

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)**

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 23-25 мая 2005 г., г. Варшава, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 7-10 ноября 2005 г., Комитет ОСЖД, г.Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2005 г ода

Примечание: теряет силу I издание от 01.09.1983 г .

**Р  
630/4**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ЗАЗЕМЛЕНИЮ УСТРОЙСТВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ И  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ  
ВБЛИЗИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ  
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Терминология.
2. Общие положения.
3. Требования к выполнению защитных заземлений опор контактной сети и других устройств, исходя из условий нормальной работы защиты контактной сети от токов короткого замыкания и электробезопасности обслуживающего персонала.
4. Требования к защите контактной сети постоянного тока без заземления опор на рельс.
5. Требования к выполнению рабочих заземлений трансформаторных подстанций и других установок, исходя из условий их нормальной работы и электробезопасности обслуживающего персонала.
6. Требования к заземляющим устройствам по условиям обеспечения нормального функционирования рельсовых цепей.
7. Требования к заземленным на рельс сооружениям и конструкциям, диктуемые необходимостью ограничения утечки тягового тока и защиты от электрокоррозии.
8. Технология обслуживания заземляющих устройств и их контроля.

## 1. Терминология

*Защитное заземление* – преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом (рельсовым путем) металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

*Рабочее заземление* – преднамеренное электрическое соединение с землей или её эквивалентом (рельсовым путем) металлических токоведущих частей, по которому постоянно или временно протекает электрический ток от рабочего или наведенного напряжений.

*Зануление* – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

*Нулевой защитный проводник* – проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока.

*Защитное отключение* – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

*Выравнивание потенциала* – метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которому возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек.

*Рабочая изоляция* – электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая её нормальную работу и защиту от поражения электрическим током.

*Дополнительная изоляция* – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции.

*Переносная шунтирующая перемычка* – приспособление с двумя зажимами по концам, предназначенное для надежного металлического соединения элементов, которые в процессе выполнения работы могут стать разнопотенциальными.

*Разнопотенциальные элементы* – части контактной сети, воздушных линий электропередачи и связанных с ними устройств не соединенные друг с другом специальным металлическим соединением (шунтирующей перемычкой).

*Искровой промежуток* – защитное устройство, обеспечивающее изоляцию заземленной конструкции от рельса в нормальном режиме работы электроустановки и соединение этой конструкции с рельсом при появлении на ней рабочего напряжения.

## 2. Общие положения

Для защиты контактной сети от токов короткого замыкания, обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и других лиц на тяговую рельсовую сеть должны быть заземлены:

- металлические опоры контактной сети;
- конструкции крепления изоляторов или деталей крепления контактной сети и воздушных линий электропередачи на железобетонных и деревянных опорах или металлических искусственных сооружениях;
- все металлические конструкции (мосты, путепроводы, светофоры, отдельно стоящие опоры, прожекторные мачты, крыши зданий, гидроколонки и т.п.), расположенные от проводов и элементов, находящихся под напряжением свыше 1000 В, на расстоянии предусмотренном национальными Нормами или Правилами.

Металлические сооружения, расположенные в зоне влияния контактной сети переменного тока, должны быть соответствующим способом защищены от электрического и магнитного влияния контактной сети.

Заземление опор контактной сети и других элементов, указанных в п. 2.1, выполняется индивидуальными или групповыми заземляющими проводниками, присоединенными к тяговым рельсам или средним точкам дроссель-трансформаторов.

В заземляющие спуски в случае необходимости должны устанавливаться защитные устройства, препятствующие утечке тягового и сигнального токов. К таким защитным устройствам относятся искровые промежутки и диодные заземлители.

Разрешается не производить непосредственного соединения опор контактной сети постоянного тока с рельсами при обеспечении защиты опоры от короткого замыкания и мер электробезопасности другими способами.

Без защитных устройств (наглухо) на тяговую рельсовую сеть двумя заземляющими спусками должны быть заземлены ручные и моторные привода разъединителей, нейтральные элементы контактной сети на искусственных сооружениях и опорах, разрядники.

Опоры контактной сети, расположенные в общедоступных местах (посадочные платформы, места посадки и высадки пассажиров не имеющие посадочных платформ, переезды и переходы на уровне железнодорожных путей, места систематической погрузки и выгрузки и т.п.), заземляют на тяговую рельсовую сеть наглухо двойным заземлением.

