**Проект нормативного документа**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ**

**Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к эксплуатации.**

# Предисловие

1 ИСПОЛНИТЕЛИ - ОАО «НИИАТ», ООО «ПКТИ».

2 ВНЕСЕН

3 ПОДГОТОВЛЕН

4 УТВЕРЖДЕН

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН

# Введение

Настоящий стандарт разработан с учетом требований федеральных законов от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании", от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

Стандарт разработан ОАО «НИИАТ», ООО «ПКТИ» и согласован Общероссийским отраслевым объединением работодателей «Городской электрический транспорт».

# 1 Область применения

Настоящий Стандарт «Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к эксплуатации» (Стандарт) распространяется на тяговые подстанции, контактные и кабельные сети городского наземного электрического транспорта, находящиеся в эксплуатации, вне зависимости от организационно-правовой формы организации балансодержателя и эксплуатирующей организации.

# 2 Нормативные ссылки

ГОСТ Р 55647-2018. Провода контактные из меди и ее сплавов для электрифицированных железных дорог

ГОСТ 3062-80 Канат одинарной свивки типа ЛК-О Конструкции 1х7(1+6)

ГОСТ 839-2019 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи

ГОСТ 4775-91 Провода неизолированные биметаллические сталемедные

СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции

СП 16.13330.2017 Стальные конструкции

СП 42.13330.2016 Планировка и застройка городских и сельских поселений

ГОСТ 23476-79 Арматура контактной сети трамвая и троллейбуса

ГОСТ 28041-89 Пересечения, изоляторы секционные, стрелки контактных сетей трамвая и троллейбуса

ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 3064-80 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х37(1+6+12+18)

[ГОСТ 67-78](https://docs.cntd.ru/document/1200016517) Пересечения линий связи и проводного вещания с контактными сетями наземного электротранспорта. Общие требования и нормы

ГОСТ 2585-81 Выключатели автоматические быстродействующие постоянного тока

СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий

СП 51.13330.2011 Защита от шума

СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания

ГОСТ 12.1.036-81 Система стандартов безопасности труда. Шум.

ГОСТ 20.39.108-85 Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике.

СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий

ГОСТ 12.1.038 Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ВСН 13-77 Инструкция по монтажу контактных сетей промышленного и городского электрифицированного транспорта

# 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аварийный режим электроснабжения:** Режим работы системы электроснабжения, при котором в результате отказа (или сочетания отказов) элементов системы соблюдение технических нормативов становится невозможным. Наступление аварийного режима требует сокращения или полного прекращения движения.

3.2 **вынужденный режим электроснабжения:** Режим работы системы электроснабжения, связанный с отключением одного из резервируемых элементов: питающей линии, преобразователя или источника питания собственных нужд. В вынужденном режиме нормальная работа подвижного состава, расчетные значения размеров и скорости движения сохраняются за счет использования резервов; электрические нагрузки и падения напряжения не должны превышать допустимых значений.

3.3 **гибкие поперечины:** Гибкие конструкции, к которым подвешены контактные подвески и другие элементы контактной сети.

3.4 **держатель кривой:** Устройство, служащее для фиксирования контактных проводов троллейбусной линии на кривой, обеспечивающее плавный проход головки токоприемника в месте излома контактного провода.

3.5 **децентрализованная система электроснабжения:** Система, в которой каждая секция контактной сети в нормальном режиме питается от двух соседних тяговых подстанций, полностью взаимно резервируемых по проводам контактной сети без производства переключений в контактной сети.

3.6 **динамическая подзарядка:** функция зарядки аккумуляторных батарей транспортного средства в момент движения под контактной сетью.

3.6 **длина сближения:** Протяженность контактной сети городского электрического транспорта (ГЭТ) в пределах зоны влияния.

3.7 **допустимое сближение:** Ширина сближения, при которой максимальный индуктированный ток (в конце зоны сближения) в режиме однофазного короткого замыкания влияющей линии не превышает безопасного уровня.

3.8 **зона влияния:** Пространство, в котором контактная сеть ГЭТ находится в электромагнитном поле, создаваемом проводами ВЛ или контактной сетью железной дороги переменного тока, и приобретает вследствие этого индуктированные потенциалы, которые могут представлять опасность для людей и оборудования.

3.9 **индуктированный ток:** Ток, обусловленный индуктивным влиянием, который проходит через тело человека, стоящего на земле и прикасающегося к изолированному от земли корпусу подвижного состава ГЭТ, соединенного с подверженной влиянию контактной сетью.

3.10 **компенсированная подвеска:** Контактная подвеска (простая или цепная), в которой натяжение проводов и продольных несущих тросов (в цепных подвесках) автоматически регулируется.

3.11 **контактная линия:** Участок контактной сети, относящийся к одному пути ЛРТ или троллейбуса одного направления.

3.12 **контактная подвеска:** Система подвешивания контактного провода (проводов) к поддерживающим устройствам.

3.13 **контактная сеть:** Совокупность устройств (опорные устройства, поддерживающие устройства, контактные подвески, специальные части, арматура), служащих для подведения электроэнергии непосредственно к токоприемнику подвижного состава.

3.14 **косое сближение:** Такое расположение влияющего и подверженного влиянию проводов, при котором их проекции на горизонтальную плоскость в зоне влияния не параллельны.

3.15 **малогабаритная контактная подвеска:** Контактная подвеска (простая или цепная) с ограниченным расстоянием от точек подвешивания контактного провода до точек закрепления поддерживающего устройства. Предназначена для применения в условиях стесненных габаритов по высоте.

3.16 **некомпенсированная подвеска:** Контактная подвеска (простая или цепная), в которой натяжение проводов и продольных несущих тросов (в цепных подвесках) автоматически не регулируется.

3.17 **несущая поперечина:** Гибкое поддерживающее устройство из троса, на который закреплена контактная подвеска, спецчасти и устройства контактной сети, воспринимающее в основном усилия от массы подвески, спецчастей, устройств и усилия от фиксаторов.

3.18 **номинальное напряжение контактной сети (ННКС):** Базисное напряжение из стандартизированного ряда напряжений, определяющих уровень изоляции сети и электрооборудования.

3.18 **нормальный режим электроснабжения:** Режим работы систем электроснабжения без использования резервов, обеспечивающий питание контактной сети при расчетных размерах движения в часы максимума и для условий наибольшего сопротивления движению подвижного состава при требуемых технических и наивысших экономических показателях транспортной системы.

3.19 **обратный фиксатор:** Фиксирующее устройство, состоящее из стойки и закрепленного на ней фиксатора или оттяжки, воспринимающее нагрузку от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.20 **обособленное рельсовое полотно:** Пути ЛРТ, расположенные в профиле улично-дорожной сети, не предназначенные для движения безрельсового транспорта.

3.21 **опоры (стойки):** Специальные, отдельно стоящие конструкции для закрепления поддерживающих устройств контактной сети, питающих и усиливающих линий, сетей другого назначения.

3.22 **опорные устройства:** Устройства (конструкции), на которых закрепляются поддерживающие устройства контактной сети, питающих и усиливающих линий.

3.23 **оттяжка:** Фиксирующее устройство из троса или проволоки, воспринимающее растягивающее усилие от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.24 **параллельное сближение:** Такое расположение влияющего и подверженного влиянию проводов, при котором их проекции на горизонтальную плоскость в зоне влияния параллельны.

3.25 **питающие линии:** Воздушные провода или кабельные линии, электрически соединяющие шины тяговых подстанций с контактными проводами и рельсами.

3.26 **поддерживающие устройства:** Гибкие или жесткие конструкции (тросовые, проволочные или синтетические поперечины, кронштейны), к которым подвешиваются контактные подвески, спецчасти и другие элементы контактной сети.

3.27 **полукомпенсированная подвеска:** Цепная контактная подвеска, в которой автоматически регулируется натяжение только контактного провода.

3.28 **простая гибкая поперечина:** Гибкое поддерживающее устройство из троса или проволоки, на которое непосредственно закреплен контактный провод, воспринимающее нагрузку от массы подвески и излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.29 **простая контактная подвеска:** Контактная подвеска, в которой контактный провод подвешивают непосредственно к поддерживающему устройству при помощи подвесной арматуры и струн. Разновидности простой подвески:

-  по конструкции подвешивающих устройств - на гибких поперечинах, на кронштейнах, на потолочных подвесках (жесткая);

- по конструкции струн - на наклонных струнах, петлевая.

3.30 **продольная электродвижущая сила (продольная ЭДС):** Разность потенциалов, индуктированных на концах подверженного влиянию провода при магнитном влиянии.

3.33 **специальные части контактной сети:** Сложные конструкции заводского изготовления: стрелочные узлы троллейбусных линий, пересечения троллейбусных контактных линий, пересечения троллейбусных контактных линий с контактными линиями ЛРТ, секционные изоляторы, размыкатели и салазки для разводных мостов, устройства для постановки токоприемников троллейбуса на контактный провод (штангоулавливатели).

3.34 **тяговая сеть:** Совокупность устройств (питающие линии, рельсовая сеть, контактная сеть, усиливающие линии), служащих для передачи электрической энергии от тяговой подстанции к подвижному составу.

3.36 **усиливающие провода:** Воздушные провода или кабельные линии, проложенные вдоль контактных линий, служащие для увеличения электрической проводимости контактной сети.

3.37 **фиксатор:** Устройство, предназначенное для фиксации положения контактного провода в плане, воспринимающее усилие от излома контактного провода в горизонтальной плоскости.

