы мегаомметра подсоединить между каждой накладкой и каждым рельсом и между каждым болтом и каждым рельсом. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 1 кОм. При меньшем сопротивлении от работников службы пути необходимо потребовать очистки стыка, после чего повторно измерить сопротивление изоляции. Если и в этом случае сопротивление ниже 1 кОм, изолирующий стык необходимо перебрать.

Сопротивление изоляции измеряется также и после каждой переборки изолирующих стыков с металлическими накладками. Дополнительно к этому обязательно проверяется работа путевых реле смежных рельсовых цепей.

Осмотр дросселя (дроссель-трансформатора) и дроссельных перемычек проводится для выявления наличия и целости шайб и втулок, изолирующих корпус дросселя от основания, а также для контроля надежности изоляции дроссельного кабеля от муфты дроссель-трансформатора, Проверяется четкость изображения номера рельсовой цепи на лицевой стороне корпуса дросселя. Размер цифр и букв должен давать возможность их прочтения при необходимости машинистом или электромехаником из кабины управления движущегося поезда.

При осмотре дросселя проверяется уровень залитого в нем масла. Оно должно закрывать ярмо дросселя. Кроме того, мегаомметром необходимо измерить сопротивление изоляции обмоток по отношению к корпусу дросселя и корпуса от заземленных конструкций тоннеля (без отключения дроссельных перемычек). Эти сопротивления изоляции должны быть не менее 10 кОм. В дроссель-трансформаторах сопротивление изоляции дополнительной обмотки по отношению к корпусу должно быть не менее 2 кОм.

Наружный осмотр и чистка аппаратуры проводится 1 раз в год. При осмотре путевых реле с их повторителями необходимо обратить внимание на четкое срабатывание, надежное притяжение и отпускание якоря или сектора реле, а также на отсутствие любой из следующих неисправностей:

перекос и заедание в осевых сопряжениях или другие неисправности, препятствующие нормальному перемещению якоря или сектора реле, - выпадание винтов, гаек или каких-либо других деталей внутри реле, заметное ослабление их крепления;

нарушение контрольной окраски винтов и гаек;

нарушение целости литц, возможность их взаимодействия и замыкания на корпус;

нарушение целости контактов, сильный подгар, а для угольных - наличие трещин, выщербин, выработки;

искрение контактов в их замкнутом состоянии, их неодновременное замыкание и размыкание, обледенение, обиндевение и окисление, явное нарушение зазора между контактами;

появление ржавчины, пыли внутри реле;

нарушение целости кожуха реле, открывающее доступ к его внутренним элементам.

Кроме того, в двухэлементных секторных реле следует проверить отсутствие круговых царапин на секторе, совмещение рисок на хвостовике противовеса и гайке, отсутствие касания этой гайки внутренней поверхности кожуха (стекла), легкость перемещения ролика вдоль направляющей при воздействии с ним сектора, который при этом не должен отскакивать от ролика, отсутствие трещин на поверхности ролика.

Когда секторы путевых реле ДСШ и ДСР подняты вверх, обжимка сектора должна отжимать ролик вверх не менее, чем на толщину оси ролика (3 мм). В обесточенном состоянии обжимка сектора реле ДСР должна касаться нижнего ролика, а реле ДСШ - касаться или отжимать ролик вверх по направляющей. Особое внимание следует обратить на отсутствие резко выраженного "двойного отбоя", приводящего к кратковременному размыканию замкнутых тыловых контактов. В процессе осмотра необходимо также проверить: наличие зазора между контактной пружиной и упорной пластиной при полностью замкнутых контактах реле; наличие этикеток, пломб и оттисков на реле в местах, предназначенных для пломбирования и доступных для внешнего осмотра.

Реле, имеющие хотя бы одну из неисправностей, признаки которых указаны выше, необходимо заменить.

Кроме того, следует проверить:

целостность корпуса каждого прибора, нагрев корпуса и зажимов трансформаторов и фильтров, крепление проводов и плотность прижатия движков резисторов к ниткам, целостность стеклопокрытия и отсутствие трещин в остеклованных резисторах, исправность их выводов из гибкого тросика и надежный контакт тросиков с угловыми кронштейнами, надежность крепления реле к штепсельным розеткам, а съемных плат и колодок - к реле;

полное западание защелки в гнездо штепсельных реле, затяжку гаек на резервных контактах, необходимых для отключения обмоток на штепсельных розетках (контргайки должны быть закрашены);

плотность прилегания малогабаритных штепсельных реле к розетке по всему периметру, закрепление с помощью рычажков съемной контактной колодки на реле ДСР, крепление съемной платы на реле НР гайкой и плотное ее прилегание по всему периметру к плоскости платы реле, состояние релейных перемычек, надежность заделки проводов в наконечники, достаточность зазора между наконечниками монтажных проводов.

Приборы, имеющие хотя бы одно несоответствие указанным требованиям, должны быть заменены исправными.

Наружный осмотр должен включать в себя проверку наличия дополнительной изоляции монтажных проводов в держателях и местах пересечения жгутами металлических ребер. При чистке аппаратуры необходимо также обтереть и выправить монтаж, очистить от пыли внутренние стенки и полки релейных шкафов или каркасов и полки релейных и кроссовых стативов.

Один раз в год осматривают и чистят панели предохранителей, размещаемых на релейных стативах и в силовых шкафах (при децентрализованном размещении аппаратуры). Состав работ включает в себя удаление пыли с колодок предохранителей и монтажа, проверку плотности посадки предохранителей в гнездах и отсутствие их нагрева, осмотр плавких вставок предохранителей.

При этом плавкие вставки в штепсельных банановых предохранителях должны быть застеклены и иметь по всей длине одинаковую толщину без перегибов, вмятин и поджогов.

Проверяется также надежность паек проводов и крепления гаек (контргаек), исправность сигнализации перегорания предохранителей (при наличии таковой), отсутствие окисления контактирующей поверхности гнезда. Выявленные недостатки и отклонения устраняются по мере выполнения проверки.

При вводе в эксплуатацию устройств СЦБ, в том числе и рельсовых цепей, а также после каждого внесения изменений в монтаж осуществляется проверки токов нагрузки в цепях предохранителей. Для этого предохранитель изымается и в его гнезда включаются выводы амперметра с установкой соответствующей шкалы предельных значений. Необходимо измерить и записать значение тока при максимальной нагрузке, чему соответствует шунтовой режим работы РЦ. Этот режим обеспечивается наложением шунта сопротивлением, близким по значению к сопротивлению двух колесных пар тележки вагона (примерно 0,002 Ом). Измеренный ток не должен превышать номинального значения предохранителя.

При проведении измерений необходимо помнить, что в цепи первичной обмотки питающего трансформатора РЦ требуется фиксировать значение установившегося тока, поскольку вследствие коммутационных процессов при неблагоприятных значениях фазового угла и степени насыщения сердечника трансформатора в момент коммутации возникают всплески тока, многократно превышающие по амплитуде номинальное значение. Продолжительность этих всплесков допускается не более 100 мс. При необходимости получения реальной информации о коммутационном процессе с определением времени и тока перегрузки используют осциллограф.

При децентрализованном размещении аппаратуры устанавливаемые в силовых шкафах на каждой сигнальной точке предохранители в цепях питания РЦ рассчитаны на ток 10 А, а при централизованном размещении аппаратуры - на ток 2 А.

Проверка напряжения на путевых реле осуществляется 2 раза в год на главных путях и 1 раз в месяц - на парковых. Она заключается в измерении напряжения на их обмотках. Если в качестве путевого реле применяется двухэлементное секторное реле ДСР или ДСШ, то напряжения измеряют на путевых и местных элементах обоих путевых реле.

При выполнении измерений следует предотвращать короткое замыкание в цепях РЦ при подключении вольтметра. Результаты измерения должны соответствовать данным, приведенным ниже.

Реле ДСШ2 ДСР-2мп ДСР-9м АНВШ2-2400

Напряжение, В 55/50-70/65 30/26-34/30 1,0/0,9-1,2/1,1 40-70

Реле НМВШ2-900/900 НВШ1-800 КНР-5 НРВI-1000 АНШ2-1230

Напряжение, В 40-70 32-40 65-80 65-85 4,2-7,0

Примечания.

1. В реле ДСШ2-2 ПЭ включен параллельно, последовательно, МЭ также; в реле ДСР ПЭ параллельно, МЭ последовательно; в реле АНШ2-1230 схема включения обмоток параллельная, в остальных реле - однополупериодная.

2. При напряжении питающей сети 220 В местные элементы двухэлементных реле включаются последовательно.

3. При последовательном включении местных или путевых элементов двух реле напряжение измеряют на каждом элементе обоих реле.

4. При напряжении на местном элементе свыше 110 В напряжение на путевом элементе должно быть пропорционально уменьшено.

5. Для реле ДСР и ДСШ в числителе указано напряжение на путевом элементе при включенной аппаратуре АРС, а в знаменателе - для путевых элементов реле участков без АРС.

Если напряжение на путевом элементе или на обмотке путевого реле меньше минимального значения, следует проверить рельсовую цепь поэлементно от питающего до релейного конца, сравнивая напряжения на этих элементах со значениями, приведенными в карте электрических параметров рельсовой цепи. Анализируя полученные данные определяют и устраняют причину снижения напряжения.

