
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ПАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.55.199-2015**

**Стальные многогранные опоры ВЛ 35 – 500 кВ.
Технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 10.02.2015

Дата введения изменений: 17.05.2021

ПАО «ФСК ЕЭС»
2015

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом [от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ](#) «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.4-2004](#) «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - [ГОСТ 1.5-2001](#), правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.5-2012](#).

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: АО «ЦИУС ЕЭС», НИЛКЭС филиала
АО «НТЦ ФСК ЕЭС» - СибНИИЭ.
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 10.02.2015 № 54.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: совместным приказом ПАО «ФСК ЕЭС» /
ПАО «Россети» от 17.05.2021 № 144 / 218.
7. ВВЕДЁН: с изменениями (совместный приказ ПАО «ФСК ЕЭС» /
ПАО «Россети» от 17.05.2021 № 144 / 218).

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Дирекцию производственного контроля ПАО «Россети» по адресу 121353, Москва, ул. Беловежская, д.4, корп.А,
электронной почтой по адресу: nto@rosseti.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен,
тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

Содержание	3
Введение	4
1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
4 Технические требования к СМО ВЛ 35 – 500 кВ.....	7
Библиография.....	27

Введение

Типовые технические требования к стальным многогранным опорам ВЛ 35 – 500 кВ разработаны с учётом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

Технические требования включают:

- общие требования;
- требования к конструкции и материалам;
- требования к отклонениям и допускам;
- требования к обработке стали;
- требования к испытаниям;
- требования к антикоррозийной защите;
- требования к конструктивному обеспечению безопасности и эффективности монтажа и эксплуатации;
- требования к комплектности поставки, погрузочно-разгрузочным работам и складированию;
- требования к маркировке и упаковке.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на одноцепные, двухцепные и многоцепные промежуточные, анкерно-угловые, концевые стальные многогранные опоры (СМО) 35 – 500 кВ, поставляемые (предназначенные для поставки) на объекты ПАО «ФСК ЕЭС», в том числе, для строящихся (реконструируемых) линейных объектов ПАО «ФСК ЕЭС» и может быть использован при строительном контроле и приёмке на приобъектных складах. Не допускается применение на строящихся (реконструируемых) ВЛ 35 – 750 кВ ЕНЭС СМО, характеристики которых не соответствуют настоящим техническим требованиям.

2 Нормативные ссылки

[ГОСТ 9.307-89](#) (ИСО 1461-89) ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля.

[ГОСТ 380-05](#) Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.

[ГОСТ 3640-94](#) Цинк. Технические условия.

[ГОСТ ISO 4032-2014](#) Гайки шестигранные нормальные (тип 1). Классы точности А и В.

[ГОСТ 6996-66](#) (ИСО 4136-89, ИСО 5173-81, ИСО 5177-81) Сварные соединения. Методы определения механических свойств (с Изменениями № 1 – 4).

[ГОСТ 10706-76](#) (СТ СЭВ 489-77) Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования (с Изменением № 1).

[ГОСТ 10705-80](#) Трубы стальные электросварные. Технические условия.

[ГОСТ 11069-2019](#) Алюминий первичный. Марки

[ГОСТ 11371-78](#) Шайбы. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3).

[ГОСТ 14637-89](#) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия (с Изменением № 1).

[ГОСТ 14771-76](#) Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1 – 3).

[ГОСТ 15150-69](#) Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1 – 5).

[ГОСТ 18160-72](#) (СТ СЭВ 2650-80) Изделия крепёжные. Упаковка. Маркировка. Транспортирование и хранение.

[ГОСТ 19281-2014](#) Прокат повышенной прочности. Общие технические условия (с Изменением № 1)

[ГОСТ 23118-2019](#) Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

[ГОСТ 27772-2015](#) Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия (с Поправками, с Изменением N 1).

[ГОСТ 28870-90](#) Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистового проката в направлении толщины.

[ГОСТ 32484.3-2013](#) (EN 14399-3:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR - комплекты шестигранных болтов и гаек (с Поправкой).

[ГОСТ 32484.5-2013](#) (EN 14399-5:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы .

3 Термины, обозначения и сокращения

3.1 Многогранная опора – опора со стойкой (стойками), выполненными в виде полых усечённых пирамид (или цилиндров) из стального листа с поперечным сечением в виде многогранника. Многогранная опора может быть типовой или индивидуальной конструкции.

3.2 Типовая (базовая) конструкция опоры – конструкция, разработанная для многократного применения и прошедшая регламентированную процедуру допуска для применения в электроустановках конструкция, оформленная типовым проектом (проектом повторного применения), утверждённым в установленном порядке.

3.3 Модифицированная конструкция опоры – конструкция, разработанная на основе типовой (базовой) без изменения расчётной схемы, конструктивного решения основных узлов, вида и взаимного расположения изолирующих подвесок (для опор ВЛ и порталов ОРУ ПС), сколь либо существенных конструктивных изменений, кроме толщины стенки или марки стали отдельных элементов, конструкций узла крепления изолирующих подвесок, опорных конструкций, конструкций для установки электротехнического оборудования.

3.4 Индивидуальная конструкция опоры – конструкция, разработанная под условия конкретной ВЛ или с эстетической целью, или для решения специальной задачи и применяющаяся впервые.

НТД – нормативно-техническая документация.

ОРУ – открытое распределительное устройство.

СМО – стальная многогранная опора.

ТТ – технические требования.

