ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58320— 2025

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Требования к заземлению

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 045 «Железнодорожный транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2025 г. № 1118-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 58320—2018

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Общие требования 4
5 Тяговые подстанции 8
5.1 Общие требования 8
5.2 Распределительные устройства и оборудование напряжением 3 кВ постоянного тока 9
5.3 Передвижные тяговые подстанции 10
6 Линейные устройства системы тягового электроснабжения 11
6.1 Посты секционирования и пункты параллельного соединения 11
6.2 Пункты подключения пассажирских вагонов 13
7 Трансформаторные подстанции 14
8 Контактная сеть 20
8.1 Общие требования 20
8.2 Заземляющие проводники 21
8.3 Соединение заземляющих проводников с тяговой рельсовой сетью 22
8.4 Искусственные сооружения 22
9 Питающие, отсасывающие и шунтирующие линии 23
9.1 Участки, выполненные проводами 23
9.2 Участки, выполненные кабелями 23
10 Электрические сети, предназначенные для электроснабжения нетяговых потребителей 24
10.1 Режим рабочих проводников и заземления сетей напряжением до 1000 В 24
10.2 Режим рабочих проводников и заземления сетей напряжением свыше 1000 В 25
10.3 Воздушные линии электропередачи 25
10.4 Светильники и прожекторы наружного освещения 26
11 Искусственные сооружения, здания и прочие устройства 27
11.1 Искусственные сооружения 27
11.2 Металлические конструкции зданий, пассажирских платформ, ограждений железнодорожных путей и акустических экранов 28
11.3 Напольные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи вне искусственных сооружений 28
11.4 Напольные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи в искусственных сооружениях 29
11.5 Аппаратура направляющих линий поездной радиосвязи 29
11.6 Воздухопроводы систем механизированной очистки стрелок и пневмопочты 29
Приложение А (справочное) Схемы, иллюстрирующие требования к заземлению контактной сети . . 31
Библиография 41

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Требования к заземлению

Electrical installations of traction power supply systems for direct current railway. Earthing requirements

Дата введения — 2025—12—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на вновь строящиеся или реконструируемые электроустановки системы тягового железнодорожного электроснабжения постоянного тока и устанавливает требования к их заземлению. Настоящий стандарт также распространяется на вновь строящиеся или реконструируемые:

- электрические сети напряжением до 1000 В и напряжением свыше 1000 В, предназначенные для электроснабжения нетяговых потребителей электроэнергии, проложенные полностью или частично по опорам контактной сети, питающих, отсасывающих и шунтирующих линий;
- искусственные сооружения, по которым проложены электрифицированные железнодорожные пути;
- пункты подключения пассажирских вагонов.

1.2 Положения настоящего стандарта могут быть распространены на железнодорожные линии со скоростью движения свыше 200 км/ч.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется:

- на объекты, сооруженные до ввода в действие настоящего стандарта;
- заземление электроустановок, накладываемое временно в порядке выполнения технических мероприятий по подготовке рабочего места на основании правил по охране труда [1] и изданных на основе этих правил распорядительных и нормативных документов владельцев железнодорожных инфраструктур.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.602 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения

ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 2590 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент

ГОСТ 3064 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1 × 37(1+6+12+18). Сортамент

ГОСТ 4775 Провода неизолированные биметаллические сталемедные. Технические условия

ГОСТ 12393 Арматура контактной сети железной дороги линейная. Общие технические условия

ГОСТ 12652 Стеклотекстолит электротехнический листовой. Технические условия

ГОСТ 14312 Контакты электрические. Термины и определения

Издание официальное

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16338 Полиэтилен низкого давления. Технические условия

ГОСТ 17703 Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 19330—2013 Стойки для опор контактной сети железных дорог. Технические условия

ГОСТ 24291 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

ГОСТ 26522 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения

ГОСТ 27744 Изоляторы. Термины и определения

ГОСТ 30247.0 (ИСО 834—75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования

ГОСТ 30331.1 (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

ГОСТ 32484.1 (EN 14399-1:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

ГОСТ 32895 Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения

ГОСТ 33889 Электросвязь железнодорожная. Термины и определения

ГОСТ 34062—2017 Тяговые подстанции, трансформаторные подстанции и линейные устройства тягового электроснабжения железной дороги. Требования безопасности и методы контроля

ГОСТ 34530 Транспорт железнодорожный. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ Р 53431 Автоматика и телемеханика железнодорожная. Термины и определения

ГОСТ Р 55602 Аппараты коммутационные для цепи заземления тяговой сети и тяговых подстанций железных дорог. Общие технические условия

ГОСТ Р 57077 Соединения контактные, разборные и разъемные для соединения заземляющих проводников с рельсом железнодорожного пути. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 57670—2017 Системы тягового электроснабжения железной дороги. Методика выбора основных параметров

ГОСТ Р 58232 Объекты железнодорожной инфраструктуры. Комплексная защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Общие требования

ГОСТ Р 58408—2019 Сети электрические собственных нужд и оперативного тока железнодорожных тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения. Технические требования, правила проектирования, методы электрических расчетов

ГОСТ Р 58882 Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники. Технические требования

ГОСТ Р МЭК 60050-195 Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения

СП 224.1326000 Тяговое электроснабжение железной дороги

СП 226.1326000.2014 Электроснабжение нетяговых потребителей. Правила проектирования, строительства и реконструкции

СП 235.1326000 Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила проектирования

СП 244.1326000 Кабельные линии объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 14312, ГОСТ 17703, ГОСТ 24291, ГОСТ 26522, ГОСТ 27744, ГОСТ 32895, ГОСТ 33889, ГОСТ 34530, ГОСТ Р 53431 и ГОСТ Р МЭК 60050-195, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **заземление (электроустановки системы тягового электроснабжения постоянного тока) на тяговую рельсовую сеть:** Преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки электроустановки системы тягового электроснабжения постоянного тока с тяговой рельсовой сетью.

3.2 **электроустановка (системы тягового электроснабжения постоянного тока):** Электроустановка, предназначенная для передачи электроэнергии от железнодорожной тяговой подстанции постоянного тока к электроподвижному составу и обратно.

3.3 **провода, электрически связанные с (железнодорожной) тяговой сетью (постоянного тока):** Провода железнодорожной тяговой сети постоянного тока, основным способом локализации коротких замыканий между которыми и рельсами является максимальная импульсная токовая защита или направленная дистанционная защита, действующие на выключатели распределительных устройств напряжением 3 кВ постоянного тока тяговых подстанций, постов секционирования и пунктов параллельного соединения.

Примечание — В системах тягового железнодорожного электроснабжения постоянного тока, применяемых в настоящее время согласно СП 224.1326000 в Российской Федерации при новой электрификации или реконструкции, к проводам, электрически связанным с (железнодорожной) тяговой сетью, относятся контактные провода и несущие тросы контактной подвески, усиливающие провода и провода питающих, отсасывающих и шунтирующих линий.

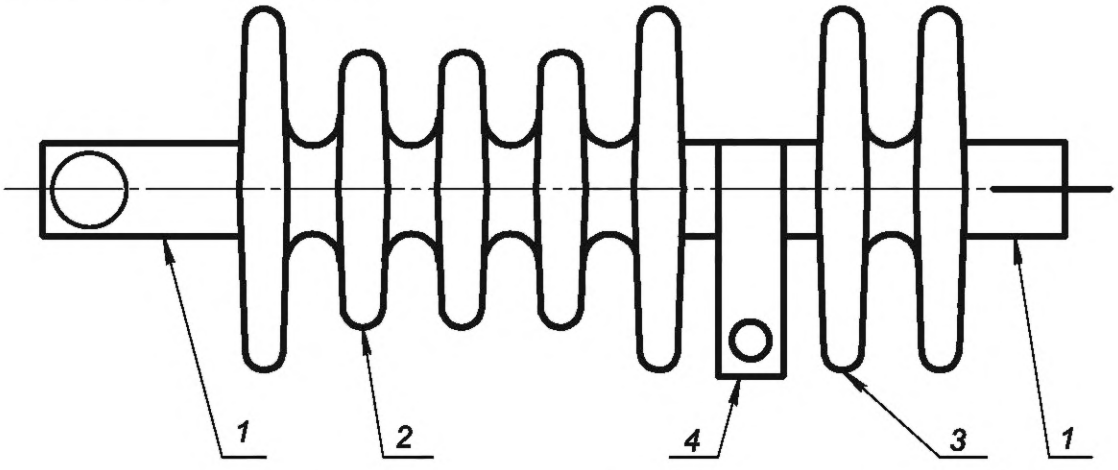
3.4 **провода, электрически не связанные с (железнодорожной) тяговой сетью (постоянного тока):** Провода, которые могут располагаться на опорах контактной сети, питающих, отсасывающих и шунтирующих линий постоянного тока, но не удовлетворяют условию отнесения к проводам, электрически связанным с железнодорожной тяговой сетью постоянного тока.

Примечание — Примерами проводов, электрически не связанных с (железнодорожной) тяговой сетью, являются провода линий электропередачи напряжением свыше 1000 В с изолированной нейтралью вне зависимости от назначения, проводов и кабелей напряжением до 1000 В вне зависимости от назначения и режима нейтрали, направляющих проводов поездной радиосвязи и кабелей волоконно-оптических линий передачи.

3.5 **общедоступные места:** Пассажирские платформы, места посадки и высадки пассажиров, не оборудованные платформами, железнодорожные переезды и пешеходные переходы в одном уровне с железнодорожными путями, пешеходные мосты над железнодорожными путями.

3.6 **заземляемая вставка (изолятора):** Элемент конструкции изолятора, представляющий собой отвод в средней его части, предназначенный для электрического соединения с заземляющим проводником.

Примечание — См. рисунок 1.



1 — арматура; *2* и *3* — изоляционные части; *4* — заземляемая вставка

Рисунок 1 — Заземляемая вставка (изолятора)

3.7 **(электрическое) соединение наглухо:** Электрическое соединение без каких-либо коммутационных аппаратов.

Примечание — Термин употребляется как антоним электрическому соединению через искровой промежуток и (или) диодный заземлитель.

4 Общие требования

4.1 Способы заземления и конструкция заземляющих устройств электроустановок и иных сооружений, на которые распространяется настоящий стандарт, выбирают исходя из необходимости обеспечения:

- чувствительности защиты тяговой сети от коротких замыканий;
- электробезопасности людей;
- нормального функционирования рельсовых цепей автоблокировки и электрической централизации;
- защиты сооружений от электрокоррозии, вызванной протеканием блуждающего тока.

4.2 Металлические сооружения или их отдельные конструкции, на которые возможно попадание напряжения системы тягового электроснабжения вследствие нарушения электрической изоляции либо вследствие соприкосновения с проводами, электрически связанными с тяговой сетью, подлежат соединению с тяговой рельсовой сетью.

К сооружениям или их отдельным конструкциям, на которые возможно попадание напряжения системы тягового электроснабжения вследствие нарушения электрической изоляции, относятся сооружения или конструкции, имеющие электрический контакт с арматурой изоляторов, на которых подвешены или закреплены провода, электрически связанные с тяговой сетью (см. 3.3).

К сооружениям или их отдельным конструкциям, на которые возможно попадание напряжения вследствие соприкосновения с проводами, электрически связанными с тяговой сетью, относятся сооружения или конструкции, полностью или частично расположенные в зоне А. Геометрические размеры поперечного сечения зоны А вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси (в кривых — касательной к оси) железнодорожного пути, показаны:

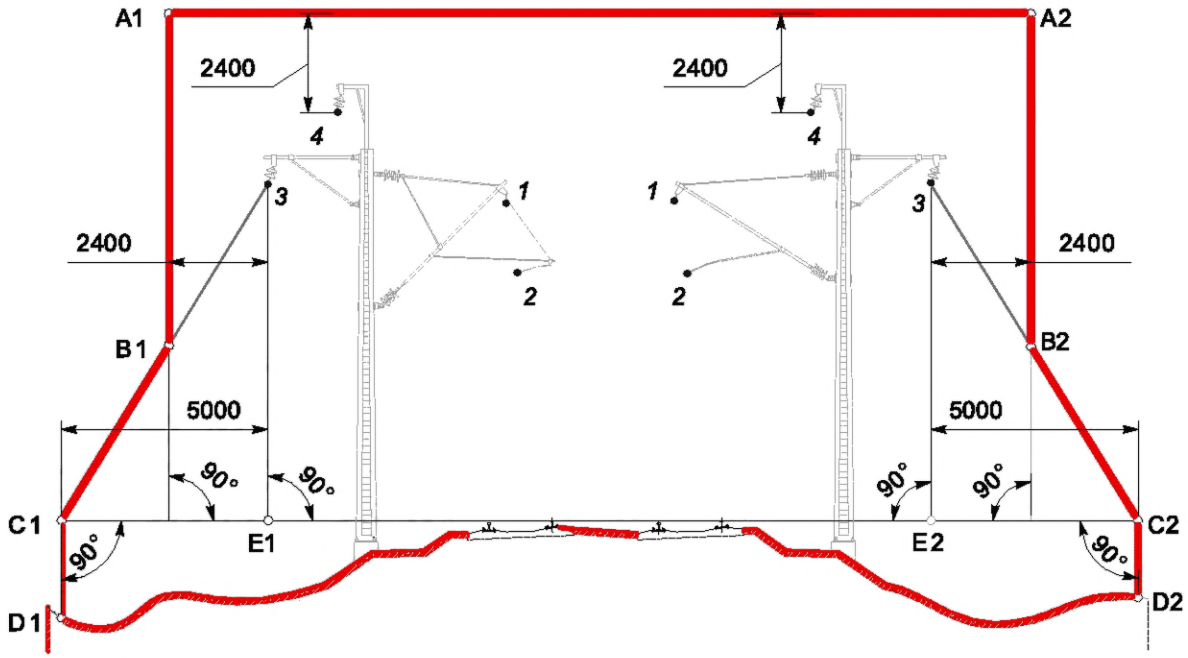
а) для путей вне мостов, путепроводов и эстакад:

1) при уровне поверхности земли ниже уровня головки рельса — на рисунке 2;

2) при уровне поверхности земли выше уровня головки рельса — на рисунке 3;

б) для путей на мостах, путепроводах и эстакадах — на рисунке 4.

При определении геометрических размеров зоны А по рисункам 2—4 учитывают отклонение этих проводов под действием горизонтальной составляющей тяжения и не учитывают отклонение под действием ветра. Расположение проводов, электрически не связанных с тяговой сетью, в определении геометрических размеров зоны А не учитывают, вследствие чего эти провода на рисунках 2—4 не показаны.