3.38 **фиксирующая поперечина:** Составная часть цепной гибкой поперечины, выполненная из троса или проволоки, воспринимающая горизонтальные нагрузки от фиксации положения контактного провода.

3.39 **централизованная система электроснабжения:** Система, в которой каждая тяговая подстанция осуществляет автономное питание тяговой сети без автоматической разгрузки соседними подстанциями.

3.40 **цепная гибкая поперечина:** Гибкое поддерживающее устройство, состоящее из несущей и фиксирующей поперечины.

3.41 **цепная контактная подвеска:** Контактная подвеска, в которой контактный провод подвешен к продольному несущему тросу, закрепленному к поддерживающему устройству.

3.42 **частично компенсированная подвеска:** Контактная подвеска, в которой удлинение контактного провода при изменении температуры компенсируется частично.

3.43 **ширина сближения:** Расстояние между проекциями на горизонтальную плоскость влияющего провода и подверженного влиянию провода в зоне влияния.

3.44 **шкаф смены полярности:** устройство для изменения полярности кабелей постоянного тока при помощи переключений, без работ по отсоединению и присоединению кабелей на линии.

3.45 **штангоулавливатель:** специальная часть контактной сети, предназначенная для автоматической установки токоприемников троллейбуса или электробуса на контактный провод.

3.46 **эквивалентная ширина сближения:** Ширина параллельного сближения, при котором в рассматриваемой цепи наводят такую же по величине продольную ЭДС, что и при данном косом сближении.

3.47 **электробус:** автобус с тяговым электрическим двигателем.

3.48 **ячейка смены полярности** – устройство для изменения полярности кабелей постоянного тока при помощи переключений, без работ по отсоединению и присоединению кабелей на подстанции.

# 4 Общие положения

Настоящий стандарт является нормативным техническим документом и устанавливает основные требования к технической эксплуатации тяговых подстанций, контактной и кабельной сетей.

Все руководящие нормативные документы, относящиеся к технической эксплуатации инфраструктуры электроснабжения легкого рельсового транспорта и городского безрельсового электротранспорта общего пользования, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

Каждый работник организации городского электротранспорта (ГЭТ), связанный с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом объектов энергохозяйства, проходит обучение и аттестацию на знание настоящего стандарта, должностной инструкции, Правил по охране труда на городском электрическом транспорте (ПОТ на ГЭТ) [1] и внутреннего трудового распорядка.

Для периодической проверки знаний настоящего стандарта руководителем организации ГЭТ создаются центральная комиссия и комиссии структурных подразделений.

Председателем центральной комиссии назначают главного инженера или заместителя руководителя организации. Все члены комиссий структурных подразделений проходят проверку знаний в центральной комиссии. Председатель центральной комиссии и его заместитель(-ли) проходят проверку знаний в аккредитованной на данный вид деятельности организации.

Всем работникам, прошедшим проверку знаний настоящего стандарта, выдаются соответствующие удостоверения.

Перечень профессий, работники которых проходят проверку знаний настоящего стандарта, периодичность проверок и состав экзаменационной комиссии утверждает руководитель организации ГЭТ или его заместитель.

Руководители и специалисты энергохозяйства, связанные с организацией и проведением работы непосредственно на линии, а также осуществляющие контроль и технический надзор, проходят проверку знаний настоящего стандарта не реже одного раза в три года, а оперативный, оперативно-ремонтный и ремонтный персонал не реже одного раза в год.

# 5 Преобразовательные электротяговые подстанции

## 5.1 Общая часть

5.1.1 Настоящий стандарт распространяется на электротяговые подстанции (подстанции), предназначенные для комплексного электроснабжения легкого рельсового транспорта и городского безрельсового электротранспорта общего пользования, депо, заводов, мастерских по ремонту подвижного состава указанных видов транспорта по самостоятельным питающим кабельным (воздушным) линиям.

Допускается, как исключение, на срок до реконструкции, резервирование электропитания контактной сети депо, заводов, и мастерских от пассажирских линий.

5.1.2. Подстанции должны удовлетворять требованиям документов:

Правила противопожарного режима РФ [2];

Правила устройств электроустановок (ПУЭ) [3];

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [4];

Национальный стандарт "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию " [5];

5.1.3. Тяговые подстанции городского электротранспорта, образующие вместе с контактными и кабельными сетями систему электроснабжения подвижного состава, относятся к электроприемникам первой категории [6].

Питание подстанций системы централизованного электроснабжения должно осуществляться не менее чем двумя вводами от независимых источников.

Если подстанция получает питание по одному вводу от электроснабжающей организации, а по-другому — от соседней подстанции, ввод от электроснабжающей организации должен быть рассчитан на рабочую мощность обеих подстанций

Питание подстанций децентрализованного (распределенного) электроснабжения, смежных по секциям контактной сети, должно осуществляться от независимых источников. При этом каждая из подстанций может иметь один ввод питающей линии при условии обеспечения автоматического взаиморезервирования подстанций по электротяговой сети без уменьшения размеров движения.

5.1.4. Базовым показателем системы энергоснабжения является уровень номинального напряжения контактной сети (ННКС). Стандартным уровнем номинального напряжения контактной сети большинства предприятий электротранспорта в России является напряжение 600 В. В мировой практике, с целью сокращения капитальных затрат и эксплуатационных расходов (в т.ч. сокращения потерь электроэнергии в питающих линиях), проводится строительство новых систем электротранспорта и перевод существующих систем с номинального напряжения контактной сети 600 В на 750 В. ННКС является базовым параметром при проектировании и эксплуатации сетей электротранспорта, закупке и настройке электрооборудования и подвижного состава. Рекомендуется проводить поэтапное повышение ННКС с 600 В до 750 В с учетом соответствующих изменений к системе электроснабжения и у потребителей.

Напряжение на шинах постоянного тока может изменяться для ННКС равного 600В в диапазоне от 600 до 700 В в рабочем режиме, до 720В в режиме рекуперации (ГОСТ 6962-75) [7] и до 780 В — в режиме холостого хода; для ННКС равного 750 В в диапазоне от 750В до 850В в рабочем режиме, до 900 В в режиме рекуперации и до 975 В в режиме холостого хода.

5.1.5. На каждой питающей линии ННКС должно быть установлено по амперметру в положительный и отрицательный полюс [3].

5.1.6. На кабелях (проводах) питающих линий ННКС, имеющих прямую связь, или через контактную сеть с другими подстанциями (соединительных линий) должны быть установлены амперметры с двухсторонней шкалой [3].

5.1.7. Питающие линии ННКС должны иметь звуковую и световую сигнализацию, действующую при исчезновении и восстановлении напряжения (сигнал НЛ) [5].

5.1.8. Каждая подстанция должна иметь резерв оборудования, обеспечивающий надежное электроснабжение подвижного состава при выходе из строя основного оборудования. Это достигается наличием резервного выпрямительного агрегата, запасного выключателя ННКС, запасной шины "плюс" ННКС.

Если предусмотрена возможность передачи нагрузки по электротяговой сети, соседние подстанции должны иметь резерв мощности в выпрямительных агрегатах.

5.1.9. Для питания собственных нужд подстанции должен быть предусмотрен необходимый резерв одного из следующих видов: второй трансформатор собственных нужд, присоединенный к резервному вводу 10 (6) кВ; второй трансформатор собственных нужд, присоединенный к сборным шинам 10 (6) кВ и независимый ввод 380/220 В, мощностью до 10 кВт; независимый ввод 220 В или 380 В межфазного напряжения мощностью, равной мощности основных потребителей, отключение которых недопустимо при выходе из строя основного источника питания собственных нужд [6].

5.1.10. Уровень шума от работающего оборудования подстанции не должен превышать значений, предусмотренных СанПиН 1.2.3685 [8].

5.1.11. На тяговых подстанциях необходимо предусматривать помещения для размещения оборудования, с учетом площади, необходимой для осуществления его ремонта и замены ремонтным персоналом.

5.1.12. Подстанции должны быть оснащены средствами речевой связи оперативного персонала с электродиспетчером или лицом, исполняющим его функции [5].

5.1.14. По каждой подстанции должны быть в сохранности на подстанции или в энергохозяйстве все документы в соответствии с ПТЭЭП [4].

5.1.15. Не разрешается электроснабжение сторонних потребителей от шин переменного тока 10 (6) кВ, если это не предусмотрено проектом по условиям присоединения.

Не разрешается электроснабжение сторонних потребителей от шин постоянного тока ННКС, а также от шин трансформаторов собственных нужд.

5.1.16. Допускается, с учетом местных особенностей, эксплуатация подстанций без ограждения [3].

5.1.17. Учет электроэнергии осуществляется посредством автоматической информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ). Счетчики электрической энергии устанавливаются на подстанции;

В случае отсутствия системы АИИСКУЭ до модернизации системы учета электроэнергии допускается учет электроэнергии:

— персоналом подстанции, эксплуатационного района подстанции, если электросчетчики коммерческого учета установлены на подстанции

— персоналом энергосистемы, если электросчетчики коммерческого учета установлены на источниках питания.

Приоритетом в определении порядка учета при этом обладает Энергонадзор энергоснабжающей организации [3].