4 Технические требования к СМО ВЛ 35 – 500 кВ

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
1 Общие требования		
1.1 Конструкция опоры должна удовлетворять требованиям действующих нормативных документов	1. ПУЭ 7-ое издание. Глава 2.5 2. Технические условия (ТУ) согласованные ПАО «ФСК ЕЭС». 3. ГОСТ 23118 . 4. СП 53-101 . 5. СП 16.13330.2017 (кроме требований к фланцевым соединениям). 6. СП 20.13330.2016 .	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.2 Конструктивное исполнение	1.2.1 СМО могут быть одностоечные или порталные двухстоечные, с ветровыми связями или без них, с вертикальной, горизонтальной и смешанной подвеской проводов. Анкерно-угловые или концевые опоры могут быть трёхстоечными. 1.2.2 СМО могут быть одноцепными, двухцепными и многоцепными. 1.2.3 Анкерные опоры должны быть жёсткой конструкции. Промежуточные - гибкой или жёсткой конструкции.	ПУЭ , Глава 2.5, П. 2.5.135
1.3 Конструктивное исполнение элементов опор	СМО состоит из стоек, траверс и, как правило, тросостоек. Стойки состоят из секций, которые соединяются телескопически или с помощью фланцев.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	Тросостойки и траверсы могут быть многогранной или решетчатой конструкции.	
1.4 Конструкция верхней части опоры	Сверху опора должна быть закрыта крышкой.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.5 Вентиляция и конденсатоотвод	1.5.1 В верхней и нижней частях опора должна иметь отверстия, обеспечивающие вентиляцию. 1.5.2 Должен быть предусмотрен отвод конденсата.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.6 Приспособления для сборки, монтажа и эксплуатации	1.6.1 Конструкция опоры с телескопическими секциями должна иметь упоры для крепления стягивающих приспособлений, узлы (петли) для крепления монтажных строп и тросов. 1.6.2 Конструкция опор должна обеспечивать безопасный подъём до верха опоры и перемещение по траверсам. Для опор ВЛ 110 кВ и выше и под напряжением. 1.6.3 На траверсах должны быть предусмотрены конструктивные элементы для обслуживания и ремонта со штатными местами для крепления систем обеспечения безопасности работ на высоте, устройства для крепления трапов. 1.6.4 Нижняя секция опоры должна иметь конструктивный элемент для болтового присоединения заземляющего устройства.	ПУЭ, Глава 2.5, П. 2.5.148 Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
1.7 Требования к регламентированной процедуре	Типовые конструкции завода-изготовителя должны соответствовать требованиям НТД и СТО ПАО «ФСК	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
допуска к применению	ЕЭС».	
1.8 Геометрические размеры опор и элементов опор	<p>1.8.1 Габаритные размеры секций и отдельных частей опор должны соответствовать размерам железнодорожных вагонов, автомобильных полуприцепов, ванн для цинкования и должны иметь длину не более 12-ти метров.</p> <p>1.8.2 Конструкция опоры должна обеспечивать нормируемые ПУЭ расстояния от токоведущих до заземлённых частей и между фазами.</p> <p>1.8.3 Конструкция опоры должна обеспечивать требуемый ПУЭ угол грозозащиты.</p>	<p>ПУЭ, Глава 2.5, таблица 2.5.17 (п. 2.5.125), таблица 2.5.18 (п. 2.5.126) пункты 1.5.88 – 2.5.94, 2.5.120</p>
1.9 Рекомендации к структуре шифра опоры	<p>1.9.1. Шифр должен быть буквенно-цифровым и содержать информацию о функциональном назначении, конструкции опоры, классе напряжения, количестве цепей, наличии (отсутствии) ветровых связей, конструкции тросостойки (1 или 2 троса).</p> <p>1.9.2. Рекомендуется следующая структура шифра: А ББВ ВВВ – Г Д Е Ж А – 2 (если опора двухстоечная). Если опора одностоечная – позиция пустая. ББВ – Тип опоры: ПМ – промежуточная многогранная, АМ-Анкерная, КМ – концевая. Третья буква может указывать на конструктивные особенности опоры. ВВВ – Класс напряжения.</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	<p>Г – номер модификации опоры (цифры от 0 до 9).</p> <p>Д – В (если с ветровыми связями). Если ветровых связей нет – позиция пустая.</p> <p>Е – т (если с тросостойкой под два грозозащитных троса). Если под один – позиция пустая.</p> <p>Ж – дополнительная информация о конструкции (если требуется).</p>	
2 Требования к конструкции, качеству изготовления и материалам		
2.1 Расчётная температура для выбора марки стали	Температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 по СП 131.13330.2018	СП 16.13330.2017 , п. 4.2.3
2.2 Марка стали основных элементов силовой схемы	По Таблице В.1 СП 16.13330.2017 в зависимости от значения расчётной температуры воздуха	СП 16.13330.2017 Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3 Применение сталей по зарубежным стандартам (сталей зарубежных марок)	Подтверждается в ходе проверки качества в ПАО «ФСК ЕЭС» установленным порядком. В отдельных случаях (изготовление типовой опоры из сталей по зарубежным стандартам) – специализированной организацией, согласованной для этой цели ПАО «ФСК ЕЭС».	
2.4 Требования к ударной вязкости листового	По таблице 4 ГОСТ 27772	ГОСТ 27772