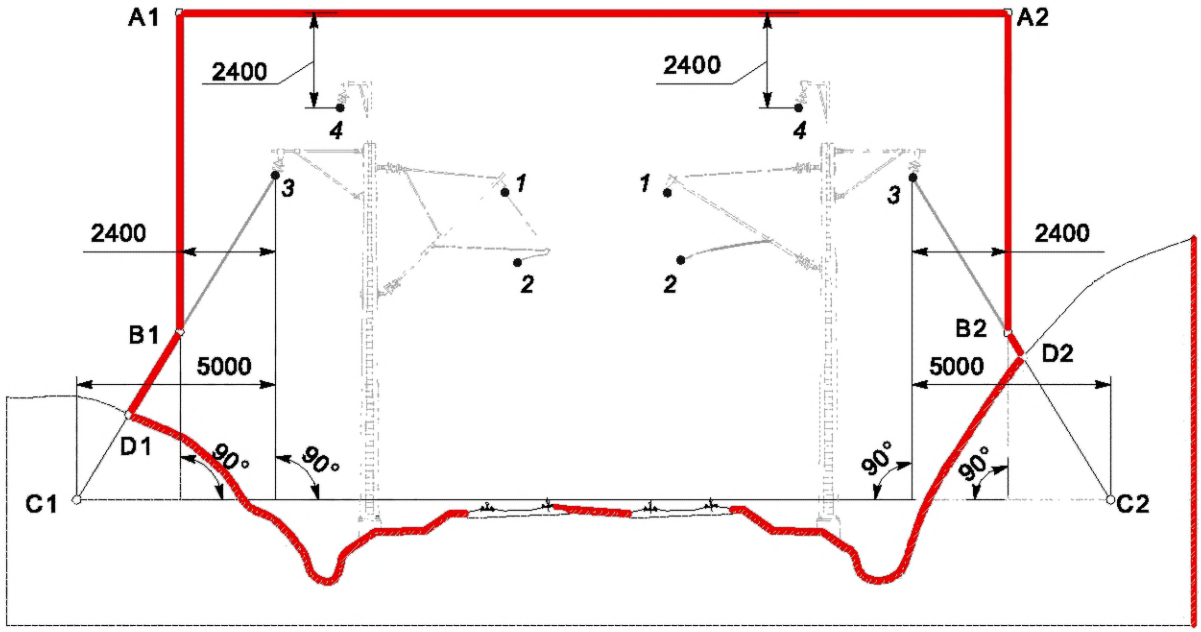
Примечания

1 Граница поперечного сечения зоны А выделена утолщенной красной линией.

2 Значения размеров одинаковы для контактной сети как на неизолированных, так и на изолированных консолях.

C1C2 — горизонтальная прямая, проходящая через верх головок рельсов (в кривых — наружного рельса); A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2 — характерные точки поперечного сечения зоны А; *1—4* — провода, электрически связанные с тяговой сетью, в том числе *3* — провода, наиболее удаленные от оси ближайшего железнодорожного пути, *4* — наиболее высоко расположенные провода

Рисунок 2 — Геометрические размеры поперечного сечения зоны А вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси (в кривых — касательной к оси) железнодорожного пути для путей вне мостов, путепроводов и эстакад при уровне поверхности земли ниже уровня головки рельса



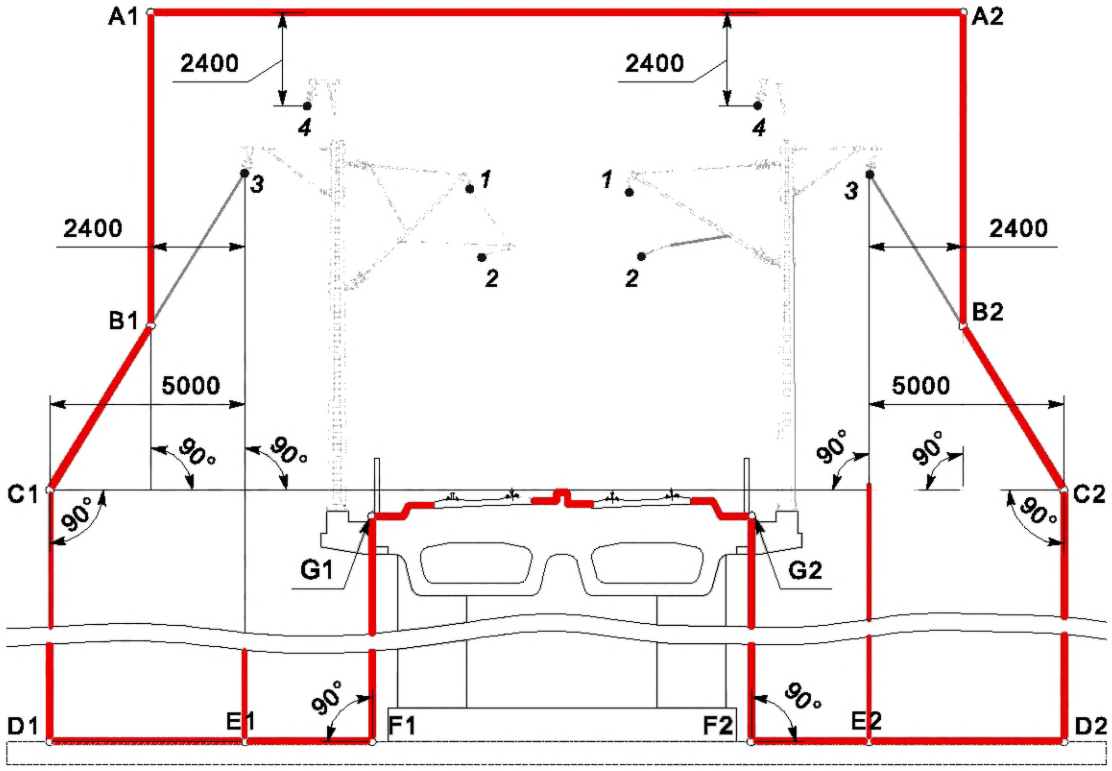
Примечания

1 Граница поперечного сечения зоны А выделена утолщенной красной линией.

2 Значения размеров одинаковы для контактной сети как на неизолированных, так и на изолированных консолях.

C1C2 — горизонтальная прямая, проходящая через верх головок рельсов (в кривых — наружного рельса); A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2 — характерные точки поперечного сечения зоны А; *1—4* — провода, электрически связанные с тяговой сетью, в том числе *3* — провода, наиболее удаленные от оси ближайшего железнодорожного пути, *4* — наиболее высоко расположенные провода

Рисунок 3 — Геометрические размеры поперечного сечения зоны А вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси (в кривых — касательной к оси) железнодорожного пути для путей вне мостов, путепроводов и эстакад при уровне поверхности земли выше уровня головки рельса



Примечания

1 Граница поперечного сечения зоны А выделена утолщенной красной линией.

2 Значения размеров одинаковы для контактной сети как на неизолированных, так и на изолированных консолях.

C1C2 — горизонтальная прямая, проходящая через верх головок рельсов (в кривых — наружного рельса); A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2, F1, F2, G1, G2 — характерные точки поперечного сечения зоны А; *1*—*4* — провода, электрически связанные с тяговой сетью, в том числе *3* — провода, наиболее удаленные от оси ближайшего железнодорожного пути, *4* — наиболее высоко расположенные провода

Рисунок 4 — Геометрические размеры поперечного сечения зоны А вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси (в кривых — касательной к оси) железнодорожного пути для путей на мостах, путепроводах и эстакадах

4.3 Металлические сооружения или их отдельные конструкции, представляющее собой в электрическом отношении одно целое, должны соединяться с тяговой рельсовой сетью только в одной точке.

В тех случаях, когда настоящий стандарт требует применять для какого-либо сооружения или какой-либо конструкции два заземляющих проводника, эти проводники соединяют с одним и тем же элементом тяговой рельсовой сети и с заземляющими проводниками других сооружений или устройств не соединяют. Не допускается электрически соединять (непосредственно или через броню кабелей, трубопроводы и т. д.) разные устройства или сооружения, если каждое из них соединено с рельсами разных рельсовых цепей.

Способ прокладки заземляющих проводников под железнодорожными путями должен исключать возможность электрического соединения рельсовых нитей между собой.

Электрическое соединение металлических сооружений или их отдельных конструкций, подлежащих заземлению на тяговую рельсовую сеть, оборудованную рельсовыми цепями, с какими-либо заземляющими устройствами или системами уравнивания потенциала, не предусмотренными в разделах 5—11, не допускается.

4.4 Тяговая рельсовая сеть должна быть электрически непрерывной от места подключения заземляющего проводника любого из металлических сооружений или их отдельных конструкций, указанных в 4.2, до мест подключения отсасывающих линий тяговых подстанций.

4.5 Каждый участок тяговой рельсовой сети, ограниченный изолирующими стыками, должен, как правило, обеспечивать двусторонний отвод тока, вызванного нормальной работой системы тягового

электроснабжения и короткими замыканиями в этой системе, в смежные или параллельные участки тяговой рельсовой сети. Исключения допускаются при полном отсутствии смежных или параллельных участков тяговой рельсовой сети. В этом случае отвод тока, вызванного нормальной работой системы тягового железнодорожного электроснабжения и короткими замыканиями в этой системе, допускается выполнять односторонним.

4.6 Тяговую рельсовую сеть железнодорожных путей, на которых осуществляют слив или налив горючих или легковоспламеняющихся жидкостей, соединяют с тяговой рельсовой сетью смежных или параллельных путей через разъединитель, оборудованный блокировкой с секционным разъединителем контактной сети таким образом, чтобы отключение тяговой рельсовой сети пути, на котором осуществляется слив или налив горючих или легковоспламеняющихся жидкостей, при неотключенной контактной сети того же пути было невозможным.

Во всех остальных случаях в тяговой рельсовой сети и отсасывающих линиях тяговых подстанций коммутационные аппараты не применяют.

4.7 Согласно правилам [2] (пункт 94), технология, порядок обслуживания и технические параметры содержания элементов подвижного состава и инфраструктуры, необходимые для обеспечения надежной работы рельсовых цепей, подлежат утверждению владельцем инфраструктуры.

4.8 Требования ограничения тока утечки из тяговой рельсовой сети и защиты от электрокоррозии — по ГОСТ 9.602, общие требования комплексной защиты от атмосферных и коммутационных перенапряжений — по ГОСТ Р 58232.

4.9 В тех случаях, когда настоящий стандарт не требует применения сварных соединений, при соединении заземляющих проводников между собой и с подлежащими заземлению частями используют арматуру по ГОСТ 12393, а при соединении с рельсом — контактные соединения по ГОСТ Р 57077.

4.10 Заземление на тяговую рельсовую сеть металлических сооружений или их отдельных конструкций, подлежащих, согласно 4.2, заземлению на тяговую рельсовую сеть и расположенных в общедоступных местах, выполняют через диодные заземлители.

4.11 Требования, установленные настоящим стандартом к железобетонным опорам контактной сети, питающих линий, отсасывающих линий, шунтирующих линий и линий электропередачи, распространяются также на опоры со стойками с композитным армированием.

4.12 В тех случаях, когда согласно положениям настоящего стандарта следует выполнять электрические соединения заземляющих проводников между собой и (или) со смежными элементами сооружений, соединения выполняют таким образом, чтобы их переходное сопротивление не превышало 0,1 Ом.

4.13 В тех случаях, когда согласно положениям настоящего стандарта следует применять искровые промежутки, диодные заземлители или короткозамыкатели отсасывающей линии, используют изделия по ГОСТ Р 55602.

4.14 В тех случаях, когда согласно положениям настоящего стандарта следует предусматривать дополнительные путевые дроссель-трансформаторы, предназначенные для соединения заземляющих проводников электроустановок с тяговой рельсовой сетью, при выборе количества и мест расположения таких дроссель-трансформаторов руководствуются СП 235.1326000.

4.15 Установленные настоящим стандартом требования к сопротивлению заземляющих устройств относительно земли, а также к диэлектрическим характеристикам изоляции следует выполнять во всех диапазонах изменения климатических факторов по ГОСТ 15150, установленных технической документацией на заземляемое устройство или сооружение.

4.16 В настоящем стандарте используют обозначения режимов рабочих проводников и заземления электрических сетей напряжением до 1000 В по ГОСТ 30331.1.

5 Тяговые подстанции

5.1 Общие требования

5.1.1 Требования к заземляющим устройствам, за исключением заземляющих устройств и оборудования, указанных в 5.2, — по ГОСТ Р 58882.

В сетях собственных нужд дополнительно руководствуются требованиями ГОСТ Р 58408—2019 (подпункт 5.2.1.5).

5.1.2 Требования к цветовой маркировке заземляющих проводников — по ГОСТ 34062—2017 (приложение Г).

5.1.3 В заземляющие проводники не допускается включение каких-либо коммутационных аппаратов, за исключением указанных в 5.2.8.

5.1.4 Броня и металлические оболочки кабелей связи и электрических сетей напряжением до 1000 В, выходящих за пределы территории подстанции, должны быть электрически изолированы от металлических конструкций зданий и всех элементов заземляющих устройств, указанных в настоящем разделе. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм. Кабели, имеющие броню и (или) металлическую оболочку, по территории подстанции должны быть проложены в изоляционных трубах, а внутри зданий — со снятием брони и оболочки. Экраны экранированных кабелей должны заземляться с одного из концов кабеля.

5.2 Распределительные устройства и оборудование напряжением 3 кВ постоянного тока

Примечание — Требования настоящего подраздела распространяются на токоведущие части и оборудование, расположенные по схеме между выводами вентильных обмоток преобразовательных трансформаторов и линейными разъединителями распределительного устройства напряжением 3 кВ подстанции.

5.2.1 Строительные конструкции мобильных зданий и оборудования, расположенного вне зданий, электрически изолируют от земли. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 кОм.

5.2.2 Для распределительных устройств и оборудования напряжением свыше 1000 В постоянного тока предусматривают внутренний контур заземления. С внутренним контуром заземления соединяют:

- металлические нетоковедущие части оборудования напряжением свыше 1000 В постоянного тока;
- арматуру изоляторов, на которых закреплены токоведущие части во всех электрических цепях напряжением свыше 1000 В постоянного тока;
- металлические нетоковедущие части оборудования и арматуру изоляторов, на которых закреплены токоведущие части на участке схемы между выводами вентильных обмоток преобразовательных трансформаторов и статических преобразователей.

Металлические нетоковедущие части оборудования и арматуру изоляторов, не удовлетворяющие указанным выше условиям, соединяют с внешним контуром заземления.

5.2.3 Внутренний контур заземления в плане должен иметь конфигурацию, близкую к кольцевой с одним разрывом. С каждой стороны от разрыва через обмотки реле земляной защиты с внутренним контуром заземления соединяют заземляющие проводники, ведущие к заземляющему устройству.

Заземляющие проводники на расстоянии не более 1 м от реле земляной защиты соединяют друг с другом перемычкой. Заземляющие проводники между реле земляной защиты и заземляющим устройством прокладывают по разным трассам и соединяют с заземляющим устройством в точках, находящихся на расстоянии не менее 6 м друг от друга.

5.2.4 Перемычка, указанная в 5.2.3, и реле земляной защиты должны быть доступны для осмотра без снятия напряжения с токоведущих частей.

5.2.5 Внутренний контур заземления должен быть электрически изолирован:

- от заземляющего устройства (по всей длине, кроме точек, указанных в 5.2.3);
- отрицательной сборной шины распределительного устройства напряжением свыше 1000 В постоянного тока;
- отсасывающей линии;
- строительных конструкций зданий;
- рельсов железнодорожного подъездного пути.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 500 Ом.

5.2.6 Внутренний контур заземления, проводники, ведущие к заземляющему устройству, и перемычку, указанную в 5.2.3, выполняют из полосовой стали толщиной не менее 4 мм. Минимально допустимое сечение проводников S, мм^2, вычисляют по формуле

$$S = \frac{I_{КЗ}\sqrt{t_1}}{70}, \quad (1)$$

где $I_{КЗ}$ — максимально возможное значение установившегося тока металлического короткого замыкания на сборных шинах распределительного устройства, А;

t_1 — наибольшее из значений полного времени отключения выключателей преобразовательных трансформаторов со стороны сетевой обмотки, с.

Если результат вычислений по формуле (1) менее 200 мм^2, то принимают S = 200 мм^2.

Проводники прокладывают открыто вдоль стен, потолков, корпусов электрических аппаратов и металлоконструкций, параллельно полу, стенам или потолку помещения.

5.2.7 Контактные соединения заземляющих проводников между собой, с заземлителем и с перемычкой выполняют сваркой с длиной нахлеста не менее двойного наибольшего поперечного размера проводника, при этом сварочный шов должен быть выполнен по всему периметру нахлеста.

Контактные соединения располагают в местах, доступных для осмотра.

