



**МИНИСТЕРСТВО
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА

Садовая-Самотечная ул., д. 10/23
строение 1, Москва, 127994
тел. (495) 647-15-80, факс (495) 645-73-40
www.minstroyrf.ru

ОАО «Скоростные магистрали»

ул. Маши Порываевой, д. 34, блок1, эт. 16
г. Москва, 107078

03.08.2016 № 24638-ЕС/03


На № _____ от _____

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации рассмотрело документы ОАО «Скоростные магистрали», представленные письмом от 22 июля 2016 г № Исх-2584/ОАО«СМ» (вх. от 22 июля 2016 г. № 64916/МС) для согласования специальных технических условий (далее – СТУ) «Железнодорожное электроснабжение участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и строительству. Изменение № 1», и сообщает следующее.

В соответствии с Порядком, утвержденным приказом Минрегиона России от 1 апреля 2008 г. № 36 «О Порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства», и приказом Минстроя России от 24 июня 2014 г. № 325/пр «Об организации работы Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации по согласованию специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» по результатам рассмотрения представленной документации Минстроем России принято решение о согласовании указанных СТУ.

Со дня регистрации настоящего письма СТУ «Железнодорожное электроснабжение участка Москва – Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань – Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и строительству», согласованные ранее письмом Минстроя России от 1 декабря 2014 г. № 27533-ЕС/08, утрачивают силу.

Приложение: согласованные СТУ 1 книга в 1 экз.

 Е.О. Сизерра

Исп. Носова Д.Б.,
тел.(495) 647-15-80 * 58029

*123985

612/03-16



Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

СОГЛАСОВАНО

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

 Е.О. СИЗОВА

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ


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

Изменение №1

РАЗРАБОТАНО

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО ПГУПС





Т.С. Титова

Санкт-Петербург 2016

Список исполнителей СТУ

Руководитель разработки:

Профессор кафедры «Электроснабжение

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

высшей школы Российской Федерации

 А. Т. Бурков

ФГБОУ ВО ПГУПС

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

ФГБОУ ВО РГУПС

Ю. И. Жарков, Е. П. Фигурнов

ОАО «Ленгипротранс»

Н. Н. Саенко

ЗАО «Универсал – контактные сети»

Е. В. Кудряшов

ОАО «ЦНИИС»

А. А. Прямыцын

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТУ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	5
1.1 Общие положения	5
1.2 Термины и определения. Обозначения и сокращения	9
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 СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	13
3.1 Общие требования к системам тягового электроснабжения.....	13
3.2 Параметры устройств системы тягового электроснабжения	13
3.3 Питание и секционирование тяговой сети	16
3.4 Схема и параметры электрооборудования тяговых подстанций	18
3.5 Линейные устройства системы тягового электроснабжения	19
3.6 Режим рекуперативного торможения	19
3.7 Системы защиты на тяговых подстанциях и линейных устройствах	19
3.8 Контактная сеть.....	20
3.9 Токоприемники	30
3.10 Тяговая рельсовая сеть и заземления	31
3.11 Токоъем	32
3.12 Питающие и отсасывающие линии	34
3.13 Электромагнитная совместимость технических средств в зоне тяговых сетей.....	34
4 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....	36
4.1 Общие требования к электроснабжению нетяговых потребителей	36
4.2 Источники и электрические сети питания нетяговых потребителей.....	36
4.3 Общие требования к электроснабжению нетяговых железнодорожных потребителей.....	36

5 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВСМ.....	37
5.1 Общие принципы построения системы управления устройствами железнодорожного электроснабжения ВСМ	37
5.2 Требования к системе контроля и автоматизированного управления	37
5.3 Система обслуживания по состоянию устройств железнодорожного электроснабжения ВСМ	38
5.4 Диагностика и мониторинг устройств железнодорожного электроснабжения	39
5.5 Комплексы технических средств.....	39
6 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВАМ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	43
6.1 Тяговые подстанции	43
6.2 Тяговая сеть	44
7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	46
7.1 Прокладка кабелей и воздушных линий электропередачи.....	46
7.2 Пожарная безопасность	46
7.3 Сейсмическая безопасность	46
7.4 Энергетическая безопасность	46

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
Телефон/факс: +7(495)789-98-70
ИНН: 7708609931; КПП: 770801001
Генеральный директор – Мишарин А.С.