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
проката		
2.5 Марка стали вспомогательных элементов (лестницы, трапы и т.п.)	По Таблице В.1 СП 16.13330.2017	СП 16.13330.2017
2.6 Болты для конструкций опоры (кроме фланцевых соединений)	Класс прочности болтов подбирается в соответствии с таблицей Г.3 СП 16.13330.2017 , в зависимости от расчётной температуры наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 и работы болта в конструкции	СП 16.13330.2017 , таблица Г.3
2.7 Болты для фланцевых соединений	<p>2.7.1 Класса прочности не менее 8.8 без контролируемого натяжения. При этом, в обязательном порядке, следует проверять прочность фланцевого узла, устойчивость стенки многогранного профиля, примыкающей к фланцу, а также прочность болтов при действии растягивающей силы и изгибающего момента при помощи специализированных программных комплексов. Напряжения в болтах не должны превосходить расчётного сопротивления одноболтовых соединений растяжению в соответствии с таблицей Г.5 СП 16.13330.2017.</p> <p>2.7.2 Для фланцевых соединений допускается, при соответствующем обосновании, применять высокопрочные болты с контролируемым натяжением в соответствии с таблицей Г.3 СП 16.13330.2017 как для конструкций, рассчитываемых на усталость при работе болтов на растяжение или срез.</p> <p>2.7.3 Высокопрочные болты с контролируемым</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	<p>натяжением должны быть класса прочности 10.9 из стали 40X и соответствовать ГОСТ 32484.3-2013.</p> <p>2.7.4 Климатическое исполнение высокопрочных болтов ХЛ.</p> <p>2.7.5 Под каждую головку болта и гайку должно быть установлено по одной высокопрочной шайбе с твёрдостью не менее 35 единиц НРС. Допускается установка одной шайбы только под вращаемым элементом (головкой болта или гайкой).</p> <p>2.7.6 Для крепления фланца нижней секции к монолитному фундаменту класс прочности болтов 5.6.</p>	
2.8 Требования к гайкам	<p>2.8.1 Класс прочности гаек должен соответствовать классу прочности болтов.</p> <p>2.8.2 Гайки для болтов без контролируемого натяжения должны соответствовать ГОСТ ISO 4032-2014</p> <p>2.8.3 Гайки для высокопрочных болтов с контролируемым натяжением должны соответствовать ГОСТ 32484.3-2013.</p> <p>2.8.4 Гайки фланцевого соединения с ответным фланцем фундамента следует закреплять от самоотвинчивания с помощью установки контргаек.</p> <p>2.8.5 Гайки фланцевых соединений с болтами без контролируемого натяжения следует закреплять от самоотвинчивания с помощью пружинных шайб или установки контргаек.</p> <p>2.8.6 Гайки высокопрочных болтов класса 10.9 с контролируемым натяжением не требуют установки</p>	<p>ГОСТ 32484.3-2013 ГОСТ ISO 4032-2014</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	дополнительных гаек и пружинных шайб для их закрепления от самоотвинчивания.	
2.9 Круглые шайбы	2.9.1 Шайбы для болтов без контролируемого натяжения должны соответствовать ГОСТ 11371 . 2.9.2 Шайбы для высокопрочных болтов с контролируемым натяжением должны соответствовать ГОСТ 32484.5-2013 .	ГОСТ 32484.5-2013 ГОСТ 11371
2.10 Болты для крепления лестниц	Класс прочности 5.8 из углеродистых сталей. Гайки – класс прочности 5.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.11 Требования к болтокомплекту	Каждый болтокомплект комплектуется круглыми шайбами, одна из которых устанавливается под головку болта. Необходимость установки дополнительных круглых шайб определяется расположением резьбы болта. Резьба болтов, в том числе сбег резьбы не должны входить вглубь отверстия более чем наполовину толщины крайнего элемента пакета со стороны гайки. Под гайки следует устанавливать не более двух круглых шайб по ГОСТ 11371 . Крепление к фундаменту нижнего фланца – гайка + контргайка. Из гайки (контргайки) должен выступать как минимум один виток резьбы полного профиля. Предотвращение самооткручивания – в соответствии с требованиями конструкторской документации. Совместное применение пружинной и круглой шайбы не рекомендуется.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
2.12 Требования к видам и материалам сварки	<p>2.12.1 Все сварные соединения выполняются в заводских условиях. Монтажная сварка для изготовления (соединения) конструкций опоры не допускается.</p> <p>2.12.2 Допустимые способы изготовления сварных соединений: автоматическая сварка под слоем флюса (продольные стыковые швы) и полуавтоматическая в среде защитного газа.</p> <p>2.12.3 Сварочные материалы по своим механическим характеристикам должны соответствовать применяемым маркам стали в соответствии с приложением Г.1 СП 16.13330.2017</p>	<p>СП 53-101, раздел 12. СП 16.13330.2017 ГОСТ 23118</p>
2.13 Сварные швы	<p>2.13.1. Временное сопротивление металла шва должно быть не ниже, чем у основного металла. 2.13.2. Провар всех стыковых швов должен быть 100 %.</p> <p>2.13.3 Сварные швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу.</p> <p>2.13.4 Сварные швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавления по кромкам, шлаковых включений и пор.</p> <p>2.13.5 Металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины.</p>	<p>СП 53-101 ГОСТ 23118</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	2.13.6 Кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены.	
2.14 Отклонения и допуски		
2.14.1 Отклонение диаметра ствола - расстояния между противоположными гранями в зоне телескопического и фланцевого (в местах с рёбрами жёсткости) соединений (внутренними или наружными) не более, мм	$\pm 0.01d$	СП 53-101 Таблица 7
2.14.2 Отклонение диаметра ствола - расстояния между противоположными гранями вне зоны соединения секций (внутренними или наружными) не более, мм	$\pm 0.02d$	СП 53-101 , таблица 7
2.14.3 Отклонения линейных размеров от проектных не должны превышать: - при длине деталей до 1 м, - при длине от 1 до 2 м, - при длине более 2 м	$\pm 1,5$ мм $\pm 2,5$ мм $\pm 5,0$ мм	Требование ПАО «ФСК ЕЭС» СП 53-101
2.14.4 Непрямолинейность (прогиб) конструктивных элементов (кроме ветровых связей и оттяжек)	Не более 0,001 длины, но не более 10 мм	СП 53-101
2.14.5 Предельные отклонения диаметров отверстий, не более: - в отверстиях диаметром до 17 мм включительно, - в отверстиях диаметром более 17 мм	0;+0,6 мм 0;+1,0 мм	ГОСТ 23118