5.1.18. Нарушения нормальной работы электрооборудования (отказы, повреждения), вызвавшие задержки в движении подвижного состава свыше 20 мин, подлежат расследованию с оформлением акта, в котором указываются:

— обстоятельства и причины возникновения и развития повреждения;

— продолжительность перерыва питания подвижного состава;

— оценка действий оперативного персонала;

— оценка работы устройств защиты, автоматики и телемеханики, причины отказов, если они имели место;

— дефекты оборудования, выявленные в связи с повреждением;

— конкретные виновники возникшей ситуации;

— мероприятия по предупреждению подобных повреждений.

5.1.19. Сигнализация, действующая при неисправностях и автоматическом отключении должна быть звуковой и световой [5].

5.1.20. При применении резервных каналов телемеханики допускается предельно сокращенный объем группового телеуправления с выходным телесигналом НЛ питающих ННКС.

5.1.21. При телемеханизации должна предусматриваться возможность отключения телеканалов при их повреждении или ремонте, или иные меры, исключающие посылку ложных сигналов и предупреждающие возможные при этом аварийные ситуации на подстанции и в системе электроснабжения [5].

## 5.2 Требования, предъявляемые к оборудованию.

5.2.1. Оборудование, устройства оборудования, защиты и автоматики подстанций должны отвечать требованиям бесперебойного функционирования питающих линий и секций контактной сети в нормальном и вынужденном режимах системы электроснабжения [3].

5.2.2. На питающих линиях ННКС должны устанавливаться автоматические быстродействующие выключатели или управляемые тиристорные выпрямители, обеспечивающие защиту от токов коротких замыканий и перегрузок как самих питающих линий, так и присоединенных к ним секций контактной сети. Уставки защиты по току при этом должны быть меньше наименьшего значения тока короткого замыкания секции контактной сети.

Для защиты питающих линий ННКС от малых токов короткого замыкания и от перегрузок на линии должна быть обеспечена небыстродействующая защита с порогами срабатывания в зависимости от параметров элементов цепи электроснабжения

5.2.3. Выпрямители, присоединенные на одну систему шин, должны иметь внешние характеристики, обеспечивающие их устойчивую параллельную работу. При этом мощность наибольшего и наименьшего по мощности преобразовательных трансформаторов выпрямителей не должна отличаться более, чем втрое [3].

5.2.4. Схемы и конструкция электроустановок ННКС должны обеспечивать возможность проведения ревизий и ремонтов линейных выключателей, контакторов, а также управляемых выпрямителей, их тиристорных секций, выполняющих защитно-коммутационные функции в цепях питающих линий, без прекращения питания подвижного состава на линиях [5].

5.2.5. Оборудование ННКС подстанции должно иметь защиту, действующую при повреждениях с замыканием на заземленные металлоконструкции на отключение выпрямителей и линейных выключателей, контакторов соединительных с другими подстанциями питающих линий с блокированием АВР и АПВ.

Заземляющее устройство должно соответствовать указанному требованию, не иметь, в частности, паразитных соединений с металлоконструкциями устройств ННКС [5].

5.2.6. Двери оболочек (шкафов) преобразовательных секций выпрямителей, преобразовательных трансформаторов, камер РУ ННКС и др. должны иметь механические запоры, препятствующие непреднамеренному или самопроизвольному открыванию дверей [5].

5.2.7. Контрольно-измерительные приборы и указатели должны быть установлены так, чтобы при снятии их показаний, визуальном наблюдении, исключалась возможность случайного прикосновения и необходимость приближения на расстояние менее 0,6 м к частям, находящимся под напряжением [9].

5.2.8. АВР вводов 10 (6) кВ должно обеспечивать включение резервного ввода и автоматическое отключение выключателя на рабочем вводе при исчезновении на нем напряжения, а также изменения уровня напряжения в установленных местными инструкциями границах, принятых на предприятии ГЭТ, отраженных в соответствующих инструкциях [5].

5.2.9. АВР выпрямителей должно обеспечивать включение резервных выпрямителей при перегрузке работающих, а также при автоматическом их отключении, если резерв достаточен по мощности, за исключением автоматического отключения их защитой от замыкания на землю в цепях ННКС [5]

5.2.10. АВР собственных нужд подстанции должно осуществлять включение резервного питания при исчезновении напряжения на рабочем источнике и сопровождаемом его автоматическом отключении рабочего источника питания [5].

5.2.11. АПВ линейных выключателей, тиристорных секций ННКС должно осуществлять многократное включение, отпирание тиристорных секций, с ограничением числа циклов — при отключении выключателя, запирании секции от перегрузки, однократное повторное включение (отпирание секции) — при отключении выключателя (запирании секции) от короткого замыкания в цепях питающих линий [5].

При наличии на присоединении защищаемой линии дополнительной токовременной защиты (ТВЗ) в схеме АПВ должна предусматриваться блокировка повторного включения (отпирания) после автоматического отключения выключателя (запирания секции) этой защитой от перегрузки или малого тока короткого замыкания с дальнейшим включением его в работу по распоряжению диспетчера с выдержкой времени не менее 180с, необходимой для остывания контактных проводов.

При наличии на присоединении защищаемой линии токовременной защиты типа УЗКС в схеме АПВ должен предусматриваться запрет на включение. Включение линейного выключателя в этом случае должно производиться при температуре наружного воздуха минус 5 °C и выше — через 300 с, при температуре наружного воздуха ниже минус 5 °С — через 180 с, согласно местным инструкциям.

При наличии на присоединении защищаемой линии испытателя коротких замыканий (ИКЗ) АПВ осуществляется по разрешающему сигналу ИКЗ — по исчезновении или устранении короткого замыкания.

Схема линейного выключателя (тиристорной секции) должна обеспечивать блокирование АПВ при отключении их оперативным персоналом по каналам телемеханики или с пульта местного управления [5].

5.2.12. На тяговых подстанциях допускается оборудование глухого заземления минусовой шины. Подстанции, работающие в системе с изолированными от земли полюсами, должны быть оборудованы устройством автоматического контроля изоляции полюсов (КИП)

5.2.13. Ручные привода всех разъединителей или стационарные ограждения разъединителей (разъединители, управляемые оперативной штангой) должны быть оборудованы устройствами, позволяющими запереть их на механический замок, для предотвращения ошибочного или самопроизвольного включения разъединителей.

## **5.3. Содержание и техническое обслуживание подстанций.**

5.3.1. Обслуживание и содержание подстанции должно соответствовать ПТЭЭП [4], ПОТ ЭЭ [9], Санитарным нормам и правилам, настоящим Правилам, правилам противопожарного режима РФ [2], должностным и эксплуатационным инструкциям.

5.3.2. Обслуживание подстанций без постоянного (дежурного) персонала осуществляется выездным оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом [9].

5.3.3. Режим обслуживания подстанций и численность персонала в сменах устанавливается энергохозяйством в зависимости от системы электроснабжения, уровня автотелемеханизации и структуры эксплуатирующей организации.

5.3.4. Здания и сооружения должны содержаться в состоянии, исключающем повреждения оборудования подстанции из-за протечек кровли, затопления грунтовыми и ливневыми водами каналов и приямков распределительных устройств, а вентиляционные устройства — в состоянии, обеспечивающем удаление избыточного тепла, поддержание заданного температурного режима, с учетом сезонного изменения температуры наружного воздуха [5] [9].

В зданиях тяговых подстанций запрещается:

- проживание людей;

- организация пищевых производств;

- организация взрыво- и пожаро-опасных производств, а также складирование взрыво- и пожаро- опасных материалов.

5.3.5. Работы на подстанциях, связанные со снятием напряжения с контактной сети пассажирских линий должны быть согласованы со Службой движения соответствующего предприятия, а связанные со снятием напряжения с контактной сети депо, кроме того - с руководством соответствующего депо, и приурочиваться, по возможности, к работам в электротяговых сетях [9].

5.3.6. Разъединителями допускается включать и отключать: исправные измерительные трансформаторы напряжения; ток намагничивания (ток холостого хода) трансформаторов мощностью до 320 кВА напряжением до 10 кВ; зарядный ток сборных шин и обору­дования РУ 10 (6) кВ, кроме преобразовательных трансформаторов; зарядный ток кабельных линий при отсутствии замыкания на землю и нагрузки; рабочий ток отрицательного кабеля питающей линии ННКС при наличии параллельно работающего, аналогичного по назначению кабеля.

Допускается также включать и отключать ток замыкания на землю в системе ННКС до 300 А контактором или разъединителем с дистанционным приводом, предназначенным для этой цели [9] [10].

5.3.7. При автоматическом отключении линейного выключателя ННКС, не оборудованного АПВ и защитой от малых токов короткого замыкания, оперативному персоналу, до получения сообщения с линии о характере повреждения, разрешается пробное включение не более двух раз: первое — после 300 с задержки в отключенном положении, второе — после 180 с задержки.

При автоматическом отключении линейного выключателя, не оборудованного АПВ, но имеющего ТВЗ, допускается одно пробное включение в интервале от 180 до 600 с после отключения в зависимости от типа дополнительной защиты.

При автоматическом отключении линейного выключателя (запирании тиристорной секции), оборудованных АПВ, сопровождаемом блокированием включения (отпирания), оперативный персонал действует в соответствии с местной утвержденной инструкцией, определяющей регламент повторного включения автоматически отключающегося оборудования

5.3.8. При автоматическом отключении линейного выключателя (замыкании тиристорной секции) от перегрузок повторное включение допускается только после устранения причин перегрузок на линии.

5.3.9. При наличии на присоединении питающей линии ИКЗ повторное включение линий, в том числе АПВ, осуществляется по разрешающему сигналу ИКЗ — по исчезновении или устранении короткого замыкания (КЗ).