Минимум один раз в пять лет, а также при вводе рельсовой цепи в эксплуатацию, в том числе, после проведения реконструкции устройств СЦБ, на путевых реле ДСШ и ДСР измеряется угол сдвига фазы тока в путевом элементе по отношению к фазе напряжения на местном элементе. В правильно отрегулированной рельсовой цепи ток опережает по фазе напряжение на 20° для реле ДСШ-2, на угол 28° для реле ДСР-2мп и на 18° для реле ДСР-9м. Из-за отсутствия возможности плавной регулировки сдвига фаз допускается во всех случаях отклонение от нормативного значения на 15° в обе стороны. При правильной регулировке сектор путевого реле выталкивает верхний упорный ролик из нижнего положения вдоль направляющей не менее, чем на 3 мм, а напряжение на путевом элементе не превышает значения для полного подъема более, чем на 20-30%.

Фазу можно измерять фазометром или векторметром. Рассмотрим процедуру измерения фазометром. Перед началом измерений фазометр необходимо подготовить к работе, пользуясь заводским техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. К зажимам фазометра необходимо присоединить трехжильный шнур от соответствующей специальной приставки для реле ДСШ или ДСР, руководствуясь бирками на жилах шнура. Приставка состоит из двух частей. Одну ее часть нужно подключить к штепсельной розетке реле ДСШ или к съемной части штепсельной колодки реле ДСР, а к другой ее части - реле. При этом токовую обмотку фазометра нужно включить последовательно с путевым элементом реле, а обмотку напряжения - параллельно местному элементу путевого реле.

При проведении измерений контактная система реле отключена, а путевой и местный элементы обтекаются током. Если угол сдвига фазне соответствует указанным значениям, то необходимо отрегулировать этот сдвиг. Для РЦ, в которой согласующий трансформатор включен по схеме автотрансформатора, угол сдвига фаз регулируется изменением емкости конденсаторного блока релейного конца РЦ. Если схема РЦ не содержит согласующий трансформатор, сдвиг фаз регулируется изменением емкости конденсаторного блока питающего и релейного концов РЦ.

По окончании измерений нужно отключить измерительный прибор (фазометр), восстановить рабочее состояние путевого реле и измерить напряжение на всех элементах питающего и релейного концов РЦ. Результаты измерений вносятся в карточку электрических параметров РЦ с указанием емкости конденсаторного блока релейного или питающего конца РЦ, при которой измерялся угол сдвига фаз.

Работу рельсовой цепи в шунтовом режиме проверяют:

1 раз в месяц на соединительных ветках, парковых путях и в малодеятельных тупиках, включая все разветвленные рельсовые цепи;

1 раз в шесть месяцев на главных путях в тоннеле;

1 раз в три месяца на открытых (наземных) или приравненных к ним участках пути.

При проведении проверки типовой шунт с нормированным сопротивлением 0,06 Ом накладывается на оба ходовых рельса сначала на релейном, а затем на питающем концах рельсовой цепи. На разветвленных (стрелочных) РЦ шунт следует устанавливать в конце каждого ответвления поочередно. На глухом пересечении (ромбе) перекрестного съезда типовой шунт необходимо располагать на блокировочных нитях сходящихся РЦ. При этом на обеих РЦ их путевые реле должны опускать якоря. Выполнение рельсовой цепью шунтового режима проверяется по состоянию путевых реле, отпустивших якоря до надежного замыкания тыловых контактов. У двухэлементных реле сектор при этом должен касаться нижнего ролика или быть от него на расстоянии не более 3 мм.

При каждом наложении шунта кроме визуального наблюдения за путевыми реле необходимо измерять напряжение на их обмотках. Полученные в результате измерений значения не должны превышать приведенных ниже значений.

Реле ДСШ-2 ДСР-2мп ДСР-9м АНВШ2-2400\*

Напряжение, в, не более 18 9 0,3 17

Реле НМВШ2900/900\* НВШ1-800\* КНР-5\* НРВ1-1000 АНШ2-1230\*\*

Напряжение, В, не более 17 12 30 30 0,68

---------------------------------

\* Схема включения обмоток однополупериодная.

\*\* Схема включения обмоток параллельная.

Примечания.

1. При последовательном включении местных обмоток реле ДСР-2мп, ДСР-9м и напряжении питающей сети 110 В наибольшие значения напряжения на путевой обмотке в шунтовом режиме удваиваются.

2. Для путевого реле АНШ2-1230 значение напряжения взято с учетом коэффициента запаса 0,8 минимального нормативного напряжения отпускания для этого типа реле.

Если при шунтированной РЦ напряжение на ее путевом реле превышает установленную норму, то эту рельсовую цепь требуется проверить и при необходимости отрегулировать.

Если из-за ржавчины, обледенения, напрессовки снега на наземных линиях и (или) загрязнения головок рельсов возникает опасность ложной свободности участка пути или стрелочной секции при занятии их подвижным составом даже при правильно отрегулированной РЦ, электромеханик должен сделать запись в Журнале осмотра о необходимости очистки или обкатки рельсов с последующей проверкой фактической свободности этих участков от подвижного состава. Порядок работы в этом случае устанавливается техническо-распорядительным актом станции.

## 2. Замена аппаратуры

Как отмечалось выше, одним из факторов по поддержанию высокого уровня надежности функционирования устройств СЦБ является регулярная замена аппаратуры. Это наиболее важно для рельсовых цепей, являющихся первичными и основными датчиками информации о местонахождении поездов в системе обеспечения безопасности их движения.

Применение в дальнейшем термина "прибор" для обозначения устройства правомерно, хотя это слово ассоциируется с измерительным прибором в технике, например амперметром или осциллографом. Правомерность эта основана на предназначении прибора по определению:

к приборам относятся устройства, выполняющие одну или несколько функций, связанных с контролем и управлением каким-либо процессом, преобразованием или накоплением энергии и т.п.

В состав аппаратуры РЦ, подлежащей замене, входят следующие приборы: путевые реле, трансформаторы, конденсаторные блоки, фильтры, резисторы, дроссели (дроссель-трансформаторы) и предохранители, а также приборы бесстыковых рельсовых цепей - генераторы, усилители, фильтры и приемники. Периодичность замены аппаратуры приведена в п.16.4 Инструкции по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) Московского метрополитена (М.: Транспорт, 1997. С.44 - 46).

Перед заменой прибора необходимо проверить: соответствие типа нового прибора заменяемому (для нового конденсаторного блока его емкость не должна отличаться более чем на 1 мкФ от значения, полученного у заменяемого блока при регулировке фазового угла рельсовой цепи); наличие гаек, шайб и контргаек, а для реле типа ДСР - надежность сборки зажимов; наличие таблицы с электрическими характеристиками реле и таблицы с указанием даты и подписью лица, ремонтировавшего и испытывавшего реле; наличие и состояние пломб; состояние ножей штепсельных реле и банановых штепсельных контактов у реле ДСР; наличие надписи с датой ремонта на трансформаторах, конденсаторных блоках и других приборах.

Ярлык внутри реле или надпись на трансформаторе, блоке или другом приборе с датой выпуска из ремонта или изготовления заводом необходим, поскольку с указанной даты начинается отсчет межремонтного срока работы прибора. Приборы, опломбированные заводской печатью, проверяются перед установкой в эксплуатацию на соответствие их механических параметров и электрических характеристик техническим условиям без их вскрытия. При положительных результатах проверки на прибор снаружи наклеивается ярлык с надписью "Проверено. Соответствует ТУ", датой проверки и подписью проверявшего лица.

В устройствах СЦБ приборы следует заменять на станциях и перегонах после окончания движения пассажирских поездов, на парковых путях и соединительных ветках в свободное от движения поездов время без нарушения графика приема и отправления поездов, в устройствах диспетчерской централизации в любое время по согласованно с дежурным поездным диспетчером. На станции при централизованном размещении приборов необходимо их заменять последовательно, по одному. Это поможет оперативно определить источник и место возникновения отказа при обнаружении отклонений от нормальной работы устройств после замены.

Одиночная замена приборов штепсельного типа выполняется с устного согласия дежурного по посту централизации (дежурного по станции) или дежурного поездного диспетчера при диспетчерском управлении, а групповая замена - с предварительной записью в Журнале осмотра. При этом разрешается на группу заменяемых приборов делать общую запись.

Замена приборов нештепсельного типа, а также розеток штепсельных реле и плат нештепсельных реле или блоков должна предваряться запись в Журнале осмотра. Если эта работа выполняется под руководством старшего электромеханика, то допускается делать общую запись на замену группы приборов.

Процедура замены штепсельных реле ДСШ, НВШ и других типов, аналогичных по способу крепления в розетке, включает в себя следующие операции:

поднятие стержня замка специальным ключом и отсоединение реле от штепсельной розетки;

проверка щупом регулировки и целости контактных пружин штепсельной розетки;

замена штепсельной розетки при обнаружении следов ржавчины, окислов и прожогов между контактными и обмоточными выводами;

установка в штепсельную розетку нового реле и замыкание стержнем замка с проверкой плотности прижатия платы реле по всему ее периметру;

проверка на розетке плотной затяжки контактных гаек и контргаек, служащих для отключения катушек реле от источника питания, ориентируясь при этом на контрольную закраску.