На участках с автоблокировкой при двухниточных рельсовых цепях заземляющие проводники опор на перегонах должны присоединяться в пределах каждого блок-участка к одной ближайшей рельсовой нити.

### **3. Требования к выполнению защитных заземлений опор контактной сети и других устройств, исходя из условий нормальной работы защиты контактной сети от токов короткого замыкания и электробезопасности обслуживающего персонала**

Индивидуальные заземления и спуски от провода группового заземления следует выполнять стальным прутком диаметром не менее 12 мм – при постоянном токе и 10 мм – при переменном токе.

Для тросов групповых заземлений рекомендуется применять биметаллические провода сечением не менее 70 мм<sup>2</sup>. Трос группового заземления рекомендуется присоединять к рельсам по “Т” или “Г”-образным схемам. У изолирующих стыков рельсовой цепи трос группового заземления должен быть секционирован.

Максимальная длина троса группового заземления при постоянном токе не должна превышать:

- при “Т”-образной схеме подключения – 1200 м (2×600 м) для железобетонных опор и 600 м (2×300 м) для металлических опор;
- при “Г”-образной схеме подключения - 600 м (1×600 м) для железобетонных опор и 300 м (1×300 м) для металлических опор.

Если при этом среди железобетонных опор есть опоры с оттяжками, имеющими изоляцию на высоте ниже 2,5 м расстояние от них до точки присоединения группового заземления к рельсам не должно превышать 300 м.

При переменном токе максимальная длина троса группового заземления не должна превышать:

- при “Т”-образной схеме подключения – 400 м (2×200 м);
- при “Г”-образной схеме подключения - 200 м (1×200 м).

Максимальное натяжение троса группового заземления не должно превышать 4 кН (400 кг). Анкеруется трос на опоре на высоте 4 м от поверхности земли без устройства оттяжки.

Длина троса группового заземления должна быть проверена на режим короткого замыкания расчетом или опытным путем – коротким замыканием на удаленную точку троса группового заземления.

Заземляющие спуски, прокладываемые по опорам, от троса группового заземления, разрядников, запирающих и

согласовывающих контуров и сопротивлений волноводного провода и проводов разъединителей должны быть двойными на всем протяжении.

При наличии защитных устройств (диодные заземлители, искровые промежутки) от троса группового заземления до диодного заземлителя или искровых промежутков присоединение выполняется одинарным проводом того же сечения, что и трос группового заземления, а заземляющий спуск от диодного заземлителя или искровых промежутков к рельсам выполняется двойным проводом (каждый стальным прутком диаметром 12 мм). Искровые промежутки подключаются по одному на каждый спуск. Расстояние между точками присоединения проводов спуска к рельсам не должно быть, как правило, более 200 мм.

Заземляющие спуски группового заземления и разрядников присоединяются к средней точке дроссель-трансформатора или непосредственно к рельсу, но не ближе 200 мм от сигнальной точки.

Расстояние между местами присоединения к рельсам спусков группового заземления и разрядников должно быть не менее 100 м.

Рекомендуется, чтобы заземляющие спуски на железобетонных опорах находились с полевой или боковой стороны в натянутом состоянии. Рекомендуется также, чтобы спуски не касались опор, для чего они крепятся к пропитанным деревянным прокладкам, закрепленным на опоре.

Заземляющие спуски должны быть изолированы от хомута кронштейна линий до 1 кВ (провода линии дистанционного управления, освещения и т.п.) посредством деревянной клицы или устройства обвода.

Заземляющие проводники между собой и рельсом должны быть изолированы от земли, либо уложены на полшпалах и защищены от коррозии.

Заземляющие проводники и места их присоединения к рельсам (путевым дроссель-трансформаторам) и заземляемым конструкциям должны быть доступны для контроля.

Присоединение заземляющих проводников к рельсам должно выполняться только механическим способом без применения сварки.

В общедоступных местах заземления не должны препятствовать проходу людей (на платформах их следует прокладывать под низом платформы или в желобе, сделанном на платформе).

Проход заземляющих проводников под рельсами должен выполняться жестким креплением или другим способом, обеспечивающим надежную изоляцию от рельсов.