5.2.8 Между отсасывающей линией и одним из заземляющих проводников либо перемычкой, указанной в 5.2.3, без каких-либо дополнительных коммутационных аппаратов включают:

- короткозамыкатель;
- три искровых промежутка, соединенных параллельно.

Неподвижный контакт короткозамыкателя должен быть подключен к отсасывающей линии, а подвижный — к заземляющему устройству.

В цепь искровых промежутков включают реле или датчик тока, действующий на включение короткозамыкателя.

Параллельно указанным выше коммутационным аппаратам может быть также включен дренажно-шунтовой заземлитель.

5.2.9 Рельсы железнодорожного подъездного пути тяговой подстанции электрически изолируют от железнодорожных путей иного назначения тремя парами изолирующих стыков — одна у границы территории подстанции, вторая — у места примыкания железнодорожного подъездного пути тяговой подстанции к железнодорожным путям иного назначения, третья — посередине между первой и второй.

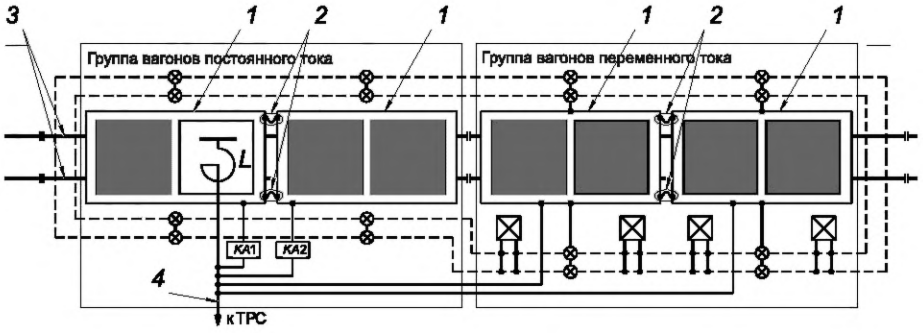
5.2.10 Отсасывающую линию тяговой подстанции прокладывают по кратчайшему (по возможности) расстоянию и соединяют со средними точками путевых дроссель-трансформаторов каждого главного железнодорожного пути.

Сечение отсасывающей линии выбирают по ГОСТ Р 57670—2017 (подраздел 12.2).

Места соединения отсасывающих линий с тяговой рельсовой сетью обозначают знаком W08 «Опасность поражения электрическим током» по ГОСТ 12.4.026.

5.3 Передвижные тяговые подстанции

5.3.1 Заземление передвижных тяговых подстанций выполняют по схеме, показанной на рисунке 5.



1 — вагоны передвижной тяговой подстанции; *2* — перемычки; *3* — рельсы железнодорожного пути; *4* — отсасывающая линия; *L* — сглаживающий реактор; *КА*1; *КА*2 — реле земляной защиты; ТРС — тяговая рельсовая сеть; ⊣⊢ — изолирующий стык или видимый разрыв в рельсовой нити; ▬ ▬ — полосы, образующие защитные проводники выравнивания потенциала; ⊗ — вертикальный заземлитель; ⊠ — стойки и (или) порталы с оборудованием напряжением свыше 1000 В переменного тока, размещаемым вне вагонов

Рисунок 5 — Схема заземления передвижной тяговой подстанции

5.3.2 Часть железнодорожного пути, на котором установлена подстанция, отделяют изолирующими стыками или видимым разрывом в каждой рельсовой нити.

Кроме того, изолирующие стыки или видимые разрывы в каждой рельсовой нити выполняют между частями железнодорожного пути, на которых установлена группа вагонов с распределительным устройством постоянного тока и статическим преобразователем (далее — вагоны постоянного тока) и группа вагонов с понижающим трансформатором и распределительным(и) устройством(ами) переменного тока (далее — вагоны переменного тока).

5.3.3 Вокруг участка земли, занимаемого всеми вагонами, а также, при наличии, стойками и (или) порталами с оборудованием напряжением свыше 1000 В переменного тока, размещаемым вне вагонов, сооружают защитные проводники выравнивания потенциала по 5.3.4 и 5.3.5.

5.3.4 При высшем напряжении подстанции 6, 10 или 35 кВ защитные проводники выравнивания потенциала выполняют из стальной полосы сечением не менее 40×5 мм, укладываемой на глубине (0,3 ± 0,1) м на расстоянии (0,8 ± 0,2) м от проекции краев вагонов, стоек и (или) порталов.

5.3.5 При высшем напряжении подстанции 110 или 220 кВ защитные проводники выравнивания потенциала выполняют из двух стальных полос сечением не менее 40 × 5 мм каждая, укладываемых на глубине (0,3 ± 0,1) м вдоль вагонов на расстоянии (0,8 ± 0,2) и (1,8 ± 0,2) м от проекции краев вагонов, стоек и (или) порталов, и вертикальных заземлителей длиной не менее 5 м, диаметром не менее 18 мм, забиваемых в грунт вдоль полос на расстоянии не более 15 м друг от друга. Полосы соединяют между собой в местах расположения вертикальных электродов.

Для заземления каждого из приводов разъединителей напряжением 110 или 220 кВ, размещаемых вне вагонов на стойках и (или) порталах, в дополнение к указанному выше предусматривают по одному вертикальному заземлителю длиной не менее 5 м диаметром не менее 18 мм, забиваемому в грунт на расстоянии не более 0,5 м от привода.

5.3.6 Металлические нетоковедущие части каждой из электроустановок электрически соединяют с кузовом вагона, на (в) котором они размещены.

5.3.7 Кузова всех вагонов постоянного тока электрически объединяют между собой перемычками. Кузов каждого из вагонов постоянного тока электрически соединяют с отсасывающей линией через реле земляной защиты. С защитными проводниками выравнивания потенциала кузова вагонов постоянного тока не соединяют. Между кузовами групп вагонов постоянного и переменного тока не должно быть никаких металлических связей.

5.3.8 Кузова всех вагонов переменного тока электрически объединяют между собой перемычками. Кузов каждого из вагонов переменного тока, а также стойки и (или) порталы с оборудованием напряжением свыше 1000 В переменного тока электрически соединяют с защитными проводниками выравнивания потенциала не менее чем в двух местах.

5.3.9 При высшем напряжении подстанции 110 или 220 кВ для прохода вокруг вагонов укладывают деревянный решетчатый настил высотой от 10 до 15 см, покрытый в местах перехода с земли на настил и с настила в вагоны резиновыми ковриками. Для подъема в вагоны предусматривают лестницы из диэлектрического материала.

5.3.10 Территорию передвижной тяговой подстанции ограждают забором из диэлектрического материала, располагаемым за пределами полос, образующих защитные проводники выравнивания потенциала.

5.3.11 Требования к изолирующим стыкам в железнодорожном подъездном пути подстанции аналогичны указанным в 5.2.9.

5.3.12 Передвижные тяговые подстанции в целом, передвижные преобразовательные трансформаторы и передвижные статические преобразователи при необходимости ввода в работу на железнодорожном подъездном пути стационарной тяговой подстанции устанавливают и заземляют с соблюдением требований 5.2 и 5.3.2.

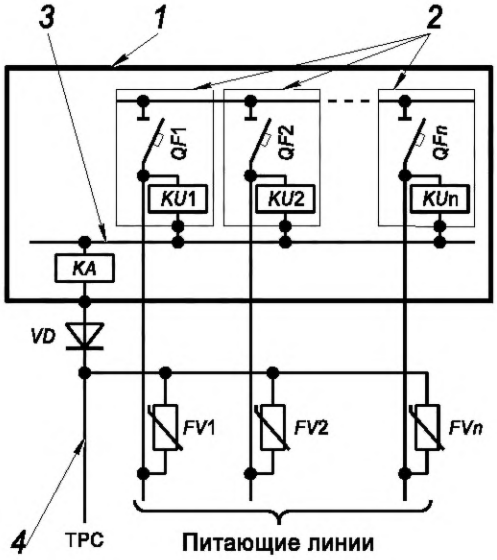
5.3.13 Линии электропередачи напряжением от 6 до 35 кВ, по которым передвижные тяговые подстанции получают электроэнергию, должны быть оборудованы защитой от однофазных замыканий на землю, действующей на отключение с выдержкой времени не более 0,5 с.

6 Линейные устройства системы тягового электроснабжения

6.1 Посты секционирования и пункты параллельного соединения

6.1.1 Заземление выполняют по схеме, показанной на рисунке 6.

Примечание — Рисунок 6 предназначен исключительно для иллюстрирования требований к заземлению. Расположение ограничителей перенапряжений, количество, конструктивное исполнение (воздушное или кабельное) питающих линий определяются проектом и на рисунке показаны условно.



1 — строительные конструкции мобильного здания; *2* — металлические нетоковедущие части оборудования напряжением свыше 1000 В; *3* — внутренний контур заземления; *4* — заземляющие проводники; *QF*1 — *QFn* — выключатели; *FV*1 — *FVn* — ограничители перенапряжений; *KA* — обмотка реле земляной защиты; *KU*1 — *KUn* — обмотки реле напряжения или датчики напряжения; *VD* — диодный заземлитель; ТРС — тяговая рельсовая сеть

Рисунок 6 — Схема заземления поста секционирования или пункта параллельного соединения

6.1.2 К сети собственных нужд постов секционирования и пунктов параллельного соединения не допускается подключение никаких иных приемников электроэнергии.

6.1.3 Металлические оболочки кабелей, заходящих в здание поста секционирования или пункта параллельного соединения, электрически изолируют от внутреннего контура заземления, заземляющих проводников и строительных конструкций здания. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.

6.1.4 Для распределительных устройств и оборудования напряжением свыше 1000 В предусматривают внутренний контур заземления. С внутренним контуром заземления соединяют:

- металлические нетоковедущие части оборудования напряжением свыше 1000 В;
- арматуру изоляторов, на которых закреплены токоведущие части во всех электрических цепях напряжением свыше 1000 В.

6.1.5 Внутренний контур заземления должен быть электрически изолирован:

- от заземляющих проводников (по всей длине, кроме точки, указанной в 6.1.9);
- строительных конструкций зданий;
- подлежащих заземлению выводов ограничителей перенапряжений.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 500 Ом.

6.1.6 Внутренний контур заземления и заземляющие проводники выполняют из полосовой стали толщиной не менее 4 мм, для заземляющих проводников допускается также использовать круглый стальной прокат. Сечение проводников, образующих внутренний контур заземления, и заземляющих проводников должно быть не менее минимально допустимого сечения S, мм^2, которое вычисляют по формуле

$$S = \frac{I_{К3}\sqrt{t_2}}{70}, \quad (2)$$

где $I_{К3}$ — максимально возможное значение установившегося тока металлического короткого замыкания на сборных шинах распределительного устройства, А;

t_2 — сумма полного времени отключения выключателя и, при наличии, наибольшей выдержки времени защиты на присоединении ближайшей тяговой подстанции, с.

Если результат вычислений по формуле (2) менее 120 мм^2, то принимают S = 120 мм^2.

Проводники прокладывают открыто вдоль стен, потолков, корпусов электрических аппаратов и металлоконструкций, параллельно полу, стенам или потолку помещения.

6.1.7 Контактные соединения проводников, образующих внутренний контур заземления, и заземляющих проводников между собой и со строительными конструкциями зданий выполняют сваркой с длиной нахлеста не менее двойного наибольшего поперечного размера проводника, при этом сварочный шов должен быть выполнен по всему периметру нахлеста.

Контактные соединения располагают в местах, доступных для осмотра.

6.1.8 Требования к цветовой маркировке заземляющих проводников — по ГОСТ 34062—2017 (приложение Г).

6.1.9 С заземляющими проводниками соединяют:

- внутренний контур заземления — через обмотку реле земляной защиты и диодный заземлитель;
- металлические нетоковедущие части оборудования и арматуру изоляторов, не удовлетворяющие условиям по 6.1.4, строительные конструкции здания и подлежащие заземлению выводы ограничителей перенапряжений — наглухо.

6.1.10 Реле земляной защиты должно быть доступно для осмотра без снятия напряжения с токоведущих частей.

6.1.11 Между постом секционирования, пунктом параллельного соединения или пунктом группировки и тяговой рельсовой сетью предусматривают не менее двух заземляющих проводников, требования к материалу, сечению и контактным соединениям которых аналогичны указанным в 6.1.6 и 6.1.7. Заземляющие проводники прокладывают параллельно друг другу, открыто и изолируют от земли.

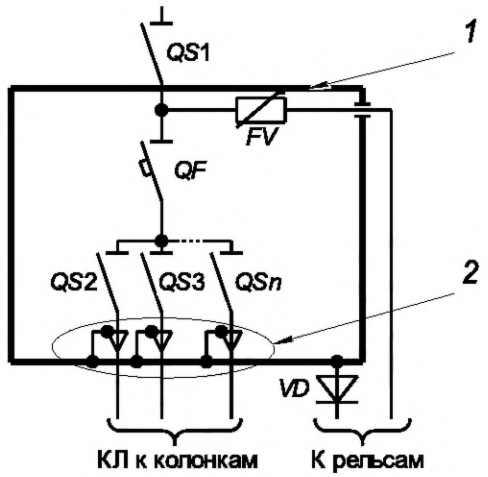
6.1.12 Заземляющие проводники соединяют:

- на железнодорожных путях, не оборудованных рельсовыми цепями, и на железнодорожных путях, оборудованных однониточными рельсовыми цепями, — с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути;
- на железнодорожных путях, оборудованных двухниточными рельсовыми цепями, — со средней точкой дроссель-трансформатора.

6.2 Пункты подключения пассажирских вагонов

6.2.1 Заземление пунктов подключения пассажирских вагонов выполняют по схеме, показанной на рисунке 7. Корпуса всего оборудования напряжением свыше 1000 В соединяют с заземляющими проводниками.

Экраны кабелей к колонкам со стороны пункта подключения пассажирских вагонов соединяют с корпусом пункта наглухо. Экраны кабелей на всем протяжении кабеля и на его противоположном конце не заземляют.



1 — корпус; *2* — концевые муфты кабелей и соединения брони или экранов кабелей с корпусом; *QS*1 — разъединитель для подключения к контактной сети или питающей линии; *QS*2 — *QSn* — разъединитель(и); *QF* — автоматический выключатель; *FV* — ограничитель перенапряжений; *VD* — диодный заземлитель; КЛ — кабельная(ые) линия(и) к колонкам

Рисунок 7 — Схема заземления пункта подключения пассажирских вагонов

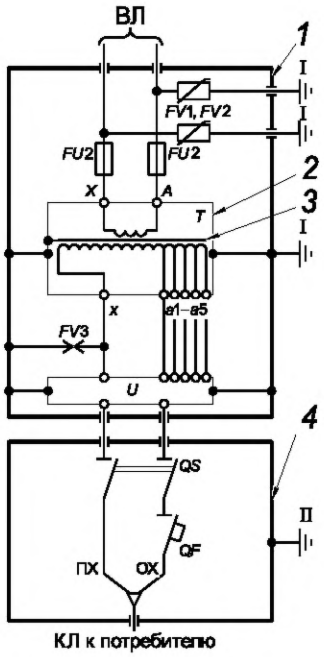
6.2.2 Заземляющие проводники, требования к количеству, материалу и сечению которых аналогичны указанным в 6.1.6 и 6.1.7, подключают через диодный заземлитель (*VD* на рисунке 6) к ближайшей токоотводящей рельсовой нити железнодорожных путей отстоя или к тяговой рельсовой сети аналогично указанному в 6.1.12.