При замене малогабаритных реле АНВШ, НМВШ, АНШ, НМШМ и других, аналогичных по креплению, типов, а также блоков, смонтированных в корпусах малогабаритных реле, необходимо выполнить следующие операции:

вывернуть стяжной винт и отсоединить реле или блок от штепсельной розетки;

проверить щупом регулировку и целостность контактных пружин в освобожденной штепсельной розетке;

при наличии следов ржавчины, окислов и прожогов между контактными и (или) обмоточными выводами заменить штепсельную розетку;

установить новое реле в штепсельную розетку и завернуть стяжной винт до отказа; процедуру установки необходимо проводить осторожно, без применения чрезмерных усилий для предотвращения механических повреждений контактных пружин в розетке.

При замене реле ДСР необходимо отсоединить съемную часть штепсельной колодки, проверить состояние (целость) банановых штепсельных контактов на реле, осмотреть и очистить гнезда на съемной штепсельной колодке, надеть ее на новое устанавливаемое реле и закрепить стяжными рычагами.

При замене реле НРВ требуется открутить крепящую гайку и снять съемную плату с контактных стержней, щупом проверить регулировку и целостность контактных пружин в гнездах съемной платы, надеть на новое реле съемную плату, закрепить ее гайкой, проконтролировать плотность соприкосновения с плоскостью платы реле по всему периметру, а также проверить состояние монтажных перемычек и надежность их соединения.

Замена трансформаторов, конденсаторных блоков и других приборов, не имеющих штепсельных разъемов, должна включать в себя выполнение следующих операций:

изъятие предохранителей в цепях, подключенных к зажимам заменяемого прибора, если на них в нормальном режиме подается напряжение;

контроль вольтметром, предварительно проверенным на исправность, отсутствия напряжения между питающими проводами и на каждом питающем проводе по отношению к земле; при наличии напряжения на отключенном конденсаторном блоке разрядить его через вольтметр;

проверка наличия бирок на монтажных проводах и их соответствия зажимам прибора, к которым они подключены;

отсоединение монтажных проводов от заменяемого прибора и подсоединение их к соответствующим зажимам устанавливаемого трансформатора или конденсаторного блока; при этом гайки необходимо затягивать с умеренной силой во избежание разрыва контактных стержней (болтов, винтов, штырей) или выкрашивания пластмассы колодок; достаточность затяжки гаек проверяется невозможностью отвернуть ее рукой без применения инструмента;

установка изъятых при замене предохранителей.

После замены приборов рельсовой цепи необходимо проверить ее работу в нормальном и шунтовом режимах, кратковременно наложив перемычки на изолирующий стык или замыкая накоротко контрольные выводы релейного конца РЦ в релейном помещении. Если заменялось путевое реле, необходимо также измерить напряжение на его обмотках, а полученные значения внести в карточку электрических параметров РЦ. Кроме того, необходимо проверить правильность смены сигнальных показаний светофора, задание и разделку маршрутов (если РЦ входит в состав электрической централизации), соответствие выдачи сигнальных частот АРС и т.д. по составленному заранее плану. Если после замены питающего, согласующего или путевого трансформатора сектор путевого реле стремится опуститься вниз, то необходимо поменять местами провода, подключенные к первичной. или вторичной обмотке установленного трансформатора.

Замена штепсельных предохранителей проводится в следующие сроки:

с контролем перегорания на номинальный ток до 3 А - 1 раз в три года;

с контролем перегорания на номинальный ток 5 А и выше - 1 раз в пять лет;

без контроля перегорания на номинальный ток до 3А - 1 раз в пять лет;

без контроля перегорания на номинальный ток до 5 А и выше 1 раз в десять лет.

Предохранители на номинальный ток 10 А, работающие как разъединители, проверяют 1 раз перед установкой в эксплуатацию.

Замене предохранителей должен предшествовать внешний осмотр устанавливаемых предохранителей. Плавкие вставки в штепсельных банановых предохранителях должны быть застеклены и иметь по всей длине одинаковую толщину без перегибов вмятин и следов подгара. Концы плавких вставок должны быть облужены не менее чем на 1,5-2 мм и надежно припаяны к усикам контактного угольника; стекло должно быть целым и прозрачным. В предохранителях с контролем перегорания выход стержня должен быть 1-1,5 мм. Штепсели должны быть параллельны друг другу, прочно ввернуты в контактные угольники и входить в корпус под прямым углом; не должны иметь трещин, заусенцев, изломов лепестков и не проворачиваться в основании.

На корпусе должны быть указаны номинальный ток и дата проверки предохранителя, причем номинальный ток предохранителя должен соответствовать требуемому предельному значению для цепи, в которой осуществлялась замена.

При подозрении на отсутствие целости плавкой вставки предохранителя ее необходимо проверить комбинированным электроизмерительным прибором.

После изъятия заменяемых предохранителей нужно осмотреть освободившиеся гнезда и при обнаружении окисления или подгара контактирующих поверхностей почистить их. Кроме того, необходимо проверить исправность сигнализации перегорания предохранителей (при наличии таковой).

После замены предохранителей необходимо проверить плотность их посадки в гнездах. для предохранителей с контролем перегорания необходимо проверить отсутствие заметного зазора между цоколем и корпусом.

Дроссели ДОМБ-1000 и дроссель-трансформаторы ДТМ-0,17-1000 являются наиболее высоконадежными в составе аппаратуры РЦ. Поэтому их заменяют по мере необходимости, но не реже 1 раза в 24 года. Замена дросселей выполняется в ночное время с использованием автодрезины АГМ. При этом в состав бригады должен быть включен стропальщик.

Перед снятием дросселя или дроссель-трансформатора необходимо измерить напряжения на его выводах и сравнить их со значениями, вписанными в карточку электрических параметров РЦ. Снятие ДТМ-0,17 включает в себя следующие операции:

отсоединение перчаток и средней шины;

отключение в кабельной муфте кабельных жил с навешиванием на них бирок;

раскрепление фланца и скобы, крепящих кабель к муфте и основанию, и изъятие кабеля из муфты; - откручивание гаек с крепежных болтов и изъятие их вместе с шайбами и изолирующими втулками;

снятие дросселя с основания краном и перенос его на платформу автодрезины.

Установка дроссель-трансформатора выполняется в такой последовательности:

очистить основание от пыли;

снять краном новый прибор с платформы и установить его на основание;

поставить болты, изолирующие втулки и шайбы и закрепить на основании;

зачистить поверхности выводов, шины и перчатки дроссельных перемычек;

присоединить и закрепить шину и перчатки дроссельных перемычек к выводам обмотки;

ввести кабель в кабельную муфту дроссель-трансформатора, подключить его к дополнительной обмотке в соответствии с бирками на жилах; измерить напряжение на выводах основной обмотки и сравнить его со значениями ранее проведенных измерений, учитывая при этом, что разница в результатах измерений не должна превышать 5%;

при положительных результатах контрольных измерений затянуть гайки на крепежных болтах дроссель-трансформатора к основанию, а кабель прикрепить фланцем к кабельной муфте и скобой к основанию;

установить на перчатках и шине восковые сигналы, представляющие собой конусы из воска высотой примерной 10 мм.

После проведения работ по установке и подключению дроссель-трансформатора необходимо проверить сопротивление изоляции его обмоток относительно корпуса и корпуса относительно тела тоннеля.

Заключительным этапом замены дроссель-трансформаторов является проверка работы рельсовой цепи, которая заключается в измерении параметров путевых реле в нормальном и шунтовом режимах работы рельсовой цепи, а также угла сдвига фаз на путевых реле. Результаты измерений не должны отличаться от приведенных в карточке электрических параметров РЦ более, чем на 5%. В противном случае рельсовую цепь необходимо отрегулировать заново и новые данные внести в карточку.

## 3. Ремонт элементов рельсовой цепи

К ремонтопригодным (восстанавливаемым) элементам рельсовой цепи относится лишь часть аппаратуры РЦ: реле, трансформаторы и дроссели различных типов, предохранители, а для бесстыковых рельсовых цепей - генераторы, усилители, фильтры и приемники. Кроме того, восстанавливается работоспособное состояние изолирующего стыка заменой вышедших их строя элементов его конструкции. Не подлежат ремонту ходовые рельсы, дроссельные перемычки, кабель (если не выявлено точное место внутренней неисправности), конденсаторы и резисторы.

Технология ремонта аппаратуры автоматики и телемеханики отражена в технологических картах, содержащих для каждого вида прибора объем работ и последовательность выполнения операций, перечень используемых инструментов, приборов, приспособлений и материалов, рекомендации по регулировке, а также эскизы средств малой механизации, применяемых при ремонте, и формы выполнения записей для регистрации измеренных параметров и обеспечения учета выполненных работ.

Технология ремонта предусматривает детально разработанную организацию рабочих мест, приема, выдачи и хранения приборов, первичной обработки, ремонта, регулировки и контрольной проверки отремонтированной аппаратуры.

Снятые с объектов приборы доставляют в электротехнические мастерские Службы сигнализации и связи на автомобиле, оборудованном специальными контейнерами с дополнительной амортизацией благодаря применению войлока и каркасных пружин (амортизаторов). После доставки аппаратуры ее распределяют по специализированным ремонтным участкам (релейный, моторно-приводной, АРС и др.). Прошедшая ремонт аппаратура концентрируется на проверочном участке, где контролируется качество выполненного ремонта и регулировки приборов.

