



118

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»**
(ФГБОУ ВПО ПГУПС)
190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

СОГЛАСОВАНО

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО -
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**


Е.О. СИЭРРА

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Железнодорожное электроснабжение участка Москва - Казань
высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань -
Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и
строительству

РАЗРАБОТАНО

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО ПГУПС



Т.С. Титова

Санкт-Петербург 2014

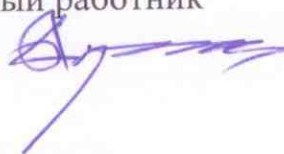
Список исполнителей СТУ

Руководитель разработки:

Профессор кафедры «Электроснабжение

железных дорог» ПГУПС, д.т.н., заслуженный работник

высшей школы Российской Федерации



А. Т. Бурков

Научный консультант

Профессор кафедры «Строительство дорог

транспортного комплекса» ПГУПС, д.и.н.



И. П. Киселев

ФГБОУ ВПО ПГУПС

А. В. Мизинцев, В. М. Саввов, В. В. Сероносков, М. А. Шарпилова

ФГБОУ ВПО РГУПС

Ю. И. Жарков, Е. П. Фигурнов

ОАО «Ленгипротранс»

Н. Н. Саенко

ЗАО «Универсал – контактные сети»

Е. В. Кудряшов

ОАО «ЦНИИС»

А. А. Прямицын

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	5
1.1	Общие положения	5
1.2	Термины и определения. Обозначения и сокращения	8
2	ВНЕШНЕЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ.....	11
2.1	Источники электрического питания высокоскоростной магистрали....	11
2.2	Уровень высшего напряжения тяговых подстанций и тип линий электропередачи	11
2.3	Схема питания тяговых подстанций	11
2.4	Симметрирование токов трехфазных электрических сетей	12
3	ТЯГОВОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ	13
3.1	Общие требования к тяговому электроснабжению	13
3.2	Параметры устройств тягового электроснабжения	13
3.3	Питание и секционирование электротяговой сети	16
3.4	Схема и параметры электрооборудования тяговых подстанций	17
3.5	Линейные пункты тягового электроснабжения	19
3.6	Режим рекуперативного торможения	19
3.7	Системы защиты на тяговых подстанциях и линейных пунктах.....	19
3.8	Контактная сеть	20
3.9	Токоприемники	29
3.10	Обратная электротяговая сеть (ОТС) и заземления	30
3.11	Токосяем	31
3.12	Питающие и отсасывающие линии	33
3.13	Электромагнитная совместимость технических средств в зоне электротяговых сетей.....	33
4	ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....	35
4.1	Система электроснабжения железнодорожных нетяговых потребителей.....	35
4.2	Источники и электрические сети питания нетяговых потребителей	35
4.3	Общие требования к электроснабжению железнодорожных нетяговых потребителей.....	35
5	СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВСМ	36

5.1	Общие принципы построения системы управления устройствами электроснабжения ВСМ	36
5.2	Требования к системе контроля и автоматизированного управления	36
5.3	Система обслуживания по состоянию устройств электроснабжения ВСМ	37
5.4	Диагностика и мониторинг устройств тягового электроснабжения	38
5.5	Комплексы технических средств.....	38
6	ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВАМ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	42
6.1	Тяговые подстанции	42
6.2	Электротяговая сеть.....	43
7	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	45
7.1	Прокладка кабелей и воздушных линий электропередачи.....	45
7.2	Пожарная безопасность	45
7.3	Сейсмическая безопасность	45
7.4	Энергетическая безопасность	45

1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Общие положения

1.1.1 Наименование и адрес объекта

Участок Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург.

1.1.2 Сведения о заказчике

Открытое акционерное общество «Скоростные магистрали» (ОАО «СМ»).

Юридический адрес: 107078, г. Москва, ул. Каланчевская, д. 35.

Фактический адрес: 107078, г. Москва, ул. Маши Порываевой, д. 34, блок 1, эт. 16.

Генеральный директор – Мишарин Александр Сергеевич.

ИНН 7708609931.

1.1.3 Сведения о генеральной проектной организации

1.1.4 Сведения о разработчике СТУ

Федеральное агентство железнодорожного транспорта. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВПО ПГУПС).

Юридический и фактический адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Ректор: Панычев Александр Юрьевич.

ИНН 7812009592.

1.1.5 Основания для строительства

Сетевой план-график реализации проекта строительства высокоскоростной магистрали Москва–Казань, утвержденный Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым 30 сентября 2013 г., № 5858п-П9.

1.1.6 Основания для разработки СТУ

1.1.6.1 Федеральный закон № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» п. 8 ст. 6.

1.1.6.2 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 пункт 5.

1.1.6.3 Приказ Минрегиона России от 01.04.2008 г. № 36 «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».

1.1.7 Необходимость разработки СТУ

Необходимость разработки СТУ обоснована отсутствием Российских нормативных документов, регламентирующих требования по проектированию, строительству и эксплуатации специализированных железнодорожных линий для движения высокоскоростных пассажирских поездов с максимальной скоростью до 400 км/ч.

1.1.8 Область применения

Настоящие Специальные технические условия «Железнодорожное электроснабжение участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и строительству» (далее – СТУ) содержат нормы и требования к системам железнодорожного электроснабжения для проектирования и строительства участка Москва – Казань новой высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург (далее – ВСМ), предназначенной для движения высокоскоростных пассажирских поездов со скоростью до 400 км/ч, пассажирских поездов со скоростью до 200 км/ч и специальных контейнерных поездов до 160 км/ч.

1.1.9 Краткое описание объекта

1.1.9.1 ВСМ проектируется как технологический комплекс, включающий в себя совокупность подсистем железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава.

1.1.9.2 Трасса участка Москва – Казань высокоскоростной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург проходит по территории семи субъектов Российской Федерации: города Москвы, Московской, Владимирской, Нижегородской областей, республик Чувашии, Марий-Эл, Татарстана.

Трасса соединяет крупные города: Москва, Нижний Новгород, Чебоксары, Казань.

1.1.9.3 Район строительства располагается на Восточно-Европейской (Русской) платформе и в геологическом отношении состоит из кристаллического фундамента, не выходящего на поверхность, и осадочного чехла. В составе кристаллического фундамента – граниты и гнейсы архейского и протерозойского возраста, в составе осадочного чехла – отложения палеозойской, мезозойской и кайнозойской эр. Ледники оставили после себя моренные суглинки с галькой и валунами различных пород (граниты, гнейсы, кварциты, доломиты, известняки, песчаники); особенно заметные следы на территории области оставило днепровское оледенение (мощность морены достигает 15 м). На территории Нижегородской области в местах прохождения трассы ВСМ развиты карстовые формы рельефа (пещеры, провалы и др.).

1.1.9.4 Климат района строительства – умеренно континентальный, сезонность чётко выражена: лето тёплое, зима умеренно холодная. Самый холодный месяц – январь, самый тёплый – июль.

Основные реки района строительства – Волга, Ока, Клязьма, Сура, Тёша, Илеть. Большинство рек относится к бассейну Волги.

1.1.9.5 ВСМ проектируется двухпутной с шириной колеи 1520 мм на скорость движения высокоскоростных пассажирских поездов до 400 км/ч при максимальной статической нагрузке на ось не более 170 кН, с возможностью пропуска пассажирских поездов со скоростью до 200 км/ч, специальных контейнерных поездов со скоростью до 160 км/ч.

Максимальная статическая нагрузка на ось электровозов для скоростных пассажирских и специальных контейнерных поездов принимается 226 кН, а вагонов-платформ для контейнерных поездов и пассажирских вагонов 210 кН.

1.1.9.6 ВСМ проектируется с электрической тягой.

1.1.9.7 Все подсистемы железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава должны быть совместимы между собой.

1.1.9.8 При проектировании объектов инфраструктуры ВСМ на участках, на которых реализуемые скорости поездов менее 200 км/ч, используется существующая нормативная база. При проектировании станционных путей (кроме главных и приемоотправочных), существующая нормативная база используется независимо от реализуемой скорости на участках. Исключение составляют объекты или их составные части, для которых применяются инновационные проектные решения, специфические для ВСМ.

1.1.9.9 Основные данные:

- длина участка Москва – Казань составляет 770 км;
- максимальный уклон 24 ‰.

1.1.10 Перечень нормативно-правовых актов

Технический регламент ТС «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» (ТР ТС 003/2011). Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 года № 710.

ГОСТ 32145-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 19330-2013 Стойки для опор контактной сети железных дорог. Технические условия. Переоформление ГОСТ Р (ГОСТ Р 54270-2010).

ГОСТ Р 55648-2013 Изоляторы для контактной сети железных дорог. Общие технические условия.

ГОСТ Р 55647-2013 Провода контактные из меди и ее сплавов для электрифицированных железных дорог. Технические условия.

ГОСТ 12393-2013 Арматура контактной сети железной дороги линейная. Общие технические условия.

ГОСТ 32204-2013 Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия.

ГОСТ Р 54984-2012 Освещение наружное объектов железнодорожного транспорта. Нормы и методы контроля.

ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

ГОСТ 9238-83 Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм (1524) мм.

ГОСТ 27772-88 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.

ГОСТ 27772-88 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

ГОСТ 14228-80 Дизели и газовые двигатели автоматизированные. Классификация по объему автоматизации.

ГОСТ 16350-80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей.

СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (пересмотр СП 14.13330.2011).

СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*.

СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

1.2 Термины и определения. Обозначения и сокращения

В настоящих СТУ применяются термины в значениях, определяемых нормативными документами, а также следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

высокоскоростное движение пассажирских поездов: движение пассажирских поездов со скоростями свыше 200 км/ч;

высокоскоростная железнодорожная магистраль (ВСМ): железнодорожная линия, на которой на всей ее длине или на отдельных

участках обращаются пассажирские поезда со скоростями свыше 200 до 400 км/ч;

железнодорожное электроснабжение ВСМ (ЖЭВСМ): электроэнергетический комплекс передачи электрической энергии национальной энергетической системы мощностью до 3 МВА на один километр железнодорожной линии с шин высшего уровня напряжения тяговых подстанций, преобразования ее к виду, приемлемому для принятого типа электроподвижного состава и передачи преобразованной электроэнергии по электротяговой сети в зону электропотребления подвижным составом, движущимся со скоростью свыше 200 км/ч, а также питания электрических железнодорожных потребителей нетягового назначения, расположенных вдоль ВСМ;

внешнее электроснабжение ВСМ: генерирующие источники электроэнергии, национальная электрическая сеть Российской Федерации и сети региональных энергосистем, обеспечивающие для потребителей первой категории надежности подведение электрической энергии к тяговым подстанциям высокоскоростной магистрали на уровне высшего напряжения не ниже 220 кВ в объеме, удовлетворяющем движению поездов со скоростью до 400 км/ч и мощностью электропотребления до 3 МВА на один километр ВСМ;

габарит С400: предельные поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания на участках со скоростями движения свыше 200 до 400 км/ч, внутрь которых помимо подвижного состава не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также находящееся около пути оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с подвижным составом, при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве увязано с частями подвижного состава, с которыми они могут соприкасаться, и что они не могут вызвать соприкосновения с другими элементами подвижного состава;

габарит С400Т: предельные поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания тоннеля на участках со скоростями движения свыше 200 до 400 км/ч, внутрь которых помимо подвижного состава не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также находящееся около пути оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с подвижным составом, при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве увязано с частями подвижного состава, с которыми они могут соприкасаться, и что они не могут вызвать соприкосновения с другими элементами подвижного состава;

габарит контактной сети: очертание, в которое вписываются все находящиеся под напряжением элементы воздушной контактной сети с учетом изоляционного расстояния и вне которого должны размещаться все другие стационарные устройства;

контактные провода ЖЭВСМ: специальные контактные провода, обеспечивающие требуемые электрические и механические свойства контактной подвески при скорости движения электроподвижного состава до 400 км/ч и удельной мощности устройств электроснабжения до 3 МВА на один километр ВСМ;

координация нормативных документов в области высокоскоростного движения пассажирских поездов: согласование технических регламентов, правил и отраслевых стандартов в области российского железнодорожного транспорта с международными нормами и стандартами по ВСМ;

обратная электротяговая сеть: комплекс электросетевых устройств тягового электроснабжения, предназначенный для обеспечения надежной обратной электрической связи ЭПС со сборными шинами тяговых подстанций и автотрансформаторных пунктов через точки касания колесных пар и тяговых рельсов;

обратный провод (обратной электротяговой сети): провод, подвешиваемый на опорах контактной сети и выполняющий функцию пропуска обратного тока, организации контура заземления опор контактной сети, снижения электрических потенциалов рельсов относительно земли, а также создания условий электромагнитной совместимости с другими техническими средствами железной дороги;

параметры устройств тягового электроснабжения: данные по основным электрическим, тяговым, механическим и другим свойствам, устанавливающие предельно допустимые и характеризующие значения величин – расстояние между подстанциями, уровень напряжения в контактной сети, мощность и количество силовых трансформаторов (или преобразовательных агрегатов), номинальные токи коммутационных аппаратов, сечение и количество проводов контактной сети, мощность и количество линейных пунктов электроснабжения;

тяговое электроснабжение ВСМ: составляет подсистему железнодорожного электроснабжения высокоскоростной магистрали, включающей тяговые подстанции, электротяговую сеть и линейные пункты электроснабжения.

2 ВНЕШНЕЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

2.1 Источники электрического питания высокоскоростной магистрали

2.1.1 Внешнее электроснабжение является источником энергообеспечения высокоскоростной магистрали и включает генерирующие источники электрической энергии, районные электрические подстанции, линии Национальной электрической сети и линии электропередачи региональных энергосистем.

2.1.1 Система внешнего электроснабжения ВСМ должна проектироваться с учетом специфики электроэнергетического комплекса железнодорожной магистрали, интегрированного с Национальной электроэнергетикой России, и не противоречить законодательству Российской Федерации в области электроэнергетики.

2.2 Уровень высшего напряжения тяговых подстанций и тип линий электропередачи

2.2.1 Уровень высшего напряжения передачи электроэнергии устройствам тягового электроснабжения для участков ВСМ со скоростями движения ЭПС от 200 до 400 км/ч должен быть не ниже 220 кВ, за исключением случаев прохождения железнодорожной магистралью крупных городов с существующей системой тягового электроснабжения. Значение высшего напряжения должно определяться на основе данных тяговых и электрических расчетов по условиям надежного энергообеспечения высокоскоростных поездов, минимизации капитальных затрат на сооружение устройств тягового электроснабжения и оплату технологического присоединения к сетям территориальных сетевых и/или иных электроснабжающих организаций.

2.2.2 При нормальном режиме системы тягового электроснабжения на участках со скоростями движения ЭПС от 200 до 400 км/ч мощность трехфазного короткого замыкания на вводах в систему тягового электроснабжения должна быть не менее 2000 МВА при использовании сети 220 кВ. В остальных случаях при использовании сети 110 кВ мощность должна быть не менее 1500 МВА.

2.3 Схема питания тяговых подстанций

2.3.1 Питание устройств тягового электроснабжения от системы внешнего электроснабжения должно обеспечивать бесперебойную работу высокоскоростного электрического подвижного состава. Расположение тяговых подстанций, как правило, увязано с расположением железнодорожных станций на линии.

2.3.2 Тяговые подстанции для полигона ВСМ со скоростями движения ЭПС свыше 200 и до 400 км/ч должны быть обеспечены двухсторонним питанием от независимых источников.

При выходе из строя одного источника оставшиеся должны обеспечить бесперебойное питание без снижения тяговой нагрузки и отключения трансформаторов нетяговых потребителей с электроприемниками первой категории.

2.3.3 Тип линии электропередачи внешнего электроснабжения (воздушная, кабельная) определяется экономической целесообразностью в зависимости от плотности застройки и подземной инфраструктуры.

2.4 Симметрирование токов трехфазных электрических сетей

При выборе схем подключения тяговых подстанций к электрическим сетям внешнего электроснабжения необходимо учитывать загрузку фаз трехфазной линии и обеспечение минимизации асимметрии токов в сетях внешнего электроснабжения в соответствии с требованиями национального стандарта по качеству электроэнергии (ГОСТ Р 32145-2013).

3 ТЯГОВОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

3.1 Общие требования к тяговому электроснабжению

3.1.1 Система тягового электроснабжения должна обеспечивать требуемый уровень напряжения у токоприемника ЭПС и надежный скользящий электрический контакт между контактным проводом и токоприемниками в условиях их динамического взаимодействия при скоростях движения 200 – 400 км/ч. Взаимодействующая пара «контактная подвеска – токоприемник» при проектировании должна рассматриваться как единая динамическая система токосъема на ВСМ.

3.1.2 На ВСМ со скоростями движения свыше 200 и до 400 км/ч должна применяться система электрической тяги высокой производительности с уровнем напряжения в канале передачи энергии ЭПС, обеспечивающем энергетическую безопасность и энергоэкономичность ВСМ. На новых участках ВСМ линии Москва – Казань со скоростями движения от 200 до 400 км/ч следует использовать систему электрической тяги переменного тока 2×25 кВ, 50 Гц. Подсистема тягового электроснабжения 2×25 кВ должна обеспечивать передачу электроэнергии однофазным током с шин тяговых подстанций в зону питания ЭПС на уровне напряжения 50 кВ и понижение напряжения до 25 кВ с помощью однофазных автотрансформаторов, устанавливаемых на линейных автотрансформаторных пунктах (АТП).

3.1.3 Подсистема тягового электроснабжения должна обеспечивать возможность применения рекуперативного торможения ЭПС с приемом энергии рекуперации другими железнодорожными потребителями. При определении параметров тягового электроснабжения токи рекуперации могут не учитываться.

3.1.4 Для защиты устройств тягового электроснабжения ВСМ в аварийных режимах на тяговых подстанциях в электротяговой сети и на ЭПС должны быть предусмотрены комплексы микропроцессорной защиты, построенные на основе взаимно согласованных алгоритмов работы и уставках срабатывания.

3.2 Параметры устройств тягового электроснабжения

3.2.1 При проектировании вновь сооружаемых и реконструируемых устройств инфраструктуры ВСМ должны определяться основные параметры тягового электроснабжения:

- расстояние между тяговыми подстанциями;
- мощность и количество силовых трансформаторов (для участков постоянного тока дополнительно номинальный ток и количество преобразовательных (выпрямительных и/или инверторных) агрегатов);
- номинальный ток коммутационных аппаратов;
- марка, сечение и количество проводов контактной сети, обратной электротяговой сети, проводов и кабелей питающих и отсасывающих линий;

- мощность и количество АТП на межподстанционных зонах;
- виды и мощность устройств, обеспечивающих повышение качества электроэнергии в электротяговой сети.

3.2.2 Удельная мощность электропотребления в электротяговой сети для высокоскоростных железнодорожных двухпутных линий повышенной пропускной способности (при пакетном графике движения с наименьшим интервалом попутного следования) со скоростью от 200 до 400 км/ч должна приниматься по результатам тяговых и электрических расчетов.

3.2.3 Значения основных параметров устройств тягового электроснабжения должны определяться тяговыми и электрическими расчетами и выбираться из рядов номинальных значений, установленных стандартами на соответствующую продукцию.

В нормальном режиме работы тягового электроснабжения при размерах движения, соответствующих часовому интенсивному графику без ввода в работу резервных силовых трансформаторов, должно быть обеспечено одновременное выполнение следующих условий:

- напряжение у токоприемников ЭПС и на шинах тяговых подстанций должно быть в пределах, указанных в табл. 3.1;
- ток каждого устройства тягового электроснабжения не должен длительно превышать допустимое значение с учетом установленных значений перегрузки по току и времени усреднения;
- температура нагрева проводов электротяговой сети не должна длительно превышать допустимые значения, указанные в табл. 3.2;
- не должна возникать «мертвая зона» защиты контактной сети;
- не должны приниматься избыточные значения основных параметров устройств тягового электроснабжения;
- физико-механические характеристики проводов контактной сети должны соответствовать приведенным в табл. 3.3.

3.2.4 Помимо выполнения вышеперечисленных условий, должны соблюдаться правила проведения измерений контролируемых параметров:

- проверка температуры нагрева проводов контактной сети должна проводиться также при раздельном питании главных путей;
- для продукции, в отношении которой стандарты не разработаны, допустимые значения перегрузки по току и времени усреднения принимаются по техническим условиям;
- при проверке напряжения у токоприемников ЭПС не должно учитываться снижение напряжения продолжительностью до 30 с и импульсы повышения напряжения, обусловленные переходными процессами и атмосферными явлениями, вызывающими перенапряжения.