Искровые промежутки устанавливаются:

- при двухниточных рельсовых цепях автоблокировки линий постоянного и переменного тока на опорах с индивидуальным заземлением при сопротивлении цепи заземления ниже 100 Ом;

- в спусках группового заземления при сопротивлении цепи заземления опор на длине 1 км менее 6 Ом в катодных зонах постоянного тока;
- на всех опорах контактной сети и отдельно стоящих, на которых подвешены провода ВЛ (6, 10, 35 кВ для питания устройств СЦБ, нетяговых потребителей и т.п.) независимо от сопротивления заземления;
- на линиях постоянного тока в спусках индивидуальных заземлений опор, у которых сопротивление цепи заземления менее 25 Ом на 1 В среднего положительного значения потенциала рельс-земля (ток утечки более 0,04А).

Диодные заземлители рекомендуется устанавливать на линиях постоянного тока в спусках групповых заземлений в анодных и знакопеременных зонах при сопротивлении цепи заземления менее 25 Ом на 1 В среднего положительного потенциала на длине 1 км, при сопротивлении цепи заземления менее 6 Ом на участке с двухниточными рельсовыми цепями последовательно с диодным заземлителем со стороны рельса в каждый провод спуска устанавливают искровой промежуток. Диодные заземлители устанавливают на опоре контактной сети на высоте не менее 2,5 м от уровня земли.

У ригельных опор и опор гибкой поперечины при неизолированных поперечном и верхнем фиксирующих тросах заземляется только одна из опор. Если на опоре гибкой поперечины имеется разрядник, то заземление устанавливается со стороны данной опоры. При изолированных гибких поперечинах следует заземлять обе опоры.

На линиях постоянного тока анкерные болты металлических опор с глухим заземлением при электрокоррозионной опасности необходимо изолировать от опор.

Конструкцию разрядников, ручных и моторных приводов разъединителей и их заземляющие спуски к рельсу следует изолировать от деталей крепления на опоре, а в тягу привода разъединителя установить изолирующую вставку. Металлическую опору в этих случаях заземляют только индивидуально на рельс, а железобетонную – на рельс или трос группового заземления.

Питание моторных приводов разъединителей должно осуществляться через изолирующие трансформаторы.

Оболочка и броня кабелей дистанционного управления должны быть изолированы от конструкции моторных приводов и опоры.

На линиях постоянного тока между узлами контактной сети, находящимися под напряжением, и конструкциями крепления на мостах и других искусственных сооружениях, а также при необходимости на опорных устройствах в общедоступных местах рекомендуется производить дополнительную изоляцию с устройством нейтральных вставок. Нейтральные вставки

присоединяют к рельсовой сети двойным заземляющим спуском, изолированным от конструкции сооружения.

Конструкции крепления контактной сети на мостах и других искусственных сооружениях без нейтральных вставок должны быть соединены наглухо с конструкцией металлического моста (сооружения) или с цепью заземления железобетонного моста (сооружения). Не допускается соединение (касание) конструкций контактной сети с арматурой железобетонных сооружений.

Металлические части мостов и других искусственных сооружений заземляют двойным заземлением на тяговую рельсовую сеть. При постоянном токе в цепь заземления включаются диодные заземлители или по одному искровому промежутку в каждом спуске.

Во всех случаях при наличии на мостах (сооружениях) низковольтных сетей 220/380 В, а также если входное сопротивление заземления конструкции моста (сооружения) менее 5 Ом при присоединении к средней точке дроссель-трансформатора и менее 100 Ом при присоединении к тяговой нити двухниточной рельсовой цепи, последовательно с диодным заземлителем устанавливают искровые промежутки в каждый заземляющий провод. При наличии на мосту низковольтных сетей 220/380 В должно быть, кроме того, обеспечено заземление моста (сооружения) на землю с сопротивлением не более установленных национальными Правилами устройства электроустановок.

Металлические и железобетонные опоры питающих линий постоянного и переменного тока, если они расположены вдали от путей, заземляются при наличии на опорах отсасывающей линии – на её провод, а при отсутствии отсасывающей линии – на провода группового заземления, подсоединенные к тяговой рельсовой сети.