Электродиспетчер, направляя аварийную бригаду на поиск и устранение КЗ, обязан предупредить бригаду о наличии на питающей линии ИКЗ, возможности внезапного появления напряжения после устранения КЗ.

Наличие ИКЗ не исключает регламентированных пробных включений линий оперативным персоналом.

5.3.10. Обо всех неисправностях и автоматических отключеньях оборудования оперативный персонал электротяговой подстанции, РДП, ЦДП обязан немедленно сообщать электродиспетчеру или лицу, имеющему соответствующие полномочия и действовать по его указанию [9] [10].

Порядок производства оперативных переключений в электроустановках системы электроснабжения ЛРТ и троллейбуса устанавливаются локальными документами предприятия.

5.3.11. Техническое обслуживание, ремонт и испытание оборудования должны производиться в сроки, установленные электрохозяйством, но не реже, чем это предусмотрено ПТЭЭП, действующей системой ремонтов, а также руководством по эксплуатации оборудования от завода изготовителя [9].

Перечень работ и технология текущего ремонта оборудования тяговых подстанций ГЭТ устанавливаются внутренними документами предприятия, эксплуатирующего электроустановку, а также документацией завода изготовителя оборудования.

5.3.12. Осмотр оборудования без его отключения на подстанциях с постоянным оперативным персоналом должен производиться ежесуточно, на подстанциях без постоянного оперативного персонала — не реже одного раза в месяц [9].

5.3.13. На дверях зданий подстанций, их трансформаторных камер, камер распределительных устройств, шкафов выпрямительных секций сухих трансформаторов, на съемных частях этих оболочек должны иметься предупреждающие знаки «Осторожно! Электрическое напряжение».

На дверях и внутренних стенах камер трансформаторов, на шкафах с оборудованием, щитах, панелях, пультах управления должны быть надписи, указывающие оперативное (диспетчерское) наименование аппаратов и присоединений, единое для всех подстанций энергохозяйства. Порядковая нумерация камер РУ не допускается.

У приводов коммутационных аппаратов, ключей и кнопок управления должны быть указывающие надписи, соответствующие положению аппарата

Аппараты вторичной коммутации, находящиеся под напряжением 600В и более, должны быть выделены надписью с указанием величины ННКС или знаком «Осторожно! Электрическое напряжение» [9].

5.3.14. Выбор уставки, соответствующей току трогания линейного выключателя ННКС (токового датчика тиристорной секции) производится в соответствии с электрическим расчетом по вероятно-допустимому количеству отключений (запираний) от кратковременных толчков нагрузки питающей линии — не более 30 отключений в месяц

Уставка запасного выключателя должна быть равной или выше наибольшей уставки линейных выключателей данной подстанции [5].

5.3.15. Уставки токовых максимальных защит питающих вводов 10 (6) кВ выбираются с учетом характера электротяговой нагрузки [5].

5.3.16. Величина уставки токовой максимальной защиты выпрямителя должна превышать расчетную величину экстратока намагничивания преобразовательного трансформатора, ориентировочно равную 6,5-кратной величине номинального тока трансформатора. Кратность уточняется по данным завода- изготовителя трансформаторов [5].

5.3.17. Проверка релейной защиты оборудования тяговых подстанций производится в соответствии с ПТЭЭП [4].

# 6 Контактная сеть

## 6.1. Общая часть

Настоящий раздел стандарта распространяется на воздушную контактную сеть, предназначенную для передачи электроэнергии через подвижной токосъемник электрическим системам ЛТС, троллейбуса.

Контактная сеть должна удовлетворять требованиям, изложенным в документах:

Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [4];

Правила устройств электроустановок (ПУЭ) [3];

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [9];

Правила технического обслуживания и ремонта контактных сетей трамвая и троллейбуса [11];

Свод правил "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию" [5];

СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [12];

ВСН 13-77 Инструкция по монтажу контактных сетей промышленного и городского электрифицированного транспорта [13];

Настоящий стандарт.

6.1.1. Основными элементами контактной сети являются:

— опоры и опорные конструкции;

— контактные подвески;

— арматура и спецчасти;

— контактные, питающие и усиливающие провода.

6.1.2. За три дня до подачи напряжения на новый участок контактной сети, перед вводом в эксплуатацию, организации, которые по роду деятельности могут производить работы в зоне элементов контактной сети, находящихся под напряжением, должны быть письменно уведомлены [9] [14].

6.1.3. Напряжение на контактную сеть подается по приказу Службы электрохозяйства организации ГЭТ по получении уведомлений от строительно-монтажных организаций об окончании работ и готовности сети к постановке под напряжение, о выводе людей и механизмов из зоны работ. Дальнейшие операции производятся по распоряжению электродиспетчера. Контактная сеть считается под на­пряжением с момента готовности к подаче напряжения посредством включения коммутационных аппаратов питающих линий или присоединения (замыкания) сетевых питающих дужек секционных изоляторов.

После готовности контактной сети к постановке под напряжение строительно-монтажные организации могут производить работы на ней только с ведома и разрешения электродиспетчера и при соблюдении правил безопасности труда [1] [9] [14].

6.1.4. Порядок приемки контактной сети в эксплуатацию после капитального ремонта с изменением трассировки или конструкции контактных подвесок регламентируется соответствующей организацией ГЭТ.

Подготовку смонтированного участка сети к приемке производит организация, выполняющая строительно-монтажные работы [14].

## **6.2. Опоры и опорные конструкции.**

6.2.1. Опоры должны соответствовать расчетным и действующим нагрузкам. В эксплуатации допускается усиление опор путем установки анкерных тросов на высоте не менее 5 м над уровнем проезжей части и не менее 3 м над уровнем тротуара. В каждом анкерном тросе обязательна установка натяжного изолятора у места крепления троса к опоре [5].

6.2.2. Железобетонные опоры, кроме предварительно напряженной арматуры, должны иметь и ненапряженную арматуру для исключения незамедлительного падения при разрушающем воздействии [5].

6.2.3. Заземление опор контактной сети не требуется при обязательном наличии двух ступеней изоляции между элементами сети, находящимися под напряжением, и опорами, либо в случае применения диэлектрического синтетического троса в подвесной системе. Использование металлических опор в качестве заземлителей не допускается [5].

6.2.4. На всех тросах поддерживающих и фиксирующих устройств контактной сети, закрепляемых на стенах жилых и общественных зданий, должны устанавливаться шумоглушители. Расстояние от места крепления (крюка) любого троса до края здания, оконного или дверного проема должно быть не менее 0,5 м.

Использование стен из навесных железобетонных панелей для крепления контактной сети к зданиям не допускается.

6.2.5. Размещение на опорах и поперечинах сетей, устройств и оборудования, не относящихся к системе электроснабжения подвижного состава, допускается только с разрешения организации ГЭТ (Службы энергохозяйства) при соблюдении требований ПУЭ [3] и стандарта "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию" [5].

Размещение электросетей, электропроводов и оборудования, не относящихся к системе электроснабжения подвижного состава, на гибких несущих и фиксирующих поперечинах и кронштейнах контактной сети не допускается.

Дорожные и сигнальные знаки и указатели для регулирования дорожного движения и движения ЛРТ и троллейбусов, выполненные из изоляционных (токонепроводящих) материалов, допускается размещать на поперечинах контактной сети при условии отсутствия контакта токоприемников подвижного состава с указанными дорожными и сигнальными знаками.

6.2.6. При совместной эксплуатации опор ответственным за состояние контактной сети является персонал, обслуживающий контактную сеть. За состояние устройств сторонних организаций — персонал этих организаций

## **6.3 Контактные подвески**

6.3.1. Пролеты контактной сети должны иметь наибольшую длину в соответствии со стандартом "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию" [5].

Для гибких поддерживающих и фиксирующих устройств, в зависимости от нагрузки, следует применять композитный (синтетический) трос, стальную оцинкованную проволоку диаметром 5 мм или стальной оцинкованный семипроволочный канат.

6.3.2. Высота возвышения контактных проводов над уровнем головки рельса и проезжей части в точках подвешивания устанавливается единой для каждого эксплуатационного предприятия электротранспорта в диапазоне, как правило, 5.6-6.0 м. Допускаются отклонения по отдельным точкам подвешивания от плюс 0.10м до минус 0.15м.

Допускается снижение высоты подвешивания контактных проводов, м, не менее:

* внутри производственных помещений до 5,2 м;
* в проемах ворот зданий депо для въезда и выезда 4,7 м;
* под существующими инженерными сооружениями 4,2 м;
* в тоннелях ЛРТ 3,9 м.

Сопряжение участков контактных линий с различной высотой подвешивания контактных проводов должно быть выполнено с уклоном проводов относительно продольного профиля пути ЛРТ, проезжей части не более 2% [5]. Допускается сопряжение участков контактных линий с различной высотой подвешивания контактных проводов с уклоном до 4,0% при условии ограничения скорости передвижения до 15 км/ч.

Допускается до реконструкции эксплуатация действующей контактной сети с высотой подвешивания контактного провода не менее 5.2 м.

6.3.3. На пересечениях контактной сети с неэлектрифицированными железнодорожными путями в одном уровне возвышение контактных проводов над уровнем головки рельса должны быть не менее 5,8 м при наибольшей стреле провеса провода с учетом наихудшего расчетного сочетания температуры, нагрузок, гололеда, безветрия [5].