1.1.3 Сведения о генеральной проектной организации

Простое товарищество в составе:

ОАО «Нижегородметропроект»

Адрес: Российская Федерация, г. Нижний Новгород, Бульвар Мира, дом. 7
Телефон/факс: +7(831)217-67-33
ИНН: 5257043968; КПП 525701001
Генеральный директор: Ерофеев А.А.

China Railway Eryuan Engineering Group CO. Ltd (Общество с ограниченной ответственностью Китайская Инженерная Железнодорожная Корпорация «Эр Юань»)

Адрес: КНР, г. Чэнду, ул. Тунцзинь, дом 3
Телефон/факс: +86(28)87668866/ +86(28)87653326
Зарегистрировано 20.12.1994г. за №510100000048798
Генеральный директор: Чжу Ин

ОАО «Мосгипротранс»

Адрес: Российская Федерация, г. Москва, ул. Павла Корчагина, дом 2
Телефон/факс: +7(499)262-39-91/+7(495)686-63-05
ИНН: 7717023413; КПП 774501001
Генеральный директор: Дятчин А.В.

1.1.4 Сведения о разработчике СТУ

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

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

Телефон/факс: +7 (812)310-42-03/ +7(812)315-26-21

ИНН 7812009592; КПП 783801001

Ректор: Панычев А.Ю.

1.1.5 Основания для строительства

Сетевой план-график реализации проекта строительства высокоскоростной магистрали Москва–Казань, утверждённый Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым 13 января 2016 г., № 5-р.

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

1.1.7.1 Необходимость разработки СТУ обоснована отсутствием Российских нормативных документов, регламентирующих требования к железнодорожному электроснабжению высокоскоростных пассажирских поездов с максимальной скоростью до 400 км/ч.

1.1.7.2 Специальные технические условия «Железнодорожное электроснабжение участка Москва - Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань - Екатеринбург. Технические нормы и требования к проектированию и строительству», разработанные ФГБОУ ВПО ПГУПС и согласованные Министерством Строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в 2014 году, требуют корректировки.

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 проектированию и строительству железнодорожного электроснабжения 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 и специальных грузовых поездов.

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 и специальных грузовых поездов.

Максимальная статическая нагрузка на ось электровозов для пассажирских и специальных грузовых поездов принимается 226 кН, а грузовых 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 высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011). Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 15.07.2011 года № 710.

ГОСТ 32895-2014 Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения

ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений.

ГОСТ 19330-2013 Стойки для опор контактной сети 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 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений.

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 19281-2014 Прокат 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 16350-80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей.

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 Р 55437-2013 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Классификация по объему автоматизации и технические требования к автоматизации.

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

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:

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 движение поездов со скоростью до 400 км/ч и мощностью электропотребления до 3 МВА на один километр ВСМ;

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;

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;

габарит С400: предельные поперечные (перпендикулярные оси пути) очертания на участках со скоростями движения свыше 200 до 400 км/ч, внутри 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;

железнодорожное электроснабжение ВСМ: электроэнергетический комплекс передачи электрической энергии национальной энергетической системы мощностью до 3МВА 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 тяговой сети в зону электропотребления подвижным составом, движущимся со скоростью свыше 200 км/ч, а также питания электрических железнодорожных потребителей нетягового назначения, расположенных вдоль 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;

обратный провод (тяговой рельсовой сети) – провод, расположенный на опорах железнодорожной контактной сети и включенный параллельно железнодорожной тяговой рельсовой сети, используемый для заземления опор контактной сети и снижения электрических потенциалов рельсов относительно земли.