7 Трансформаторные подстанции

7.1 Заземление выполняют:

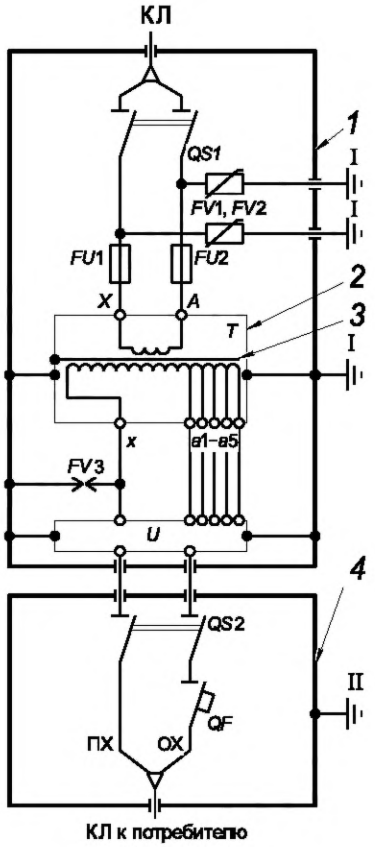
- подстанций с воздушным вводом и однофазным трансформатором — по схеме, показанной на рисунке 8;
- подстанций с кабельным вводом и однофазным трансформатором — по схеме, показанной на рисунке 9;
- подстанций с воздушным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления TN — по схеме, показанной на рисунке 10;
- подстанций с воздушным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления IT — по схеме, показанной на рисунке 11;
- подстанций с кабельным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления TN — по схеме, показанной на рисунке 12;
- подстанций с кабельным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления IT — по схеме, показанной на рисунке 13.

Примечание — Рисунки 8—13 предназначены исключительно для иллюстрирования требований к заземлению. Расположение разъединителей и ограничителей перенапряжений на стороне напряжением свыше 1000 В, количество, конструктивное исполнение (воздушное или кабельное), число фаз отходящих линий электропередачи напряжением до 1000 В, тип защитных аппаратов со стороны напряжением как до, так и свыше 1000 В (предохранители, выключатели или автоматические выключатели) определяются проектом электрической сети и на рисунках показаны условно.



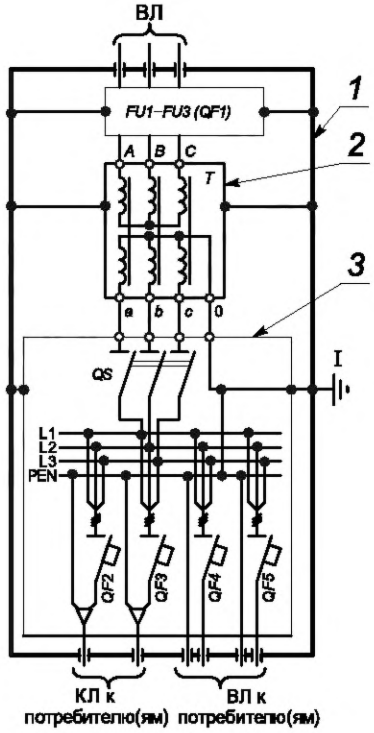
1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — экран между обмотками сухого трансформатора; *4* — корпус кабельного ящика; ВЛ — воздушная линия электропередачи; КЛ — кабельная линия электропередачи; ОХ, ПХ — выводы кабельного ящика; *A*, *X*, *a*1—*a*5, *x* — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1, *FU*2 — предохранители; *FV*1; *FV*2 — ограничители перенапряжений; *FV*3 — искровой промежуток; *QF* — автоматический выключатель на напряжение до 1000 В; *QS* — рубильник; *T* — силовой трансформатор; *U* — блок автоматического регулирования напряжения (при наличии в составе конструкции подстанции); I, II — точки соединения с заземляющим(и) устройством(ами) — см. 7.3 и 7.4 (заземление точки II выполняют только у подстанций с металлическим кабельным ящиком)

Рисунок 8 — Схема заземления трансформаторной подстанции с воздушным вводом и однофазным трансформатором



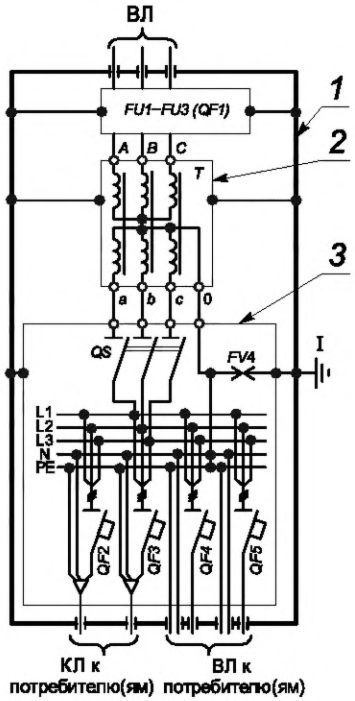
1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — экран между обмотками сухого трансформатора; *4* — корпус кабельного ящика; КЛ — кабельная линия электропередачи; ОХ, ПХ — выводы кабельного ящика; *A*, *X*, *a*1—*a*5, *x* — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1, *FU*2 — предохранители; *FV*1, *FV*2 — ограничители перенапряжений; *FV*3 — искровой промежуток; *QF* — автоматический выключатель на напряжение до 1000 В; *QS*1 — разъединитель для подключения к линии электропередачи автоблокировки или продольного электроснабжения; *QS*2 — рубильник; *T* — силовой трансформатор; *U* — блок автоматического регулирования напряжения (при наличии в составе конструкции подстанции); I, II — точки соединения с заземляющим(и) устройством(ами) — см. 7.3 и 7.4 (заземление точки II выполняют только у подстанций с металлическим кабельным ящиком)

Рисунок 9 — Схема заземления трансформаторной подстанции с кабельным вводом и однофазным трансформатором



1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — корпус распределительного устройства напряжением до 1000 В; ВЛ — воздушная линия электропередачи; КЛ — кабельная линия электропередачи; *A*, *B*, *C*, *a*, *b*, *c*, 0 — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1—*FU*3 (*QF*1) — предохранители или выключатель; L1—L3 — фазы сети напряжением до 1000 В; PEN — совмещенный защитный и нейтральный проводник сети напряжением до 1000 В; *QF*2—*QF*5 — автоматические выключатели на напряжение до 1000 В; *QS* — рубильник; *T* — силовой трансформатор; I — точка соединения с заземляющим устройством — см. 7.3

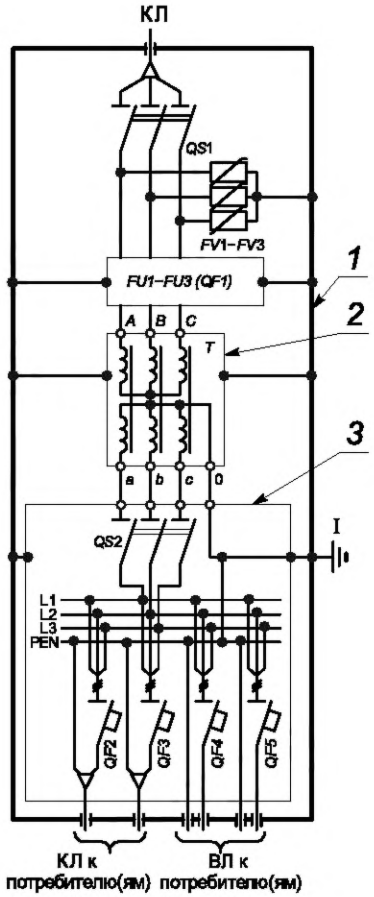
Рисунок 10 — Схема заземления трансформаторной подстанции с воздушным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления TN



Примечание — Условия разделения или совмещения PE- и N-проводников — по 10.1.1.

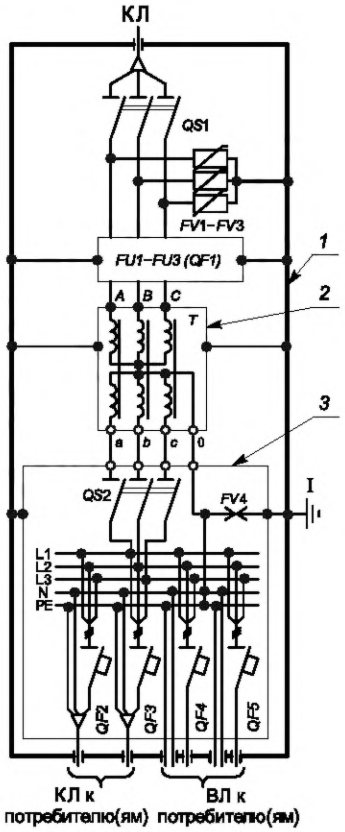
1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — корпус распределительного устройства напряжением до 1000 В; ВЛ — воздушная линия электропередачи; КЛ — кабельная линия электропередачи; *A*, *B*, *C*, *a*, *b*, *c*, 0 — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1—*FU*3 (*QF*1) — предохранители или выключатель; *FV*4 — искровой промежуток; L1—L3 — фазы сети напряжением до 1000 В; N — нейтральный проводник сети напряжением до 1000 В; PE — защитный проводник сети напряжением до 1000 В; *QF*2—*QF*5 — автоматические выключатели на напряжение до 1000 В; *QS* — рубильник; *T* — силовой трансформатор; I — точка соединения с заземляющим устройством — см. 7.3

Рисунок 11 — Схема заземления трансформаторной подстанции с воздушным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления IT



1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — корпус распределительного устройства напряжением до 1000 В; ВЛ — воздушная линия электропередачи; КЛ — кабельная линия электропередачи; *A*, *B*, *C*, *a*, *b*, *c*, 0 — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1—*FU*3 (*QF*1) — предохранители или выключатель; *FV*1—*FV*3 — ограничители перенапряжений; L1—L3 — фазы сети напряжением до 1000 В; PEN — совмещенный защитный и нейтральный проводник сети напряжением до 1000 В; *QF*2—*QF*5 — автоматические выключатели на напряжение до 1000 В; *QS*1 — разъединитель для подключения к линии электропередачи автоблокировки или продольного электроснабжения; *QS*2 — рубильник; *T* — силовой трансформатор; I — точка соединения с заземляющим устройством — см. 7.3

Рисунок 12 — Схема заземления трансформаторной подстанции с кабельным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления TN



Примечание — Условия разделения или совмещения PE- и N-проводников — по 10.1.1.

1 — корпус или рама подстанции; *2* — бак масляного или корпус сухого силового трансформатора; *3* — корпус распределительного устройства напряжением до 1000 В; ВЛ — воздушная линия электропередачи; КЛ — кабельная линия электропередачи; *A*, *B*, *C*, *a*, *b*, *c*, 0 — выводы обмоток трансформатора *T*; *FU*1—*FU*3 (*QF*1) — предохранители или выключатель; *FV*1—*FV*3 — ограничители перенапряжений; *FV*4 — искровой промежуток; L1—L3 — фазы сети напряжением до 1000 В; N — нейтральный проводник сети напряжением до 1000 В; PE — защитный проводник сети напряжением до 1000 В; *QF*2—*QF*5 — автоматические выключатели на напряжение до 1000 В; *QS*1 — разъединитель для подключения к линии электропередачи автоблокировки или продольного электроснабжения; *QS*2 — рубильник; *T* — силовой трансформатор; I — точка соединения с заземляющим устройством — см. 7.3

Рисунок 13 — Схема заземления трансформаторной подстанции с кабельным вводом и трехфазным трансформатором сети с режимом рабочих проводников и заземления IT

7.2 Заземляющее устройство подстанции выполняют таким образом, чтобы его сопротивление было не более:

- в однофазных сетях напряжением 220 В при мощности трансформатора до 10 кВ·А — 10 Ом, при мощности трансформатора свыше 10 кВ·А — 4 Ом;
- в трехфазных сетях при мощности трансформатора свыше 10 кВ·А: при линейном напряжении 220 В — 8 Ом, при линейном напряжении 380 В — 4 Ом.

При удельном сопротивлении грунта ρ более 100 Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01ρ раз, но не более десятикратного значения.

Заземляющее устройство с тяговой рельсовой сетью не соединяют.

Металлические оболочки и броню кабелей, заходящих в здание подстанции, с заземляющим устройством и заземляющими проводниками не соединяют.

7.3 У всех подстанций, кроме предназначенных для основного или резервного электроснабжения релейных шкафов, с заземляющим устройством, указанным в 7.2, соединяют точки I и II.

Примечание — Здесь и далее в настоящем подразделе обозначения точек — по рисункам 8—13.

Заземляющие проводники выполняют из круглого стального проката диаметром не менее 12 мм или полосовой стали шириной не менее 30 мм и толщиной не менее 4 мм. Радиус изгиба заземляющих проводников должен быть не менее 150 мм. Заземляющие проводники прокладывают открыто по по-

верхности грунта и электрически изолируют от нее. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

7.4 У подстанций, предназначенных для основного или резервного электроснабжения релейных шкафов:

- предусматривают два заземляющих устройства, удовлетворяющих требованиям 7.2, — одно для оборудования напряжением свыше 1000 В, второе — для оборудования напряжением до 1000 В. Расстояние между этими заземляющими устройствами, а также между заземляющим устройством на напряжение свыше 1000 В и ближайшим рельсом электрифицированного и (или) оборудованного рельсовыми цепями железнодорожного пути должны быть не менее 10 м. Заземляющие проводники элементов оборудования напряжением свыше 1000 В с заземляющими проводниками элементов оборудования напряжением до 1000 В не соединяют;
- с заземляющим устройством на напряжение свыше 1000 В соединяют точку I;
- с заземляющим устройством на напряжение до 1000 В соединяют точку II;
- заземляющие проводники ограничителей перенапряжений напряжением свыше 1000 В с корпусом или рамой подстанции не соединяют. В остальном требования к заземляющим проводникам аналогичны указанным в 7.3;
- у мачтовых подстанций корпусы или рамы и металлические кабельные ящики электрически изолируют от поверхности бетона железобетонных и металла металлических стоек, на которых они установлены. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

7.5 Расположенные на опорах контактной сети разъединители, через которые подстанции подключены к линиям электропередачи, электрически изолируют от опоры и не заземляют. В тягах таких разъединителей предусматривают изолирующую вставку. Вставка должна располагаться на расстоянии от поверхности грунта не менее 3 м. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм. Приводы разъединителей заземляют в порядке, аналогичном указанному в 8.1.7 и 8.3.2.

7.6 Расположенные на самостоятельных опорах разъединители, через которые подстанции подключены к линиям электропередачи, и приводы этих разъединителей соединяют:

- если самостоятельная опора расположена на расстоянии до 10 м от подстанции или входит в состав ее конструкции, то с заземляющим устройством подстанции, выполняемым в соответствии с 7.2;
- если самостоятельная опора расположена на расстоянии более 10 м от подстанции, то с индивидуальным заземляющим устройством, сопротивление которого должно быть не более:

10 Ом ..... при удельном сопротивлении земли до 100 Ом·м;
15 Ом .....»..... от 100 до 150 Ом·м;
20 Ом .....»..... от 150 до 1000 Ом·м;
30 Ом .....»..... свыше 1000 Ом·м.

8 Контактная сеть

8.1 Общие требования

8.1.1 Предусматривают электрическую изоляцию:

а) у всех опор:

1) между стойкой и фундаментом;
2) между оттяжкой и металлическими деталями анкера;
3) между поверхностью бетона железобетонной и металла металлической стойки и узлами крепления к ней кронштейнов приводов разъединителей;
4) между поверхностью бетона железобетонной и металла металлической стойки и узлами крепления к ней кронштейнов разъединителей, указанных в 7.5;

б) у железобетонных опор — между поверхностью бетона стойки и узлами крепления к ней консолей, кронштейнов, фиксаторов, их тяг и подкосов, оттяжек и арматуры изоляторов, на которых подвешены или закреплены фиксирующие тросы, провода тяговой сети, линий электропередачи, направляющие провода поездной радиосвязи или кабели волоконно-оптических линий передачи.