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
2.14.6 Винтообразное искривление секции, не более	0.001 Длины секции	СП 53-101
2.14.7 Предельное смещение центров отверстий под болтовое соединение двух деталей (фланцев)	Устанавливается конструкторской документацией исходя из условия собираемости конструкции при монтаже	СП 53-101
2.15 Требования к фланцевым соединениям	<p>2.15.1 Фланцы должны изготавливаться из листовой стали с гарантией механических свойств поперёк толщины проката (относительное сужение $\Psi \geq 15\%$ - группа качества Z15 по ГОСТ 28870). Фланцы из низколегированной стали толщиной более 25 мм должны изготавливаться из стали группы качества Z25 по ГОСТ 28870.</p> <p>2.15.2 Болты – класса прочности не менее 8.8. Как правило - без регулируемого натяжения. На фланце напротив каждой грани стойки должно быть не менее одного болта. Не рекомендуется устанавливать болты во фланцевых соединениях в два ряда в одну сторону от стенки многогранного профиля.</p> <p>2.15.3 Для обеспечения равномерной работы фланцевого соединения болты должны быть затянуты на одинаковое усилие. В инструкции по монтажу должно быть указано требуемое монтажное усилие.</p> <p>2.15.4 Неперпендикулярность фланца (поверхности фланца) – 0,001 базы. Тангенс угла отклонения поверхности фланца не должен превышать величину 0,001</p>	<p>,</p> <p>СП 53-101,</p> <p>СП 16.13330.2017</p> <p>Требования ПАО «ФСК ЕЭС».</p> <p>СП 53-101,</p> <p>таблица 13</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	<p>в каждой из двух плоскостей.</p> <p>2.15.5 Плотность болтового соединения должна быть такой, что щуп 0,3 мм не должен проходить между деталями в районе болтового соединения на глубину более 20 мм.</p> <p>В стянутом болтами фланцевом соединении щуп толщиной 0,3 мм не должен доходить до внутренней поверхности стойки опоры на 20 мм по всему периметру.</p> <p>2.15.6 Местная неплотность фланцевого соединения должна быть не более 2 мм. Допускается местная неплотность 3 мм. на не более 1/8 части длины внешнего периметра фланца.</p> <p>2.15.7. Применение вставок как правило не допускается. В исключительных случаях по согласованию с Заказчиком допускается применение вставок толщиной не более 2 мм, обеспечивающих контакт в зазоре по всей поверхности фланца.</p>	
2.16 Требования к телескопическим соединениям	2.16.1 При соединении секций многогранных опор с помощью телескопического стыка его длина должна быть не менее 1,5 диаметра нижней части охватывающей секции. На секциях опоры должны быть отметки, позволяющие проконтролировать соблюдение этого	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	<p>требования после сборки.</p> <p>2.16.2 Секции опоры должны иметь конструктивные элементы для стягивания.</p> <p>2.16.3 Максимально допускаемая локальная неплотность телескопического соединения – не более 0,5 толщины стенки охватывающей секции. Установка прокладок в телескопический стык не допускается.</p> <p>2.16.4 В инструкции по монтажу должна быть указана длина телескопического стыка и требуемое монтажное усилие.</p>	
2.17 Требования к обработке стали		
2.17.1 Внутренняя поверхность металла по контуру отверстия	Не должно быть надрывов и расслоений металла	
2.17.2 Допускаемая величина шероховатости деталей	Кромки деталей должны быть очищены и не иметь шероховатостей, превышающих 1 мм	СП 53-101
2.18 Талрепы, промежуточные звенья (и другие виды линейной арматуры), являющиеся элементами конструкции стальных многогранных опор (входящие в состав ветровых связей и тяг данных опор)	Должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51155-2017 и ГОСТ Р 51177-2017 , а также должны быть допущены к применению на объектах ПАО «Россети» (пройти процедуру проверки качества (аттестации)) в установленном порядке	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
3 Требования при испытаниях		
3.1 Общие требования к испытаниям	3.1.1 Все СМО (кроме модификаций типовых конструкций), разработанные впервые, должны пройти механические испытания.	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	3.1.2 Требования к объёму испытаний устанавливаются Программой испытаний, согласованной заказчиком. - Схемы загрузки должны быть максимально близкими к действительным условиям работы опоры.	
3.2 Требования к прочности	В течение одной минуты, во всех расчётных режимах, вошедших в программу испытаний, опора должна выдержать нагрузки равные 102,5 % расчётных нагрузок без видимых деформаций и разрушений элементов конструкций.	МЭК 60652 (2002)
<p>3.3 Коэффициент безопасности (предельные нагрузки)</p> <ul style="list-style-type: none"> • для опор, рассчитанных по предельным нагрузкам <ul style="list-style-type: none"> • для опор, изготовленных из сталей по ГОСТ 380, ГОСТ 10705, ГОСТ 10706, ГОСТ 14637, ГОСТ 19281, Изменение N 1 ГОСТ 19281 с пределом текучести до 380 МПа • для опор, изготовленных из сталей по ГОСТ 19281, Изменение N 1 ГОСТ 19281 с пределом текучести более 380 МПа • для опор, рассчитанных по 	<p style="text-align: center;">1,0</p> <p style="text-align: center;">1,05</p> <p style="text-align: center;">1,1</p>	<p style="text-align: center;">Требования ПАО «ФСК ЕЭС»</p> <p style="text-align: center;">СП 16.13330.2017</p> <p style="text-align: center;">МТ 701.000.071</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	1,15	
<p>3.4 Деформативность при нормативных нагрузках:</p> <p>Относительное отклонение стоек от вертикали (к высоте):</p> <ul style="list-style-type: none"> • концевые и угловые анкерного типа высотой до 60 м • анкерные высотой до 60 м • промежуточные двухстоечные • промежуточные одностоечные, кроме переходных • переходные высотой выше 60 м • опоры ОРУ предельное отклонение, вдоль проводов • опоры ОРУ предельное отклонение, поперёк проводов • стойки опор под оборудование 	<p>1/100</p> <p>1/100</p> <p>1/50</p> <p>1/30</p> <p>1/140</p> <p>1/100</p> <p>1/70</p> <p>1/100</p>	<p>Требования ПАО «ФСК ЕЭС» МТ 701.000.071, СП 16.13330.2017</p>
<p>3.5 Остаточные горизонтальные перемещения верха ствола опоры после разгрузки в нормальных режимах не должны превышать:</p>	<p>$f_0 = 0,2f_{упр}$,</p> <p>где f_0 – остаточные деформации,</p> <p>$f_{упр}$ – упругие деформации</p>	<p>Требования ПАО «ФСК ЕЭС» МТ 701.000.071</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
3.6 Критерии успешного испытания	<p>3.6.1. Отсутствие разрушения опоры или её отдельных элементов во всех нормальных и аварийных режимах.</p> <p>3.6.2. Отклонения (деформация) при нормативных нагрузках не должны превышать значений, указанных в 3.3, 3.4 и 3.5.</p> <p>3.6.3. Отсутствие повреждений отдельных элементов (изгибы шпилек, отрыв рёбер жёсткости и пр.).</p>	
4 Требования к антикоррозийной защите		
4.1 Защита от коррозии элементов опор (кроме крепёжных изделий)	<p>1. В условиях отсутствия источников промышленных загрязнений, вне приморской зоны - горячее цинкование при толщине 80 – 100 мкм. - алюминий не ниже марки А8 при толщине не менее 200 мкм.</p> <p>2. В условиях промышленных и приморских районов, близости солончаков, солёных озёр дополнительно к горячему цинкованию следует применять стойкие лакокрасочные покрытия, обеспечивающие адгезию к цинку.</p> <p>3. Адгезия цинкового покрытия к металлу после испытаний по ГОСТ 9.307 - на контролируемой поверхности не должно наблюдаться отслаивание и вздутие покрытия.</p>	<p>СТО 56947007-29.240.55.192-2014, ГОСТ 3640, ГОСТ 11069, СП 28.13330.2017</p>