Принятые сокращения:

ЭПС – электрический подвижной состав железных дорог;

АТП – автотрансформаторный пункт;

ПС – пост секционирования контактной сети;

ППС – пункт параллельного соединения контактной сети;

ОРУ – открытое распределительное устройство тяговой подстанции;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство тяговой подстанции;

СЦБ – сигнализация, централизация и блокировка;

ТРЦ – тональная рельсовая цепь;

УГР – уровень головки рельса.

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 тяговых подстанций для участков ВСМ со скоростями движения ЭПС от 200 до 400 км/ч должен быть не ниже 220 кВ. Для участков ВСМ со скоростями движения до 200 км/ч при выборе уровня высшего напряжения необходимо руководствоваться требованиями, изложенными в СП 224.1326000.2014. Значение высшего напряжения должно определяться 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 и ниже допускается уменьшение значений мощности трехфазного короткого замыкания по согласованию с владельцем инфраструктуры.

2.3 Схема питания тяговых подстанций

2.3.1 Питание устройств системы 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 32144).

3 СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

3.1 Общие требования к системам тягового электроснабжения

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 тягового железнодорожного электроснабжения высокой производительности с уровнем напряжения в канале передачи энергии к 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 тягового железнодорожного электроснабжения переменного тока 2×25 кВ.

3.1.3 Система тягового электроснабжения должна обеспечивать возможность применения рекуперативного торможения ЭПС с приемом энергии рекуперации другими железнодорожными потребителями. Выбор основных параметров системы тягового электроснабжения осуществляют, как правило, без учета режима рекуперации.

3.1.4 Для защиты устройств системы тягового электроснабжения ВСМ в аварийных режимах на тяговых подстанциях, в тяговой сети и на ЭПС должны быть предусмотрены комплексы микропроцессорной защиты, построенные на основе принципов:

- быстродействия;
- селективности;
- надежности функционирования;
- независимости действия основной и резервной защит;
- приоритета действия основной защиты перед действием резервной защиты;
- приоритета ложного и излишнего действия защиты перед ее отказом;
- устойчивости функционирования.

3.2 Параметры устройств системы тягового электроснабжения

3.2.1 При проектировании вновь сооружаемых и реконструируемых устройств инфраструктуры ВСМ должны определяться основные параметры системы 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, тяговой рельсовой сети, проводов и кабелей питающих и отсасывающих линий;
- мощность и количество АТП на межподстанционных зонах;
- виды и мощность устройств, обеспечивающих повышение качества электроэнергии в тяговой сети.

3.2.2 Удельная мощность электропотребления в тяговой 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 системы тягового электроснабжения должны определяться тяговыми и электрическими расчетами и выбираться из рядов номинальных значений, установленных стандартами на соответствующую продукцию.

В нормальном режиме работы системы 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 системы тягового электроснабжения не должен длительно превышать допустимое значение с учетом установленных значений перегрузки по току и времени усреднения;
- температура нагрева проводов тяговой 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 системы тягового электроснабжения;
- физико-механические характеристики проводов тяговой 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 тяговой 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
тяговой 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 $F_{P\min}$, 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, медный компактированный	До 250 км/ч включ.	120	Не нормируется	55,5	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	10		5,68		2,894	
	16		9,56		1,704	
	25		15,43		1,064	
Тросы средней анкеровки контактной подвески	70		38,64		Не нормируется (см. примечание к таблице)	
	95		54,76			
	120		67,57			
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

Примечание: Электрическое сопротивление тросов средней анкеровки контактного провода постоянному току при температуре 20 °С должно быть не менее 0,350 Ом/км

3.3 Питание и секционирование тяговой сети

3.3.1 В соответствии с обоснованным вариантом размещения тяговых подстанций вся линия ВСМ должна быть разделена на определенное количество межподстанционных зон питания тяговой 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 Тяговая сеть должна обеспечивать двусторонний режим питания межподстанционной зоны. Контактная сеть должна иметь секционирование в продольном и поперечном направлениях.