Для выполнения электрической изоляции применяют:

- при креплении на закладных деталях — изолирующие детали по ГОСТ 19330—2013 (пункт 5.2.1);
- в прочих случаях — прокладки из полиэтилена по ГОСТ 16338 и (или) прокладки или шайбы из стеклотекстолита по ГОСТ 12652.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

Схемы, иллюстрирующие требования к заземлению контактной сети, приведены в приложении А.

8.1.2 На каждой опоре предусматривают:

- основной заземляющий проводник (во всех случаях);
- дополнительный(ые) заземляющий(ие) проводник(и) (в случаях, указанных в 8.1.7 и 8.1.8).

8.1.3 У железобетонных опор предусматривают электрическое соединение с основным заземляющим проводником (непосредственно или через узел крепления) консолей, фиксаторов, кронштейнов (за исключением кронштейнов приводов разъединителей), их тяг и подкосов, оттяжек и арматуры изоляторов, на которых подвешены или закреплены фиксирующие тросы, провода тяговой сети, линий электропередачи, направляющие провода поездной радиосвязи или кабели волоконно-оптических линий передачи.

8.1.4 У металлических опор предусматривают электрическое соединение с металлом стойки (непосредственно или через узел крепления):

- консолей, фиксаторов, кронштейнов (за исключением кронштейнов приводов разъединителей), их тяг и подкосов, оттяжек и арматуры изоляторов, на которых подвешены или закреплены фиксирующие тросы, провода тяговой сети, линий электропередачи, направляющие провода поездной радиосвязи или кабели волоконно-оптических линий передачи;
- основного заземляющего проводника.

8.1.5 У жестких поперечин предусматривают:

- у опоры (у двухстоечных опор — у одной из стоек) с одной стороны жесткой поперечины в дополнение к указанному в 8.1.3 и 8.1.4 электрическое соединение ригеля с основным заземляющим проводником железобетонной стойки или металлом металлической стойки. Это электрическое соединение может выполняться непосредственно, через узел крепления к стойке и (или) через опорный столик. Если на опоре с одной из сторон жесткой поперечины установлен разъединитель или ограничитель перенапряжений контактной сети, то ригель заземляют на этой опоре;
- у опор(ы) с другой стороны жесткой поперечины основной заземляющий проводник только если это необходимо для заземления объектов, указанных в 8.1.3 и 8.1.4.

8.1.6 У гибких поперечин с изолированными от опор поперечно-несущими и верхними фиксирующими тросами заземляют обе опоры.

У гибких поперечин с неизолированными от опор поперечно-несущими и верхними фиксирующими тросами заземляют опору только с одной стороны поперечины. Заземлять такие гибкие поперечины с двух сторон не допускается.

8.1.7 Приводы разъединителей, кронштейны, на которых они установлены, и подлежащие заземлению выводы ограничителей перенапряжений тяговой сети и воздушных линий электропередачи напряжением свыше 1000 В с основным заземляющим проводником не соединяют.

Для заземления каждого ручного или двигательного привода разъединителя и подлежащего заземлению вывода ограничителя перенапряжений предусматривают по два дополнительных заземляющих проводника.

8.1.8 Для аппаратуры, связанной с направляющим проводом поездной радиосвязи, в дополнение к основному и дополнительным заземляющим проводникам, выполняемым по 8.1.3—8.1.7 соответственно, предусматривают еще один дополнительный заземляющий проводник.

8.1.9 В тяге каждого разъединителя предусматривают изолирующую вставку. Вставка должна располагаться на расстоянии от поверхности грунта не менее 3 м. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

8.1.10 Оболочку и броню кабеля дистанционного управления разъединителями с корпусом привода и его кронштейном не соединяют.

8.2 Заземляющие проводники

Основной и дополнительный(ые) заземляющий(ие) проводник(и) выполняют из круглого стального проката диаметром не менее 12 мм по ГОСТ 2590 или из стального каната по ГОСТ 3064.

Основной и дополнительный(ые) заземляющий(ие) проводник(и) электрически изолируют от поверхности бетона или металла стоек и фундаментов опор и элементов конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а на участках, оборудованных однониточными рельсовыми цепями, — еще и от сигнального рельса железнодорожного пути. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

8.3 Соединение заземляющих проводников с тяговой рельсовой сетью

8.3.1 Основные заземляющие проводники соединяют с рельсом с соблюдением следующих требований:

- у опор, имеющих сопротивление до 10 кОм, — через искровой промежуток;
- у опор, имеющих сопротивление свыше 10 кОм, — наглухо.

8.3.2 Выполняемые по 8.1.7 дополнительные заземляющие проводники приводов разъединителей, кронштейнов, на которых они установлены, и подлежащих заземлению выводов ограничителей перенапряжений соединяют наглухо по одному из следующих вариантов:

- независимо от вида рельсовых цепей — со средней точкой путевых дроссель-трансформаторов;
- при однониточных рельсовых цепях — с ближайшим тяговым рельсом;
- при двухниточных рельсовых цепях — с ближайшим рельсом (у заземляющих проводников разрядников и ограничителей перенапряжений на перегонах — если расстояние до ближайшего путевого дроссель-трансформатора составляет не менее 200 м, во всех остальных случаях — независимо от расстояния);
- при бесстыковых рельсовых цепях — с ближайшим рельсом (если расстояние до точки подключения аппаратуры рельсовой цепи составляет не менее 100 м, а до точки подключения других видов аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики — не менее 200 м).

Точки подключения двойных дополнительных заземляющих проводников к рельсу должны располагаться в одном и том же шпальном ящике на расстоянии не более 200 мм друг от друга.

8.3.3 Выполняемые по 8.1.8 дополнительные заземляющие проводники аппаратуры, связанной с направляющим проводом поездной радиосвязи, как правило, соединяют не с тяговой рельсовой сетью, а с индивидуальным заземляющим устройством. Исключение составляют районы вечной мерзлоты и скального грунта, где допускается соединять эти проводники не с индивидуальным заземляющим устройством, а с тяговой рельсовой сетью наглухо.

8.3.4 Искровые промежутки и диодные заземлители располагают таким образом, чтобы:

- расстояние от нижнего вывода искрового промежутка или диодного заземлителя до поверхности грунта составляло в общедоступных местах не менее 2,5 м, а в местах, не являющихся общедоступными, — не менее 0,5 м для искровых промежутков, не менее 1,5 м для диодных заземлителей;
- заземляющий проводник по всей длине между местом его подключения к рельсу или средней точке дроссель-трансформатора и искровым промежутком или диодным заземлителем имел электрическую изоляцию, сопротивление которой не ниже 10 кОм.

8.3.5 При новом строительстве контактной сети групповое заземление не применяют, а при реконструкции — заменяют индивидуальным заземлением.

8.4 Искусственные сооружения

8.4.1 На мостах с ездой поверху и эстакадах, когда консоли, кронштейны, фиксаторы и (или) жесткие поперечины контактной сети установлены на опорах, требования к заземлению аналогичны указанным в 8.1.1—8.3.5.

8.4.2 На мостах с ездой понизу, участках сближения со зданиями и сооружениями, в тоннелях и галереях, когда консоли, кронштейны и (или) фиксаторы контактной сети закреплены на строительных конструкциях мостов, зданий, тоннелей или галерей, руководствуются требованиями 8.4.3—8.4.8.

8.4.3 В каждом опорном узле или узле подвеса контактной подвески и, при наличии, питающего или усиливающего проводов каждого из железнодорожных путей предусматривают основной заземляющий проводник, с которым соединяют заземляемые вставки всех изоляторов данного узла. Основные заземляющие проводники разных железнодорожных путей друг с другом не соединяют.

8.4.4 Кронштейны приводов разъединителей с основным заземляющим проводником не соединяют.

Для заземления каждого ручного или двигательного привода разъединителя предусматривают по два дополнительных заземляющих проводника.

Требования к электрической изоляции в тягах разъединителей аналогичны указанным в 8.1.9.

8.4.5 Требования к материалу и сечению основного и дополнительных заземляющих проводников аналогичны указанным в 8.2.

8.4.6 Основной и дополнительный(ые) заземляющий(ие) проводник(и) электрически изолируют от поверхности бетона или металла строительных конструкций и элементов конструкции верхнего строения железнодорожного пути, а на участках, оборудованных однониточными рельсовыми цепями, —

еще и от сигнального рельса железнодорожного пути. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10 кОм.

8.4.7 Основные и дополнительные заземляющие проводники соединяют:

- на железнодорожных путях, не оборудованных рельсовыми цепями или оборудованных двухниточными рельсовыми цепями, — с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути (основные заземляющие проводники — через диодный заземлитель, дополнительные заземляющие проводники — наглухо);
- на железнодорожных путях, оборудованных однониточными рельсовыми цепями, — с ближайшим тяговым рельсом электрифицированного железнодорожного пути (основные заземляющие проводники — через диодный заземлитель, дополнительные заземляющие проводники — наглухо).

8.4.8 Электрическое соединение заземляющих проводников с элементами сооружений, не указанными в 8.4.7, не допускается.

9 Питающие, отсасывающие и шунтирующие линии

9.1 Участки, выполненные проводами

9.1.1 К опорам контактной сети, по которым проложены также участки питающих, отсасывающих или шунтирующих линий, применяют требования раздела 8 без каких-либо дополнений.

9.1.2 Промежуточные опоры питающих, отсасывающих или шунтирующих линий, расположенные на расстоянии до 10 м от ближайшего рельса электрифицированного железнодорожного пути, заземляют аналогично опорам контактной сети как указано в разделе 8.

Промежуточные опоры питающих, отсасывающих или шунтирующих линий, расположенные на расстоянии более 10 м от ближайшего рельса электрифицированного железнодорожного пути, заземляют через искровой промежуток на провода отсасывающей линии. Требования к заземляющим проводникам, выполняемым в виде ответвлений от отсасывающей линии, аналогичны указанным в 8.2.

Промежуточные опоры, на которых закреплены провода только отсасывающей линии, не заземляют.

Электрическая изоляция отсасывающей линии по своим диэлектрическим характеристикам должна быть эквивалентна электрической изоляции питающих линий.

9.1.3 У металлических промежуточных опор, расположенных на расстоянии более 10 м от ближайшего рельса электрифицированного железнодорожного пути и удаленных от места соединения отсасывающей линии с тяговой рельсовой сетью более чем на 1 км, в дополнение к заземлению по 9.1.2 предусматривают горизонтальные заземлители по контуру фундамента опоры на глубине (0,3 ± 0,1) м и на расстоянии (1,0 ± 0,2) м от него.

9.1.4 Концевые опоры питающих линий со стороны железнодорожных путей заземляют индивидуально аналогично опорам контактной сети как указано в разделе 8.

9.1.5 Концевые опоры питающих линий со стороны тяговой подстанции соединяют с заземляющим устройством тяговой подстанции через реле земляной защиты, действующее на включение короткозамыкателя тяговой подстанции.

Концевые опоры питающих линий со стороны линейного устройства системы тягового электроснабжения соединяют с его заземляющими проводниками наглухо.

9.1.6 Для заземления металлических нетоковедущих частей разъединителей и ограничителей перенапряжений, установленных на опорах питающих, отсасывающих и шунтирующих линий, расположенных на расстоянии более 10 м от ближайшего рельса электрифицированного железнодорожного пути, предусматривают индивидуальные заземляющие устройства. Эти заземляющие устройства должны быть выполнены так, чтобы их сопротивление было не более 3 Ом.

9.2 Участки, выполненные кабелями

9.2.1 У выполненных кабелями на всем протяжении питающих линий тяговых подстанций:

- экраны кабелей со стороны тяговой подстанции заземляют на отсасывающую линию;
- экраны кабелей на всем протяжении питающей линии и на ее противоположном конце не заземляют. Сопротивление изоляции между экраном кабеля, броней кабеля и тяговой рельсовой сетью, а также всеми электрически не изолированными от тяговой рельсовой сети кабельными конструкциями должно быть не менее 500 кОм.

9.2.2 У выполненных кабелями не на всем протяжении питающих линий тяговых подстанций:

а) экраны кабелей участка, начинающегося на тяговой подстанции, заземляют аналогично указанному в 9.2.1;

б) экраны кабелей участков, отделенных от начинающегося на тяговой подстанции воздушной линией:

1) с одного из концов кабельного участка соединяют через искровые промежутки (по одному на каждый из параллельно проложенных кабелей) с тяговой рельсовой сетью, а на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средней точкой путевого дроссель-трансформатора;

2) на всем протяжении кабеля и на его противоположном конце не заземляют. Сопротивление изоляции между экраном кабеля, броней кабеля и тяговой рельсовой сетью, а также всеми электрически не изолированными от тяговой рельсовой сети кабельными конструкциями должно быть не менее 500 кОм.

9.2.3 У отсасывающих линий тяговых подстанций экраны кабелей на всем протяжении линии или ее отдельных участков и на обоих ее концах не заземляют. Сопротивление изоляции между экраном кабеля, броней кабеля и тяговой рельсовой сетью, а также всеми электрически не изолированными от тяговой рельсовой сети кабельными конструкциями должно быть не менее 500 кОм.

9.2.4 У шунтирующих линий, выполненных кабелями на всем протяжении:

- экраны кабелей с одного из концов линии соединяют через искровые промежутки (по одному на каждый из параллельно проложенных кабелей) с тяговой рельсовой сетью, а на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средней точкой путевого дроссель-трансформатора;

- экраны кабелей на всем протяжении линии и на ее противоположном конце не заземляют. Сопротивление изоляции между экраном кабеля, броней кабеля и тяговой рельсовой сетью, а также всеми электрически не изолированными от тяговой рельсовой сети кабельными конструкциями должно быть не менее 500 кОм.

9.2.5 У шунтирующих линий, выполненных кабелями не на всем протяжении:

- экраны кабелей с одного из концов кабельного участка соединяют через искровые промежутки (по одному на каждый из параллельно проложенных кабелей) с тяговой рельсовую сетью, а на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средней точкой путевого дроссель-трансформатора;

- экраны кабелей на всем протяжении кабеля и на его противоположном конце не заземляют. Сопротивление изоляции между экраном кабеля, броней кабеля и тяговой рельсовой сетью, а также всеми электрически не изолированными от тяговой рельсовой сети кабельными конструкциями должно быть не менее 500 кОм.

10 Электрические сети, предназначенные для электроснабжения нетяговых потребителей

10.1 Режим рабочих проводников и заземления сетей напряжением до 1000 В

Примечание — Требования 10.1—10.4 распространяются на электрические сети и линии электропередачи вне зависимости от характера подключенных к ним потребителей электроэнергии.

10.1.1 Режим рабочих проводников и заземления сетей напряжением до 1000 В выбирают по следующим правилам:

а) сети, получающие электроэнергию от однофазных трансформаторов, выполняют с режимом рабочих проводников и заземления IT во всех случаях;

б) сети, получающие электроэнергию от трехфазных трансформаторов, выполняют с режимом рабочих проводников и заземления IT, если в сети имеются:

1) воздушные линии электропередачи, подвешенные хотя бы на одной опоре, заземленной на рельсовую цепь частотой 50 Гц, или пересекающие железнодорожные пути, оборудованные такими рельсовыми цепями, или сближающиеся с такими железнодорожными путями на расстояние менее 2 м;

2) кабельные линии электропередачи или электропроводки, проложенные по жестким поперечинам контактной сети или порталам наружного освещения, заземленным на рельсовую цепь частотой 50 Гц;

в) сети с режимом рабочих проводников и заземления IT, предназначенные для питания светильников и прожекторов наружного освещения, расположенных на опорах или жестких поперечинах контактной сети, прожекторных мачтах или порталах освещения, выполняют с разделенными PE- и N-проводниками. Однофазные ответвления от таких сетей оборудуют устройствами защитного отключения, отключающими фазный и N-проводники при снижении сопротивления изоляции;

г) сети с режимом рабочих проводников и заземления IT, не удовлетворяющие условию, указанному в перечислении в), выполняют с совмещенными PEN-проводниками;

д) сети выполняют с режимом рабочих проводников и заземления TN и с совмещенными PEN-проводниками, если в сети нет ни одной воздушной линии электропередачи, кабельной линии электропередачи или электропроводки, удовлетворяющих условиям по перечислению б).