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
4.2 Защита от коррозии крепёжных изделий	<p>1. Как правило - горячее цинкование при толщине не менее 42 мкм при условии обеспечения свинчиваемости. Толщина цинкового покрытия не должна превышать плюсовые допуски.</p> <p>2. При условии согласования заказчиком - термодиффузионное цинкование при толщине 21 – 28 мкм. При этом обязательно пассивирование, обеспечивающее отсутствие бурого налёта. Качество покрытия должно быть подтверждено сертификатом соответствия ГОСТ и ТУ на эти покрытия.</p>	
4.3 Требование к качеству поверхности оцинкованной конструкции	<p>1. Не должно быть трещин, забоин, вздутий.</p> <p>2. Не должно быть наплывов цинка в местах фланцевых и телескопических соединений.</p> <p>3. «Шипы» возникшие вследствие стекания цинка должны быть удалены.</p> <p>4. Конструкции, предназначенные для перемещения людей, не должны иметь острых и (или) режущих элементов, способных причинить травму.</p> <p>5. Покрытие должно иметь требуемую толщину и требуемую адгезию, контролируемые на всех стадиях приёмки. Адгезия и толщина определяется по ГОСТ 9.307.</p>	ГОСТ 9.307
4.4 Требования к конструкции по условию горячего цинкования	В конструкциях не должно быть карманов, закрытых полостей и воздушных мешков; все полости должны быть доступны для беспрепятственного поступления и выхода из них жидкостей, расплавленного цинка и газов.	ГОСТ 9.307
5 Требования к конструктивному обеспечению безопасности и эффективности монтажа и эксплуатации		