6.3.4. Габариты, пересечения и сближения линий электропередачи, электролиний различного назначения, линий связи в зонах контактных сетей регламентированы ПУЭ, стандартом "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию", а также «Рекомендациями по защите контактных сетей городского электротранспорта от опасного электромагнитного влияния линий электропередачи и контактных сетей, железных дорог» [15].

6.3.5. На прямых участках пути ЛРТ (сети) зигзаг контактного провода в плане должен быть в пределах от 250 до 300 мм, от оси токоприемника в статическом состоянии, а шаг зигзага для всех типов подвесок — двум пролетам подвески, при симметричной установке зигзага на двухпутных участках. На кривых участках пути вынос (величина отклонения) контактного провода от оси токоприемника в статическом положении во внешнюю сторону кривой в точках фиксации, а также провода, устанавливаемого по хордам внутри кривой, не должен превышать 300 мм.

Расстояние между разнополярными контактными проводами одного пути троллейбусной линии должно быть от 500 до 520 мм, с допустимым диапазоном отклонений от 500 до 700 мм, в зависимости от типа подвески и от 400 до 700 мм на подходах к спецчастям.

Отрицательный провод должен устанавливаться справа по ходу движения троллейбуса. Перемена полярности проводов допускается в исключительных случаях, при условии нанесения красной расцветки на арматуру положительного контактного провода и установки специальных предупреждающих плакатов на участках с измененной полярностью [5].

6.3.6. Величина углов излома контактных проводов (в плане) на криволинейных участках не должна превышать допустимого угла излома, установленного техническими условиями для соответствующей арматуры и фиксирующих устройств (зажимов, фиксаторов, обратных фиксаторов, держателей кривой).

При фиксации контактного провода с применением зажимов длиной менее 250 мм угол излома контактного провода не должен превышать 4° на один зажим. Допускаются углы изломов контактных проводов в диапазоне от 8° до 45° на узлах и криволинейных участках сети — при применении держателей кривых [5].

6.3.7. Контактная сеть при любом типе подвески, там, где это конструктивно возможно, должна быть оборудована устройствами автоматического регулирования натяжения контактных проводов (автокомпенсации), обеспечивающими натяжение с учетом сезонного изменения температуры воздуха [5]:

— медных проводов, в том числе низколегированных при поперечном сечении провода 85 мм²-8,0 кН (800 кгс), с допустимым диапазоном отклонения по длине участка регулирования от 6,0 до 11,0 кН (от 600 до 1100 кгс);

— медных проводов, в том числе низколегированных при поперечном сечении провода 100 мм²-8,0 кН (800 кгс), с допустимым диапазоном отклонения по длине участка регулирования от 6,0 до 12,0 кН (от 600 до 1200 кгс).

Исправность и работоспособность устройств регулирования должна обеспечиваться периодическим регламентным обслуживанием и в соответствии с графиком сезонной подготовки сети.

6.3.8. На участках сети, не оборудованных устройствами автокомпенсации, сезонное регулирование осуществляется в зависимости от температуры воздуха, но не реже двух раз в год, при допустимом диапазоне натяжения:

— медных проводов, в том числе низколегированных, сечением 85 мм² — от 4,0 до 11,0 кН; сечением 100 мм² — от 4,0 до 12,5 кН [5];

6.3.9. Размещение электросетей, электропроводов и др. на гибких несущих и фиксирующих поперечинах и кронштейнах контактной сети не допускается [5].

## **6.4. Арматура и спецчасти**

6.4.1. К спецчастям относятся электрические и механические стрелки троллейбуса, пересечения линий ЛРТ и троллейбуса всех модификаций, кривые держатели, секционные изоляторы, устройства автоматического регулирования натяжения контактных проводов, специализированные устройства разводных мостов, устройства для постановки токоприемников троллейбуса на контактный провод (штангоулавливатели).

6.4.2. Для секционирования контактных проводов должны применяться секционные участковые изоляторы с электромагнитным дутьем или постоянным магнитным полем для гашения электрической дуги; для сопутствующего секционирования усиливающих проводов, а также несущих тросов цепных подвесок — натяжные изоляторы.

Секционные изоляторы устанавливаются под кронштейнами и поперечинами как в положительных, так и в отрицательных проводах.

При децентрализованном электроснабжении секционные изоляторы устанавливаются в расчетных точках токораздела для вынужденного режима; при централизованном электроснабжении - в точках в соответствии с электрическим расчетом района питания данной подстанции и на токоразделах всех питающих линий смежных по контактной сети подстанций для нормального режима работы.

Должны также предусматриваться секционные изоляторы для вынужденных (разгрузочных) режимов. Допускается шунтирование "минусового" секционного изолятора линии, питаемой с одной тяговой подстанции [5].

Допускается совмещение функций секционного изолятора и салазки ЛРТ (троллейбуса) на разводном мосту в одном устройстве в случае двустороннего питания моста.

6.4.3. Специальные части контактной сети, как правило, следует устанавливать на участках трассы с уклонами менее 15 ‰.

Допускается установка спецчастей контактной сети с изолированными ходовыми элементами на следующих продольных уклонах трассы, ‰, не более:

— пересечение линии ЛРТ с троллейбусной – 25;

— пересечение троллейбусных линий — 20;

— стрелочные узлы управляемые — 25;

— стрелочные узлы сходные — 30;

— секционные изоляторы на прямых участках – 40;

— секционные изоляторы на криволинейных участках радиусом не менее 100 м и на спусках - 20;

— штангоулавливатели – до 20.

В исключительных случаях при отсутствии гололедных образований и при соответствующем обосновании допускается увеличение уклонов на 5 ‰ [5].

6.4.4. При необходимости установки стрелок в зонах пересечения дорог, остановочных пунктов (остановок), наземных пешеходных переходов, перестроения троллейбусов в левый ряд для поворота, разворота, секционных изоляторов, приоритетной является установка:

автоматических стрелок — за 60 - 80 м до поворота при двух полосах движения, а при трех и более — за 100 - 120 м;

после остановочного пункта, пешеходного перехода, секционного изолятора по ходу движения троллейбусов — на расстоянии одного пролета от 30 до 50 м;

сходных стрелок — после перекрестка и пешеходного перехода на расстоянии не менее 8 м.

Отклонения от приоритетной установки допускаются в исключительно стесненных и обоснованных ситуациях [5].

6.4.5. Стрелочные узлы должны устанавливаться с креплением несущих подвесов к кронштейнам, гибким несущим поперечинам подвески или специальным поперечинам. Установка двух стрелочных узлов на одной сдвоенной несущей поперечине допускается как исключение.

6.4.6. Невозбужденному состоянию электропривода соответствует положение стрелки для движения троллейбуса выбегом направо.

Возбужденному состоянию привода — положение стрелки, при движении троллейбуса с включенным электродвигателем, налево. Возврат стрелки в положение для движения направо — автоматический, после каждого прохода троллейбуса налево.

В зависимости от местных условий, в исключительно обоснованных случаях, по согласованию с предприятием горэлектротранспорта, допускается установка стрелок противоположного состояния: невозбужденное — для движения выбегом налево, возбужденное — для движения с включенным двигателем направо. При этом стрелки должны быть отмечены специальным знаком «Л-В» (левая, выбег), видимым в любое время суток.

## **6.5. Контактные, питающие и усиливающие провода**

6.5.1. Расчетная (средняя) плотность тока в медных контактных проводах при нормальном режиме работы электроснабжения в летнее время не должна превышать 5 А/мм², в вынужденном режиме — 6,8 А/мм². При расчете плотности тока следует учитывать износ контактного провода по сечению на 20 % для ЛРТ и 10% для троллейбуса [5].

В аварийном режиме допускается повышение плотности тока до 7А/мм² на время не более 0,5ч при температуре воздуха до 20 °C и на все часы наибольшей нагрузки в течение одних суток при отрицательных температурах воздуха.

6.5.2. В пунктах присоединения питающих линий к контактной сети питающие провода должны присоединяться к контактным проводам гибкими медными изолированными на 1,0 кВ питающими дужками, поперечным сечением 95 мм². Количество дужек и общее их поперечное сечение должно соответствовать нагрузке секции (участка) контактной сети для вынужденного и аварийного режимов питания.

Присоединение питающих линий к секции контактной сети должно осуществляться не менее, чем двумя питающими дужками с двойным запасом по их суммарному эквивалентному поперечному сечению [5].

6.5.3. Межпутные уравнительные перемычки следует размещать

Для ЛРТ:

— через 150—200 м с прокладкой по воздуху;

— через каждые 150—200 м на участках контактной сети с усиливающими линиями;

— по обе стороны каждого секционного изолятора (не далее, чем через два пролета от него) на расчетных токоразделах между подстанциями;

— у секционных изоляторов, располагаемых между участками питания, где не располагается установка питающих соединителей;

— через 80-150 м при использовании несущих тросов в качестве усиливающих проводов.

В исключительных случаях допускается эксплуатация сети с расстоянием между перемычками до 400 м.

Сечение уравнительных межпутных перемычек должно быть не менее сечения контактного провода [5].

Для троллейбуса:

Контактные провода двухпутных линий должны соединяться через каждые 150—200 м междупутными уравнительными перемычками с эквивалентным поперечным сечением не менее сечения контактного провода. До переустройства допускается эксплуатация сети с расстоянием между перемычками от 250 до 400 м. Уравнительные перемычки должны устанавливаться также по обе стороны каждого секционного изолятора в зонах первых двух пролетов. При размещении секционного изолятора на расстоянии менее 100 м от оборотного кольца или узла пересечения (слияния) контактных проводов уравнительная перемычка устанавливается только со стороны, противоположной кольцу или пересечению [5].