10.1.2 На железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, в случаях, указанных в 10.1.1, перечисление д), PEN-проводники сетей с режимом рабочих проводников и заземления TN заземляют в одной точке — на заземляющее устройство подстанции, в которой находятся питающие данную сеть трансформаторы. Заземление PEN-проводников в других частях сети не допускается.

10.2 Режим рабочих проводников и заземления сетей напряжением свыше 1000 В

Сети выполняют как электроустановки с изолированной нейтралью при емкостных токах замыкания на землю:

- в сетях напряжением до 20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры, а также во всех сетях напряжением 35 кВ — не более 10 А;
- в сетях напряжением свыше 1 до 20 кВ, не имеющих на воздушных линиях железобетонных и металлических опор, при напряжении свыше 1 до 6 кВ — не более 30 А; при напряжении 10 кВ — не более 20 А; при напряжении от 15 до 20 кВ — не более 15 А.

Работа сетей напряжением от 6 до 35 кВ без компенсации емкостного тока при его значениях, превышающих указанные выше, не допускается. При емкостных токах замыкания на землю более указанных выше предусматривают нейтралеобразующий трансформатор и заземление нейтрали сети через дугогасящий реактор или резистор.

10.3 Воздушные линии электропередачи

10.3.1 Самостоятельные железобетонные и металлические опоры воздушных линий электропередачи напряжением свыше 1000 В, расположенные вне зоны А (за исключением входящих в состав конструкции мачтовых трансформаторных подстанций), соединяют с индивидуальными заземляющими устройствами, сопротивление которых принимают по таблице 1, но не более:

- для линий электропередачи автоблокировки и продольного электроснабжения — 10 Ом;
- для линий электропередачи прочего назначения — 30 Ом.

Требования к заземлению опор, входящих в состав конструкции мачтовых трансформаторных подстанций, — по разделу 7.

Таблица 1 — Сопротивление индивидуальных заземляющих устройств самостоятельных опор воздушных линий электропередачи

Населенная местность[1)]		Ненаселенная местность[2)]	
Эквивалентное удельное сопротивление земли ρ, Ом·м	Сопротивление заземляющего устройства, Ом, не более	Эквивалентное удельное сопротивление земли ρ, Ом·м	Сопротивление заземляющего устройства, Ом, не более
От 10 до 100 включ.	10	От 10 до 100 включ.	30
Св. 100 до 500 включ.	15		
Св. 500 до 1000 включ.	20	Св. 100	0,3ρ
Св. 1000 до 5000 включ.	30		
Св. 5000	0,006ρ		

Окончание таблицы 1

[1] Для линий электропередачи напряжением до 35 кВ. [2] Для линий электропередачи напряжением до 20 кВ. Примечания 1 Для линий электропередачи напряжением до 35 кВ сопротивление заземляющих устройств вне населенной местности принимают таким же, как для населенной местности. 2 Указанные значения сопротивления заземляющих устройств обеспечивают применением искусственных заземлителей без учета естественной проводимости подземных частей опор.

10.3.2 Для крепления защищенных проводов воздушных линий электропередачи к кронштейнам или элементам конструкции стоек опор используют изоляторы, характеристики которых выбирают по СП 226.1326000.2014 (пункт 5.2.7). Узлы крепления проводов и кронштейны со стойкой опоры и заземляющими проводниками не соединяют.

10.3.3 Самостоятельные железобетонные и металлические опоры воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В, расположенные вне зоны А, соединяют с индивидуальными заземляющими устройствами, сопротивление которых должно быть:

а) при режиме рабочих проводников и заземления IT:

1) для защитного заземления открытых проводящих частей электрооборудования, установленного на опоре, — не более допустимого, которое вычисляют согласно 10.3.4;

2) для защитного заземления металлических и железобетонных опор — не более 50 Ом;

3) для заземляющих устройств защиты от грозовых перенапряжений — не более 30 Ом;

б) при режиме рабочих проводников и заземления TN:

1) сопротивление открытых проводящих частей электрооборудования, установленного на опорах, при удельном сопротивлении земли ρ до 100 Ом·м — не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока, при этом общее сопротивление растекания всех заземлителей должно быть не более 5, 10 и 20 Ом, а при подключении к заземлителям нейтрали и трансформаторов или выводов источника однофазного тока — не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при тех же напряжениях;

2) при удельном сопротивлении земли ρ более 100 Ом·м — допускается увеличение указанных сопротивлений в 0,01ρ раз, но не более десятикратного;

3) для заземляющих устройств защиты от грозовых перенапряжений — не более 30 Ом.

10.3.4 Допустимое сопротивление заземляющих устройств опор воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В, расположенных вне зоны А, R, Ом, вычисляют по формуле

$$R = \frac{50}{I_з}, \tag{3}$$

где $I_з$ — полный ток замыкания на землю, А.

10.3.5 Самостоятельные железобетонные и металлические опоры воздушных линий электропередачи напряжением как до, так и свыше 1000 В, расположенные в зоне А, заземляют аналогично опорам контактной сети как указано в разделе 8.

10.3.6 Для крепления изолированной нулевой несущей жилы изолированных проводов к кронштейнам или элементам конструкции стоек опор используют изоляторы, характеристики которых выбирают по СП 226.1326000.2014 (пункт 5.2.7). Узлы крепления проводов и кронштейны со стойкой опоры и заземляющими проводниками не соединяют.

10.4 Светильники и прожекторы наружного освещения

10.4.1 Металлические корпуса светильников и прожекторов наружного освещения не заземляют и изолируют от частей конструкции опор контактной сети, питающих, отсасывающих и шунтирующих линий, ригелей жестких поперечин путем установки изоляционных траверс.

10.4.2 Корпуса светильников и прожекторов соединяют с PEN- или PE-проводником электрической сети, к которой подключен светильник или прожектор.

10.4.3 Прожекторные мачты и порталы наружного освещения, расположенные в зоне А, соединяют с тяговой рельсовой сетью. Требования к заземляющим проводникам и их соединению с тяговой рельсовой сетью аналогичны указанным в разделе 8.

Прожекторные мачты и порталы наружного освещения, расположенные полностью вне зоны А, соединяют с индивидуальными заземляющими устройствами и не соединяют с тяговой рельсовой сетью.

10.4.4 Для защиты электрических сетей, к которым подключены светильники и прожекторы, от коротких замыканий применяют автоматические выключатели, отключающие PEN-проводники одновременно с фазным(и) проводником(ами).

11 Искусственные сооружения, здания и прочие устройства

11.1 Искусственные сооружения

11.1.1 Металлические конструкции моста, путепровода или эстакады объединяют в единую электрическую цепь двумя биметаллическими проводами по ГОСТ 4775, каждый сечением не менее 95 мм^2.

Примечание — В настоящем подразделе определение «железнодорожный(ая)» при употреблении слов «мост», «путепровод» и «эстакада» для краткости не приводится.

11.1.2 Прокладываемые по мосту, путепроводу или эстакаде трубопроводы изолируют от металлоконструкций по всей длине прокладками из диэлектрического материала с пределом огнестойкости не менее REI 60 по ГОСТ 30247.0 толщиной не менее 15 мм.

Требования к прокладке по мосту, путепроводу или эстакаде кабелей — по СП 244.1326000.

11.1.3 В местах пересечения путепроводов и эстакад снизу контактными сетями трамвая или троллейбуса по всей длине пересекающего участка контактной сети между ней и пролетным строением путепровода предусматривают щит из диэлектрического материала толщиной не менее 50 мм, шириной не менее 1200 мм с бортами по краям, выступающими вниз на 200 мм. Щиты должны выступать за край конструкции путепровода или эстакады не менее чем на 250 мм.

11.1.4 Путепроводы при пересечении разных электрифицированных железнодорожных линий или ветвей, не имеющих электрической связи по тяговой рельсовой сети, соединяют с междупутной перемычкой, выполненной двумя параллельными проводами сечением по меди не менее 70 мм^2, подключаемую к тяговой рельсовой сети, а на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средними точками путевых или дополнительных дроссель-трансформаторов обеих пересекающихся железнодорожных линий или ветвей.

11.1.5 Для каждой единой электрической цепи, указанной в 11.1.1, предусматривают по два заземляющих проводника. Заземляющие проводники выполняют из круглого стального проката диаметром не менее 12 мм или полосовой стали шириной не менее 30 мм толщиной не менее 4 мм.

Контактные соединения заземляющих проводников между собой выполняют сваркой с длиной нахлеста не менее двойного наибольшего поперечного размера проводника, при этом сварочный шов должен быть выполнен по всему периметру нахлеста.

Контактные соединения располагают в местах, доступных для осмотра.

11.1.6 Заземляющие проводники прокладывают параллельно друг другу, открыто и изолируют от конструкции искусственного сооружения.

11.1.7 В разрыв заземляющих проводников включают соединенные последовательно искровые промежутки (по одному в каждый из двух заземляющих проводников) и диодный заземлитель.

11.1.8 Заземляющие проводники соединяют:

- на железнодорожных путях, не оборудованных рельсовыми цепями, — с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути;
- на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средней точкой путевого дроссель-трансформатора.

Соединение заземляющих проводников с какими-либо иными элементами сооружений не допускается.

11.1.9 У каждого из расположенных рядом однопутных мостов, путепроводов или эстакад для соединения, указанного в 11.1.8, используют рельс или путевой дроссель-трансформатор соответствующего железнодорожного пути. При этом:

- у многопролетных мостов, путепроводов или эстакад, не имеющих металлической связи между пролетными строениями одного и того же железнодорожного пути, последние объединяют двойными медными или сталемедными гибкими перемычками сечением по меди не менее 120 мм^2 каждая, которые крепят к металлическим конструкциям мостов, путепроводов или эстакад болтовым соединением с использованием высокопрочных болтокомплектов по ГОСТ 32484.1;

- пролетные строения мостов, путепроводов или эстакад разных железнодорожных путей друг с другом не соединяют.

У многопутных мостов для соединения, указанного в 11.1.8, используют рельс или путевой дроссель-трансформатор одного из железнодорожных путей.

11.2 Металлические конструкции зданий, пассажирских платформ, ограждений железнодорожных путей и акустических экранов

11.2.1 Металлические конструкции здания, пассажирской платформы, ограждения железнодорожных путей или акустического экрана (далее в настоящем подразделе — металлические конструкции), расположенные полностью или частично в зоне А и сближающиеся с железнодорожными путями, оборудованными рельсовыми цепями, электрически разделяют на секции, изолированные друг от друга таким образом, чтобы:

- длина одной секции была не более длины рельсовой цепи;
- места секционирования располагались в створе с изолирующими стыками.

В качестве электрической изоляции между смежными секциями применяют воздушный зазор шириной в свету не менее 200 мм. Секции не должны иметь металлической связи между собой, а также с рельсами, рельсовыми скреплениями и конструкциями, заземленными на рельс, за исключением заземляющих проводников, требования к материалу, сечению и прокладке которых аналогичны указанным в 11.1.5 и 11.1.6.

Металлические конструкции, относящиеся к одной и той же секции, объединяют в единую электрическую цепь двумя биметаллическими проводами, каждый сечением не менее 95 мм^2. Заземляющие проводники с металлическими конструкциями соединяют резьбовым соединением. Отверстия для резьбовых соединений выполняют таким образом, чтобы они не ослабляли сечение конструкций.

11.2.2 Металлические конструкции, расположенные полностью или частично в зоне А и не сближающиеся с железнодорожными путями, оборудованными рельсовыми цепями, не секционируют.

11.2.3 В разрыв заземляющих проводников включают соединенные последовательно искровые промежутки (по одному в каждый из двух заземляющих проводников) (во всех случаях) и диодный заземлитель (для заземляющих проводников металлических конструкций здания или пассажирской платформы — во всех случаях, для заземляющих проводников ограждения железнодорожных путей или акустического экрана — только если последние расположены в общедоступных местах).

11.2.4 Заземляющие проводники соединяют:

- на железнодорожных путях, не оборудованных рельсовыми цепями, — с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути;
- на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, — со средней точкой путевого дроссель-трансформатора.

Соединение заземляющих проводников с какими-либо иными элементами сооружений не допускается.

11.3 Напольные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи вне искусственных сооружений

11.3.1 Металлические нетоковедущие части напольных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, расположенных в зоне А, кроме указанных в 11.3.2, соединяют с тяговой рельсовой сетью.

11.3.2 Металлические нетоковедущие части карликовых светофоров, путевых коробок, кабельных муфт и электроприводов устройств заграждения переездов, тормозных упоров для закрепления составов и колесосбрасывающих башмаков с тяговой рельсовой сетью не соединяют и не заземляют.

11.3.3 Заземляющие проводники устройств, указанных в 11.3.1, выполняют с соблюдением следующих правил:

а) требования к заземляющим проводникам аналогичны указанным в 8.2;

б) на железнодорожных путях, не оборудованных рельсовыми цепями, заземляющие проводники соединяют с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути;

в) на железнодорожных путях, оборудованных рельсовыми цепями, заземляющие проводники соединяют:

1) если расстояние до ближайшего путевого дроссель-трансформатора более 40 м, то аналогично указанному в перечислении а);

2) если расстояние до ближайшего путевого дроссель-трансформатора до 40 м, то со средней точкой дроссель-трансформатора;

г) не допускается электрическое соединение:

1) заземляющих проводников с какими-либо иными элементами сооружений;

2) брони и (или) оболочки кабелей, заходящих в релейный шкафы и светофорные мачты, с металлическими конструкциями релейных шкафов и светофорных мачт.

11.3.4 В цепь заземляющего проводника металлических нетоковедущих частей расположенных в зоне А светофорных мачт, светофорных мостиков и консолей, металлических релейных и батарейных шкафов, а также шкафов коммутации, включают газоразрядный искровой промежуток.

Ригель светофорного мостика и лестницу соединяют с заземляющим проводником только со стороны расположения лестницы.

Металлические нетоковедущие части всех остальных напольных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи соединяют с ближайшим рельсом электрифицированного железнодорожного пути наглухо. При этом между конструкциями и фундаментами, а также между корпусами шкафов и стойками предусматривают изолирующие элементы.

11.3.5 Для каждого релейного шкафа, расположенного в зоне А и не имеющего глухого заземления на тяговую рельсовую сеть, предусматривают защитный проводник выравнивания потенциала, представляющий собой замкнутый горизонтальный заземлитель по контуру шкафа на глубине (0,3 ± 0,1) м и на расстоянии (0,8 ± 0,2) м от него. Корпус шкафа соединяют с защитным проводником выравнивания потенциала в двух местах. Сопротивление защитного проводника выравнивания потенциала относительно земли не нормируется.

Релейные шкафы, расположенные вне зоны А, на тяговую рельсовую сеть не заземляют и защитные проводники выравнивания потенциала не предусматривают.

11.4 Напольные устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи в искусственных сооружениях

11.4.1 На металлических мостах, путепроводах и эстакадах:

- металлические конструкции светофоров и релейных шкафов соединяют с металлическими конструкциями эстакады, путепровода или моста;
- применяют путевые дроссель-трансформаторы, путевые ящики и кабельные муфты с корпусами из диэлектрических материалов.