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
5.1 Требования безопасности	Опоры должны быть обеспечены конструктивными элементами для безопасного подъёма (лестницы, степ-болты) и перемещения монтажников и эксплуатационного персонала вдоль траверс (поручни, трапы) при производстве ремонтно-эксплуатационных работ.	ПУЭ-7 , Пункты 2.5.148, 2.5.149 Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6 Требования к гарантийным обязательствам и долговечности		
6.1 Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	Не менее 36. Гарантийный срок исчисляется с момента ввода в эксплуатацию. Для опор, переданных в аварийный резерв, с момента подписания Акта приёмки.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.2 Расчётный срок службы со дня ввода опоры в эксплуатацию до списания, лет, не менее	70	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7 Требования к комплектности поставки, погрузочно-разгрузочным работам и складированию		
7.1 Документация, прилагаемая в один адрес на партию опор ВЛ или порталов ОРУ	<ul style="list-style-type: none"> - Монтажная схема – 1 - 2 экз. (в зависимости от размера партии). - Комплектовочная ведомость - 1 экз. - Документ о качестве (по форме Приложение Г ГОСТ 23118) - 1 экз. - Инструкции по монтажу – 1 экз. <i>Инструкция должна, кроме прочего, содержать требования по перемещению и хранению конструкций, схемы строповки.</i> - Копия сертификата соответствия на антикоррозийное покрытие крепёжных изделий. 	Требования ПАО «ФСК ЕЭС» ГОСТ 23118

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
7.2 Конструкторская документация	По требованию Заказчика (заказчика – застройщика) завод-изготовитель должен предоставить конструкторская документацию и чертежи стадии КМ.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.3 Требования к складированию и погрузочно-разгрузочным работам	Элементы опоры должны укладываться на деревянные прокладки, предотвращающие касание и соударение. Не допускается использование для погрузочно-разгрузочных работ незащищённых стальных канатов. При складировании должна быть обеспечена хорошая видимость маркировки конструкций. Хранение пакетов и сварных секций в части воздействия климатических факторов внешней среды должно соответствовать группе ОЖЗ.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 15150
8 Требования к маркировке, упаковке и транспортировке		
8.1 Требование к маркировке	На нижней секции опоры на высоте 2- 3 метра должна быть предусмотрена стальная табличка с ориентировочным размером 150X200 мм, на которой должна быть информация, нанесённая способом, обеспечивающим сохранность информации на весь срок службы: - тип опоры; - наименование завода-изготовителя (фирменный знак); - год выпуска;	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	- уникальный заводской номер.	
8.2 Заводской номер	Каждая опора должна иметь индивидуальный заводской номер. Заводской номер должен дублироваться на прочих элементах опоры (секции и траверсы) ударным способом. Через дефис – номер элемента.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
8.3 Приспособления для крепления постоянных знаков по п. 2.5.23 ПУЭ	Нижняя секция каждой опоры на высоте 2 -3 метра от поверхности земли должна иметь штатное приспособление (рамку, планку, др.) для крепления знаков безопасности и информационных знаков указанных в п. 2.5.23 ПУЭ .	
8.4 Требования к транспортировке	Элементы опор должны быть собраны в пакеты, обеспечивающие оптимальность, компактность загрузки транспортных средств. Несущие элементы средств пакетирования должны иметь устройства для строповки пакета и закрепления его на транспортных средствах. Транспортировка должна осуществляться с использованием деревянных прокладок и креплений, обеспечивающих неизменность пространственного положения и предотвращающего касания и соударения элементов опоры между собой.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС» ГОСТ 18160 , ГОСТ 23118
8.5 Требования к упаковке	Фланцы должны быть защищены от механических повреждений и соударений. Для сохранности защитного покрытия конструкций в местах контакта их между собой и со средствами	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

Наименование параметра	Требуемое значение	Нормативно-технический документ
1	2	3
	<p>пакетирования необходимо устанавливать и закреплять от выпадения прокладки из дерева, картона, пластмассы и других материалов.</p>	
8.6 Требования к упаковке крепежа	<p>8.6.1 Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) должны быть упакованы в деревянные ящики. Масса ящика не должна превышать 60 кг.</p> <p>8.6.2 Крепежные изделия должны быть рассортированы и разделены по типоразмерам.</p>	

Библиография

1. [Правила устройства электроустановок](#). Издание седьмое (ПУЭ-7). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ. Приказ Минэнерго России от 20.05.2003 № 187.
2. МТ 701.000.0071-86 Рабочая методика механических испытаний элементов линий электропередачи.
3. [СП 53-101-98](#) Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
4. [СП 16.13330.2017](#) Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2).
5. [СП 20.13330.2016](#) Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2).
6. [СП 28.13330.2017](#) Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2)
7. [СП 131.13330.2018](#) СНиП 23-01-99* Строительная климатология.
8. [СТО 56947007-29.240.55.054-2010](#) Руководство по проектированию многогранных опор и фундаментов к ним для ВЛ напряжением 110 – 500 кВ, ПАО «ФСК ЕЭС».
9. [СТО 56947007-29.240.55.192-2014](#) Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 – 750 кВ, ПАО «ФСК ЕЭС».
10. МЭК 60652 (2002) Опоры воздушных линий электропередачи. Испытания механическими нагрузками (IEC 60652 (2002) Loading tests on overhead line structures).