6.5.4. Зарядка электробусов с динамической подзарядкой в статическом положении (на конечных станциях, в парках) возможна только с учетом усиления режима энергоснабжения на основе электрического расчета.

## **6.6. Изоляция контактной сети**

6.6.1. Все находящиеся под напряжением устройства контактной сети должны иметь основную и дополнительную изоляцию по отношению:

— к опорным конструкциям (опорам, зданиям, инженерным сооружениям);

— к токопроводящим элементам контактной подвески ближайших линий ЛРТ и троллейбуса;

— к проводам и оборудованию прочего назначения. При этом ни шумопоглотители, ни деревянные опоры как изоляторы в расчет не принимаются [5].

6.6.2. Изоляторы (натяжные и подвесные) [16] должны обеспечивать изоляцию и крепление устройств контактной сети в атмосфере с IV по VII степени загрязненности [17] при температуре окружающего воздуха от -60 °С до +50 °С, высоте над уровнем моря до 3000 м.

В случае эксплуатации подвесной системы с диэлектрическим синтетическим тросом он совмещает в себе роль основной и дополнительной изоляции

6.6.3. Расстояние от элементов контактной сети, нормально находящихся под напряжением, должно быть не менее, м:

до опорных конструкций 1,50;

до балконов, лоджий и оконных проемов 2,00;

до изолированных кронштейнов 0,25;

до стволов деревьев 1,50;

до ветвей деревьев 1,00;

до металлических частей инженерных сооружений 0,10;

до поверхности изоляции обрамления полотен ворот депо, выполненного из гетинакса, стеклопластика и др. для пропуска (установки) контактного провода, от окружающих обрамление деталей конструкций 0,20 [5].

6.6.4. В конструкциях пересечений контактных проводов линии ЛРТ с троллейбусной линией изоляция должна выдерживать испытательное напряжение 5,0 кВ, частотой 50 Гц в течение 1 мин [5].

6.6.5. При недостаточной высоте инженерного сооружения и применении жесткой подвески контактной сети на потолочных изо­лированных подвесах расстояние между металлическими креплениями изоляционных щитов (сплошных или решетчатых) к металлокон­струкции сооружений и потолочных подвесов к изоляционным щитам должно быть не менее 0,2 м по поверхности изоляции [5].

6.6.6. Присоединение сторонних потребителей к контактной сети категорически запрещено.

## **6.7. Техническое обслуживание контактной сети.**

6.7.1. Нормальное состояние, надежность работы сети обеспечиваются техническим обслуживанием в соответствии с системой и характеристиками профилактических осмотров и ремонтов, эксплуатационными инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

6.7.2. Все работы на Сети, включая осмотры, должны производиться при соблюдении ПТЭЭП [4], ПОТ ЭЭ [9] и ПОТ на ГЭТ [1], местных инструкций.

6.7.3. Работы на пассажирских линиях, связанные с необходимостью перерыва в движении, должны быть предварительно, не позднее, чем за сутки до начала работ, в установленном порядке согласованы со Службой движения, а на линиях, обеспечивающих выпуск подвижного состава из депо, кроме того, с руководством депо.

6.7.4. В каждом районе контактной сети должны быть:

— схема питания и секционирования контактной сети с обозначением выводов питающих линий;

— технический паспорт со схемой сети, обозначением секционных изоляторов и выводов питающих линий, специальных частей, опорных конструкций, искусственных сооружений;

— график ремонтов контактной сети;

— журнал ремонтов и регулирования контактной сети;

— акты технического расследования повреждений контактной сети;

— Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП);

— Правила по охране труда на ГЭТ;

— ГОСТ "Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к эксплуатации»;

— должностные и эксплуатационные инструкции;

— Правила внутреннего трудового распорядка;

— средства индивидуальной защиты и пожаротушения;

— ЗИП и инструменты, специальные транспортные средства и механизмы по утвержденному перечню в соответствии с ПОТ на ГЭТ [1].

6.7.5. При осмотрах сети должны выявляться, а затем устраняться «паразитные» электрические соединения проводов ЛРТ с минусовыми проводами контактной сети троллейбуса через цепи сигнализации, блокировки, временных гирлянд освещения и др., а также контактно-бесконтактные электропроводки, шунтирующие секционные изоляторы, нарушающие секционирование контактной сети или препятствующие нормальному функционированию устройств автокомпенсации.

6.7.6. Для исключения актов вандализма на опорах контактной сети, исходя из местных условий, опора может быть защищена специальным анти-адгезионным покрытием, либо сеткой.

6.7.7. Контактный провод типа МФ, НЛОл 0,04 Ф поперечным сечением 85 мм² и 100 мм² подлежит замене:

— при уменьшении сечения:

для ЛРТ на 25 % и 30 % (уменьшение высоты сечения до 7,9 и 8,1 мм);

для троллейбуса на 12 и 20 % (уменьшение высоты сечения до 9,1 мм и 9,5 мм);

— при снижении прочностных характеристик вследствие воздействия высоких температур (отжиг)

— при наличии более 75 % стыков и поджогов от количества точек подвешивания провода на участке [12].

6.7.8. Стыковые зажимы должны устанавливаться не далее 5 м от точек подвешивания контактного провода. Превышение допускается при условии фиксации зажимов, исключающей перекосы, наклоны, запрокидывание зажимов, нарушение ходовых линий. Стыкование медных проводов холодной сваркой применяется без ограничений при равнопрочности стыков с контактным проводом.

6.7.9. При замене контактных и усиливающих проводов должны учитываться нормативы, как по плотности тока, так и по падению напряжения. Падение напряжения до токоприемников подвижного со става ГЭТ в нормальном режиме при расчетной частоте движения любой точке линии не должно превышать 90 В, в вынужденном 170 В.

При расчете максимального падения напряжения следует учитывать средний износ контактного провода по сечению на 7,5 % [5].

6.7.10. Падение напряжений на участках с тяжелыми условиями движения не должно превышать 15 % от номинального напряжения на шинах тяговой подстанции [18].

6.7.11. Техническое содержание контактных сетей контролируется посредством осмотров и измерений параметров контактной сети. Назначением осмотра является определение состояния элементов контактной сети, выявление неисправностей, а также причин, их вызвавших или могущих вызвать. На основании данных технических осмотров формируются задания на плановые ремонты, а при неотложности устранения недостатков - на заявочные ремонты.

6.7.12. Контроль за состоянием контактной сети осуществляется путем измерений следующих параметров:

* износ контактного провода,
* высота подвески контактного провода,
* натяжение контактного провода и тросов,
* зигзаг и выносы контактного провода ЛРТ,
* расстояние между контактными проводами троллейбуса,
* расстояние от проводов до опорных конструкций, балконов зданий и оконных проемов, стволов и ветвей деревьев,
* падение напряжения на участках контактной сети,
* повреждения опор контактной сети.

6.7.13. Сроки осмотров и измерений элементов контактной сети должны определяться на основании статистических оценок их повреждаемости и опыта эксплуатации руководством предприятия, эксплуатирующего контактную сеть.

Пример периодичности осмотров и измерений элементов контактной сети приведен в таблицах 1-3

Таблица 1

Периодичность

осмотров элементов контактной сети ЛРТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  пп | Наименование элемента работы | Периодичность,  не менее |
| ~~1.~~ | Участки тяжелого профиля движения | 1 раз в 7 дней |
| 2. | Узлы, кольца, спецчасти, входы-выходы в депо (осмотр с земли) | 1 раз в месяц |
| 3. | Пассажирские линии (осмотр с вагона-вышки или с машины-вышки) | 1 раз в 3 месяца |
| 4. | Контактная сеть депо (осмотр с земли) | 1 раз в месяц |
| 5. | Секционные изоляторы в депо | 1 раз в месяц |
| 6. | Секционные изоляторы пассажирских линий | 1 раз в 3 месяца |
| 7. | Крепление питающих дужек на фидерах | 1 раз в 3 месяца |
| 8. | Обход контактной сети | 1 раз в 6 месяцев |
| 9. | Питающие и отсасывающие сети | 1 раз в 6 месяцев |
| 10. | Разъединители на опорах | 1 раз в 6 месяцев |
| 11. | Крюки и анкеровки | 1 раз в 6 месяцев |
| 12. | Потенциальные перемычки и питающие дужки | 1 раз в 6 месяцев |
| 13. | Опоры | 1 раз в год |

Таблица 2

Периодичность осмотров элементов контактной сети троллейбуса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№  пп | Наименование элемента работы | Периодичность, не менее |
| ~~1.~~ | Участки тяжелого профиля движения | 1 раз в 7 дней |
| 2. | Объезд на автовышке всех маршрутов | 1 раз в 3 месяца |
| 3. | Узлы, кольца, спецчасти (автоматические и сходные стрелки, пересечения троллейбуса с троллейбусом и троллейбуса с ЛРТ), узлы грузовой компенсации | 1 раз в месяц |
| 4. | Спецчасти в контактной сети депо | 1 раз в месяц |
| 5. | Секционные изоляторы и питающие дужки | 1 раз в 3 месяца |
| 6. | Криводержатели | 1 раз в 3 месяца |
| 7. | Питающие фидера, потенциальные перемычки, разъединители на опорах | 1 раз в 6 месяцев |
| 8. | Крюки в стенах зданий | 1 раз в 6 месяцев |
| 9. | Опоры, крюки, кронштейны | 1 раз в год |

Таблица 3

Периодичность измерений параметров контактной сети

ЛРТ и троллейбуса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№  пп | Наименование элемента работы | Периодичность,  не менее |
| 1. | Износ контактного провода ЛРТ:  на прямых участках  узлов, колец, депо, кривых | 1 раз в 6 месяцев  1 раз в 6 месяцев |
| 2. | Износ контактного провода троллейбуса:  на прямых участках  узлов, колец, кривых | 1 раз в 6 месяцев  1 раз в 6 месяцев |
| 3. | Высота подвески контактного провода | 1 раз в год |
| 4. | Натяжение контактного провода | 1 раз в 6 месяцев |
| 5. | Зигзаг и выносы контактного провода ЛРТ | 1 раз в 6 месяцев |
| 6. | Углы излома контактного провода, радиусы кривых | 1 раз в 6 месяцев |
| 7. | Расстояния между контактными проводами троллейбуса, от проводов до опорных конструкций, балконов зданий и оконных проемов, стволов и ветвей деревьев | 1 раз в 6 месяцев |
| 8. | Сопротивление изоляции питающих фидеров и перемычек | 1 раз в год |
| 9. | Изоляция токоведущих частей от металлических опор | 1 раз в 6 месяцев |
| 10. | Падение напряжения на участках сети:  в контактной сети троллейбуса  в контактной сети ЛРТ | 1 раз в год  1 раз в 3 года |

6.7.14. Исправное состояние контактной сети должно обеспечиваться за счет своевременного и полного выполнения технического обслуживания и ремонтов. Периодичность ремонтов элементов контактной сети указана в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

Периодичность текущих ремонтов элементов

контактной сети ЛРТ и троллейбуса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п.п. | Наименование элемента работы | Периодичность, не менее |
| 1. | Спецчасти | 1 раз в 6 месяцев |
| 2. | Узлы, кольца, сети, депо | 1 раз в 6 месяцев |
| 3. | Прямые участки | 1 раз в год |
| 4. | Прочее | 1 раз в 4 года |

Примечание:

Текущий ремонт включает в себя:

* регулировку положения в плане провода тросов, кронштейнов, арматуры,
* регулировку высоты подвешивания контактного провода,
* регулировку натяжения проводов и тросов,
* перестыковку стыковых и концевых зажимов с целью устранения возможных скрытых трещин. Куски контактного провода, находившиеся внутри клемм и зажимов, вырезаются;
* окраску арматуры, изоляции, спецчастей,
* замену поврежденной арматуры, изоляции, спецчастей, кронштейнов,
* проверку опор,
* замену контактного провода,
* полную замену байдратов, добавков,
* регулировку ходовой линии спецчастей, восстановление трущихся частей, замену изношенных и поврежденных элементов, очистку и окраску изоляторов,
* при необходимости – замену спецчастей,
* ремонт и окраску изоляционных щитов и подшивок под инженерными сооружениями.

Таблица 5

Периодичность капитальных ремонтов контактной

сети ЛРТ и троллейбуса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п.п. | Наименование элемента работы | Периодичность, не менее | Примечание |
| 1. | Узлы, кольца, кривые, сети, депо | 1 раз в 6 лет |  |
| 2. | Прямые участки всех видов подвесок (кроме цепной) | 1 раз в 9 лет |  |
| 3. | Прямые участки цепных подвесок | 1 раз в 12 лет |  |
| 4. | Смена контактного провода ЛРТ | 1 раз в 8-9 лет | Указанные сроки являются средними. Провод назначается к смене только по результатам замеров фактического износа |
| 5. | Смена контактного провода троллейбуса | 1 раз в 14-16 лет |
| 6. | Смена несущего троса | при 10% коррозии без обрыва жил | Несущий трос назначается к смене только по результатам замеров фактического износа |

Примечание:

При капитальном ремонте участка контактной сети замену контактного провода, спецчастей, опор, стенных крюков, закладных деталей в инженерных сооружениях, устройств грузовой компенсации натяжения контактных проводов производят в зависимости от их состояния. Все остальные элементы контактной сети меняют независимо от срока службы и фактического состояния.

## **6.8. Аварийная служба контактной сети.**

6.8.1. Аварийная служба организуется для быстрейшего устранения повреждений, неисправностей контактной сети и других помех с целью восстановления и предупреждения возможности задержки движения транспорта [11].

6.8.2. Аварийная служба состоит из аварийных, а также эксплуатационных бригад при посменном круглосуточном режиме работы, оперативно подчиненных электродиспетчеру или лицу, уполномоченному осуществлять оперативное руководство [11].

6.8.3. В распоряжении аварийной службы должны находиться специальные вышки контактной сети, окрашенные и оборудованные приборами для подачи специальных световых и звуковых сигналов, автоподъемник с выдвижной (выносной) стрелой, лестницы, прицепы для перевозки опор и других длинномеров, прицепной кабельный транспортер и др. механизмы, инструмент и приспособления, ЗИП, средства индивидуальной защиты и инвентарь — по установленному организацией ГЭТ (Службой энергохозяйства) перечню неснижаемого запаса материалов, инструмента и др. [11]

6.8.4. Работники организации ГЭТ, причастные к организации движения ГЭТ, должны оказывать аварийным бригадам помощь и содействие в скорейшей ликвидации задержки движения.

Линейные работники Службы движения, по возможности, обязаны организовать безопасный пропуск транспортных средств ГЭТ через зону работ.

Электродиспетчер имеет право по необходимости привлекать к аварийным работам персонал энергохозяйств не из состава аварийных бригад, имеющий право производства соответствующих работ.

6.8.5. Аварийные работы должны выполняться при соблюдении всем задействованным персоналом ПОТ на ГЭТ [1].

6.8.6. Руководство аварийной бригадой на месте осуществляет производитель работ (бригадир, мастер).

При производстве работ несколькими бригадами общее руководство осуществляет ответственный руководитель-производитель работ бригады, прибывший на место первой, или лицо из состава административно-технического персонала службы энергохозяйства, прибывшее специально для руководства работой [1].

6.8.7. Ликвидация повреждения может выполняться в два этапа:

— восстановление контактной сети, дающее возможность движения транспорта хотя бы с ограничением скорости;

— полное восстановление контактной сети, обеспечивающее нормальную работу подвижного состава [11].

6.8.8. По окончании работ аварийная бригада должна убедиться в отсутствии в восстановленной зоне и в соседних с ней зонах контактной сети поврежденных участков контактной сети, сети и устройств сторонних организаций, препятствующих движению транспорта и сообщить электродиспетчеру о выполнении работ и готовности участка к эксплуатации [1] [11].

# 7 Кабельные сети

## 7.1. Общая часть.

Настоящий стандарт распространяется на кабельные сети, предназначенные для передачи электроэнергии электрическим системам легкого рельсового транспорта и городского безрельсового электротранспорта общего пользования.

Кабельные сети должны удовлетворять требованиям, изложенным в документах:

— Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) [4];

— Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [3];

— Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [9];

— Стандарт «Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию»;

— Настоящий свод правил.

7.1.1. К кабельным сетям относятся и являются объектами эксплуатации:

— кабельные линии системы внешнего электроснабжения конструкционным и номинальным напряжением 10 (6) кВ, служащие для передачи электроэнергии от источников питания до подстанций;

— кабельные линии номинальным напряжением 0,4 кВ для питания собственных нужд подстанций;

— кабельные линии системы электротяги с положительными и отрицательными кабелями постоянного тока конструкционным напряжением 1 кВ, номинальным напряжением принятой величины ННКС, предназначенные для передачи преобразованной электроэнергии от подстанций до контактной сети;

— кабельные выводы, пункты присоединения к контактной сети, линейные кабельные устройства и сооружения;

— ящики, шкафы, короба;

—камеры и колодцы (за исключением рельсовых колодцев, в которых расположено оборудование отсасывающего пункта);

— переключательные пункты [3].

7.1.2. При приемке в эксплуатацию и после капитального ремонта с перетрассированием кабельные линии должны проверяться на соответствие их требованиям действующей нормативной документации.

7.1.3. На каждую кабельную линию должны быть следующие документы:

— структурная схема кабельной линии;

— исполнительные чертежи трассы в масштабе 1:200 или 1:500;

— кабельный журнал на кабельные линии 10 (6) кВ и 0,4 кВ, ННКС;

— акты освидетельствования скрытых работ;

— акты на состояние концевых заделок кабелей на барабанах и, по необходимости, протоколы вскрытия и осмотра образцов;

— протоколы заводских испытаний кабелей;

— протоколы испытания кабелей после прокладки и монтажа перед постановкой под напряжение;

— протоколы подогрева кабелей на барабане перед раскаткой по трассе и прокладке при температуре воздуха ниже минус 5 °C;

— журнал изменений трассы с перечнем производственных работ, пояснением причин, привязкой на местности и указанием даты и органа, согласовавшего изменения.

Изменения трассы кабелей, установка муфт должны также вноситься в исполнительные чертежи. При невозможности восстановить отсутствующие документы должен составляться акт с указанием в нем данных, которые возможно восстановить;

Разграничение эксплуатационной ответственности между подразделениями энергохозяйства допускается устанавливать общим распоряжением по организации ГЭТ.