Таблица 3.1

Допустимое напряжение на шинах тяговых подстанций
и у токоприемников высокоскоростного ЭПС переменного тока

Эффективное напряжение, В				
на шинах тяговых подстанций		у токоприемников ЭПС		
номинальное	наибольшее	номинальное	наибольшее	наименьшее
27 500	29 000	25 000	29 000	21 000

Таблица 3.2

Наибольшая допустимая температура нагрева проводов
электротяговой сети

Провод		Допустимая температура нагрева провода, °С, при длительности протекания тока		
Применение	Конструкция и материал	До 1 с (режим КЗ)	До 10 мин.	Длительно
Контактный провод	Фасонный из бронзы	170	130	100
Несущий или рессорный трос контактной подвески, тросы средней анкеровки	Многопроволочный из бронзы			
Питающий провод, обратный провод, питающие и отсасывающие линии, усиливающий провод	Многопроволочный алюминиевый, сталеалюминиевый	130	100	90
	Многопроволочный медный	170	120	100
Электрические соединители контактной подвески, шлейфы разъединителей	Многопроволочный медный			
Токопроводящие струны контактной подвески	Мелкожильный многопроволочный из бронзы	Не нормируется	130	100

Таблица 3.3

Физико-механические характеристики проводов контактной сети

Провод		Скорость движения, км/ч	Площадь поперечного сечения S, мм ²	Временное сопротивление при растяжении σ_{\min} , Н/мм ² , не менее	Разрывное усилие F_{Pmin} , кН, не менее	Электрическое сопротивление постоянному току при температуре 20 °С, Ом/км, не более
Применение	Конструкция и материал					
Контактный провод	Фасонный из бронзы	До 250 км/ч включ.	120	411,6	Не нормируется	0,206
			150	401,8		0,165
		Свыше 250 км/ч	120	490,0		0,239
			150	470,0		0,191
Несущий трос контактной подвески	Многопроволочный из бронзы	До 250 км/ч включ.	120	Не нормируется	56,10	0,237
		Свыше 250 км/ч	120		67,57	0,237
Рессорные тросы контактной подвески	Многопроволочный из бронзы	При любых скоростях	35		20,17	0,808
			50		28,58	0,575
Токопроводящие струны контактной подвески	Мелкожильный многопроволочный из бронзы		10		5,68	2,894
			16		9,56	1,704
			25		15,43	1,064
Тросы средней анкеровки контактной подвески	Многопроволочный из бронзы		70		38,64	0,422
			95		54,76	0,298
			120		67,57	0,237
Электрические соединители контактной подвески, шлейфы разъединителей	Многопроволочный медный		70		26,30	0,273
			95		37,30	0,195
			120		46,80	0,156
Питающий провод, обратный провод, питающие и отсасывающие линии, усиливающий провод	Многопроволочный алюминиевый		185		29,83	0,158
			240		38,19	0,121
	Многопроволочный медный		120		46,80	0,156

3.3 Питание и секционирование электротяговой сети

3.3.1 В соответствии с обоснованным вариантом размещения тяговых подстанций вся линия ВСМ должна быть разделена на определенное количество межподстанционных зон питания электротяговой сети. Расстояние между тяговыми подстанциями (длина межподстанционной зоны) на участках высокоскоростного движения поездов с минимальным интервалом попутного следования определяется тяговыми и электрическими расчетами при условии обеспечения требуемого уровня напряжения у токоприемников поездов и расположения тяговых подстанций с привязкой к железнодорожным станциям.

3.3.2 Электротяговая сеть межподстанционной зоны должна обеспечивать двухстороннее питание контактной сети от смежных тяговых

подстанций. В продольном и поперечном направлениях электрическая схема контактной сети должна разделяться на секции, обеспечивающие отдельное электрическое питание от тяговых подстанций, с выделением на межподстанционной зоне секции главных путей, станционных путей и второстепенных путей.

3.3.3 Электрическое продольное секционирование контактной сети должно выполняться с помощью воздушных изолирующих соприкосновений анкерных участков контактной подвески. На участках переменного тока 2×25 кВ, 50 Гц подключение контактной подвески к шинам тяговой подстанции должно осуществляться с применением нейтральной вставки. Допускается применение нейтральной вставки у постов секционирования для возможности встречно-консольного питания от разных фаз питающего напряжения.

3.3.4 Длина нейтральной вставки контактной сети должна рассчитываться исходя из параметров обращающегося ЭПС при условии размещения крайних токоприемников в составе высокоскоростного поезда.

3.3.5 Электрическое поперечное секционирование контактной сети на станциях должно осуществляться с помощью секционных изоляторов или, при скорости выше 200 км/ч, с помощью изолирующих соприкосновений с нейтральной вставкой на съездах между главными путями.

3.3.6 Для обеспечения безопасности, надежности ВСМ и ремонтпригодности устройств электротяговой сети контактная сеть как нерезервируемый объект инфраструктуры должна конструктивно разделяться на анкерные участки с помощью изолирующих и неизолирующих соприкосновений. Анкерные участки должны обеспечивать механическую автономность устройств контактной сети отдельных участков электротяговой сети.

3.3.7 Питание секций контактной сети должно осуществляться питающими линиями тяговых подстанций, постов секционирования и пунктов параллельного соединения (ППС), на которых устанавливаются АТП, от шин тяговых подстанций и автотрансформаторных пунктов соответственно. Обратная тяговая сеть с помощью обратных линий должна иметь электрическое соединение с шинами тяговых подстанций, АТП и ППС.

3.3.8 Схема питания и секционирования контактной сети на межподстанционной зоне должна обеспечивать на двухпутных участках узловое питание, встречно-консольное питание, отдельное и параллельное двухстороннее и одностороннее питание.

Секции главных и второстепенных путей станций должны получать питание по отдельным питающим линиям.

3.4 Схема и параметры электрооборудования тяговых подстанций

3.4.1 Тяговые подстанции включают в себя следующие устройства электроснабжения:

- электрические открытые и закрытые распределительные устройства (ОРУ и ЗРУ) и комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ) разных уровней напряжения;
- понижающие силовые трансформаторы (ТС);
- коммутационное и защитное оборудование;
- силовые трансформаторы продольного электроснабжения железнодорожных нетяговых потребителей;
- устройства электроснабжения собственных нужд.

При проектировании должны быть рассмотрены варианты схем тяговых подстанций с использованием однофазных, трехфазных силовых трансформаторов, трансформаторов с симметрирующим эффектом, устройств повышения качества электропотребления (компенсирующих (КУ) и фильтро-компенсирующих (ФКУ) установок, симметрирующих комплексов).

3.4.2 На тяговых подстанциях переменного тока 2×25 кВ должно быть предусмотрено 100-процентное резервирование силовых понижающих трансформаторов.

3.4.3 Для питания нетяговых потребителей межподстанционных зон на тяговых подстанциях должно быть предусмотрено не меньше двух дополнительных силовых трехфазных двухобмоточных трансформаторов с первичным (вышшим) напряжением согласно п. 2.2.1 и вторичным (низшим) напряжением до 20 кВ, мощность которых определяется расчетным путем.

3.4.4 На тяговых подстанциях переменного тока для повышения качества потребления электроэнергии на тягу поездов, повышения коэффициента мощности и стабилизации уровня напряжения в электротяговой сети в соответствии с требованиями действующего национального стандарта (ГОСТ Р 32145-2013) могут применяться установки оптимизации качества электроэнергии при соответствующей технико-экономической оценке варианта.

3.4.5 Мощность силового трансформатора для питания электротяговой сети 2×25 кВ, 50 Гц определяется тяговыми и электрическими расчетами на основе параметров электротяговой нагрузки при заданном пакетном графике с определенным интервалом попутного следования, массы поезда и максимальной скорости движения 200–400 км/ч для зоны скрещения (встречи) поездов четного и нечетного направлений.

3.4.6 Распределительные устройства высшего напряжения должны быть открытого типа (ОРУ), с жесткой ошиновкой и коммутационной аппаратурой с раздельным конструктивным исполнением разъединителей и высоковольтных выключателей. Распределительные устройства тягового напряжения должны быть закрытого типа (ЗРУ-27,5 кВ). Распределительное устройство нетягового электроснабжения должно быть закрытого типа (ЗРУ-20 кВ) и предусматривать установку двух трансформаторов собственных нужд с сухой изоляцией.

3.5 Линейные пункты тягового электроснабжения

3.5.1 Для подсистемы тягового электроснабжения ВСМ переменного тока 2×25 кВ 50 Гц на межподстанционных зонах с узловой схемой питания и на станциях необходимо применение линейных устройств, включающих:

- посты секционирования (ПС);
- автотрансформаторные пункты;
- пункты параллельного соединения.

3.5.2 Количество пунктов параллельного соединения, количество и мощность автотрансформаторных пунктов на межподстанционной зоне должны определяться расчетами, при которых исходят из необходимости обеспечения требуемого уровня напряжения на ЭПС, снижения потерь электроэнергии в электротяговой сети и токов питающих линий, при которых обеспечивается избирательная защита контактной сети и снижение мешающего и опасного влияния на смежные устройства.

3.5.3 На двухпутных участках ВСМ АТП должны устанавливаться отдельно для каждого пути, но располагаться на территории одного пункта со стороны четного или нечетного пути.

Мачтовые разъединители питающих линий АТП, ПС, ППС должны располагаться со стороны пути подключения. АТП, как правило, совмещаются с ПС и ППС. Расстояние от площадок ПС и АТП до ближайшего железнодорожного пути должно быть достаточным для монтажа расположенных на них опор и оборудования с железнодорожного пути.

3.6 Режим рекуперативного торможения

3.6.1 Подсистема тягового электроснабжения должна обеспечивать возможность рекуперативного торможения подвижного состава с приемом электроэнергии рекуперации другими железнодорожными потребителями.

3.6.2 Расчеты нагрузки силовых трансформаторов тяговых подстанций, уровня минимального напряжения в контактной сети и температуры нагрева проводов контактной сети допускается выполнять без учета токов рекуперации. Исключением являются участки ВСМ с горным профилем, на которых реализуются устойчивые режимы рекуперативного торможения.

3.7 Системы защиты на тяговых подстанциях и линейных пунктах

3.7.1 Устройства тягового электроснабжения должны быть защищены от перенапряжений, токов коротких замыканий, а также от перегрева сверх установленных норм, иметь технические средства борьбы с образованием гололеда на проводах контактной сети посредством профилактического подогрева проводов и/или плавки гололеда.

3.7.2 Устройства защиты на тяговых подстанциях и линейных пунктах должны быть согласованы с защитами на ЭПС, отвечать

требованиям избирательности и быстродействия, строиться с соблюдением принципа многопараметрической оценки аварийных режимов и режимов перегрузки.

3.7.3 В расчетах нагрева проводов, уровней напряжения и токов короткого замыкания следует учитывать износ контактного провода на 20% его полного сечения.

3.7.4 Электрифицированная ВСМ должна иметь защиту от опасного и мешающего влияния электротяговой сети на смежные устройства связи и другие устройства, а также защиту от радиопомех как в устройствах электроснабжения, так и в самих устройствах связи.

3.7.5 Конструкции, на которых крепится контактная подвеска, а также устройства и металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением контактной сети вследствие нарушения изоляции или соприкосновения с проводами, должны иметь электрическое соединение с обратной электротяговой сетью (заземление на обратную электротяговую сеть). Заземлению подлежат также расположенные в зоне влияния контактной сети переменного тока металлические сооружения, на которых могут возникнуть опасные наведенные напряжения.

3.7.6 Опорные конструкции контактной сети и металлические сооружения, расположенные в районе ВСМ, должны быть защищены от коррозии блуждающими токами.

3.7.7 Все конструкции подсистемы тягового электроснабжения должны быть защищены от коррозии, вызываемой воздействием окружающей среды.

3.7.8 В необходимых случаях в устройствах тягового электроснабжения должна предусматриваться защита от искрообразования и дуговых процессов при взаимодействии токоприемников ЭПС и контактной подвески.

3.8 Контактная сеть

3.8.1 Общие положения

3.8.1.1 Контактная сеть должна обеспечивать надежную передачу электроэнергии требуемой мощности на ЭПС, безопасность движения и удовлетворительное качество токосъема при скорости движения до 400 км/ч. Контактная сеть ВСМ включает следующие основные конструкции и устройства:

- контактную подвеску, состоящую из контактного провода, несущего и рессорных тросов, струн, тросов средней анкеровки, электрических соединителей и изделий арматуры;
- питающие и усиливающие провода;
- узлы анкеровки проводов;
- поддерживающие и фиксирующие конструкции (консоли, фиксаторы, кронштейны);

- строительные конструкции (фундаменты и стойки опор, анкеры, жесткие поперечины);
- изоляторы;
- коммутационные устройства (разъединители);
- заземляющие и защитные устройства (индивидуальные и групповые заземления, ограничители перенапряжений и пр.).

3.8.1.2 К конструкциям и устройствам контактной сети должны предъявляться требования по сроку службы, надежности и долговечности, обязательной сертификации и декларирования по применению изделий и другим показателям как к нерезервируемым элементам подсистемы тягового электроснабжения, обеспечивающих безопасность движения в особых условиях высокоскоростного движения со скоростями от 200 до 400 км/ч.

3.8.2 Габариты устройств контактной сети

3.8.2.1 Габарит приближения строений на участках пропуска высокоскоростных поездов, движущихся со скоростью от 200 до 400 км/ч, должен соответствовать габариту С400, а в железнодорожных тоннелях – габариту С400Т. Габарит приближения строений на путях, не предусматривающих пропуск высокоскоростного подвижного состава, должен соответствовать габариту С по ГОСТ 9238-83.

3.8.2.2 Минимальный допускаемый вертикальный габарит контактного провода принимается по существующей национальной норме 5620 мм от уровня головок рельсов (УГР). Данный габарит должен быть выдержан с учетом всех возможных климатических и механических воздействий на контактную сеть, а также погрешностей сооружения пути и контактной подвески.

3.8.2.3 Номинальная высота рабочего контактного провода у опор контактной сети на перегонах должна составлять 5900 мм от УГР.

В исключительных случаях при проходе линии высокой скорости (от 200 до 400 км/ч) через существующие железнодорожные сооружения допускается понижение высоты с уклонами в соответствии с действующими нормативными документами.

3.8.2.4 Габарит опор контактной сети (расстояние от оси пути до ближайшей грани стоек опор на уровне головки рельса) по ходу движения высокоскоростных поездов должен составлять не менее 3500 мм.

3.8.2.5 Расстояние от фундаментов опор до кабельных лотков должно составлять не менее 0,05 м с учетом допуска на габарит фундамента.

3.8.2.6 Минимальные допускаемые расстояния между элементами контактной сети и частями токоприемника, находящимися под напряжением, до заземленных частей сооружений и подвижного состава (электрические зазоры) приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Минимальные допускаемые электрические зазоры

Род тока и напряжение	Минимальные допускаемые электрические зазоры, мм	
	Статические	Динамические
Переменный, 25 кВ	270	150

Указанные расстояния должны соблюдаться на протяжении всего срока эксплуатации контактной сети с учетом возможных климатических и механических воздействий.

3.8.2.7 Минимальные допускаемые зазоры между различными электрическими секциями контактной сети переменного тока при разности фаз 120 эл. градусов должны составлять:

- статический зазор: 400 мм;
- динамический зазор: 230 мм.

3.8.3 Климатические условия. Нагрузки и воздействия

3.8.3.1 При проектировании контактной сети климатические условия принимаются в зависимости от условий местности в соответствии с СП 131.13330.2012 и СП 20.13330.2011, а также по данным многолетних наблюдений метеостанций, расположенных близ проектируемой трассы.

3.8.3.2 Нагрузки и воздействия на провода и конструкции контактной сети должны приниматься в соответствии с действующими нормативными техническими документами. При этом коэффициент надежности по ответственности на высокоскоростном участке должен приниматься равным 1,2.

3.8.4 Контактная подвеска

3.8.4.1 На ВСМ должна применяться одинарная цепная компенсированная вертикальная контактная подвеска. Необходимость применения рессорного троса в конструкции контактной подвески при скоростях движения ЭПС свыше 200 и до 400 км/ч определяется по результатам математического моделирования взаимодействия токоприемников ЭПС с контактной подвеской и натурных испытаний на опытно-экспериментальном участке.

3.8.4.2 Номинальный зигзаг контактного провода при средней температуре должен составлять 0,3 м. При экстремальных температурах и скоростях движения ЭПС свыше 200 и до 400 км/ч зигзаг контактного провода не должен превышать 0,5 м в соответствии с принятой длиной рабочей зоны полоза токоприемника ЭПС.

3.8.4.3 Максимальная скорость движения электроподвижного состава должна составлять не более 70% скорости распространения поперечной волны по контактной подвеске.

3.8.4.4 Длина пролетов контактной подвески должна ограничиваться по критериям надежного токосъема, ветроустойчивости при максимальной скорости ветра и в режиме гололеда с ветром, соблюдения габарита контактного провода в режиме гололеда. При этом для снижения

возможности автоколебаний допускается чередование пролетов разной длины, но не превышающих 70 м.

3.8.4.5 Оптимальная стрела провеса контактного провода в середине пролета определяется при проектировании по условию обеспечения наилучшего качества токосъема, но не более 0,0005 длины пролета.

3.8.4.6 Расстояние между струнами контактной подвески определяется расчетным путем.

3.8.4.7 Конструктивная высота контактной подвески в обычных условиях должна составлять не менее 1,4 м, при проходе искусственных сооружений – не менее 0,8 м.

3.8.4.8 Изменение натяжений контактных проводов и несущих тросов в пределах анкерного участка не должно превышать 5% их номинального натяжения.

3.8.4.9 Максимальная длина анкерного участка контактной подвески со средней анкеровкой определяется расчетным путем. При проектировании длину анкерных участков следует ограничивать по критериям соблюдения допускаемых механических и электрических расстояний при температурных перемещениях проводов и конструкций контактной сети, обеспечения допустимого приращения натяжения контактных проводов и несущих тросов в пределах анкерного участка не более 5%, обеспечения допустимых зигзагов контактного провода не более 0,5 м.

3.8.4.10 Положение средней анкеровки контактной подвески на анкерном участке должно определяться расчетом при условии примерного равенства приращения натяжений проводов с обеих сторон от средней анкеровки при изменении температуры. Разница натяжений контактных проводов и несущих тросов с двух сторон от средней анкеровки, обусловленная реакциями поворотных консолей и фиксаторов, не должна превышать 1%.

3.8.4.11 Угол излома контактных проводов и несущих тросов контактной подвески во всех случаях не должен превышать 5°.

3.8.4.12 Натяжение струн контактной подвески в статическом состоянии должно быть не менее 15 Н.

3.8.5 Контактная сеть на станциях. Воздушные стрелки

3.8.5.1 На станциях должно предусматриваться механическое отделение контактных подвесок и узлов контактной сети по главным путям от соответствующих подвесок и узлов второстепенных путей. Для подвешивания контактной сети главных путей должны проектироваться преимущественно консольные опоры.

3.8.5.2 Воздушные стрелки могут быть выполнены без пересечения контактных проводов рабочих контактных подвесок с устройством дополнительной (третьей) контактной подвески или с пересечением контактных проводов.

3.8.5.3 Направления температурных перемещений контактных проводов на воздушных стрелках должны быть одинаковыми.

3.8.5.4 В зоне скоростных съездов между главными путями секционирование контактной подвески может выполняться секционным изолятором, допускающим проход подвижного состава с установленной по съезду скоростью движения, либо изолирующим сопряжением.

3.8.5.5 На главных путях станций, на диспетчерских съездах между главными путями, а также в местах, где второстепенные пути примыкают к главным, должна применяться подвеска того же типа, что и на главных путях перегонов.

3.8.6 Контактная сеть при проходе искусственных сооружений

Проход контактной подвески под новыми искусственными сооружениями (ИССО), пересекающими железнодорожные пути, по ходу высокоскоростного движения со скоростью ЭПС свыше 200 и до 400 км/ч должен осуществляться насквозь, без отбойников для несущего троса, без снижения высоты подвешивания контактного провода и без разанкеровок несущего троса, а также без изменения типа опорных узлов контактной подвески.

3.8.7 Поддерживающие и фиксирующие конструкции

3.8.7.1 В качестве поддерживающих конструкций контактной подвески должны использоваться поворотные горизонтальные изолированные консоли из алюминиевых сплавов.

Консоли должны обеспечивать надежное крепление несущего троса контактной подвески в требуемом положении по высоте и зигзагу, свободное температурное перемещение несущего троса вдоль пути, надежное электрическое соединение несущего троса с контактным проводом.

3.8.7.2 Фиксаторы рабочего контактного провода должны быть сочлененными, выполненными из легких сплавов, обеспечивать надежное крепление контактного провода в требуемом положении поперек пути (по зигзагу) и возможность регулировки зигзага контактного провода при нажатии токоприемника.

3.8.7.3 Несущая способность поддерживающих и фиксирующих конструкций должна быть ограничена по критериям прочности, устойчивости и жесткости.

3.8.7.4 Расчеты несущей способности поддерживающих и фиксирующих конструкций и их привязка при проектировании должны выполняться на расчетные нагрузки при наихудшем сочетании.

3.8.7.5 Крепежные изделия, применяемые в поддерживающих и фиксирующих конструкциях, должны быть выполнены из коррозионностойкой стали.

3.8.8 Строительные конструкции

3.8.8.1 Строительные конструкции контактной сети (стойки и фундаменты опор, анкеры, жесткие поперечины) должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать прочность и жесткость в течение всего срока эксплуатации: не менее 50 лет;

- быть малообслуживаемыми и ремонтпригодными;
- соответствовать характеристикам грунтов, в которых закрепляются фундаменты;
- не оказывать вредного воздействия на окружающую среду и земляное полотно ВСМ.

3.8.8.2 Материал для строительных конструкций контактной сети следует выбирать в зависимости от климатических условий района строительства (температуры воздуха, агрессивности окружающей среды).

3.8.8.3 Все строительные конструкции, поставляемые на объекты ВСМ, должны иметь сертификаты качества и декларацию на соответствие применения. Все материалы, используемые при производстве конструкций, должны иметь паспорта или сертификаты качества.

3.8.8.4 Для опор контактной сети должны применяться металлические стойки с раздельной установкой на фундаменты.

3.8.8.5 Несущая способность стоек опор должна быть ограничена по критериям прочности, устойчивости и жесткости.

При нагружении стойки максимально допустимым моментом (в плоскости поперек оси пути), соответствующим ее проектной несущей способности, прогиб на уровне контактного провода не должен превышать 40 мм.

Несущая способность стоек опор в направлении вдоль оси пути должна составлять не менее 60% несущей способности в направлении поперек оси пути.

Коэффициент безопасности для стоек принимается равным 1,6.

Подбор стоек по несущей способности следует проводить по расчетным нагрузкам при наиболее неблагоприятном режиме.

3.8.8.6 База размещения отверстий для крепления к фундаментам с помощью анкерных болтов должна составлять 400×500 мм в соответствии с ГОСТ Р 19330-2013.

3.8.8.7 Узлы крепления поддерживающих конструкций (консолей, кронштейнов и др.) на опорах контактной сети должны быть выполнены с помощью закладных деталей, устанавливаемых в специальные отверстия стоек.

3.8.8.8 Для районов с расчетной температурой воздуха (по СП 16.13330.2011) до минус 45 °С включительно металлические строительные конструкции должны быть выполнены из стали С245 ГОСТ 27772-88. Для листового проката следует применять сталь марки СтЗпс5 по ГОСТ 380-2005, для фасонного проката – сталь марки СтЗсп5 по ГОСТ 535-2005. Для районов с расчетной температурой окружающего воздуха ниже минус 45°С и до минус 55°С включительно конструкции должны быть выполнены из низколегированной стали С345 по ГОСТ 27772-88 марки 09Г2С-12 по ГОСТ 19281-89 с гарантией свариваемости. Сварка элементов стоек должна быть выполнена в смеси защитных газов по ГОСТ 14771-76 в соответствии с

требованиями СП 16.13330-2011. Контроль качества сварных швов выполняется по ГОСТ 23118-2012 и ГОСТ 3242-79.

3.8.8.9 Фундаменты опорных конструкций и анкеров для применения на ВСМ должны соответствовать следующим дополнительным требованиям:

- технологичность изготовления и монтажа для разных исполнений верхнего строения железнодорожного пути;
- стойкость к почвенной коррозии;
- простота и доступность диагностики;
- высокая несущая способность;
- возможность использования в сыпучих, пучинистых, агрессивных и других грунтах.

В качестве фундаментов (в зависимости от конструкции пути и характеристики грунтов) могут быть использованы следующие строительные конструкции:

- буронабивные сваи;
- винтовые сваи или вибропогружаемые фундаменты из металлических труб;
- полые цилиндрические железобетонные сваи;
- малозаглубленные железобетонные (фибробетонные) фундаменты и анкера;
- вибропогружаемые железобетонные фундаменты (только для отдельных применений, например на контактной сети станций).

3.8.8.10 Фундаменты опор контактной сети должны обеспечивать прочность заделки в грунте не менее несущей способности стоек опор.

3.8.9 Изоляторы

3.8.9.1 Изоляторы в узлах контактной сети конструктивно должны быть полимерными стержневыми с цельнолитой кремнийорганической оболочкой. Изоляторы должны иметь защиту от птиц.

3.8.9.2 Полимерные изоляторы должны соответствовать национальному стандарту ГОСТ Р 55648-2013.

3.8.10 Провода и тросы контактной сети

3.8.10.1 В контактной подвеске должны применяться бронзовые контактные провода сечением 120 или 150 мм² (сечение выбирается при проектировании по результатам электрических расчетов и моделирования взаимодействия контактной подвески с токоприемниками). Форма поперечного сечения контактных проводов должна соответствовать требованиям нормативных технических документов (рис. 3.1).

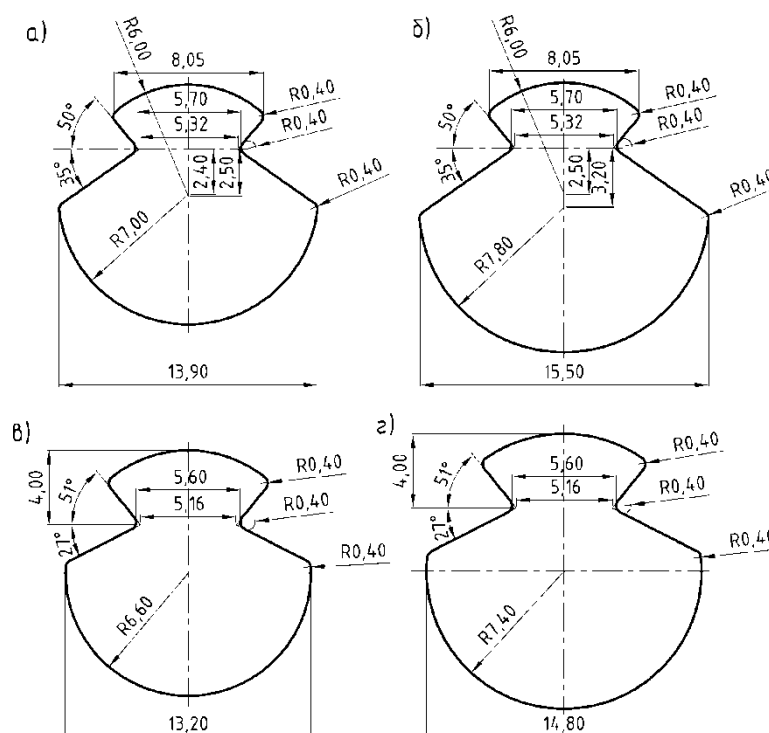


Рис. 3.1. Варианты поперечного сечения контактных проводов:
 а – 120 мм² по ГОСТ Р 55647-2013, б – 150 мм² по ГОСТ Р 55647-2013,
 в – АС-120 мм² по EN 50149, г – АС-150 мм² по EN 50149

3.8.10.2 Максимально допустимый местный износ контактного провода принимается равным 20% площади поперечного сечения.

3.8.10.3 Несущие тросы контактной подвески должны выполняться из бронзовых многопроволочных проводов. Сечение проводов определяется расчетами.

3.8.10.4 Основные физико-механические характеристики несущих тросов должны соответствовать приведенным в табл. 3.3.

3.8.10.5 Расчет максимальных допускаемых натяжений контактных проводов и несущих тросов должен производиться по методу предельных состояний.

3.8.10.6 На участках переменного тока 2×25 кВ на опорах контактной сети, кроме контактной подвески, подвешиваются питающие и обратные провода. В зоне подключения тяговых подстанций и линейных устройств электроснабжения провода питающих и отсасывающих линий размещаются на отдельных опорах. Подвеска других проводов различного назначения, кроме проводов системы тягового электроснабжения, на опорах контактной сети, как правило, не допускается.

3.8.10.7 Питающие и обратные провода должны иметь разанкеровку через каждые 3,5 – 4,5 км контактной подвески на отдельно стоящих анкерных опорах, а также при проходе искусственных сооружений, пересекающих железнодорожные пути.

Натяжение некомпенсированных проводов должно устанавливаться по монтажным таблицам с учетом длины эквивалентного пролета анкерного

участка для данной линии, скорости ветра и толщины стенки гололеда, определяемых с учетом местных климатических условий.

3.8.11 Арматура, струны, электрические соединители

3.8.11.1 Соединительные, струновые, фиксирующие и другие зажимы контактной сети должны иметь плашечную конструкцию, выполняться из кремнисто-никелевой бронзы (или аналогичной) методом горячей штамповки и комплектоваться крепежом из коррозионностойкой стали. Для электрических соединителей должны применяться зажимы из электролитической меди.

3.8.11.2 Материалы изделий арматуры должны следует выбирать с учетом контактной совместимости и исключения электрохимической и электрической коррозии.

3.8.11.3 Антикоррозионное покрытие изделий из чугуна и стали, не имеющих резьбы, должно быть выполнено методом горячего цинкования толщиной 120–150 мкм. Для изделий арматуры, имеющих резьбу диаметром более 12 мм, антикоррозионное покрытие должно быть выполнено методом термодиффузионного цинкования толщиной 18–20 мкм. Все крепежные изделия с диаметром резьбы до 12 мм включительно должны быть изготовлены из антикоррозионной стали.

3.8.11.4 Изделия арматуры, подвергающиеся вибрации, должны быть спроектированы таким образом, чтобы исключить потерю работоспособности в ходе эксплуатации.

3.8.11.5 Арматура, устанавливаемая на проводах контактной подвески, должна иметь минимальную возможную массу. Арматура, устанавливаемая на контактном проводе, должна быть спроектирована с учетом формы сечения провода (см. рис. 3.1).

3.8.11.6 Все изделия арматуры должны выдерживать без остаточной деформации, отрицательно влияющей на их функциональность, нагрузку, в 1,33 раза превышающую допускаемую. Изделия арматуры, воспринимающие продольное натяжение проводов контактной подвески, должны обеспечивать прочность заделки не менее разрывного усилия соединяемых проводов.

3.8.11.7 Зажимы средней анкеровки должны обеспечивать прочность заделки не меньше разрывного усилия троса средней анкеровки.

3.8.11.8 Поддерживающие зажимы должны иметь допускаемую нагрузку, не менее чем в 2,5 раза превышающую эксплуатационную нагрузку.

3.8.11.9 Арматура должна обеспечивать протекание тока короткого замыкания при пробое изоляции без отказа контактной сети.

3.8.11.10 Допускаемые моменты затяжки болтовых соединений в изделиях арматуры должны приниматься с учетом материала и диаметра болтов.

3.8.11.11 Арматура, воспринимающая усилия от затяжки болтов, должна выдерживать без остаточной деформации усилие, равное 1,33

допускаемой силы затяжки в соответствии с национальным стандартом ГОСТ 19330-2013.

3.8.11.12 По остальным требованиям изделия арматуры контактной сети должны соответствовать ГОСТ 12393-2013.

3.8.11.13 Струны контактной подвески должны быть выполнены из гибких мелкожильных бронзовых проводов. Струны должны обеспечивать: подвешивание контактного провода на проектной высоте; минимальный ресурс два миллиона циклов прохода токоприемников без повреждения; высокую эластичность для уменьшения влияния на динамические характеристики контактной подвески. Конструкция струн должна быть проверена ресурсными испытаниями.

3.8.11.14 Продольные и поперечные электрические соединители должны выполняться из медных многопроволочных проводов. Сечение и количество поперечных электрических соединителей на анкерном участке контактной подвески должно определяться расчетами токораспределения в контактной подвеске.

3.8.12 Заземление и защита контактной сети

3.8.12.1 Контактная сеть должна отвечать требованиям, предъявляемым к системе защиты устройств электроснабжения и указанным в разделе 3.7.

3.8.12.2 Все открытые токопроводящие части контактной сети, не находящиеся под напряжением, должны быть подключены к системе защитного заземления посредством присоединения к проводам обратного тока (см. раздел 3.10).

На участках постоянного тока металлические стойки опор контактной сети должны иметь надежную изоляцию от земли.

3.9 Токоприемники

3.9.1 Контактная подвеска и токоприемники при проектировании ВСМ должны рассматриваться как единая электромеханическая система, динамические характеристики и качество скользящего электрического контакта которой обусловлены параметрами и токоприемника, и контактной подвески.

3.9.2 Форма полоза токоприемников высокоскоростного ЭПС должна соответствовать рис. 3.2.

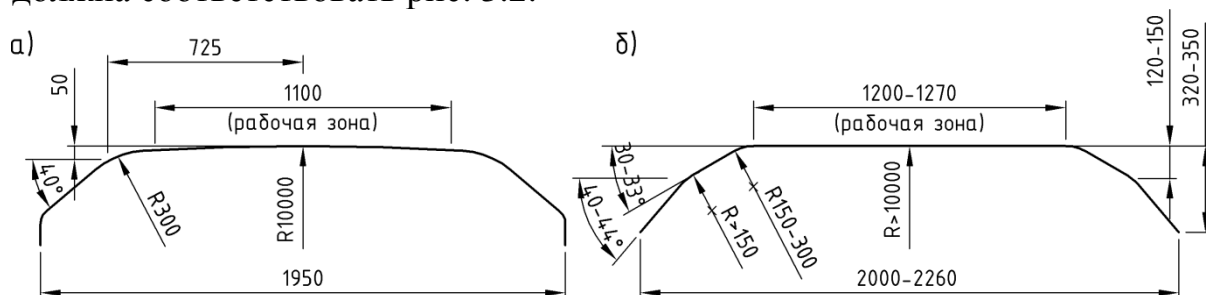


Рис. 3.2. Форма полоза токоприемника:

а – высокоскоростного ЭПС в соответствии с рис.В.3 EN 50367; б – по ГОСТ Р 32204-2013

3.9.3 Рабочая высота полоза высокоскоростного токоприемника при движении ЭПС на новых участках ВСМ со скоростью выше 200 и до 400 км/ч должна находиться в диапазоне от 5570 до 6200 мм от УГР. При выходе высокоскоростного ЭПС на действующие участки контактной сети со скоростями ниже 250 км/ч токоприемник должен обеспечивать токосъем при максимальной высоте контактного провода 6800 мм от УГР.

3.9.4 Статическое нажатие токоприемника F_0 на переменном токе должно составлять 70^{+20}_{-10} Н.

3.9.5 Аэродинамическая составляющая контактного нажатия F_A должна быть приближена к целевой зависимости (в ньютонах) $F_A = 0,00097 V^2$, где V – скорость движения ЭПС, км/ч.

3.9.6 Контактная сеть ВСМ должна быть рассчитана на эксплуатацию ЭПС с одним или двумя одновременно поднятыми токоприемниками. Расстояние между двумя рабочими токоприемниками должно составлять не менее 150 м и не более 400 м.

3.10 Обратная электротяговая сеть (ОТС) и заземления

3.10.1 Для высокоскоростных линий со скоростями движения от 200 до 400 км/ч обратная тяговая сеть создается на основе параллельного включения тяговых рельсов, имеющих электрическое соединение в продольном направлении посредством рельсовых соединителей и дроссель-трансформаторов, а в поперечном направлении – посредством междупутных соединителей, и обратного провода, прокладываемого по опорам контактной сети с полевой стороны на высоте контактного провода от УГР.

3.10.2 Обратный провод должен выполнять функцию пропуска обратного тока, организации контура заземления опор контактной сети, снижения электрических потенциалов рельсов относительно земли, а также обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с другими техническими средствами (связи, радио, телекоммуникаций и т. д.).

3.10.3 Основными критериями при выборе параметров ОТС при тональных рельсовых цепях СЦБ (ТРЦ) являются:

- тип напольной аппаратуры СЦБ, соответствующий подсистеме тягового электроснабжения;
- места установки и схемы подключения к тяговым рельсам заземляющих устройств и линий обратного тока тяговых подстанций и автотрансформаторных пунктов;
- места установки специальных выравнивающих дросселей и дроссель-трансформаторов, междурельсовых и междупутных соединителей.

3.10.4 В качестве обратного провода применяется алюминиевый многопроволочный провод сечением в медном эквиваленте не менее сечения проводов контактной подвески.

3.10.5 ОТС должна соответствовать требованиям надежного и электробезопасного функционирования электротяговой сети,

обеспечиваемого за счет электрической непрерывности рельсовой линии от любого участка пути до места подключения к линиям обратного тока тяговых подстанций и АТП, применения бесстыкового пути, гибких приварных сталемедных электротяговых соединителей расчетного сечения, установки на изолирующих стыках металлополимерных изолирующих накладок.

3.10.6 Линия обратного провода должна прокладываться по опорам контактной сети (аналогично экранирующему проводу) с подключением к тяговым рельсам с помощью дроссель-трансформаторов, устанавливаемых на расстоянии 500 м друг от друга на каждом пути.

3.10.7 Заземление металлических элементов и устройств в зоне электротяговой сети, нормально не находящихся под напряжением, может быть выполнено путем их соединения с обратным проводом, который соединяется со средней точкой дроссель-трансформатора через каждые 500 м.

3.10.8 По действующим нормативам заземление элементов и устройств на станциях может быть индивидуальным и/или групповым.

3.11 Токосъем

3.11.1 Технические решения по контактной сети и токоприемникам должны быть взаимно согласованы для обеспечения надежного токосъема, соответствующего потребляемому из контактной сети току поезда, и требуемых параметров динамического взаимодействия при движении высокоскоростных поездов во всем диапазоне скоростей движения.

3.11.2 Качество токосъема должно оцениваться техническими показателями контактного нажатия или процентом искрения. Дополнительно должно контролироваться отжатие контактного провода под фиксаторами при проходе токоприемника.

3.11.3 Оценка качества токосъема должна производиться на основе математического моделирования взаимодействия токоприемников и контактной подвески и натурных испытаний на опытно-экспериментальном участке.

3.11.4 Для оценки качества токосъема должны быть выбраны участки контактной подвески, состоящие из 5–7 пролетов:

- с промежуточными пролетами;
- в зоне средней анкеровки;
- в зоне неизолирующего сопряжения;
- в зоне изолирующего сопряжения;
- в зоне воздушной стрелки.

3.11.5 На экспериментальном или действующем участке при прохождении ЭПС с заданной скоростью движения должны быть измерены:

- мгновенные значения контактного нажатия каждого токоприемника с частотой не менее 200 Гц при замерах по времени или не реже чем через каждые 0,4 м при замерах по расстоянию;

- искрения в месте контакта токоприемника и контактного провода (при натурных испытаниях);

- отжатия контактного провода токоприемниками под фиксаторами.

3.11.6 Оценка качества токосъема должна производиться на основе статистического анализа выборки мгновенных значений контактного нажатия. Должны быть вычислены следующие показатели:

- среднее контактное нажатие F_m ;
- среднеквадратическое отклонение контактного нажатия σ ;
- статистический максимум контактного нажатия $F_m + 3\sigma$;
- статистический минимум контактного нажатия $F_m - 3\sigma$;
- процент искрений NQ .

3.11.7 При натурных испытаниях процент искрений вычисляется как отношение суммарной продолжительности горения дуги (сохраняющейся более 5 мс) к общему времени измерения.

3.11.8 При моделировании взаимодействия токоприемников и контактной подвески процент искрений вычисляется как отношение количества измерений контактного нажатия, при которых отсутствует контакт токоприемника с контактным проводом, к общему количеству измерений контактного нажатия.

3.11.9 Качество токосъема считается удовлетворительным, если выполнены следующие условия:

- статистический минимум $F_m - 3\sigma$ положительный;
- статистический максимум $F_m + 3\sigma$ не превышает значений, приведенных в табл. 3.5;
- стандартное отклонение контактного нажатия σ не превышает $0,3F_m$;
- процент искрений NQ не превышает 0,2%;
- максимальное отжатие контактного провода токоприемником под фиксаторами без учета климатического влияния не превышает 150 мм.

Таблица 3.5

Допустимый статистический максимум контактного нажатия

Род тока	Скорость движения V , км/ч	Максимально допустимый статистический максимум контактного нажатия $F_m + 3\sigma$, Н
Переменный	До 200 включительно	300
	Свыше 200 и до 350	350
	Свыше 350 и до 400	450

Качество токосъема должно оцениваться для каждого впередиидущего и позадиидущего рабочего токоприемника поезда.

3.11.10 Математическое моделирование взаимодействия токоприемников и контактной подвески может быть выполнено в соответствии с программой:

- для высокоскоростных поездов при скоростях движения от 300 до 420 км/ч с шагом 5 км/ч;
- для специальных контейнерных поездов при скоростях движения от 100 до 220 км/ч с шагом 5 км/ч.

Моделирование должно быть выполнено для всех вариантов исполнений контактной подвески, планируемых для реализации на ВСМ со скоростями выше 200 и до 400 км/ч, при длине пролетов от 30 до 70 м с шагом 5 м, а также для всех вариантов токоприемников и их конфигурации на подвижном составе.

3.12 Питающие и отсасывающие линии

3.12.1 Питающие линии электротяговой сети соединяют распределительные устройства тяговых подстанций и линейных пунктов тягового электроснабжения с контактной сетью.

Питающие линии ВСМ выполняются, как правило, воздушными.

Присоединение питающих линий к контактной подвеске должно выполняться медными многопроволочными проводами посредством зажимов из электролитической меди.

3.12.2 Отсасывающие линии электротяговой сети соединяют шины тяговых подстанций и линейных пунктов тягового электроснабжения с обратной электротяговой сетью.

Отсасывающие линии могут быть воздушными или кабельными.

3.12.3 Воздушные питающие и отсасывающие линии могут выполняться из медных, сталеалюминиевых или алюминиевых многопроволочных проводов.

Подвешивание воздушных питающих и отсасывающих линий осуществляется на самостоятельных опорах.

Сечение питающих и отсасывающих линий определяется при проектировании расчетом по нагреву.

3.13 Электромагнитная совместимость технических средств в зоне электротяговых сетей

3.13.1 На линиях ВСМ по системе переменного тока 2×25 кВ, 50 Гц необходимо учитывать возможность возникновения магнитного, электрического и гальванического влияния на смежные устройства.

3.13.2 При проектировании и сооружении устройств электроснабжения ВСМ необходимо учитывать мешающее и опасное влияние электромагнитного поля, создаваемого тяговыми токами в проводах контактной сети и обратной тяговой сети, на электрическую и электронную аппаратуру, железнодорожную электросвязь, а также на здоровье персонала.

3.13.3 Максимальный ток короткого замыкания в электротяговой сети на стороне 50 кВ должен ограничиваться за счет соответствующего реактивного сопротивления силового понижающего трансформатора и составлять не более 12 – 15 кА.

3.13.4 Напряженность магнитного поля и потенциала рельса в зоне электрифицированных высокоскоростных линий, значение психофизического тока в контактной сети от ЭПС принимаются по действующим национальным нормам.

3.13.5 При психофизическом токе и мешающем напряжении, превышающих нормативные значения, должна проводиться оценка электромагнитного влияния устройств электроснабжения и ЭПС на электрические цепи и электронную аппаратуру расчетным способом, в соответствии с действующими нормативными документами. В расчетах следует различать схему одностороннего и двухстороннего питания. Кроме того, требуется учитывать три режима работы электротяговой сети: нормальный режим (все тяговые подстанции подключены); вынужденный режим (одна из тяговых подстанций отключена); режим короткого замыкания (аварийный режим, при котором контактная сеть замыкается на землю (рельсы)).

3.13.6 При расчетах опасного и мешающего влияния системы электрификации 2×25 кВ требуется учитывать следующие особенности, обуславливающие снижение магнитного влияния по сравнению с системой электрификации 25 кВ:

- на значительной части участка сближения проводников тока электротяговой сети (контактной сети и питающего провода) под действием автотрансформаторов незначительно различаются по значению и сдвинуты на угол около 180 эл. град.;

- токи в проводах контактной подвески и в питающем проводе (определяют транзитную составляющую влияния) примерно вдвое меньше нагрузки, обусловленной потреблением ЭПС;

- ток в обратной тяговой сети резко уменьшается и протекает только на участке между АТП, на котором в данный момент находится ЭПС, потребляющий ток из контактной сети;

- магнитное влияние системы «контактная сеть – обратная тяговая сеть» (определяет местную составляющую влияния) проявляется только на участках сравнительно небольшой длины в тех зонах, где работает ЭПС;

- транзитная составляющая влияния в такой системе существенно снижена, местная составляющая индуцированного напряжения, обусловленная прохождением токов по контактному проводу и обратной тяговой сети, значительно снижается вследствие того, что ток в обратном проводе, расположенном в зоне контактной подвески, сдвинут на угол около 180 эл. град.

3.13.7 При проектировании электротяговой сети необходимо оптимизировать расположение АТП на межподстанционной зоне и выбор высоты подвеса обратного провода на опорах контактной сети по критерию минимума индуцированного напряжения в системных устройствах инфраструктуры ВСМ.

4 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

4.1 Система электроснабжения железнодорожных нетяговых потребителей

Подсистема электроснабжения нетяговых потребителей должна обеспечивать электрическое питание только железнодорожных нетяговых потребителей I категории надежности особой группы, а также железнодорожных нетяговых потребителей II и III категории надежности.

4.2 Источники и электрические сети питания нетяговых потребителей

4.2.1 На участках со скоростями движения выше 200 и до 400 км/ч в качестве источников электроэнергии железнодорожных нетяговых потребителей должны использоваться специальные трехфазные силовые трансформаторы, устанавливаемые на тяговых подстанциях. Мощность силовых трансформаторов железнодорожных нетяговых потребителей определяется расчетом.

4.2.2 Электрические линии продольного электроснабжения нетяговых потребителей на участках со скоростями движения выше 200 и до 400 км/ч должны выполняться на напряжение, как правило, 20 кВ трехфазными кабельными линиями, прокладываемыми в специальных лотках вдоль железнодорожной линии с полевой стороны опор контактной сети.

4.3 Общие требования к электроснабжению железнодорожных нетяговых потребителей

4.3.1 Устройства электроснабжения потребителей систем сигнализации, автоматизированного управления поездами, связи и радиосвязи и других потребителей электроэнергии I категории надежности должны иметь независимые автоматизированные источники питания в соответствии с ГОСТ 14228-80.

4.3.2 Электроснабжение наружного освещения должно предусматриваться в соответствии с ГОСТ Р 54984-2012. Осветительные устройства в условиях движения ЭПС со скоростями движения выше 200 и до 400 км/ч должны закрепляться на отдельных опорах.

4.3.3 Электрические кабели дистанционного управления (ДУ) разъединителями контактной сети, линий освещения и других нетяговых потребителей должны укладываться в траншеях и/или отдельных лотках.

5 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВСМ

5.1 Общие принципы построения системы управления устройствами электроснабжения ВСМ

Система автоматизированного управления устройствами электроснабжения должна быть составной частью общей системы автоматизированного управления ВСМ, включающей:

- центр управления ВСМ;
- центр диагностики и мониторинга;
- информационно-управляющие подсистемы, в том числе подсистему управления, диагностики и мониторинга электроснабжением ВСМ (железнодорожное электроснабжение).

5.2 Требования к системе контроля и автоматизированного управления

5.2.1 Устройства контроля и автоматизированного управления электроснабжением должны обеспечивать надежную и бесперебойную работу устройств тягового и нетягового электроснабжения. На тяговых подстанциях должен обеспечиваться 100-процентный резерв по силовым трансформаторам для питания тяговых и нетяговых потребителей.

5.2.2 В вычислительной сети единого комплекса контроля и управления объектами электроснабжения для участков ВСМ со скоростями движения выше 200 и до 400 км/ч должна обеспечиваться защита информации в следующих направлениях за счет:

- использования стандартных алгоритмов шифрования, встраиваемых в аппаратные средства и протоколы, а также сертифицированных защитных экранов. Класс защищенности локальной вычислительной сети единого комплекса объектов железнодорожного электроснабжения не ниже 1 Г;

- передачи информации из локальной вычислительной сети единого комплекса контроля и управления объектами железнодорожного электроснабжения в смежные автоматизированные комплексы ВСМ по защищенным каналам связи волоконно-оптических и радиосетей.

5.2.3 Защита целостности сети контроля и управления объектами электроснабжения ВСМ при повреждении волоконно-оптического кабеля оперативно-технологического назначения, прокладываемого в кабельных лотках вдоль полотна ВСМ, или выходе из строя технических средств должна быть выполнена с использованием сетевого и аппаратного резервирования, обеспечивающего коэффициент готовности сети не ниже 0,999.

5.3 Система обслуживания по состоянию устройств электроснабжения ВСМ

5.3.1 Управление содержанием устройств электроснабжения ВСМ должно строиться по принципу процессного подхода по циклу Деминга: планирование – выполнение – проверка – корректирующее воздействие. Система диагностики и мониторинга должна быть увязана с ЕК-АСУ-И.

5.3.2 При разработке проектной документации необходимо предусмотреть использование средств автоматизации и информационных технологий управления и содержания электроэнергетической инфраструктуры, включая:

- контроль регламентных процессов содержания устройств электроснабжения;
- формирование базы данных о неисправностях и ремонте технических средств;
- ведение технического паспорта на технические средства подсистем тягового и нетягового электроснабжения;
- построение системы диагностики и мониторинга устройств электроснабжения;
- контроль параметров технических средств;
- выявление предотказных состояний устройств электроснабжения;
- логический контроль работы технических средств и действий оперативного персонала;
- передачу информации в Центр диагностики и мониторинга устройств электроснабжения ВСМ и обслуживающему персоналу по отдельному цифровому каналу связи.

5.3.3 Источником информации для выявления предотказных состояний устройств электроснабжения должны служить данные, полученные по результатам диагностики и мониторинга.

В устройствах тягового и нетягового электроснабжения должны быть предусмотрены средства функциональной диагностики стационарного исполнения в режиме онлайн, имеющие выходы в каналы оперативно-технологической связи. Дополнительным средством периодической диагностики устройств контактной сети и токосъема должны служить мобильные технические средства, оснащенные аппаратурой для оперативной обработки и передачи данных в центр управления движением ВСМ.

5.3.4 Периодическое освидетельствование устройств инфраструктуры должно осуществляться специализированным подвижным комплексом на базе электроподвижного состава ВСМ с установленными скоростями движения выше 200 и до 400 км/ч по специальной программе с учетом взаимодействия ЭПС и устройств инфраструктуры, включая процесс токосъема.

5.3.5 Электрооборудование, закладываемое в электроэнергетическую инфраструктуру ВСМ при проектировании, должно содержать встроенные узлы диагностики для включения в систему комплексной диагностики и мониторинга центра управления и контроля ВСМ.

5.4 Диагностика и мониторинг устройств тягового электроснабжения

5.4.1 Цифровая оперативно-технологическая сеть связи, предназначенная для управления процессом электрообеспечения высокоскоростных составов и текущим содержанием железнодорожной электроэнергетической инфраструктуры ВСМ, должна представлять собой технологическую сеть, не имеющую выходов в сеть общего пользования.

5.4.2 Сеть оперативно-технологической связи должна быть организована в соответствии со следующими принципами:

- обеспечение коллективной связи по принципу «каждый с каждым и каждый с энергодиспетчером», индивидуальные, групповые и циркулярные вызовы;
- увязка с существующей системой оперативно-технологической связи ОАО «РЖД» и дорожных центров управления перевозками (ДЦУП), центром управления ВСМ и резервным центром управления, определяемым проектной документацией;
- функционирование как мультисервисная, мультимедийная и интеллектуальная сеть;
- обладание структурой со встроенной системой мониторинга и администрирования и включениями в ЕСМА технологической связи ОАО «РЖД».

5.5 Комплексы технических средств

5.5.1 Система телемеханики тяговых подстанций должна быть реализована на базе АСУ ТПС с распределенным интеллектом на основе цифровых защит. Для телемеханики следует предусмотреть отдельные цифровые каналы связи. Каналы передачи информации телеуправления и телеконтроля в системе диспетчерского управления электроснабжением должны резервироваться с целью бесперебойного централизованного управления и контроля за энергообеспечением поездов ВСМ.

5.5.2 В условиях и режимах эксплуатации устройства контроля и управления должны характеризоваться следующими значениями показателей надежности:

- средняя наработка на отказ подсистемы должна быть не менее 50 000 ч;
- полный средний срок службы подсистемы до списания должен быть не менее 15 лет;
- среднее время восстановления должно быть не более 0,7 ч без учета времени нахождения в пути оперативно-ремонтного персонала.

5.5.3 Для построения системы контроля и автоматизированного управления железнодорожным электроснабжением ВСМ требуется выделение отдельного изолированного волоконно-оптического канала в магистральной сети, обеспечивающего скорость передачи информации до 10 Гбит/с.

Реализация линий доступа к аппаратуре подсистемы железнодорожного электроснабжения, расположенной на тяговых подстанциях, автотрансформаторных пунктах и других линейных объектах линии ВСМ, от магистральной сети передачи должна быть организована с качеством связи, приведенным в СТУ «Железнодорожная электросвязь».

5.5.4 Должна быть предусмотрена интеграция железнодорожного электроснабжения с системой радиодоступа к бортовому оборудованию высокоскоростного состава через радиоблокцентр со временем доставки пакетов (в обоих направлениях) до движущегося состава в соответствии с нормами выбранного стандарта радиосвязи на скоростях движения выше 200 и до 400 км/ч.

Локальная вычислительная сеть подсистемы железнодорожного электроснабжения должна строиться на следующих принципах:

- интеграция всех вычислительных комплексов в единый комплекс на основе выполнения требований построения локальных вычислительных сетей;
- структурные части подсистемы (тяговые подстанции, контактная сеть, линейные устройства, нетяговое электроснабжение), геоинформационный сервер сбора информации о координатах высокоскоростных составов, объектные контроллеры и серверы Центра диагностики и мониторинга должны иметь собственные URL-идентификаторы;
- вычислительная сеть подсистемы железнодорожного электроснабжения, интегрирующая распределенные объекты, должна базироваться на применении принципов рационального сочетания распределенной и централизованной обработки данных вычислительной сети;
- приложения должны иметь единые с объектными контроллерами протоколы управления и обмена информацией, через которые производится управление устройствами электроснабжения;
- объектные контроллеры должны поддерживать заданные электрические и временные параметры управления объектами электроснабжения;
- приложения должны использовать единые интерфейсы канального уровня: Ethernet – для сегментов локальной вычислительной сети на скоростях до 1 Гбит/с; Fiber Channel – для сегментов вычислительной сети подсистемы железнодорожного электроснабжения, работающих со скоростями выше 1 Гбит/с;

– информационный обмен между объектами железнодорожного электроснабжения строится на сетевых протоколах и протоколах приложений, утвержденных нормативными документами.