Ремонт реле включает в себя следующие основные мероприятия:

чистка прибора, механическая регулировка, контроль и восстановление (при необходимости) электрических характеристик и временных параметров (для медленнодействующих реле).

Реле чистят сжатым воздухом до и после вскрытия реле для удаления пыли и других видов загрязнения (металлической стружки, угольного порошка и др.). На этом же этапе заменяют неисправные стекла в кожухе, чистят гайки и шайбы, окрашивают при необходимости наружные поверхности кожуха.

Механическая регулировка состоит из следующих операций: определение и сравнение с паспортными данными фактического зазора между полюсами и якорем, а у реле ДСШ и ДСР - зазора между поверхностями сектора и полюсами; выявление люфта якоря; измерение контактного нажатия; достижение одновременности замыкания контактов всех групп при совместном ходе контактов; измерение межконтактных расстояний.

Выявление отклонения устраняют регулировкой, например погибом контактных пружин, заменой элемента реле новым.

К электрическим характеристикам реле, контролируемым при их ремонте, относятся напряжения притяжения и отпускания якоря (сектора), переходное сопротивление контактов, сопротивление обмоток и электрическая прочность изоляции. Временные параметры реле, характеризующие замедление на притяжение или отпускание его якоря, относятся к электрическим характеристикам, поскольку эффект замедления достигается благодаря наличию электромагнитных процессов в элементах реле.

Для измерения параметров реле применяются специально оборудованные стенды, оснащенные необходимыми измерительными приборами, штепсельными гнездами и гибкими проводами для подключения приборов и подачи питания на обмотки реле, а также различными переключателями для быстрого перехода от одной измерительной схемы к другой.

Если такие электрические характеристики реле, как напряжения полного подъема и отпускания якоря, не соответствуют нормативным значениям, то изменяют контактное нажатие или межконтактное расстояние в пределах установленных норм или регулируют воздушный зазор между полюсом сердечника и якорем в притянутом и отпущенном положениях. Уменьшением контактного нажатия достигается снижение значения напряжения полного подъема или отпускания якоря, а усиление этого нажатия приводит к увеличению указанных напряжений. Контактное нажатие изменяют специальным инструментом с щелевидной прорезью, которым контактная пружина изгибается в нужную сторону. Если напряжение полного подъема якоря больше требуемого, а напряжение отпускания находится в норме, то необходимо уменьшить воздушный зазор между полюсом и якорем в отпущенном положении. Когда напряжение отпускания ниже требуемого, а напряжение полного подъема находится в пределах установленных норм, то увеличивают зазор между полюсом и якорем в притянутом положении.

Переходное сопротивление контактов измеряют методом вольтметра-амперметра при токе 0,5 А. За действительное значение переходного сопротивления принимают среднее арифметическое значение сопротивлений, полученных при трех последовательных измерениях при условии двухразового срабатывания (подъема и отпускания) якоря реле.

Сопротивление обмоток реле постоянному току определяют измерительным мостом.

Диэлектрическую прочность изоляции между токоведущими и прочими металлическими частями реле проверяют, используя специальную высоковольтную установку напряжением 220 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 60 с при мощности источника не менее 0,5 кВ•А.

Электрические характеристики реле ДСШ или ДСР определяют, подавая на местную обмотку напряжение 110 В. При этом путевая обмотка подключается к источнику питания переменного тока через путевой трансформатор ПОБС-3А, автотрансформатор (ЛАТР) и фазорегулятор, с помощью которого устанавливается идеальный угол сдвига фаз между током в путевом элементе и напряжением на местном элементе. Угол непрерывно контролируется постоянно включенным фазометром. Плавно повышая автотрансформатором напряжение на путевом элементе, по показанию приборов определяют напряжение и ток прямого и полного подъема. Прямому подъему соответствует поворот сектора до замыкания фронтовых контактов с обеспечением отжима между контактными пружинами и упорными пластинами. Замыкание контактов контролируется визуально на световом экране или сигнальными лампами, подключенными к контактам. Полному подъему соответствует поворот сектора до касания его верхней обжимкой упорного ролика. Плавно понижая автотрансформатором напряжение, определяют ток и напряжение отпускания. По показанию приборов определяют напряжение, ток и мощность в цепи местного элемента на момент размыкания всех фронтовых контактов. Если результаты измерений отличаются от допустимых по ТУ значений, то осуществляют регулировку реле, изменяя контактное нажатие и расстояние между контактами.

Контактное нажатие и межконтактные зазоры, отрегулированные изгибом контактных пружин, из-за физических свойств металла носят неустойчивый характер. В связи с этим по истечении некоторого времени работы реле на линии его подогнутые контакты (особенно, если угол подгиба в процессе регулировки был незначительным) возвращаются к некоторой промежуточной форме изгиба, и реле может оказаться разрегулированным\*.

----------------------------------------------

\* Физический процесс в кристаллической решетке металла контактной пластины после воздействия на нее сил деформации может завершиться неустойчивым равновесием внутренних сил взаимодействия частиц в углах решетки из-за того, что в месте регулт4ровочного изгиба контактной пружины остаточная деформация, определяющая новую геометрическую форму контакта, распределяется неравномерно, вплоть до ее полного отсутствия в некоторых узлах решетки. Во время работы реле, когда контактная пружина многократно подвергается упругой деформации (прогибу под действием притягивающегося якоря реле) накопленная потенциальная энергия в таких узлах используется внутренними упругими силами на восстановление изначального взаимодействия между частицами структуры металла и, как следствие, происходит возвращение контактной пружины к некоторой промежуточной геометрической форме, иногда очень близкой к прежней.

----------------------------------------------

Ремонт трансформаторов ПОЕС, снятых с объекта по истечении срока эксплуатации, выполняется в моторно-приводном участке электротехнических мастерских. Полный технологический цикл ремонта трансформаторов проводится в такой последовательности: приемка, подготовка к ремонту, ремонт с разборкой и сборкой, механическая проверка, электрическая проверка, пломбирование, выдача на трассу. Ремонт осуществляется в соответствии с технологической картой, где приведены технологические требования и описание полного цикла и отдельных операций по ремонту деталей, узлов и трансформатора в целом.

Процесс ремонта включает в себя следующие операции:

внешний осмотр трансформатора, направленный на выявление трещин, значительных сколов, коробления карболитовой доски и проверку нумерации контактных болтов (зажимов) на ней, плотности насадки и крепления доски, исправности резьбы, а также чистоты болтов и гаек;

осмотр катушек трансформатора на отсутствие повреждения лакового защитного покрытия и изоляции проводов от обмоток, а также наличие качественной пайки наконечников к проводам и плотности стяжки сердечника болтами;

предварительная проверка электрических параметров с измерением сопротивления обмоток катушки и их изоляции, значения которых не должны отличаться от нормативных в установленных пределах;

удаление пломбировочной массы, чистка клеммной доски и обработка сколов (зачистка и закрашивание);

перепайка наконечников с одновременной проверкой отсутствия обрыва проводов и излома наконечников;

выпрямление контактных болтов, замена неисправных стягивающих (сварных) болтов и устранение зуммирования сердечника из-за затягивания гаек на стяжных болтах до предела;

просушка, пропитка лаком и по истечении 10-15 мин повторная просушка трансформатора;

проверка электрических характеристик, заключающаяся в измерении сопротивления изоляции между корпусом и каждой обмоткой и между всеми обмотками попарно, а также активного сопротивления самих обмоток;

заливка заполнителей пломбировочной массой.

Если при проверке электрических характеристик выявлены недопустимые отклонения параметров, то осуществляется перемотка обмоток трансформатора.

Механическая проверка заключается в проведении следующих операций: проверка отсутствия загрязненности клеммной доски (колодки), кожуха, болтов, гаек, шайб и заводской бирки; выявление покраски основания катушки и ее качества; проверка прочности крепления клеммной доски с железным сердечником и основанием; контроль уровня (высоты над доской) контактных болтов и прочность Закрепления их корневыми гайками; проверка наличия даты ремонта на трансформаторе; контроль правильности подключения выводных проводников; проверка правильности и качества заделки наконечников проводников; выявление наличия удлиненных наконечников.

В состав электрических характеристик, подвергаемых ревизии кроме сопротивлений обмоток и их изоляции входят мощность, номинальный ток при номинальном напряжении на первичной обмотке, ток холостого хода при номинальных напряжениях на вторичных обмотках, номинальные ток и напряжения вторичных обмоток при номинальной нагрузке. Значения этих параметров для различных типов трансформаторов приводятся в справочной литературе по аппаратуре железнодорожной автоматики и телемеханики.

Ремонт дросселей ДОМБ-1000 и дроссель-трансформаторов ДТМ-О,17 проводится в четыре основных этапа: разборка, чистка и подготовка деталей, сборка, электрическая проверка. Подробное описание этапов приведено в Технологии капитального ремонта ДОМБ-1000 и ДТМ-0,17-1000. Характер работ и их содержание примерно соответствуют приведенной выше структуре операций по ремонту трансформаторов.

Предварительно дадим краткое описание конструктивных особенностей дросселя и условий его работы на метрополитене. Поскольку наиболее широкое применение нашли дроссель-трансформаторы ДТМ-0,17, то будут в основном рассматриваться именно они, повсеместно вытесняющие морально устаревшие и классом ниже в функциональном плане дроссели ДОМБ-1000 (из-за размеров, массы и отсутствия дополнительной обмотки для подключения аппаратуры РЦ к рельсовой линии).