7.1.4. Для возможности оперативных переключений по режиму электроснабжения, при испытаниях и измерениях, распределения кабельных выводов по пунктам присоединения контактной сети на трассах кабельных линий должны устанавливаться пункты переключения или заменяющие их устройства.

7.1.5. Для каждой кабельной линии должна быть установлена длительно допустимая нагрузка по току в соответствии с ПУЭ, ПЭЭП и настоящими Правилами с учетом длительности эксплуатации, срока службы, состояния и пропускной способности кабелей, составляющих кабельную линию, с учетом их конструкционного напряжения.

7.1.6. Во время ликвидации аварий на кабельные линии напряжением 10 кВ включительно допускаются перегрузки в течение пяти суток, указанные в табл. 3. Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, допустимые перегрузки снижаются на 10%.

Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Прокладка | Коэффициент перегрузки при длительности, ч | | |
| 1 | 3 | 6 |
| В земле | 1,50/1,25 | 1,35/1,25 | 1,25/1,20 |
| В воздухе | 1,35/1,30 | 1,25/1,25 | 1,25/1,20 |
| В трубах в земле | 1,30/1,20 | 1,20/1,15 | 1,15/1,10 |

Примечание: В числителе - для коэффициента предварительной нагрузки - 0,6; в знаменателе - для 0,8.

7.1.7. Для линейных соединений и герметизации кабелей переменного тока напряжением 10 (6) кВ и постоянного тока 1 кВ должны применяться свинцовые или эпоксидные муфты; допускается применение иных муфт при соблюдении технологии монтажа, рекомендованной предприятием-изготовителем кабелей и проверенной в эксплуатации.

7.1.8. Для прокладки кабелей через вводы при отсутствии каналов, коллектора, через отверстия в перекрытиях, капитальных стенах должны применяться неэлектропроводные трубы. Отверстия на входах и выходах отрезков труб после прокладки кабелей должны быть закрыты огнестойким уплотнителем (цементным раствором, асбестом).

7.1.9. Броня, металлическая оболочка, стальные корпуса концевых заделок, металлоконструкций креплений каждого кабеля должны быть электрически соединены между собой и заземлены в местах присоединений:

- на заземляющее устройство распределительных устройств;

- на подстанциях; на внешний контур заземляющего устройства.

В зависимости от качества защиты от замыканий на землю допускается заземление брони, оболочек, металлоконструкций крепления концевых заделок кабелей постоянного тока на контур заземляющего устройства подстанции по переменному току, через дополнительные реле тока прямого действия защиты от замыканий на землю.

7.1.10. При монтаже соединительных муфт броня и оболочки соединяемых концов кабеля должны быть электрически соединены между собой.

7.1.11. Кабельные линии должны иметь маркировку у концевых заделок и на других открыто проложенных участках, так же как и соединительные муфты кабелей, выполненную по местным инструкциям (ярлык, бирка, обозначение).

7.1.12. Ошиновка и выводы кабелей на присоединениях в распределительных устройствах и пунктах переключения должны иметь расцветку:

* кабелей переменного тока: фазы A - желтую, фазы B - зеленую, фазы C - красную;
* кабелей постоянного тока: положительного - красную, отрицательного - синюю.

7.1.13. Кабельные линии постоянного тока должны иметь защиту от токов короткого замыкания, перегрузок и токов замыкания на землю вне зависимости от системы электроснабжения подвижного состава секции контактной сети - одностороннего или двухстороннего (параллельного) питания, в том числе и в системе с изолированными полюсами.

До переустройства допускается эксплуатация кабельных линий без защиты от токов замыкания на землю.

7.1.14. Количество питающих линий, их пропускная способность и распределение по секциям контактной сети должны соответствовать расчетной потребляемой мощности подвижного состава при заданных размерах движения как в нормальном, так и в вынужденном режимах электроснабжения. Количество питающих линий должно обеспечивать возможность избирательного отключения каждой питающей линии для осмотра, испытания, ремонта - без сокращения размеров движения, а при аварийных повреждениях - с перерывом в движении на время переключений .

7.1.15. Контрольные жилы кабелей питающих линий постоянного тока должны использоваться для диагностики состояния кабелей и в устройствах защиты их при повреждениях .

7.1.16. В условиях удаленности контактной сети от зданий городской застройки, открытого рельефа местности, в зонах повышенной грозовой активности на кабельных выводах питающих линий со стороны контактной сети должны устанавливаться униполярные разрядники (ограничители напряжения). При этом допускается присоединение рабочего заземления разрядников (ограничителей напряжения) на оболочки кабелей.

## **7.2. Техническое обслуживание кабельных сетей.**

7.2.1. Техническое обслуживание кабельных линий, их присоединение (осмотры трасс, искусственных сооружений, проверка маркировки, испытания, измерения и др.) должны производиться по графику, в сроки, утвержденные (согласованные) главным инженером предприятия энергохозяйства (или лицом, ответственным за электрохозяйство в организации ГЭТ). Периодичность и сроки должны соответствовать указанным в ПТЭЭП и Настоящего стандарта, а техническое обслуживание должно производиться при соблюдении ПОТ ЭЭ [9].

7.2.2. Для предупреждения механических повреждений кабельных линий должен быть установлен технический надзор за состоянием кабельных линий [9].

7.2.3. Испытание изоляции кабельных линий повышенным напряжением производится в соответствии с действующими инструкциями и не реже одного раза в два года [9].

7.2.4. Испытательное выпрямленное напряжение должно быть равно:

* для кабельных линий переменного тока 10 (6) кВ — пятикратному, а при вводе в эксплуатацию — шестикратному номинальному значению межфазного напряжения, при продолжительности испытания 5 мин на жилу каждой фазы;
* для кабельных линий постоянного тока 1,0 кВ - 5 кВ в течение 5 мин, либо в соответствии с требованиями завода изготовителя кабельной продукции.

Для отдельных кабелей с большим сроком эксплуатации (более 20 лет), и в зависимости от их технического состояния, с ведома главного инженера предприятия, допускается снижение испытательного напряжения:

* для кабелей переменного тока напряжением от 10 кВ до 35 кВ;
* напряжением от 6 кВ до 22 кВ;
* для кабелей постоянного тока напряжением 1,0 кВ до 3 кВ.

Отдельные кабельные линии постоянного тока после экстренного ремонта, вне зависимости от полярности допускается испытывать напряжением 2,5 кВ, с последующим стандартным испытанием.

7.2.5. Изоляция контрольных жил/контрольного экрана кабелей постоянного тока напряжением 1 кВ должна испытываться:

* по отношению к земле (совместно с изоляцией основной токоведущей жилы) напряжением 5 кВ;
* по отношению к основной токоведущей жиле напряжением 1 кВ [9].

7.2.6. При ремонте кабельной линии при отрицательной температуре воздуха ниже температур, определенных заводом изготовителем кабеля, кабельная вставка перед укладкой в траншею должна подогреваться [9].

7.2.7. При наличии в цепи питания ЛРТ рельсовых кабелей, запрещается монтаж на них соединительных муфт.

При выполнении работ по текущему и капитальному ремонту путей ЛРТ, а также при реконструкции, необходимо полностью заменять рельсовые кабели, попадающие в зону ремонта (реконструкции).

7.2.8. При монтаже соединительных муфт броня и оболочки соединяемых концов кабеля должны быть электрически соединены между собой.

# Библиография

**1.** Правила по охране труда на городском электрическом транспорте. Утверждены приказом Министерства труда и социальной зашиты Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 875н.

**2.** Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года № 1479

3. Правила устройства электроустановок. Издание 7.

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены приказом Минэнерго Российской Федерации № 6 от 13.01.2003

5. ГОСТ Р «Энергохозяйство городского электрического транспорта общего пользования. Требования к проектированию».

6. Инструкция по проектированию городских электрических сетей. [РД 34.20.185—94](https://ru.wikisource.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%94_34.20.185%E2%80%9494&action=edit&redlink=1). Утверждена Министерством топлива и энергетики РФ 07.07.94 г. (п. 4.1.6. Электроприемники 1 категории.).

7. ГОСТ 6962-75 Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети.

8. СанПиН 1.2.3685. Санитарные нормы допустимого шума в жилых домах и на территории жилой застройки.

9. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 года № 903н.

10. Типовая инструкция по обеспечению электробезопасности троллейбусов. Р-29384702-0363-96. Утверждена Заместителем директора Федеральной автодорожной службы 16.01.1996 г.

11. Правила технического обслуживания и ремонта контактных сетей трамвая и троллейбуса. Приказ концерна «Росгорэлектротранс» № 54 от 06.12.91

12. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поседений.

13. ВСН 13-77 Инструкция по монтажу контактных сетей промышленного и городского электрифицированного транспорта.

14. СП 68.13330.2017 Приемка в эксплуатацию законченных строительных объектов.

15. «Рекомендации по защите контактных сетей городского электротранспорта от опасного электромагнитного влияния линий электропередачи и контактных сетей железных дорог», Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, 1987 г

16. ГОСТ Р 51728-2001 Изоляторы стержневые полимерные контактных сетей трамвая и троллейбуса для загрязненной окружающей среды.

17. Инструкция по выбору изоляции электроустановок РД 34.51.101-90. Утверждена Министерством энергетики и электрификации СССР 23.04.90г.

18. Технические требования по эксплуатации участков с тяжелыми условиями движения на маршрутах городского электротранспорта. РД-29384702-1001-96 г. Утверждены Заместителем директора Департамента автомобильного транспорта 18.01.1996 г.