На питающих линиях постоянного тока опоры заземляют на отсасывающую линию через искровые промежутки, а при групповом заземлении – без искровых промежутков. Спуски роговых разрядников на питающих линиях при этом должны быть присоединены к самостоятельному контуру с сопротивлением заземления не более 3 Ом. Заземление концевых опор питающих линий, расположенных у тяговых подстанций постоянного тока (в том числе порталных), на которых имеются секционные разъединители, должно производиться глухим присоединением к внешнему контуру заземления подстанции. У тяговых подстанций, имеющих сопротивление контура заземления более 0,5 Ом, концевые фидерные и порталные опоры следует заземлять на внешний контур через реле земляной защиты.

Опоры питающих линий переменного тока заземляют на отсасывающий фидер или трос группового заземления без искровых промежутков, а опоры распределительного устройства 25 кВ на контур заземления подстанции.

Опоры с трубчатыми разрядниками заземляют на специальный контур с сопротивлением заземления не более 10 Ом.

Заземление провода для поездной радиосвязи осуществляется путем присоединения заземляющих спусков из стального прутка диаметром 12 мм изолированно от опоры к средним точкам дроссель-трансформаторов при двухниточных рельсовых цепях или к тяговому рельсу – при однопровиточных рельсовых цепях.

Роговые и трубчатые разрядники присоединяют только к электрическим соединителям контактной подвески. Сечение проводов шлейфов должно быть не менее 25 мм<sup>2</sup> по меди. Заземляющие провода разрядников присоединяются к тяговым рельсам (не более 200 м от дроссель-трансформатора) или к средним точкам дроссель-трансформаторов, если дроссели находятся от опор с разрядниками не далее 15 м. При переменном токе заземляющие провода трубчатых разрядников можно присоединять к отдельным заземлителям, сопротивление которых должно быть не более 10 Ом. Заземлитель должен отстоять от ближайшего рельса не менее чем на 3 м.

#### **4. Требования к защите контактной сети постоянного тока без заземления опор на рельс**

Рекомендуются защиты контактной сети без заземления опор на рельсы с применением дополнительного провода, объединяющего опоры.

Свойства таких защит и протяженность зоны защиты зависят от значения переходного сопротивления «опоры-грунт».

При тросовом объединении опор все их металлические части, нормально не находящиеся под напряжением, присоединяются к тросу группового объединения (ГО), который крепится на опорах.

Между тросом группового объединения и нулевой точкой дроссель трансформатора рельсового пути устанавливается датчик Д тока или напряжения. Этот датчик может приводить в действие короткозамкатель или устройство передачи на подстанцию ТП информации о его срабатывании. Длина троса группового объединения ограничивается токами утечки «трос-земля» и чувствительностью датчика. Наибольшей эффективностью обладают Т- и Г-образные схемы тросового объединения, а также Т- или Г-образная с дополнительным проводом.

При Т-образной схеме (рис. а) трос ГО секционируется на участках по несколько километров и к середине каждой секции подключаются датчики Д.

Сочетание секционирования троса ГО с диодными блоками, устанавливаемыми возле каждого из датчиков Д, образует Г-образную схему (рис. б). Длина каждой секции троса ГО при Г-образной схеме может быть принята существенно больше, чем при Т-образной.

На рис. в приведена Т-образная схема с дополнительным проводом и диодными блоками, с помощью которой тросовыми объединениями можно охватить опоры практически всей межподстанционной зоны.

Трос ГО секционируется. Длина секции может быть принята 1-4 км. Каждая секция присоединяется к дополнительному проводу через диодный блок. Дополнительный провод ДП подвешивается на опорах на изоляторах, длина этого провода утечками тока не ограничивается. В середине межподстанционной зоны (или на посту секционирования) дополнительный провод секционируется. В этой схеме датчик Д может устанавливаться как и в предыдущих схемах на перегоне с воздействием на короткозамыкатель или устройство передачи информации. Если дополнительный провод протянут до тяговой подстанции, то датчик Д устанавливается на этой подстанции и воздействует на фидерный выключатель непосредственно. Короткозамыкатель при этом не нужен.

На рисунках обозначены:

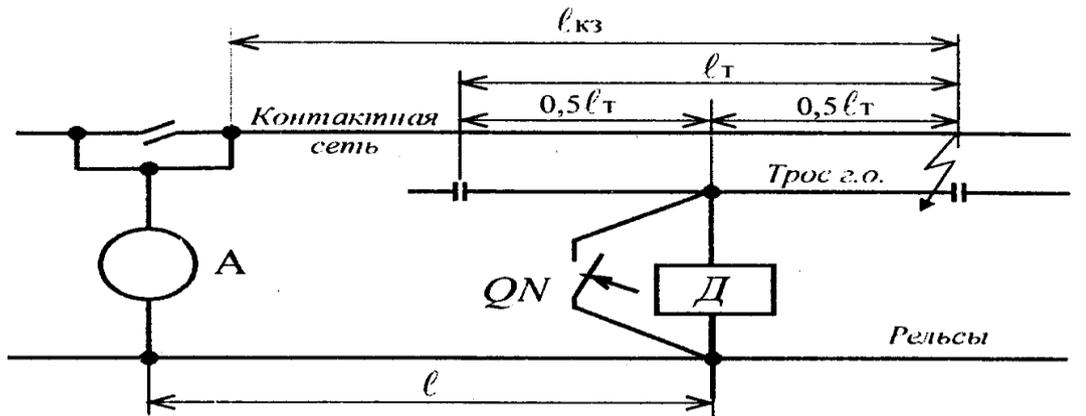
$l_T$  – длина троса группового объединения;

$l$  – расстояние от подстанции до места установки датчика Д;

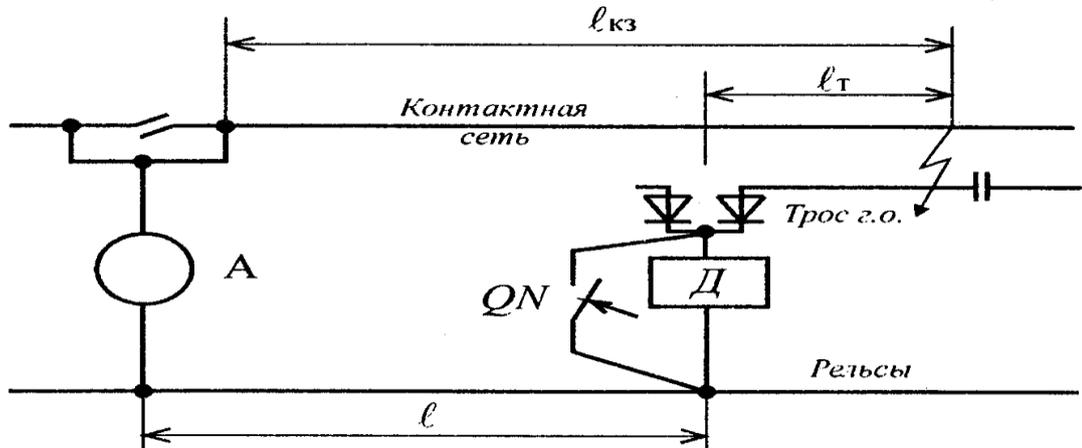
$l_{кз}$  – расстояние от места подключения питающего фидера к контактной сети до наиболее удаленного конца троса ГО;

$l_{ДП}$  – длина дополнительного провода ДП от места установки датчика Д до наиболее удаленного диодного блока.

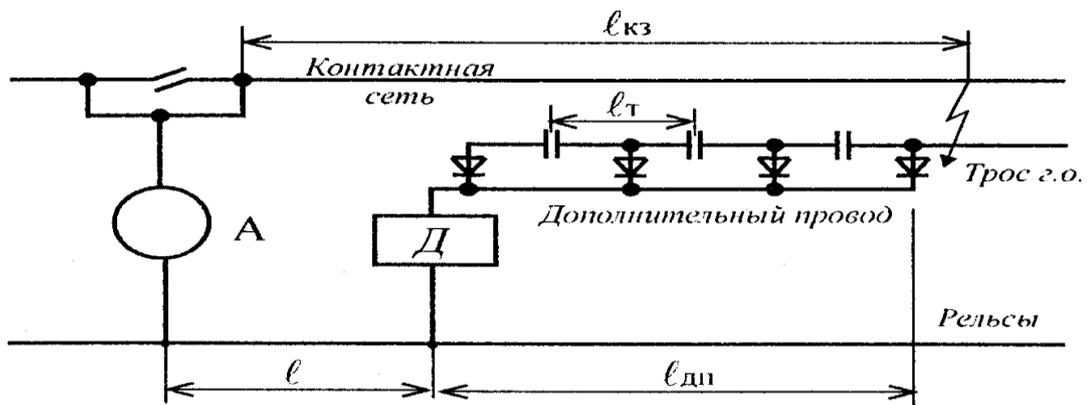
Для всех схем тросовых объединений опор наиболее тяжелым режимом является короткое замыкание в конце секции троса ГО при одностороннем питании контактной сети. Такой режим питания может, например, иметь место при отключении выключателя поста секционирования. Поэтому для тросовых объединений в качестве расчетной принимают схему одностороннего питания одного пути.



а)



б)



в)

**5. Требования к выполнению рабочих заземлений трансформаторных подстанций и других установок, исходя из условий их нормальной работы и электробезопасности обслуживающего персонала**

На участках переменного тока рабочими заземлениями являются:

- заземление фазы однофазной или одной из фаз трехфазной трансформаторной подстанции;

- присоединение к рельсу группового заземляющего троса;
- заземление привода разъединителя с заземляющим ножом;
- заземление обратного провода отсасывающих трансформаторов;
- присоединение к рельсу отсасывающей перемычки тяговой подстанции.

На участках постоянного тока к рабочим заземлениям относятся:

- заземление реле напряжения сигнального указателя "Спустить токоприемник";
- заземление реле напряжения поста секционирования;
- заземление реле напряжения пункта параллельного соединения;
- присоединение к рельсу отсасывающего фидера тяговой подстанции.

Рабочие заземления следует выполнять двойными заземляющими проводниками, а для предупреждения персонала об опасности, в случае ошибочных отключений, места присоединений заземлений к рельсам следует выделять специальной клеммой (знак-указатель опасности) красного цвета с изображенной на ней стрелкой. Для крепления рабочих заземлений можно использовать дополнительные гайки, отвертываемые специальным ключом.

Присоединение корпусов трансформаторных подстанций к рельсам или дроссель-трансформаторам рекомендуется выполнять стальным прутком диаметром не менее 12 мм, который следует пропускать под рельсами в асбоцементных трубах. Заземляющие проводники, идущие к рельсам, или дроссель-трансформаторам прокладывают на глубине 30 см на расстоянии 1-1,5 м друг от друга.

#### **6. Требования к заземляющим устройствам по условиям обеспечения нормального функционирования рельсовых цепей**

Подключение заземлений конструкций к рельсовым цепям автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации не должно нарушать нормальное функционирование рельсовых цепей во всех режимах их работы (нормальный, шунтовой, контрольный) и работы заземляемых конструкций (нормальный, короткое замыкание).

При однониточных рельсовых цепях все заземления конструкций подключаются к тяговым нитям этих цепей.

При двухниточных рельсовых цепях заземление конструкций следует осуществлять преимущественно к средним выводам путевых дроссель-трансформаторов, а при удалении от них – к тяговым нитям этих цепей. Как в том, так и в другом случаях собственное сопротивление заземления конструкций должно иметь

значение не ниже нормируемого уровня, определяемого типом и аппаратурой рельсовой цепи, частотой сигнального и тягового токов.

Заземление конструкций, в цепи которых возможно протекание тока, совпадающего или близкого по частоте сигнальному, производится только к средним выводам путевых дроссель-трансформаторов, при этом уровень тока помехи по гармоническому составу должен быть ниже нормируемого значения, определяемого типом рельсовой цепи и частотой сигнального тока. Если уровень тока помехи превышает допустимый для данного типа рельсовой цепи, то в заземляемой конструкции должны быть приняты меры по снижению тока помехи (фильтры, дроссели и т.п.).

Увеличение сопротивления цепи утечки сигнального тока через заземляемые на рельсы или дроссель-трансформаторы конструкции в случае необходимости достигается:

- специальными конструктивными изолирующими деталями, устанавливаемыми между заземляемыми элементами конструкций и опорами, основаниями фундаментов;
- включением в цепь заземления искровых промежутков, защитных дросселей.

Запрещается заземление одних и тех же конструкций одновременно к разным нитям одного пути или многократное заземление их к рельсам или путевым дроссель-трансформаторам разных путей.

Групповое заземление конструкций, которое осуществляется по "Т" или "Г"-образной схемам, должно осуществляться к рельсам или путевым дроссель-трансформаторам только в одной точке. Провод группового заземления по длине не должен перекрывать длину рельсовой цепи, на которую он заземлен.

Заземление разрядников контактной сети должно осуществляться преимущественно к средним выводам путевых дроссель-трансформаторов. Допускается присоединение их к тяговым нитям, но не ближе расстояния, указанного в п. 3.3.

При заземлении конструкций на рельсы двумя проводами расстояние между точками присоединения их к рельсу не должно быть, как правило, более 200 мм.

Низковольтные и высоковольтные линии, прокладываемые по опорам контактной сети, должны крепиться на траверсах с ограничителями со стороны опор.

Низковольтные сети питания оборудования, размещаемого на заземленных на рельсы или путевые дроссель-трансформаторы конструкциях, должны осуществляться с изолированной нейтралью через изолирующие трансформаторы.

Устройства и конструкции, не связанные с электроснабжением поездов (особенно если в них содержится источник тока, совпадающий или близкий по частоте с сигнальным), следует преимущественно размещать от электрифицированных путей на удалении, не требующем заземления их на рельсы.

Частота сигнального тока должна отличаться от частоты тока тягового электроснабжения.

**7. Требования к заземленным на рельс сооружениям и конструкциям, диктуемые необходимостью ограничения утечки тягового тока и защиты от электрокоррозии.**

Настоящие требования относятся к электрифицированным участкам железных дорог постоянного тока.

Конструкции, заземляемые на тяговые рельсы наглухо или через защитные устройства (искровые промежутки, полупроводники и т.п.) должны быть установлены на каменные, бетонные или железобетонные основания (фундаменты). Металлические основания или фундаменты следует изолировать от заземленных на рельсы конструкций с помощью специальных электроизолирующих деталей – прокладок, втулок, шайб и т.п.

Конструкции, соединенные с рельсами наглухо или через защитные устройства, не должны заземляться повторно на контуры заземления или естественные заземлители (трубопроводы, кабели). Уровень изоляции последних от конструкций, заземленных на рельсы, должен соответствовать напряжению 1 кВ.

Ток утечки с рельсов через заземленные на них конструкции не должен быть выше нормируемого для данного типа конструкций по условиям защиты от электрокоррозии.

Увеличение сопротивления цепи утечки тягового тока через заземляемые на рельсы конструкции в случае необходимости достигается специальными конструктивными изолирующими деталями, устанавливаемыми между заземляемыми элементами конструкции и опорами, основаниями, фундаментами или включением в цепь заземления искровых промежутков, полупроводниковых элементов и т.п.

Соединительные провода цепи заземления на рельс должны быть проложены изолированными от балласта и земляного полотна.

**8. Технология обслуживания заземляющих устройств и их контроля**

Ремонт защитных заземлений без подъема на опору, проверку и замену искровых промежутков опор следует выполнять без снятия напряжения в составе не менее двух человек.

Оба работающих должны находиться с одной стороны пути, при этом один из них должен наблюдать за движением поездов. Для выполнения работ с отсоединением защитных заземлений необходимо предварительно устанавливать шунтирующую перемычку.

Работу, связанную с отсоединением и присоединением рабочих заземлений, следует выполнять по наряду бригадой в составе не менее двух человек.

Для отсоединения или присоединения рабочего заземления связанное с ним высоковольтное оборудование должно быть отключено и заземлено.

Во всех случаях перед отсоединением и присоединением рабочих и защитных заземлений необходимо устанавливать шунтирующую перемычку (шунтирующее переносное заземление) из меди сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>, надежно присоединяя её сначала со стороны тягового рельса (к тяговому рельсу), а затем к заземляющему проводнику рабочего или защитного заземления или металлической опоре. Снимать шунтирующую перемычку (шунтирующее переносное заземление) следует в обратной последовательности после надежного закрепления рабочего или защитного заземления к тяговому рельсу.

Защитные и рабочие заземления следует периодически визуально проверять, а искровые промежутки подвергать контролю на пробивное напряжение и при необходимости заменять.

Ревизия и ремонт устройств заземления выполняются согласно памятки ОЖД Р-617 от 16 ноября 2001г.

Контроль нормируемых сопротивлений должен выполняться мегомметрами на соответствующее напряжение 500, 1000, 2500 В или измерителем заземлений.