Конструкция ДТМ-0,17 представляет собой чугунный корпус с крышкой (размерами 800х530х400 мм), в котором размещены в трансформаторном масле Ш-образный сердечник с ярмом и основная и дополнительная обмотки. Основная обмотка состоит из двух равных, соединенных между собой секций по семь витков каждая. Полученные таким образом три точки обмотки (средняя и две крайние) выведены наружу с помощью приваренных медных наконечников (выводов) через специальные окна в корпусе. Сопротивление основной обмотки постоянному току 0,00045 Ом с отклонением значения не более чем на 10%. При этом разница сопротивлений полуобмоток, т.е. их асимметрия, не должна превышать 7%. Каждая секция рассчитана на длительное пропускание номинального тягового тока 1000 А, а средний вывод обмотки - на ток 2000 А при токе асимметрии 400 А.

Дополнительная обмотка из 560 витков размещается поверх основной, а ее выводы подключены к контактным штырям, выходящим с наружной стороны корпуса в кабельную муфту. Дроссель-трансформатор имеет постоянный коэффициент трансформации 40. Его полное сопротивление переменному току частотой 50 Гц при напряжении 0,5 В на основной обмотке и отсутствии подмагничивания постоянным током составляет от 0,165 до 0,175 Ом при зазоре между сердечником и ярмом от 3,2 до 4,2 мм.

В процессе эксплуатации дроссель-трансформаторов в их первоначальную конструкцию работниками метрополитена были внесены изменения, направленные на предотвращение случаев выхода их из строя по причине механического излома (разрыва) обмоток. Появление таких повреждений связано с введением для перевозки пассажиров восьмивагонных поездов и возрастанием в связи с этим обратного тягового тока в ходовых рельсах. Пиковые "выбросы" тягового тока при работе двигателей нескольких поездов на одном, общем для них

тяговом плече, стали превышать 1000 А. В результате в дроссель-трансформаторе начал более ярко проявляться эффект так называемого электродинамического "удара", вызываемого возникающей на короткий промежуток времени огромной силой взаимодействия магнитопровода (неподвижного сердечника с ярмом) и охватывающей его основной обмоткой, обтекаемой тяговым током. Эта сила обуславливает механическое перемещение обмотки вдоль сердечника и, как следствие, ее повреждение в местах крепления неподвижных выводов, зафиксированных в корпусе ДТМ-0,17.

Устранить этот недостаток можно, увеличив жесткость крепления обмоток на сердечнике, для чего в технологию ремонта введен пункт "Крепление основной и дополнительной обмоток", в котором предусматривается укладка на основную обмотку двух горизонтальных пластин толщиной по 6-8 мм и четырех вертикальных пластин, высота каждой из которых вместе с горизонтальной пластиной должна быть 4 мм. Размеры горизонтальной пластины должны соответствовать по ширине окну Ш-образной пластины, а по длине быть не меньше длины пакета основной обмотки. Кроме того, в горизонтальной пластине предусмотрены вырезы под крепящие основную обмотку деревянные клинья. При сборке вертикальные пластины шириной не менее 15 мм должны плотно прилегать к дополнительной обмотке.

Жесткость крепления ярма с сердечником обеспечивается в собранном дросселе-трансформаторе четырьмя прижимными болтами в крышке.

На завершающем этапе ремонта, после установки и закрепления крышки на корпусе, проводится предварительная проверка электрических характеристик дросселя-трансформатора, заливка его маслом и покраска. На крышке ставятся инвентарный номер и дата ремонта, после чего дроссель-трансформатор подвергается заключительной электрической проверке. Она заключается в измерении следующих параметров:

сопротивления изоляции выводных шин, измеренного мегаомметром при приложенном напряжении 500 В; это сопротивление должно быть не менее 25 МОм при относительной влажности воздуха 75% и не менее 2 МОм при относительной влажности 95%;

электрической прочности изоляции, которая должна выдерживать без повреждения в течение 1 мин испытательное напряжение 2500 В частотой 50 Гц при мощности сигнальной установки не менее 1,25 кВ•А;

сопротивления основной обмотки постоянному току, которое должно быть при температуре окружающей среды плюс 20 °С от 0,0004 до 0,0005 Ом; при несоответствии результатов измерения указанному диапазону значений основную обмотку заменяют новой;

сопротивления полуобмоток с вычислением их разности, которая не должна при температуре окружающей среды плюс 20оС превышать 7%, чему соответствует значение 0,0310 Ом;

полного сопротивления дроссель-трансформатора переменному току частотой 50 Гц напряжением 0,5 В, измеренного на основной обмотке при отсутствии подмагничивания постоянным током; сопротивление должно быть от 0,165 до 0,175 Ом; при несоответствии параметра этому диапазону значений регулируют зазор между ярмом и сердечником, изменяя толщину прокладки из электрокартона от 3,2 до 4,2 мм;

сопротивления дополнительной обмотки переменному току частотой 50 Гц напряжением 220 В при разомкнутой основной обмотке. Его значение должно быть от 23 до 270 Ом; при несоответствии сопротивления обмотки указанному значению ее заменяют новой;

трансформации дополнительной обмоткой напряжения 220 В частотой в основную обмотку напряжения не менее 5 В.

По окончании полной проверки дроссель-трансформаторы группируются в партии для погрузки на платформу и транспортировки к месту установки в ночное время после прекращения движения электропоездов.

Ремонт предохранителей осуществляется силами электромехаников и электромонтеров непосредственно на участках дистанции сигнализации и связи. Восстановление перегоревшего предохранителя заключается в аккуратном изъятии стекла или пластмассовой пластины из корпуса, выпаивании концов обгоревшего провода плавкой вставки и запаивании нового провода сечением, соответствующим заданному значению контролируемого тока, с последующим закрытием корпуса предохранительным стеклом или пласт - массовой пластинкой. После этого предохранитель подвергается проверке на соответствие требованиям, изложенным в описании замены предохранителя. Выявленные недостатки устраняются, и на корпусе предохранителя ставится дата проведения ремонта. При невозможности восстановления какого-либо элемента предохранитель из эксплуатации изымается и разбирается на запасные части или выбрасывается, чтобы исключить возможность случайной установки в цепи действующих устройств.

## 4. Безопасность движения поездов

Безопасность движения поездов - математически рассчитываемая вероятностная характеристика перевозочного процесса, обеспечиваемого метрополитеном как технологической системой. Эта система представляет собой совокупность средств технологического оснащения исполнителей, осуществляющих определенные операции перевозочного процесса в конкретных условиях пассажиров, а при необходимости - и грузов. Безопасность входит в состав характеристик процесса и технической системы или ее отдельных подсистем или устройств. Приведем определение этой характеристики, экстраполированной для транспорта и метрополитена в частности.

Безопасность - это показатель процесса, системы или устройства, характеризующий вероятность появления таких событий на транспорте (метрополитене) как крушение или авария, влекущие значительные разрушения материальных ценностей и угрозу жизни и здоровью людей. Уровень безопасности может быть выражен через значения вероятности исправного состояния технических средств обеспечения процесса движения поездов и безошибочной деятельности связанных с ними людей. Движение поездов, как интересующая нас составляющая перевозочного процесса, является абсолютно безопасным, если значения указанных вероятностей равны 1. Достичь этого показателя невозможно даже в замкнутых автоматических системах, полностью изолированных от внешних воздействий окружающей среды и человека с его небезошибочной деятельностью.

Своеобразием и определенной противоречивостью характеризуется место человека в составе автоматизированных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. Технические устройства не могут охватить весь спектр факторов, влияющих на безопасность движения одного или нескольких поездов. И поэтому машинисту безоговорочно отдается приоритет в выборе режима ведения поезда с отменой им управляющих сигналов со стороны технической части системы. Поездной диспетчер принимает решения по реализации различных вариантов маршрутов движения поездов с привлечением технически сложных устройств, например электрической централизации, и пригласительных сигналов с элементарной цепью управления "кнопка - лампа". Ошибочные их действия, как правило, являются следствием отсутствия своевременной, полной, однозначной, достоверной, легко воспринимаемой и усваиваемой информации от устройств связи, контроля и управления (регулирования) системы. Но очень часто, потенциально обладая необходимыми сведениями, устройства, если бы не вмешательство человека, смогли бы предотвратить возникновение опасных ситуаций и появление различных нарушений (иногда преступных, уголовно наказуемых) перевозочного процесса.

За рубежом и у нас в стране ведутся работы по развитию систем управления движением поездов и обеспечению безопасности их следования на железных дорогах и метрополитенах. Функциональная насыщенность и высокая надежность этих систем с внутренним контролем процессов обработки информации и формирования управляющих команд с выявлением и недопущением опасных отказов базируется на использовании вычислительной техники и программируемых устройств (микропроцессоров). В этой области достигнут определенный успех. Схема рельсовой цепи не исчерпала своих потенциальных возможностей, и есть еще широкая перспектива их совершенствования и развития, вплоть до создания своеобразной адаптивной системы рельсовых цепей с несколькими уровнями резервирования и реконфигурации.

В системе обеспечения безопасности движения поездов, в которую ключевым звеном входят устройства СЦБ, рельсовые цепи играют ведущую роль как датчики достоверной информации о местонахождении поездов на линии. Планомерное техническое обслуживание и ремонт элементов РЦ и аппаратуры устройств СЦБ в целом позволяет успешно бороться с возникающими в них параметрическими отказами, т.е. такими отказами, которые появляются вследствие постепенного изменения параметров элементов устройств из-за естественного старения и усталостных необратимых процессов. другое дело катастрофические (внезапные) отказы. Предусмотреть их трудно, иногда невозможно, поскольку причиной их возникновения служит стечение независимых во времени событий. Центральное место среди причин таких отказов занимает человек, результаты его деятельности (отрицательные и положительные).

Поскольку внезапные отказы неизбежны, то в круг задач работников службы сигнализации и связи входят оперативное выявление и устранение причин, вызвавших эти отказы. Время устранения неисправностей устройств СЦБ является важным показателем работы обслуживающего персонала, поскольку чем меньше это время, тем короче продолжительность сбоя в движении поездов, как одного из условий возникновения и поддержания опасной ситуации, выраженной в скоплении поездов на ограниченном участке пути в зоне отказа, однако ускорение хода восстановительных работ категорически запрещается из-за действий, обостряющих опасную ситуацию. Применительно к РЦ к таким действиям относятся переворачивание реле для замыкания его фронтовых контактов, продолжительная искусственная подпитка путевых реле, т.е. то, что приводит к формированию ложной, не зависящей от наличия на РЦ поезда информации о ее свободности.

Многолетний опыт эксплуатации устройств СЦБ на метрополитене нашел отражение в различных инструкциях, правилах и справочной литературе. В их число входит и Инструкция по обеспечению безопасности движения электропоездов при обслуживании устройств СЦБ на метрополитене (далее Инструкция). Она устанавливает обеспечивающий безопасность движения поездов порядок производства работ в устройствах СЦБ при их обслуживании и устранения неисправности. Требования этой инструкции обязательны для всех работников, связанных с эксплуатацией устройств СЦБ, пути и металлоконструкций. Важнейшим требованием Инструкции является недопущение нарушения графика движения поездов при техническом обслуживании и ремонте сооружений и устройств. Поэтому работы на станциях и перегонах по техническому обслуживанию, ремонту, испытанию и перемонтажу устройств СЦБ должны выполняться, как правило, в ночное время после окончания движения пассажирских поездов и снятия напряжения с контактного рельса.

Допускается вследствие малой продолжительности ночного окна приступать к работе после последнего электропоезда до снятия напряжения с контактного рельса. В Инструкции также определен характер взаимодействия работников различных служб при проведении работ по обслуживанию и перемонтажу устройств СЦБ на станциях, перегонах, в том числе на путях ночного отстоя составов и в электродепо. Инструкцией также определен порядок включения устройств с сохранением и без сохранения пользования сигналами с указанием обязанностей ответственных лиц, сроков (продолжительности работ) и формы записей, констатирующих ход их выполнения.

При обнаружении неисправности устройств СЦБ Инструкцией предписывается поездному диспетчеру, дежурному по посту централизации или дежурному по станции сделать соответствующую запись в Журнале осмотра и немедленно сообщить о неисправности дежурному электромеханику СЦБ или ответственному дежурному по дистанции и службе сигнализации и связи.

Получив сообщение о нарушении нормальной работы устройств, работник службы сигнализации и связи должен прибыть к дежурному по посту централизации или по станции, ознакомиться с характерными признаками неисправности, по кругу своих обязанностей принять меры к организации движения поездов и определить, требуется ли выключение неисправного устройства из централизации с сохранением или без сохранения пользования сигналами, сделать соответствующую запись в Журнале осмотра и с ведома дежурного по посту централизации приступить к устранению неисправности. Если электромеханик прибыл в район расположения неисправных устройств, он должен сообщить об этом поездному диспетчеру, а тот отметить время его прибытия в Журнале осмотра. Далее время своего прибытия для устранения неисправности электромеханик подтверждает подписью.

После устранения неисправности электромеханик может включить в действие устройства, работа которых временно прекращалась, только после того, как убедится в их исправном состоянии и вместе с дежурным по посту централизации проверит правильность действия устройств, если они входят в состав электрической централизации. Устройства на перегонах, не контролируемые на пульте управления, электромеханик проверяет самостоятельно.

Ввод в действие устройств после фактической проверки правильности их действия оформляется в Журнале осмотра соответствующей записью за подписями электромеханика и дежурного по посту централизации. При расположении устройств на значительном расстоянии от помещения дежурного по посту централизации о вводе в действие устройств работник службы сигнализации и связи сообщает телефонограммой, передаваемой по тоннельной связи поездному диспетчеру и дежурному по посту централизации, которая регистрируется в Журнале осмотра. Далее работник, передавший ее, ставит подпись под этой телефонограммой.

Действие приборов СЦБ дежурный по посту централизации или поездной диспетчер проверяет по световой контрольной индикации на пульте управления.

Отдельным пунктом в Инструкции выделен порядок выключения рельсовых цепей (изолированных участков):

1. Без сохранения пользования сигналами изолированный участок выключается в следующем порядке.

Электромеханик, согласовав с дежурным по посту централизации время начала работ, делает в Журнале осмотра запись о выключении изолированного участка. В этой записи указываются цель и способ выключения, а если изолированный участок стрелочный, то и порядок перевода стрелок, входящих в него. Дежурный по посту централизации при этом надевает на стрелочные рукоятки или кнопки стрелок, входящих в выключаемый участок, красные колпачки, а затем подписывается под текстом записи электромеханика, разрешая выключить изолированный участок.

Изолированный участок выключается отключением обмотки путевого реле или изъятием предохранителей на питающем конце рельсовой цепи. На табло выключенный участок должен иметь индикацию занятости. Выключив изолированный участок, электромеханик совместно с дежурным по посту централизации убеждается в невозможности открытия одного из сигналов по маршруту, в который входит этот участок. Кроме того, необходимо проверить, что перевод с пульта управления стрелок, входящих в выключенный участок, невозможен без пользования вспомогательной кнопкой. После этого электромеханик может приступать к выполнению работ.

При обрыве или коротком замыкании основной или дополнительной обмотки дроссель-трансформатора после проверки целости рельсовых нитей неисправного участка: изолированный участок длиной менее длины пассажирских поездов, обращающихся на данной линии, выключается на время движения электропоездов с сохранением пользования сигналами, а зависимости неисправной рельсовой цепи переносятся на следующую по ходу исправную рельсовую цепь по утвержденной схеме. В случае выдачи на линию поезда длиной менее длины выключенного участка (грузового поезда, перегонки вагонов и др.) машинисту следующего за ним поезда выдается письменное предупреждение о следовании на выключенном участке со скоростью не более 20 км/ч.

Рельсовая цепь изолированного участка длиной более длины пассажирских электропоездов переключается с двух - на однониточную схему с применением переносных комплектов аппаратуры питающего и релейного концов рельсовой цепи.

2. Дежурный по посту централизации может пропускать поезда по маршрутам, в которые входит выключенный участок, только после проверки фактической свободности этого участка от подвижного состава порядком, установленным Инструкцией по движению электропоездов и маневровой работе на метрополитенах и техническо-распорядительным актом станции.

Стрелки электрической централизации, входящие в выключенный изолированный участок, переводятся с помощью вспомогательной кнопки каждый раз с обязательной предварительной проверкой фактической свободности участка.

Закончив работу на изолированном участке, электромеханик включает его с ведома дежурного по посту централизации и проверяет правильность работы указанного участка и устройств, связанных с ним. При этом электромеханик проверяет напряжение на путевом реле, чередование полярности в рельсовых цепях (при работах, связанных с отключением проводов) и совместно с дежурным по посту централизации - соответствие индикации на табло фактическому состоянию участка и контроль занятия всех ответвлений наложением испытательного шунта, а также задание маршрутов и перевод стрелок, связанных с данным участком. В правильности работы изолированного участка, перевода стрелок и задания маршрутов дежурный по посту централизации убеждается по индикации на табло.

После проверки электромеханик делает запись в Журнале осмотра о включении участка и под текстом этой записи расписывается дежурный по посту централизации. Независимо от способа выключения изолированного участка с начала его проверки и до оформления записи в Журнале осмотра о включении дежурному по посту централизации запрещается открывать сигналы на разрешающие показания для движения поездов по маршрутам, в которые входит выключенный участок.

3. Замена изолирующих элементов (шайб, втулок и т.д.) в изолирующих стыках, сережках остряков, связных полосах и распорках стрелочных переводов, а также в арматуре устройств обдувки и обогрева стрелок производится работниками пути при участии электромеханика или электромонтера, как правило, без выключения изолированного участка. Необходимость выключения изолированного участка в этом случае определяется электромехаником или электромонтером. "

Упомянутая в изложенном пункте Инструкции схема переноса зависимостей неисправной РЦ на следующую по ходу исправную РЦ, по мнению авторов, должна отвечать несколько расширенному требованию, дополнительно обязывающему обеспечивать этой схемой невозможность возбуждения путевых реле предыдущей, первой перед неисправной, рельсовой цепи до занятия поездом последующей исправной РЦ (первой по ходу за неисправной РЦ). Включение в действие схемы допускается только после проверки отсутствия поезда на неисправной и смежных с ней рельсовых цепях, что особенно важно при централизованном размещении аппаратуры.

Важную роль в организации работ по обслуживанию устройств СЦБ с привлечением к контролю за их выполнением представителей различных служб играет Журнал осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети, упоминаемый как Журнал осмотра. Зафиксированные в нем сведения о характере и объеме работ, сроках их выполнения с указанием персонифицированных ответственных дисциплинирует обслуживающий персонал, позволяет осознать и подготовиться к работе, чтобы выполнить ее без задержки и качественно. Материалы Журнала являются отличным подспорьем в проведении анализа работы устройств СЦБ, характера и интенсивности отказов в них для последующей разработки организационных мероприятий и технических решений по профилактике, прогнозированию и снижению числа случаев брака в работе устройств и деятельности работников службы сигнализации и связи.

## 5. Техника безопасности

Под техникой безопасности понимают совокупность организационных и технических мероприятий и защитных средств, призванных обеспечить безопасные условия труда и направленных на предупреждение причин возникновения производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Организационная часть представляет собой свод правил и инструкций, базирующихся на опыте деятельности людей в различных сферах производства и эксплуатации технических средств и сооружений, в том числе и метрополитена, с момента создания и на протяжении всего срока службы с учетом постоянного и развития отдельных элементов или устройств этих сооружений.

К основным документам, устанавливающим требования безопасности к организации работ с применением защитных средств, оборудованию рабочих мест и содержанию инструмента для обслуживания и ремонта устройств СЦБ, а в их составе и рельсовых цепей, относятся:

Правила техники безопасности при обслуживании, установке и ремонте устройств сигнализации и связи метрополитена;

Правила прохода (проезда) в тоннеле и на наземные участки метрополитенов в период движения электропоездов и наличия напряжения на контактном рельсе;

Типовая инструкция по охране труда для работников мастерских службы сигнализации и связи метрополитена;

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Необходимо также указать рекомендованный в качестве учебного пособия для работников службы сигнализации и связи справочник Кораблева В.П. "Электробезопасность", в котором в форме вопросов и ответов изложены основные правила и приемы техники безопасности при эксплуатации электроустановок на производстве и в быту.

Устройства и оборудование СЦБ с позиции обслуживания РЦ должны отвечать требованиям техники безопасности, из которых в первую очередь необходимо выделить следующие.

Металлические части электрооборудования (шкафы, основания, стативы) должны быть заземлены в соответствии с требованиями Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. В тоннелях на всех релейных, силовых и фидерных шкафах должны быть установлены предохранительные решетки. В силовых шкафах каждой сигнальной (разрезной) точки должен находиться диэлектрический коврик. В релейных помещениях резиновые коврики должны быть и с лицевой, и с монтажной сторон питающих установок. Все предохранители должны быть маркированы по единой системе с указанием номинального тока плавкой вставки.

Меры безопасности, которые должны принимать работники при обслуживании, ремонте и устранении неисправностей устройств СЦБ, зависят от характера и содержания работ, а также от наличия на месте их проведения электроустановок, находящихся в рабочем режиме. Обслуживание рельсовых цепей должно проводиться при обязательном выполнении следующих правил и норм техники безопасности:

замена действующей аппаратуры и ремонт оборудования СЦБ должны проводиться во время перерыва в движении поездов; для главных путей это соответствует ночному перерыву;

работы по обслуживанию действующих устройств СЦБ должны выполняться не менее чем двумя работниками, один из которых должен иметь квалификационную группу не ниже III (электромеханик участка), а другой - не ниже II (электромонтер участка). Допускается выполнение работ одним работником с квалификационной группой не ниже III (электромехаником участка, инженером дистанции, работником оперативно-ремонтного персонала, старшим электромехаником участка);

при работах на путях или стрелках необходимо соблюдать габариты приближения строений и оборудования в отношении размещения приборов, материалов и инструмента, не допуская их раскладывания на ходовых рельсах, стрелках, крестовинах или между рельсами;

путевые дроссельные соединители и сами дроссели заменяют во время перерыва в движении поездов. При этом запрещается отсоединять среднюю шину путевого дросселя, дроссельный соединитель или нарушать иным способом цепь обратного тягового тока при наличии напряжения на контактном рельсе. Отключение или включение отсасывающего фидера от средней шины путевого дросселя должно проводиться только после снятия напряжения с контактного рельса в присутствии и под наблюдением работника энергоучастка. Работы, связанные с отсоединением средней шины путевого дросселя, также должны производиться только после снятия напряжения с контактного рельса главных путей и депо;

работы в путевых трансформаторных ящиках по замене трансформатора или резисторов следует выполнять при отключенном напряжении с этих приборов. При невозможности снятия напряжения заменять трансформаторы нужно с применением индивидуальных средств защиты;

замена конденсаторного блока в схеме РЦ должна выполняться при снятом с него напряжении инструментом, рукоятки которого имеют защитную изоляцию, Перед заменой конденсаторы блока должны быть разряжены через вольтметр или разрядный резистор;

замена силовых трансформаторов, обеспечивающих питание устройств автоматики, и рельсовых цепей в их числе, должна выполняться при снятом напряжении с питающей сети.

Без снятия напряжения допускается проводить замену только штепсельной аппаратуры, а при замене нештепсельных приборов необходимо отключать напряжение с цепей питания каждого из них.

Все работы, выполняемые в устройствах СЦБ, должны быть закончены к моменту подачи первого предупредительного сигнала. В исключительных случаях при задержке окончания работ руководитель обязан доложить поездному диспетчеру о причинах задержки и предполагаемом времени окончания работ.

Устранение неисправностей в рельсовых цепях, создавших угрозу безопасности движения поездов или вызвавших нарушение нормальной работы устройств СЦБ (автоблокировки, АРС или ЭЦ), требует дополнительных мер обеспечения безопасности, если восстановительные работы выполняются во время движения поездов, в условиях повышенной опасности для обслуживающего персонала из-за непосредственной близости ходовых рельсов и находящегося под напряжением контактного рельса, небольших размеров тоннеля и сложности заблаговременного обнаружения приближающегося подвижного состава, особенно на кривых малого радиуса (400 м и менее). К этим обязательным требованиям относятся:

соблюдение Правил прохода (проезда) в тоннели и на наземные участки метрополитена, предписывающие, в частности, возможность прохода работников в тоннель и на наземные участки только в сигнальных жилетах и при наличии сигнальных фонарей, а также обязательное включение рабочего и дополнительного освещения, свидетельствующего о присутствии в тоннеле людей;

работы должны выполняться в два лица для непрерывного контроля за приближением подвижных единиц;

при наличии напряжения на контактном рельсе запрещается соединять ходовые рельсы или выводы путевых дросселей с металлическими корпусами оборудования, тюбингами или арматурой тоннеля, а также категорически не допускается использовать ходовые рельсы в качестве заземляющих проводников;

замена штепсельной и нештепсельной аппаратуры допускается без снятия с них напряжения, но с обязательным использованием индивидуальных средств защиты;

работы по устранению неисправности дроссель-трансформатора, связанные с необходимостью отключения его средней шины без отсасывающего фидера, допускается проводить только после предварительной установки мастером пути обходных перемычек, шунтирующих изолирующий стык.

Ремонт аппаратуры рельсовых цепей в условиях мастерских должен проводиться при неукоснительном соблюдении работниками соответствующих правил и норм техники безопасности. В общем случае работник в мастерских службы сигнализации и связи должен соблюдать следующие меры безопасности:

быть внимательным к сигналам электрокранов и движущегося транспорта и выполнять их требования;

не находиться под поднятым грузом;

не прикасаться к электрооборудованию, арматуре общего освещения, электропроводам и не открывать двери электрошкафов;

не включать и не останавливать, за исключением аварийных случаев, машины, механизмы и станки, на которых не поручено работать;

не прикасаться к неизолированным или поврежденным проводам и электрическим устройствам, не наступать на электрические провода, лежащие на полу;

не смотреть на дугу электросварки и пламя газовой горелки незащищенными глазами;

самостоятельно не исправлять вышедшее из строя электрооборудование;

не направлять струю сжатого воздуха на себя и на других, не обдувать воздухом одежду;

не прикасаться к находящимся в движении механизмам и неогражденным частям машин;

не чистить рабочую одежду бензином и легковоспламеняющимися жидкостями.

При работах по ремонту и проверке штепсельной и нештепсельной аппаратуры на стендах работнику необходимо правильно организовать свое рабочее место, содержать его в чистоте и порядке, удобно располагать инструмент и приспособления. Перед установкой реле в штепсельную колодку требуется обязательно установить регуляторы подачи напряжения в нулевое положение, а снятию реле с колодки должно предшествовать отключение с него напряжения.

При ремонте дросселей требования техники безопасности заключаются в следующем:

на стапель дроссель должен устанавливаться с помощью крана-балки;

снятие и установка ярма должны производиться с помощью клещей-захватов;

святые крышка и ярмо должны устанавливаться на откидную рамку стапеля;

сердечник с обмотками должен сниматься и устанавливаться с помощью подъемного механизма (крана-балки).

Замена деталей в приборах РЦ в процессе устранения различных неисправностей должна осуществляться при отсутствии напряжения на ремонтируемом восстанавливаемом приборе. Меры безопасности при проведении проверки электрических характеристик заключаются в использовании для подсоединения к контрольным точкам только одного провода измерительного прибора, другой щуп которого постоянно подключен к корпусу проверяемой аппаратуры.

Перед началом работы на намоточном станке при изготовлении обмоток трансформаторов (взамен вышедших из строя) нужно правильно установить и надежно закрепить каркас катушки, заправить намоточный провод на катушку, а выводной закрепить. Режим намотки необходимо установить согласно диаметру (сечению) наматываемого провода. Выполнение этого требования позволяет не только предотвратить обрыв провода, но и при требуемой плотности намотки не допустить повреждения изоляции провода.

Успешному и безопасному выполнению работ по обслуживанию и ремонту аппаратуры рельсовых цепей способствует наличие у работника инструмента, в полной мере отвечающего соответствующим требованиям безопасности к нему.

При работе слесарным инструментом должны выполняться следующие требования: размер отвертки должен соответствовать шлицу винта; гаечные ключи должны быть исправными и соответствовать размерам болтов и гаек (наращивать ключи другими предметами запрещается); рукоятки овального сечения, на которые насажены молотки, должны быть расклинены металлическими клиньями и изготовлены из дерева твердых пород; молотки, зубила, бородки и керны не должны иметь заусенцев, сбитых и скошенных бойков; напильники должны иметь гладкие деревянные рукоятки с металлическими предохранительными кольцами, а на поверхности не должно быть трещин, заусенцев и выкрошившихся зубьев.

Перед началом работы с электроинструментом должны быть проверены (по безопасности выполнения ими работ) комплектность и надежность крепления деталей, исправность кабеля (шнура), его защитной трубки и штепсельной вилки, целость изоляционных деталей корпуса, рукоятки и крышек щеткодержателей, наличие защитных кожухов и их исправность, четкость работы выключателя, работа на холостом ходу.

Наиболее широкое применение в работах по обслуживанию и ремонту устройств рельсовых цепей нашли электропаяльники. В обращении с ними существуют специфические требования техники безопасности. Перед включением паяльника в электросеть нужно проверить соответствие его напряжения напряжению сети, а также исправность электрошнура и вилки с определением отсутствия короткого замыкания на корпус. При работе с паяльником нужно применять специальную металлическую подставку. Лишний припой с наконечника паяльника следует удалять легким трением о деревянную дощечку. Не следует для удаления припоя стряхивать электропаяльник. Если пайка монтажа ведется на уровне или выше уровня глаз, то необходимо пользоваться очками с защитными стеклами. Паять следует при включенной вытяжной вентиляции. По окончании работ с электропаяльником его необходимо выключить из сети.

Подавляющее большинство работ связано с электроустановками, к которым в полной мере относятся обслуживаемые электрические рельсовые цепи. И в этих работах значительный объем выполняется электроинструментом, к которому кроме паяльника относятся различные стенды для контроля электрических параметров аппаратуры - реле, дросселей, трансформаторов и других приборов. Поэтому каждому работнику, связанному с обслуживанием РЦ и ремонтом ее аппаратуры, необходимо знать природу и характер воздействия на организм человека электрического тока.

Для обнаружения на расстоянии электрического тока у человека нет специальных органов чувств. Поэтому невозможно без искусственных приборов выяснить, находится ли данная часть установки под напряжением до тех пор, пока электрическая энергия не превратится в энергию другого вида, например, в световую (искрение) или пока человек сам не попадает под напряжение.

Электрический ток не имеет запаха, цвета и бесшумен. Неспособность организма человека обнаружить его до начала действия приводит к тому, что работающие часто не осознают реальной опасности и не принимают своевременно необходимых защитных мер. Опасность поражения электрическим током усугубляется еще и тем, что пострадавший не может оказать себе помощь. При неумелых действиях при - шедшего на помощь человека ситуация может обостриться и пытавшийся помочь сам может пострадать.

Действие электрического тока на человека носит сложный и разнообразный характер. Проходя через организм, электрический ток производит термическое, электролитическое и механическое (динамическое) действие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве до высоких температур других органов.

Электролитическое действие тока выражается в разложении органических жидкостей и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава.

Механическое (динамическое) действие тока выражается в повреждениях различных тканей организма, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани в результате электродинамического эффекта.

Степень воздействия электрического тока на человека зависит от сопротивления тела человека и приложенного к нему напряжения, силы тока, проходящего через тело, длительности его воздействия, пути прохождения, рода и частоты тока, индивидуальных свойств пострадавшего и факторов окружающей среды.

Разные ткани человека оказывают току разное сопротивление:

кожа, кости, жировая ткань - большое, а мышечная ткань, кровь и особенно спинной и головной мозг - малое. Наибольшим сопротивлением по сравнению с другими тканями обладает кожа и, главным образом, ее верхний слой, называемый эпидермисом. Сопротивление тела человека - величина переменная и зависящая от множества факторов, в том числе и от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и показателей окружающей среды - влажности, температуры и т.п.

Если кожа сухая, чистая и не имеет повреждений, то при напряжении 15-20 В сопротивление тела находится в пределах от 3 до 10 кОм, а иногда и более. При полном отсутствии кожи сопротивление внутренних тканей тела при этом же напряжении составляет лишь 300 - 500 Ом. Наличие на коже различного рода повреждений (потертостей, порезов, ссадин) резко уменьшает ее электрическое сопротивление в этих местах. Сопротивление тела человека падает также при увеличении тока и длительности его прохождения из-за усиления местного нагрева кожи, приводящего к расширению сосудов, и, следовательно, к усилению снабжения этого участка кровью и увеличению потовыделения.

Основным фактором, обуславливающим степень поражения человека, является сила электрического тока, проходящего через тело. Необходимо также помнить, что длительное протекание тока приводит к его автоматическому возрастанию при неизменном прилагаемом напряжении в связи с разрушением кожного покрова и постепенным уменьшением его сопротивления.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока 0,6-1,5 мА. Этот ток называется пороговым ощутимым. При токе 10-15 мА человек не может отнять рук от электропроводов, самостоятельно разомкнуть цепь поражающего его тока. Такой ток принято называть неотпускающим, а ток меньшего значения - отпускающим. Ток 50 мА поражает органы дыхания и сердечно-сосудистую систему. При токе 100 мА наступает фибриляция сердца, заключающаяся в беспорядочном, хаотическом сокращении и расслаблении мышечных волокон сердца. Оно останавливается и кровообращение прекращается.

Ток более 5 А, как правило, фибриляцию сердца не вызывает. При таких токах происходит немедленная остановка сердца и паралич дыхания. Если действие тока кратковременное, не превышающее 1-2 с и не вызвавшее повреждения сердца в результате нагрева или ожога, то после отключения тока сердце самостоятельно возобновляет нормальную деятельность, но для восстановления дыхания требуется немедленная помощь в виде искусственного дыхания.

Допустимое значение переменного тока частотой 50 Гц, проходящего через тело человека от одной руки к другой или от руки к ногам, при нормальном (не аварийном) режиме работы электроустановки не должно превышать 0,3 мА при напряжении не свыше 2 В. Эти нормативные значения должны быть уменьшены в 3 раза, если работа выполняется в условиях высоких температур окружающей среды (свыше 20 °С) и повышенной влажности (относительная влажность более 75%).

В аварийном режиме электроустановки предельно допустимые напряжения U прикосновения переменного тока частотой 50 Гц в зависимости от продолжительности t этого прикосновения представлены ниже.

t, с менее 0,1 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0 свыше 1,0

U, В 650 500 250 165 125 100 85 70 65 55 50 36

Приведенные значения отвечают требованию недопустимости превышения уровня тока 6 мА независимо от продолжительности прикосновения, что соответствует отпускающему (переменному) и неболевым (постоянным) токам.

Для предотвращения поражения электрическим током при работе в электроустановках работник должен применять индивидуальные средства защиты, к которым, в частности, относятся диэлектрические перчатки, резиновые коврики, изоляция рукояток слесарно-монтажного инструмента и указатели напряжения. Средства защиты должны храниться в отведенных для этого специальных шкафах, на стеллажах, в ящиках отдельно от инструмента и материала. При этом средства защиты из резины должны быть защищены от воздействия масел, бензина и других веществ, разрушающих резину, а также от прямого воздействия солнечных лучей и тепла от нагревательных приборов и агрегатов.

Перед использованием защитных средств работник обязан проверить их исправность и отсутствие внешних повреждений, убедиться в наличии штампа с указанием даты следующего очередного испытания, очистить и обтереть их от пыли, а диэлектрические перчатки проверить на отсутствие проколов. При этом запрещается пользоваться защитными средствами, срок испытаний которых истек.

В заключение хотелось бы подчеркнуть значение техники безопасности в общем комплексе вопросов, связанных с обеспечением безопасности движения поездов. На наш взгляд, устройства СЦБ с учетом поездных устройств АРС являются последней инстанцией, которая подводит итог всей деятельности работников метрополитена тех служб, которые непосредственно связаны с организацией и управлением движения поездов. Для поддержания нормативных показателей устройств СЦБ и оперативного устранения неисправностей в действующих устройствах наряду с глубокими техническими знаниями принципиалъных и монтажных схем, методов поиска и правил замены элементов и приборов, технологии ремонта изъятой из эксплуатации аппаратуры требуются твердые, отработанные до автоматизма приемы и навыки в принятии мер обеспечения личной и коллективной безопасности каждым отдельным работником из обслуживающего персонала. Этими компонентами обеспечения безопасности должны обладать электромонтер, электромеханик и инженер; исполнители и руководители.