Требования к заземляющим проводникам и их соединению с тяговой рельсовой сетью аналогичны указанным в 11.3.3.

11.4.2 В тоннелях:

- металлические конструкции светофоров и релейных шкафов изолируют от металлических конструкций тоннеля и соединяют с рельсом наглухо;
- применяют путевые дроссель-трансформаторы, путевые ящики и кабельные муфты с корпусами из диэлектрических материалов.

Требования к заземляющим проводникам и их соединению с тяговой рельсовой сетью аналогичны указанным в 11.3.3.

11.5 Аппаратура направляющих линий поездной радиосвязи

Требования к заземлению аппаратуры направляющих линий поездной радиосвязи, расположенных на опорах контактной сети, питающих, отсасывающих и шунтирующих линий, — в соответствии с 8.1.8 и 8.3.3.

11.6 Воздухопроводы систем механизированной очистки стрелок и пневмопочты

11.6.1 Воздухопроводы открытой прокладки электрически разделяют на секции таким образом, чтобы:

- часть воздухопровода, расположенная внутри здания, была отделена от части, расположенной вне здания;
- часть воздухопровода, расположенная в зоне А, была отделена от части, расположенной вне зоны А.

Сопротивление изоляции между указанными выше секциями должно быть не менее 1 МОм.

11.6.2 Каждую из секций воздухопровода, расположенных в зоне А, соединяют со средней точкой путевого дроссель-трансформатора или с рельсом через соединенные последовательно искровой промежуток и диодный заземлитель.

11.6.3 Каждую из секций воздухопровода, расположенных вне зоны А, соединяют с заземляющим устройством того сооружения, частью которого является воздухопровод.

11.6.4 Трубы воздухопроводов не должны иметь металлической связи с тяговой рельсовой сетью, кроме указанной в 11.6.2.

Приложение А
(справочное)

Схемы, иллюстрирующие требования к заземлению контактной сети

Схемы, иллюстрирующие требования к заземлению контактной сети, показаны:

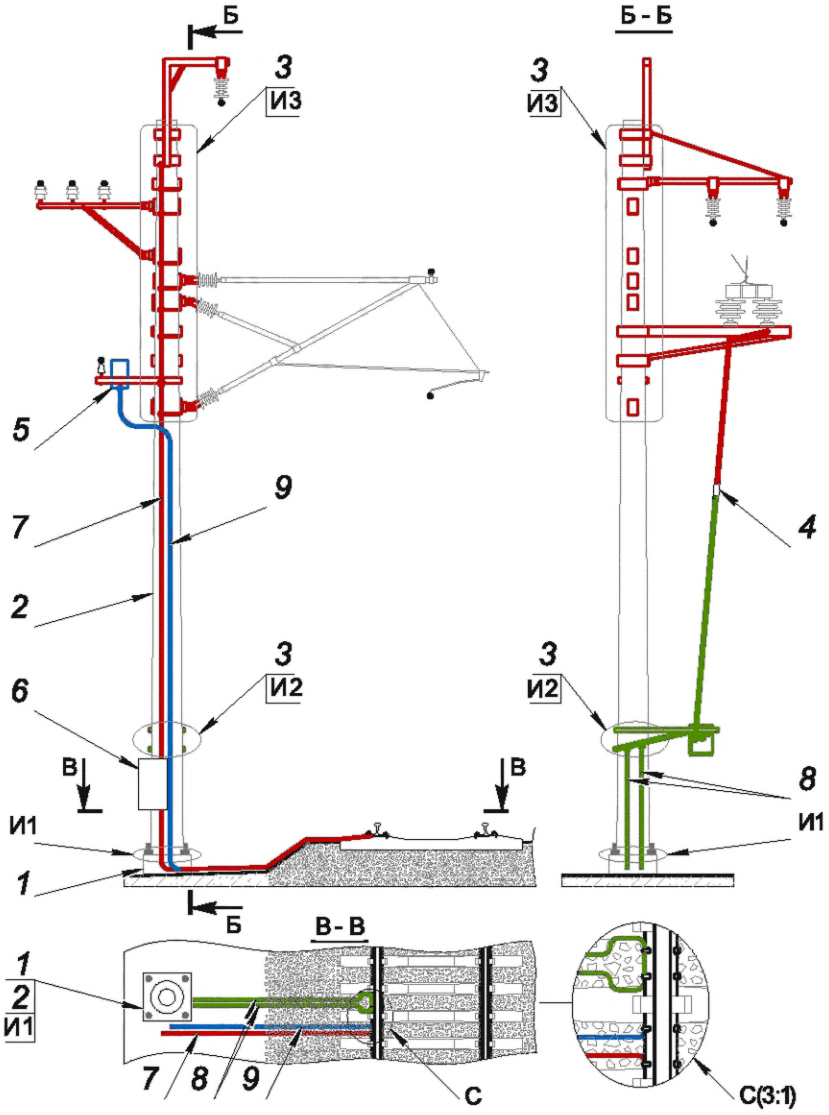
- железобетонных опор — на рисунках А.1 а) — г);
- металлических опор — на рисунках А.1 д) — и);
- контактной сети в тоннеле — на рисунке А.1 к).

Цветами на рисунках А.1 а) — к) выделены:

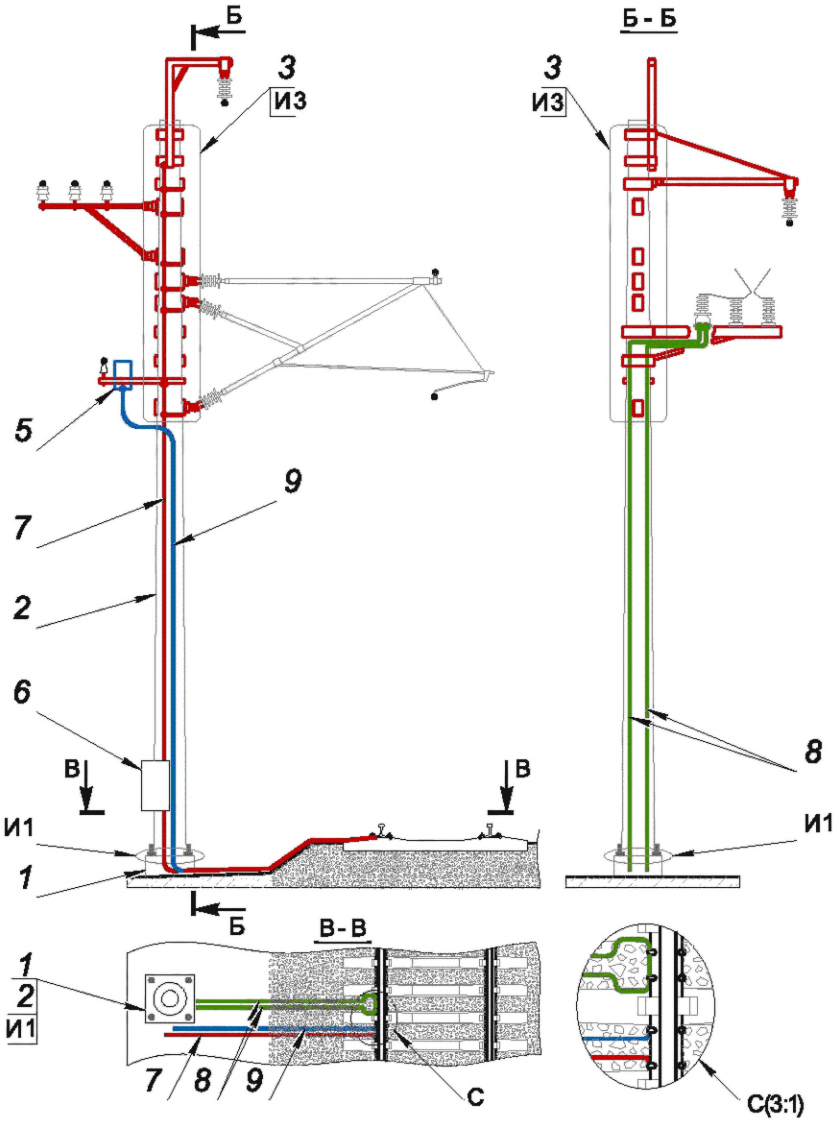
- красным — основные заземляющие проводники (см. 8.1.3—8.1.6 и 8.2) и соединяемые с ним элементы конструкций;
- зеленым — дополнительные заземляющие проводники (см. 8.1.7 и 8.2) и соединяемые с ним элементы конструкций;
- синим — дополнительные заземляющие проводники (см. 8.1.8 и 8.2) и соединяемые с ним элементы конструкций.

Все схемы настоящего приложения предназначены исключительно для иллюстрирования требований раздела 8 и не должны рассматриваться как предписания в части формы, размеров и взаимного расположения элементов конструкции контактной сети.

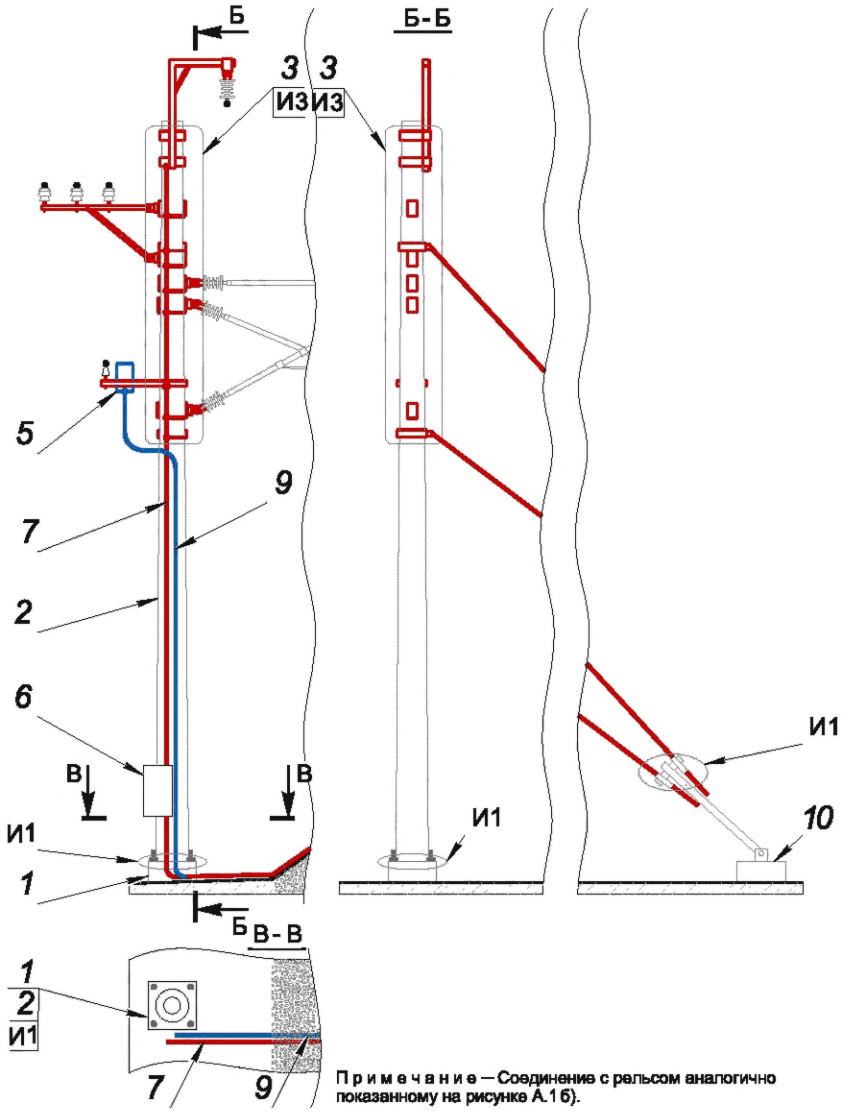
Дополнительные заземляющие проводники аппаратуры, связанной с направляющим проводом поездной радиосвязи (см. 8.1.8), на рисунках А.1 а) — и) условно показаны соединенными с тяговой рельсовой сетью. Конкретный вариант выбирают в соответствии с 8.3.3.