5.5.5 В систему мониторинга электроснабжения ВСМ должны быть включены устройства на базе стационарных пространственно распределенных диагностических комплексов, обеспечивающих измерения:

- натяжения проводов контактной подвески;
- температуры проводов в точках с максимально возможной плотностью тока контактного провода;
- состояния токоприемников на основе стационарных автоматизированных систем видеофиксации;
- параметров исправности токоприемников (приборы измерения устанавливаются на искусственных сооружениях, пересекающих железнодорожные пути).

В стационарных пространственно распределенных диагностических комплексах могут быть дополнительно использованы средства измерения других параметров в случае обоснования их применения.

5.5.6 Мобильные диагностические комплексы должны контролировать геометрические параметры контактной подвески в состоянии без возмущающих воздействий и в условиях взаимодействия с токоприемником.

Диагностические комплексы должны обеспечивать:

- балльную оценку состояния инфраструктуры ВСМ;
- измерение скорости движения вагонов;
- определение геометрии контактной сети на автотомтрисах;
- измерение геометрических параметров расположения контактного провода до 700 мм от оси пути в плане и в диапазоне высот 5500 – 6900 мм от УГР;
- измерение силы нажатия токоприемника на контактный провод от 0 до 500 Н;
- измерение пройденного пути и скорости движения в диапазоне рабочих скоростей;
- измерение температуры окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;
- измерение напряжения в контактной сети в диапазоне от 19 до 31 кВ переменного тока промышленной частоты;
- измерение износа контактных проводов;
- измерение габарита опор контактной сети;
- измерение понижения или повышения отходящих контактных проводов относительно рабочего контактного провода на воздушных стрелках и сопряжениях;

- определение взаимного расположения контактных проводов в плане и по высоте на сопряжениях, длины участка одновременного взаимодействия токоприемника с контактными проводами обеих ветвей сопряжений;

- выявление ударов по токоприемнику, отрывов полоза токоприемника от контактного провода.

- измерение расстояния от контактного провода до стержня основного фиксатора;

- измерение стрелы провеса контактных проводов;

- видеорегистрацию взаимодействия токоприемника и контактной подвески.

Кроме того, мобильный комплекс диагностики должен обеспечивать:

- привязку выполненных измерений к плану пути и определение географических координат на основе реперной системы координат;

- автоматизированный анализ полученных данных и выявление отклонений от правил содержания контактной сети;

- бесконтактное получение термографических сигналов о состоянии конструктивных элементов контактной сети, автоматизированное обнаружение мест локального перегрева элементов контактной сети;

- автоматизированную диагностику изоляторов на участках контактной сети переменного тока с применением приборов ультрафиолетового диапазона частоты.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВАМ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

6.1 Тяговые подстанции

6.1.1 Сооружаемые тяговые подстанции должны располагаться, как правило, на станциях.

6.1.2 При выборе площадок для строительства тяговых подстанций должны быть учтены следующие требования:

- площадка должна по возможности располагаться вблизи центра электрических нагрузок;
- должна быть обеспечена возможность сооружения автомобильной дороги и подъездного железнодорожного пути к территории тяговой подстанции;
- расстояние от внешней границы площадки до территории жилой застройки не должно превышать расстояние, установленное санитарными нормами;
- должны быть соблюдены минимально допустимые расстояния между внешними границами площадки и инженерными коммуникациями.

6.1.3 Площадки для строительства тяговых подстанций должны располагаться:

- вне зон природных и техногенных загрязнений;
- вне зон активного карста, оползней, оседания или обрушения поверхности под влиянием горных разработок, селевых потоков и снежных лавин;
- вне зон, подлежащих промышленной разработке, а также вне радиационно зараженных мест;
- на незатопляемых местах и на местах с уровнем грунтовых вод ниже заложения фундаментов и инженерных коммуникаций;
- на территориях, расположенных выше отметок складов с нефтепродуктами и другими горючими или взрывоопасными жидкостями;
- на территориях, не требующих производства трудоемких и дорогостоящих планировочных работ, устройства дорогостоящих оснований и фундаментов под здания и сооружения.

6.1.4 Территория тяговой подстанции должна обеспечивать отвод атмосферных, паводковых, талых вод и селей.

6.1.5 На тяговой подстанции следует предусматривать сооружение зданий капитального типа:

- для размещения комплектных распределительных устройств напряжением 110, 220 или 330 кВ с элегазовой изоляцией;
- для размещения комплектных распределительных устройств постоянного и переменного тока напряжением от 3 до 35 кВ с воздушной изоляцией при расположении тяговой подстанции в холодном макроклиматическом районе по ГОСТ 16350-80, а также независимо от

климата в границах перспективного развития крупных городов, в черте заповедников и национальных парков.

6.1.6 Для установки силовых трансформаторов тяговых подстанций необходимо предусматривать фундаменты без кареток (катков) и рельсов.

6.2 Электротяговая сеть

6.2.1 При установке опор контактной сети должны соблюдаться следующие строительные допуски:

- по высоте установки уровня обреза фундамента: ± 30 мм;
- по габариту опоры: +100 мм (уменьшение габарита относительно проектного не допускается);
- по углу наклона опоры «в поле»: +5 мм/м (наклон опор на путь не допускается);
- по углу наклона опоры вдоль пути: 5 мм/м.

6.2.2 Раскатка проводов контактной подвески должна осуществляться под натяжением, с применением специальных монтажных комплексов.

6.2.3 Регулировка контактной подвески должна производиться с применением мерных струн на основе технологии, включающей следующие основные этапы:

- предварительные работы: выполнение строительной части, монтаж консолей и фиксаторов;
- раскатка проводов под натяжением на временных струнах, продольная регулировка консолей;
- задание проектного натяжения несущего троса и контактного провода с погрешностью не хуже $\pm 3\%$ за счет предварительного взвешивания и калибровки гирлянд грузов (в случае применения грузокompенсаторов);
- измерение длины пролетов и фактических высотных отметок и зигзагов несущего троса в точках подвешивания;
- расчет мерных струн на базе произведенных измерений, выпуск монтажных чертежей установки мерных струн;
- изготовление мерных струн;
- установка мерных струн в проектное положение, регулировка зигзагов контактного провода, рессорных тросов и параметров фиксаторов.

6.2.4 Параметры поперечной регулировки контактного провода должны соответствовать проектным значениям с допуском ± 20 мм.

6.2.5 Высота рабочего контактного провода в опорных узлах, измеряемая под первыми от опор струнами контактной подвески, должна соответствовать номинальной высоте 5900 мм от УГР с погрешностью не хуже ± 30 мм.

6.2.6 Максимальная разница высоты подвеса рабочего контактного провода в опорных узлах на смежных опорах не должна превышать следующих значений:

±30 мм на участках с максимальной скоростью движения до 200 км/ч включительно;

±20 мм на участках с максимальной скоростью движения выше 200 и до 350 км/ч включительно;

±10 мм на участках с максимальной скоростью движения выше 350 км/ч.

6.2.7 Стрела провеса контактного провода в середине пролета f_k должна соответствовать проектному значению с погрешностью не хуже ±10 мм.

6.2.8 Все струны контактной подвески на анкерном участке должны быть нагружены.

6.2.9 Продольная регулировка контактной подвески должна осуществляться после вытяжки новых проводов, смонтированных на временных струнах, не раньше, чем по истечении четырех недель после их раскатки.

Погрешность соответствия положения консолей таблицам и графикам продольной регулировки не должна быть не хуже ±150 мм.

Положение низа грузов компенсатора от УГР должно соответствовать таблицам регулировки с погрешностью не хуже ±150 мм (в случае применения грузокомпенсаторов).

Длина петель электрических соединителей должна обеспечивать свободное перемещение проводов контактных подвесок в расчетном интервале температур 150 °С.

В местах пересечения проводов контактных подвесок должно обеспечиваться свободное взаимное перемещение проводов в расчетном интервале температур 150 °С без риска взаимного касания элементов разных подвесок.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Прокладка кабелей и воздушных линий электропередачи

Пересечение ВСМ линиями электропередачи может осуществляться воздушными и кабельными линиями. Воздушное пересечение применяется для линий напряжением 35 кВ и выше. Пересечение линиями электропередачи напряжением ниже 35 кВ и линиями связи осуществляется кабелями. Опоры пересекающих линий, ограничивающие пролет пересечения, должны быть металлическими и анкерными. Высота подвеса проводов линий, пересекающих ВСМ, над верхом опор контактной сети должна быть не менее 7 м для ВЛ напряжением 110 кВ. Для ВЛ с напряжением более 110 кВ определяется расчетом.

В местах сопряжений секций контактной сети воздушное пересечение ВСМ линиями электропередачи не допускается.

7.2 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность железнодорожного электроснабжения участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург обеспечивается в соответствии с действующими нормативными правовыми и нормативными техническими документами в области пожарной безопасности.

7.3 Сейсмическая безопасность

7.3.1 При проектировании железнодорожного электроснабжения ВСМ в районах с сейсмичностью 6 баллов и выше должны быть соблюдены требования раздела 7 «Транспортные сооружения» СП 14.13330.2014.

7.3.2 При проектировании устройств электроснабжения в зоне мостов и эстакад, высоких насыпей и глубоких выемок, тоннелей необходимо использование методики на основе концепции спектров максимальных реакций на сейсмические воздействия.

7.4 Энергетическая безопасность

7.4.1 В соответствии с Техническим регламентом ТР ТС 003/2011 в целях обеспечения требований безопасности к железнодорожному электроснабжению, составным частям железнодорожного электроснабжения и элементам составных частей железнодорожного электроснабжения ВСМ должны предъявляться следующие требования:

– безопасное функционирование железнодорожного электроснабжения при одновременном воздействии эксплуатационных или аварийных нагрузок и климатических факторов, соответствующих нормативным показателям района эксплуатации, в том числе при режимах минимальной температуры, максимальной температуры, максимальной скорости ветра или гололеда с ветром;

– снабжение электроэнергией подвижного состава посредством устройств подсистем инфраструктуры железнодорожного электроснабжения, с показателями качества, обеспечивающими безопасное функционирование и повышение энергетической эффективности.

7.4.2 Перечисленные требования должны быть обеспечены за счет соответствующего выбора схем питания тяговых подстанций (см. п. 2.3), резервирования основного силового и коммутационного оборудования тяговых подстанций (см. п. 5.2.1), применения системы контроля и автоматизированного управления устройствами электроснабжения ВСМ (см. п. 5).



Проректор по научной работе

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО «УрГПУ» Т.С. Титова