3.3.3 Электрическое продольное секционирование контактной сети должно выполняться с помощью воздушных изолирующих соприжений анкерных участков контактной подвески. В системе тягового электроснабжения переменного тока 2×25 кВ подключение контактной подвески к шинам тяговой подстанции должно осуществляться с применением нейтральной вставки контактной сети. Допускается применение нейтральной вставки у постов секционирования для возможности обеспечения одностороннего режима питания межподстанционной зоны с разделом по посту секционирования.

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 соприжений с нейтральной вставкой на съездах между главными путями.

3.3.6 Для обеспечения безопасности, надежности ВСМ и ремонтпригодности устройств тяговой сети контактная сеть, как нерезервируемый объект инфраструктуры, должна конструктивно разделяться на анкерные участки с помощью изолирующих и неизолирующих соприжений. Анкерные участки должны обеспечивать механическую автономность отдельных участков контактной 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. Тяговая рельсовая сеть с помощью отсасывающих линий должна иметь электрическое соединение с заземленной фазой тяговых подстанций, АТП и ППС.

3.3.8 Схема питания и секционирования контактной сети должна обеспечивать питание электроподвижного состава от двух независимых источников и предусматривать в нормальном режиме, как правило, двусторонний узловый или параллельный режим питания каждой из межподстанционных зон. Схема питания и секционирования контактной сети должна предусматривать возможность перехода к одностороннему режиму питания каждой из межподстанционных зон.

3.4 Схема и параметры электрооборудования тяговых подстанций

3.4.1 Основные схемные и конструктивные решения тяговых подстанций должны удовлетворять требованиям, изложенным в СП 224.1326000.2014.

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

3.4.2 Для питания тяговой сети на тяговых подстанциях переменного тока предусматривают три однофазных трансформатора (два основных и один резервный, который должен иметь возможность включения взамен любого из основных).

Допускается применение трёхфазных трансформаторов, включая симметрирующие трансформаторы. При этом устанавливаются, как правило, два трёхфазных трансформатора (один основной и один резервный, который должен иметь возможность включения взамен основного).

3.4.3 Для питания нетяговых железнодорожных потребителей на тяговых подстанциях должно быть предусмотрено не менее двух силовых понижающих трехфазных двухобмоточных трансформаторов с высшим напряжением, указанным в п. 2.2.1 и низшим напряжением, как правило, 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 тяговой сети могут применяться установки оптимизации качества электроэнергии при соответствующей технико-экономической оценке варианта.

3.4.5 Мощность силового трансформатора для сравниваемых вариантов схем тяговых подстанций с различными типами трансформаторов и устройств повышения качества электроэнергии определяется по результатам тяговых и электрических расчетов при заданном пакетном графике движения поездов для зоны скрещения поездов четного и нечетного направлений, а также при заданных параметрах ЭПС, массе поезда, максимальной скорости движения 200 – 400 км/ч.

3.4.6 Распределительные устройства высшего напряжения должны быть открытого типа (ОРУ), с жесткой ошиновкой и коммутационной аппаратурой, как правило, с отдельным конструктивным исполнением разъединителей и высоковольтных выключателей. Распределительные устройства тягового электроснабжения должны быть закрытого типа (ЗРУ 2х25 кВ) с воздушной или твердой изоляцией. Распределительные устройства электроснабжения нетяговых потребителей должны быть закрытого типа (ЗРУ 20 кВ) с воздушной или твердой изоляцией и предусматривать установку двух трансформаторов собственных нужд с сухой изоляцией. Подключение выводов обмоток силовых трансформаторов

и преобразовательных агрегатов к соответствующим шкафам распределительных устройств тягового и нетягового электроснабжения выполняются кабелем или комплектными изолированными шинопроводами.

3.5 Линейные устройства системы тягового электроснабжения

3.5.1 На ВСМ необходимо применение следующих линейных устройств системы тягового железнодорожного электроснабжения:

- посты секционирования контактной сети (ПС);
- автотрансформаторные пункты (АТП);
- пункты параллельного соединения контактной сети (ППС).

3.5.2 Количество ППС, количество и мощность АТП на межподстанционной зоне должны определяться расчетами, при которых исходят из необходимости обеспечения требуемого уровня напряжения у токоприемников ЭПС, снижения потерь электроэнергии в тяговой сети и токов питающих линий, при которых обеспечивается селективность защиты 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 Система 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 устройствах

3.7.1 Устройства системы 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 устройствах 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 тяговой 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 тяговой рельсовой сетью (заземление на тяговую рельсовую 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 системы тягового электроснабжения должны быть защищены от коррозии, вызываемой воздействием окружающей среды.

3.7.8 В необходимых случаях в устройствах системы 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 системы 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.

3.8.2.2 Минимальный допускаемый вертикальный габарит контактного провода принимается 5570 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 должна составлять 5750 мм от УГР.

В исключительных случаях при проходе линии через существующие железнодорожные искусственные сооружения при скоростях движения до 250 км/ч 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. Указанные расстояния должны соблюдаться на протяжении всего срока эксплуатации контактной сети с учетом возможных климатических и механических воздействий.

Таблица 3.4

Минимальные допускаемые электрические зазоры

Расстояние	Относительное номинальное напряжение, кВ	Минимально допускаемые электрические зазоры, мм	
		статические	динамические
Между элементами контактной сети постоянного тока напряжением 3 кВ и заземленными частями сооружений или подвижного состава	3,0	150	50
Между элементами контактной сети переменного тока напряжением 25 кВ и заземленными частями сооружений	25,0	300	200
Между элементами контактной сети переменного тока напряжением 25 кВ и заземленными частями подвижного состава	25,0	270	150
Между элементами контактной сети переменного тока различных электрических секций при напряжении 25 кВ и разности фаз 120 эл. градусов	43,3	400	230
Между элементами контактной подвески переменного тока напряжением 25 кВ и элементами питающих проводов системы 2х25 кВ	50,0	540	300

3.8.2.7 Расстояние между проводами контактной сети в местах их подвешивания на опорах и в пределах пролетов должны быть не менее приведенных в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Минимальные расстояния между проводами контактной сети в местах их подвешивания на опорах

Расстояние	Относительное номинальное напряжение, кВ	Наименьшее расстояние, м:	
		В местах подвешивания на опорах	В пролете (при наиболее неблагоприятных условиях)
Между проводами контактной сети переменного тока различных электрических секций (питающие провода, питающие линии, несущие тросы, обратные провода и др.)	50,0	2,2	1,0
	43,3	2,0	0,8
	25,0	1,7	0,6
Между проводами контактной сети постоянного тока различных электрических секций (питающие линии, несущие тросы, усиливающие провода и др.)	3,0	1,5	0,6
Между различными проводами контактной сети, находящимися в одной электрической секции	0	—	0,1

3.8.2.8 Расстояние от проводов, находящихся под напряжением, до ближайших заземлённых частей стоек опор должно составлять не менее 800 мм.

3.8.2.9 Расстояние от питающих проводов контактной сети до шумозащитного экрана должно составлять не менее 2000 мм. Расстояние от проводов обратного тока до шумозащитного экрана должно составлять не менее 600 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. Коэффициент надежности по ответственности при скоростях движения свыше 250 км/ч должен приниматься равным 1,2.

3.8.3.3. Максимальная расчетная температура проводов контактной сети должна приниматься с учетом дополнительного нагрева солнечной радиацией и тяговым током по результатам тяговых и электрических расчетов.

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 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 На участках, предназначенных для скоростей движения более 200 км/ч, изменение натяжений контактных проводов и несущих тросов в пределах анкерного участка вследствие реакций поворотных консолей и фиксаторов не должно превышать 5% от их номинальных натяжений.

3.8.4.9 Максимальная длина анкерного участка контактной подвески со средней анкерровкой 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, обеспечения допустимых зигзагов контактного провода не более 0,5 м.

3.8.4.10 Положение средней анкерровки контактной подвески на анкерном участке должно определяться расчетом при условии примерного равенства приращения натяжений проводов с обеих сторон от средней анкерровки 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° на участках, предназначенных для скоростей движения более 200 км/ч.

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 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.

3.8.6 Контактная сеть при проходе искусственных сооружений

3.8.6.1 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 снижения высоты подвешивания контактного провода и без разанкеровок несущего троса, а также без изменения типа опорных узлов контактной подвески.

3.8.6.2 Проход контактной подвески существующей электрифицированной железнодорожной линии под пролетными строениями путей ВСМ должен осуществляться без разанкеровок несущего троса на пролетных строениях ВСМ. Для этого высота низа пролетных строений ИССО ВСМ должна составлять не менее 6,9 метров от УГР существующей линии.

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

3.8.8.4 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 не менее 1,6.

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

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

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

3.8.8.7 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. Для листового проката следует применять сталь марки СтЗпс5 по ГОСТ 380, для фасонного проката – сталь марки СтЗсп5 по ГОСТ 535. 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 марки 09Г2С-12 по ГОСТ 19281 с гарантией свариваемости. Сварка элементов стоек должна быть выполнена в смеси защитных газов по ГОСТ 14771 в соответствии с требованиями СП 16.13330.2011. Контроль качества сварных швов выполняется по ГОСТ 23118 и ГОСТ 3242.

3.8.8.8 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 анкеры;
- вибропогружаемые железобетонные фундаменты.

3.8.8.9 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.

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 ГОСТ Р 55647 (рис. 3.1).

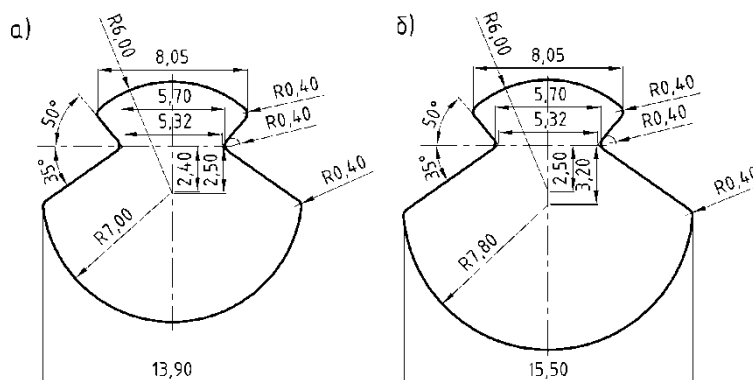


Рис. 3.1. Варианты поперечного сечения контактных проводов:
а – 120 мм² по ГОСТ Р 55647, б – 150 мм² по ГОСТ Р 55647

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. На участках постоянного тока допускается применение медных компактированных несущих тросов по ГОСТ 32697-2014. 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. 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 на отдельно стоящих анкерных опорах. Разанкеровка питающих проводов предусматривается 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 обжимные 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 12393.

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

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 системы тягового 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 (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.

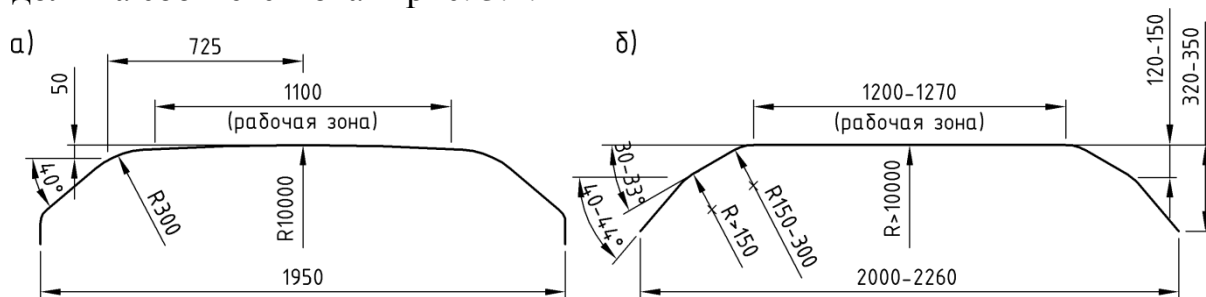


Рис. 3.2. Форма полоза токоприемника:

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

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 Тяговая рельсовая сеть и заземления

3.10.1 Для высокоскоростных линий со скоростями движения от 200 до 400 км/ч на переменном токе тяговая рельсовая сеть создается на основе параллельного включения с обратным проводом тяговой рельсовой сети.

3.10.2 Основными критериями при выборе параметров тяговой рельсовой сети при тональных рельсовых цепях СЦБ (ТРЦ) являются:

- тип напольной аппаратуры СЦБ;
- места установки и схемы подключения к тяговым рельсам заземляющих устройств и отсасывающим линиям тяговых подстанций и автотрансформаторных пунктов;
- места установки специальных выравнивающих дросселей и дроссель-трансформаторов, междурельсовых и междупутных соединителей.

3.10.3 В качестве обратного провода применяется алюминиевый, сталеалюминиевый или медный многопроволочный провод сечением в медном эквиваленте не менее сечения проводов контактной подвески.

3.10.4 Тяговая рельсовая сеть должна соответствовать требованиям надежного и электробезопасного функционирования тяговой сети, обеспечиваемого за счет электрической непрерывности тяговой рельсовой сети от любого участка железнодорожного пути до места подключения к отсасывающим линиям тяговых подстанций и АТП.

3.10.5 Обратный провод должен прокладываться по опорам контактной сети (аналогично экранирующему проводу системы тягового электроснабжения) с подключением к тяговым рельсам с помощью дроссель-трансформаторов, устанавливаемых на расстоянии не менее четырёх длин максимальной по длине ТРЦ, входящей в контур, но не более 1500 м.

3.10.6 Для тяговых рельсов и обратного провода должны выполняться проверочные расчёты напряжения прикосновения на соответствие норм электробезопасности. При превышении норм электробезопасности должны применяться дополнительные мероприятия по снижению напряжения прикосновения.

3.10.7 Допустимые напряжения прикосновения различной продолжительности воздействия представлены в табл.3.6. При колебании напряжений следует учитывать самый неблагоприятный случай.

Таблица 3.6

Допустимые напряжения прикосновения при различной продолжительности воздействия, В

Продолжительное воздействие			Кратковременное воздействие		
Продолжительность воздействия, с	Электрифицированные железные дороги переменного тока	Электрифицированные железные дороги постоянного тока	Продолжительность воздействия, с	Электрифицированные железные дороги переменного тока	Электрифицированные железные дороги постоянного тока
> 1	50	120	0,5	220	385
1	60	160	0,02	865	870

3.10.8 Заземление металлических элементов и устройств в зоне тяговой сети, нормально не находящихся под напряжением, как правило, должно быть выполнено путём их соединения с обратным проводом.

На станциях допускается индивидуальные и/или групповое заземление элементов и устройств в соответствии с действующими нормативными документами.

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.;
- 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 3.7

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 железнодорожной тяговой сети на 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 железнодорожной тяговой сети на ВСМ могут быть воздушными или кабельными.

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

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

3.13 Электромагнитная совместимость технических средств в зоне тяговых сетей

3.13.1 В системе тягового электроснабжения ВСМ необходимо учитывать возможность возникновения магнитного, электрического и гальванического влияния на смежные устройства.

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

3.13.3 Максимальный ток короткого замыкания в тяговой сети системы тягового электроснабжения переменного тока 2×25 кВ должен ограничиваться за счет выбора соответствующих параметров силовых понижающих трансформаторов тяговых подстанций 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 системы тягового электроснабжения и ЭПС на смежные электрические цепи и электронную аппаратуру расчетным способом, в соответствии с действующими нормативными документами. В расчетах следует учитывать нормальный и вынужденный режимы работы системы тягового железнодорожного электроснабжения, а также режим короткого замыкания на межподстанционной зоне. Кроме того, требуется учитывать односторонний и двусторонний режимы питания межподстанционной зоны.

3.13.6 При расчетах опасного и мешающего влияния необходимо учитывать особенности системы тягового электроснабжения переменного тока 2×25 кВ, обуславливающие снижение магнитного влияния по сравнению с системой тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ.

3.13.7 Выбор оптимального варианта расположения АТП на межподстанционной зоне и высоты подвеса обратного провода на опорах контактной сети должен осуществляться по критерию минимума индуцированного напряжения в смежных электрических цепях и устройствах инфраструктуры ВСМ.

4 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

4.1 Общие требования к электроснабжению нетяговых потребителей

Электроснабжение нетяговых железнодорожных потребителей на ВСМ должно осуществляться для электроприемников, относящихся только к инфраструктуре ВСМ, и учитывать возможность обеспечения I (включая особую группу), II и III категорий надёжности электроснабжения.

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 для электроснабжения нетяговых потребителей следует использовать электрические сети территориальных сетевых и (или) иных энергоснабжающих организаций. Подключение устройств электроснабжения нетяговых потребителей к источникам электроэнергии должно осуществляться через отдельные трехфазные силовые трансформаторы, устанавливаемые на тяговых подстанциях. Мощность трансформаторов должна определяться 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 нетяговых железнодорожных потребителей

4.3.1 Устройства электроснабжения потребителей систем сигнализации, автоматизированного управления поездами, связи и радиосвязи и других потребителей электроэнергии I категории особой группы надёжности должны иметь независимые автоматизированные источники питания в соответствии с ГОСТ Р 55437.

4.3.2 Электроснабжение наружного освещения должно предусматриваться в соответствии с ГОСТ Р 54984. 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 разъединителями контактной сети, линий освещения и других нетяговых потребителей должны укладываться в траншеях и/или отдельных лотках.

5 СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВСМ

5.1 Общие принципы построения системы управления устройствами железнодорожного электроснабжения ВСМ

Система автоматизированного управления устройствами железнодорожного 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 ВСМ должны обеспечивать надежную и бесперебойную работу устройств железнодорожного электроснабжения.

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 железнодорожного электроснабжения ВСМ

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

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

В устройствах железнодорожного 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 ВСМ 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 ВСМ, 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 железнодорожного 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 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 железнодорожного электроснабжения должна строиться на следующих принципах:

– интеграция всех вычислительных комплексов в единый комплекс на основе выполнения требований построения локальных вычислительных сетей;

– структурные части (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 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 железнодорожного 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 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;
- перемещений грузов компенсирующих устройств;
- вибрации и наклона опор контактной сети;
- условий образования гололеда.

В стационарных пространственно распределенных диагностических комплексов 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 ТЯГОВОГО 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 или твердой изоляцией при расположении тяговой подстанции в холодном макроклиматическом районе по ГОСТ 16350, 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 Тяговая 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 5750 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.

В местах пересечения проводов контактных подвесок должно обеспечиваться свободное взаимное перемещение проводов в расчетном интервале температур 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 воздушных 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 высота подвеса должна определяться расчетом. Воздушные пересечения ВСМ линиями электропередачи, как правило, выполняются в середине пролета контактной подвески. Воздушные пересечения ВСМ линиями электропередачи не допускаются над опорами контактной сети и в местах сопряжений секций контактной сети.

7.2 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность проектируемых объектов инфраструктуры участка Москва-Казань высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва-Казань-Екатеринбург обеспечивается в соответствии с действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по 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 системы тягового 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 002/2011 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 ЭПС 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 системы тягового электроснабжения ВСМ (см. п. 5).

(____ страниц)

страниц

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО СПбГУ



Титова