а) Железобетонная консольная опора с разъединителем

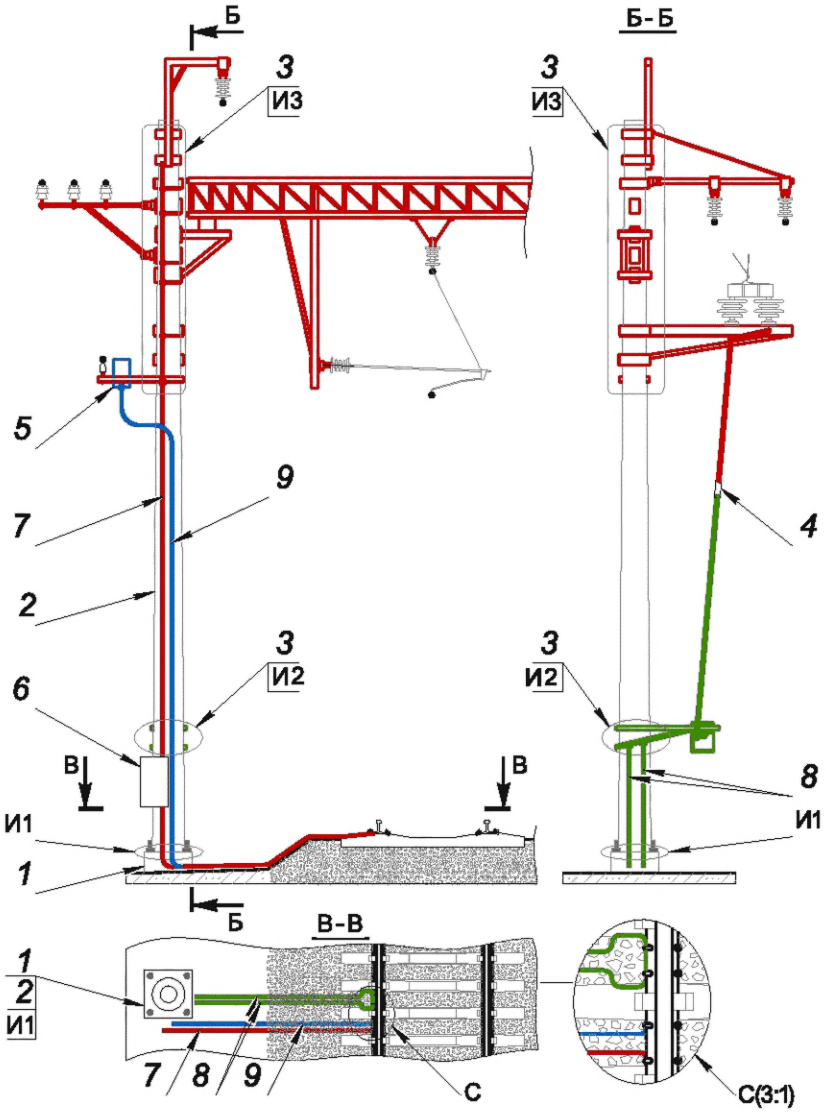


б) Железобетонная консольная опора с ограничителем перенапряжений

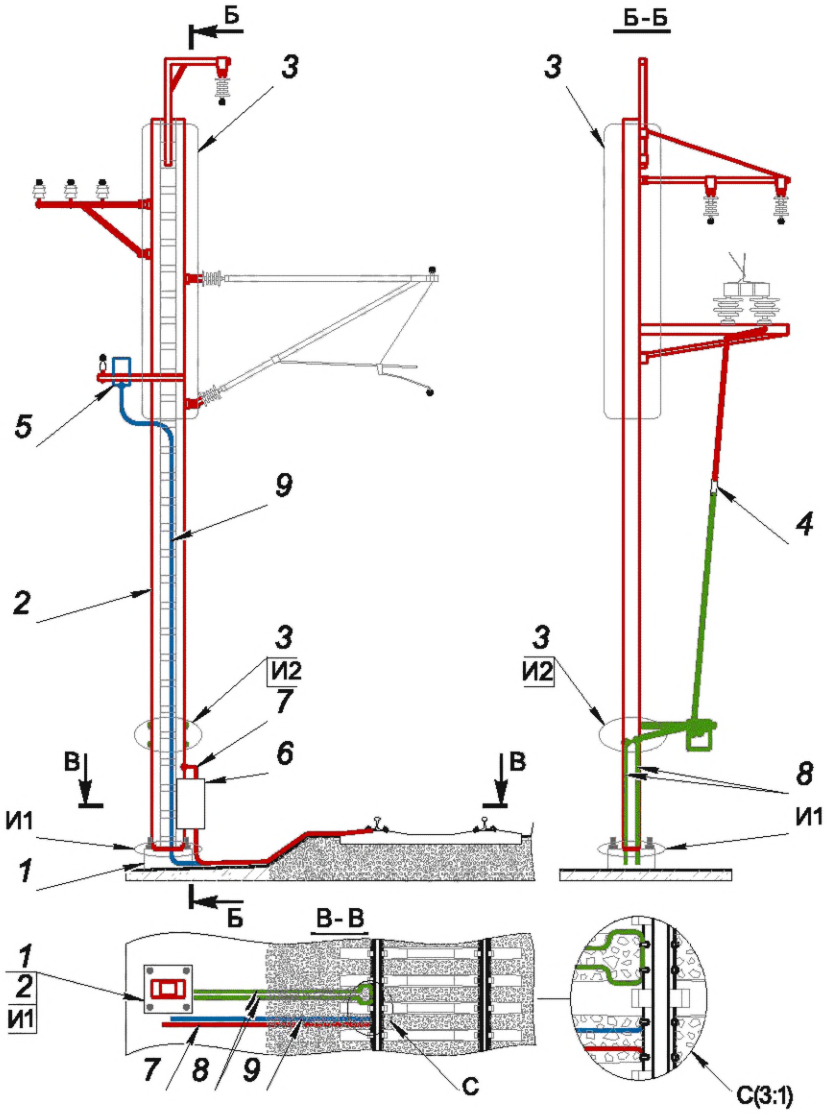


Примечание — Соединение с рельсом аналогично показанному на рисунке А.1 б).

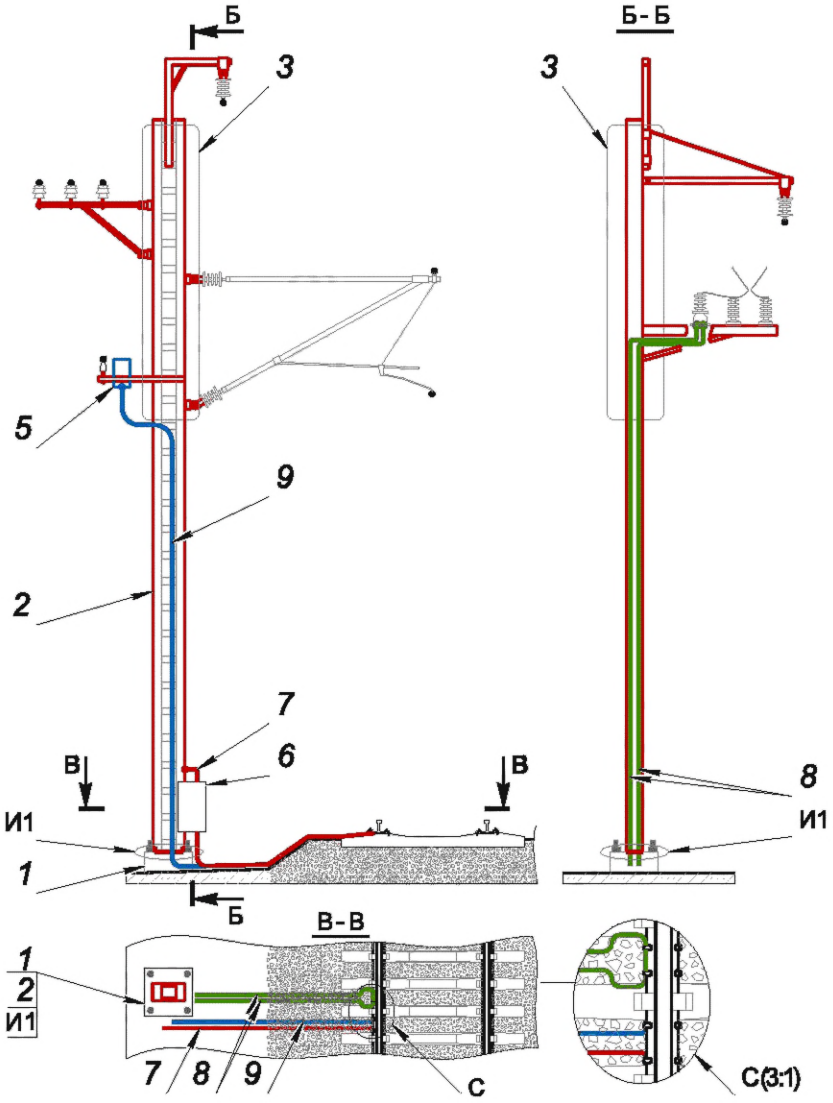
в) Железобетонная консольная опора с оттяжкой



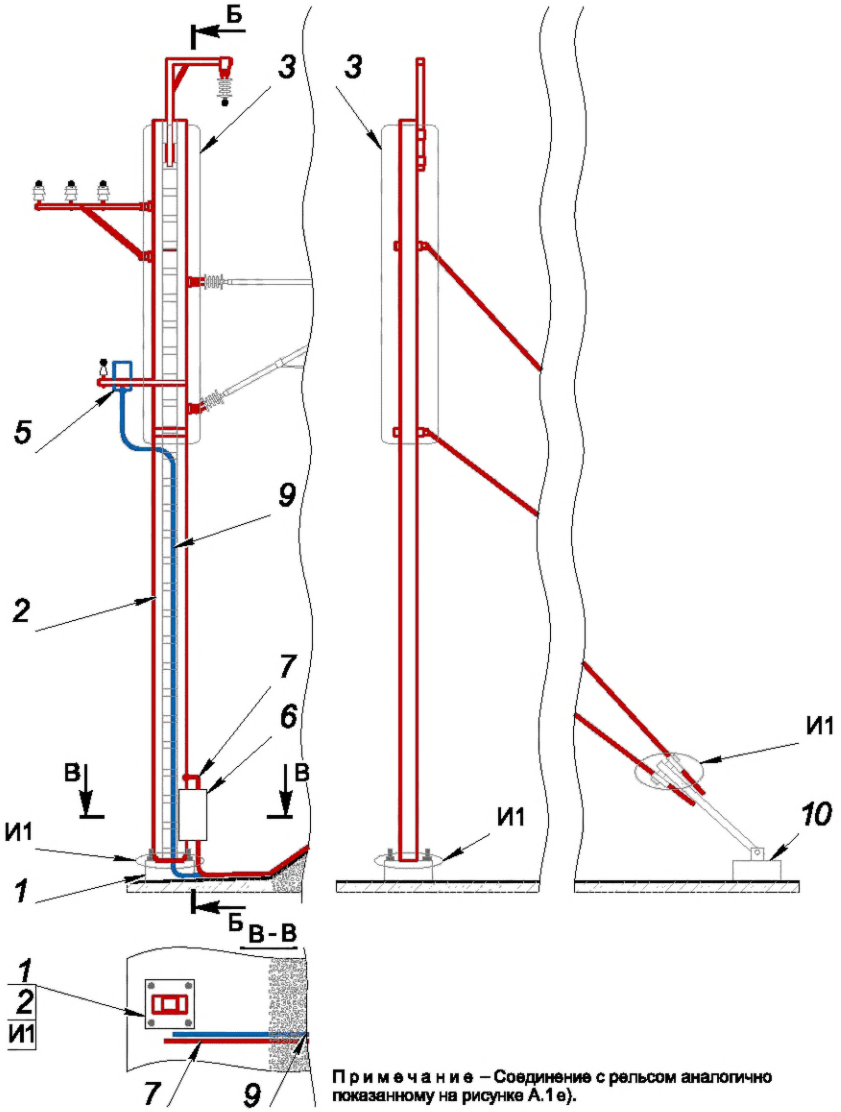
г) Железобетонная опора жесткой поперечины



д) Металлическая консольная опора с разъединителем

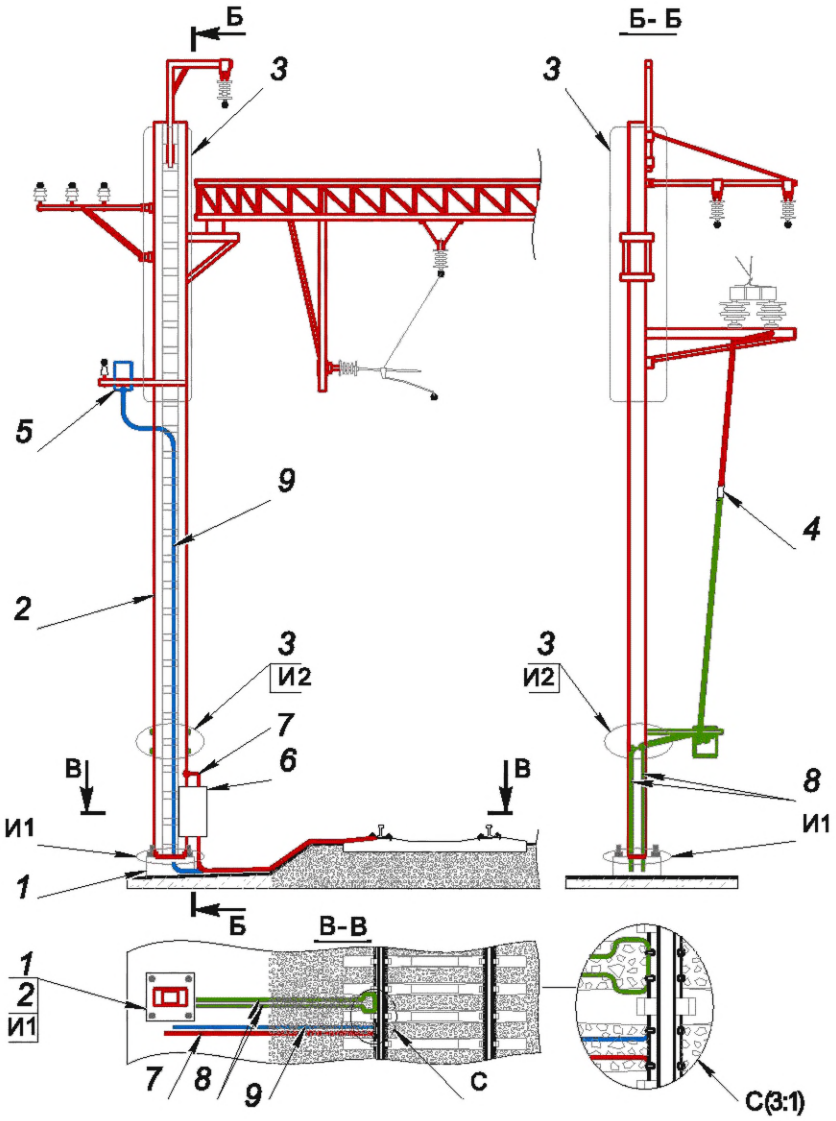


е) Металлическая консольная опора с ограничителем перенапряжений

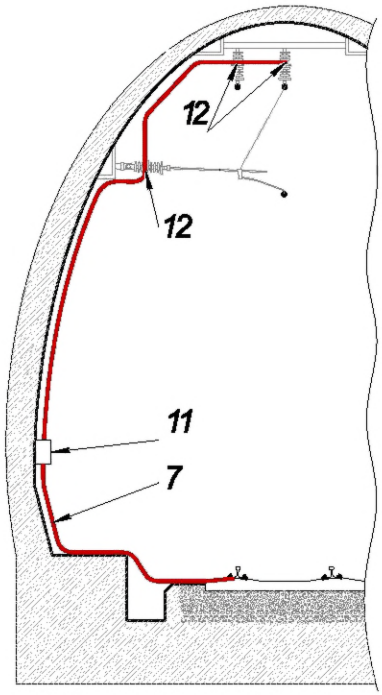


Примечание – Соединение с рельсом аналогично показанному на рисунке А.1е).

ж) Металлическая консольная опора с оттяжкой



и) Металлическая опора жесткой поперечины



к) Контактная сеть в тоннеле

1 — фундаменты опор; *2* — стойки опор; *3* — узлы крепления к стойке консолей, кронштейнов, фиксаторов, их тяг и подкосов, оттяжек, ригелей жестких поперечин и арматуры изоляторов, на которых подвешены или закреплены фиксирующие тросы, провода тяговой сети, линий электропередачи, направляющие провода поездной радиосвязи или кабели волоконно-оптических линий передачи; *4* — изолирующие вставки в тяге разъединителя; *5* — аппаратура, связанная с направляющим проводом поездной радиосвязи; *6* — место разрыва основного заземляющего проводника, в которое включаются искровой промежуток и (или) диодный заземлитель по 4.10 и 8.3.1; *7* — основные заземляющие проводники (см. 8.1.3—8.1.6 и 8.2); *8* — дополнительные заземляющие проводники (см. 8.1.7 и 8.2); *9* — дополнительные заземляющие проводники (см. 8.1.8 и 8.2); *10* — анкеры; *11* — место разрыва основного заземляющего проводника, в которое включается диодный заземлитель по 8.4.7; *12* — заземляемые вставки изоляторов; С — соединения заземляющих проводников с тяговой рельсовой сетью (см. 8.3); И1 — электрическая изоляция у всех опор между стойкой и фундаментом и между оттяжкой и металлическими деталями анкера [см. 8.1.1, перечисления а)1) и а)2)]; И2 — электрическая изоляция у всех опор между поверхностью бетона железобетонной и металла металлической стойки и узлами крепления к ней кронштейнов приводов разъединителей [см. 8.1.1, перечисление а)3)]; И3 — электрическая изоляция у железобетонных опор между поверхностью бетона стойки и узлами крепления к ней консолей, кронштейнов, фиксаторов, их тяг и подкосов, оттяжек и арматуры изоляторов, на которых подвешены или закреплены фиксирующие тросы, провода тяговой сети, линий электропередачи, направляющие провода поездной радиосвязи или кабели волоконно-оптических линий передачи [см. 8.1.1, перечисление б)]

Рисунок А.1 — Схемы, иллюстрирующие требования к заземлению контактной сети

Библиография

[1] Правила по охране труда при эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, утвержденные приказом Минтрудсоцзащиты России от 25 сентября 2020 г. № 652н

[2] Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденные приказом Минтранса России от 23 июня 2022 г. № 250

УДК 621.331.5:006.354 ОКС 29.280

Ключевые слова: электроустановка, система тягового железнодорожного электроснабжения, железнодорожная тяговая подстанция, железнодорожная контактная сеть, питающая линия, отсасывающая линия, шунтирующая линия, пост секционирования, пункт параллельного соединения, линия электропередачи, изолятор, ограничитель перенапряжений, поездная радиосвязь, искровой промежуток, диодный заземлитель, короткозамыкатель, искусственное сооружение, мост, путепровод, эстакада, железнодорожный путь, заземление, заземляющее устройство, заземляющий проводник, заземлитель, напряжение прикосновения

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 01.10.2025. Подписано в печать 15.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,35.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru