ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| scan0002 | **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 распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

# Содержание

[Содержание 3](#_bookmark0)

[Введение 4](#_bookmark1)

1. [Область применения 4](#_bookmark2)
2. [Нормативные ссылки 4](#_bookmark3)

[4 Технические требования к СМО ВЛ 35 – 500 кВ 7](#_bookmark4)

[Библиография 27](#_bookmark5)

# 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.

# 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.

# 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 .

1. **Термины, обозначения и сокращения**
	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.
	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. **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.
	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.

# 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 нормативныхдокументов | 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. СМО могут быть одностоечные или портальные двухстоечные, с ветровыми связями или без них, с

вертикальной, горизонтальной и смешанной подвеской проводов. Анкерно-угловые или концевые опоры могут быть трёхстоечными.* + 1. СМО могут быть одноцепными, двухцепными и многоцепными.
		2. 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. В верхней и нижней частях опора должна иметь отверстия, обеспечивающие вентиляцию.
		2. Должен быть предусмотрен отвод конденсата.
 | Требование ПАО «ФСК ЕЭС» |
| 1.6 Приспособления для сборки, монтажа и эксплуатации | * + 1. Конструкция опоры с телескопическими секциями должна иметь упоры для крепления стягивающих

приспособлений, узлы (петли) для крепления монтажных строп и тросов.* + 1. Конструкция опор должна обеспечивать безопасный подъём до верха опоры и перемещение по траверсам. Для опор ВЛ 110 кВ и выше и под напряжением.
		2. 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. Нижняя секция опоры должна иметь конструктивный элемент для болтового присоединения заземляющего устройства.
 | ПУЭ, Глава 2.5,П. 2.5.148Требования 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 | * + 1. Габаритные размеры секций и отдельных частей опор должны соответствовать размерам железнодорожных

вагонов, автомобильных полуприцепов, ванн дляцинкования и должны иметь длину не более 12-ти метров.* + 1. Конструкция опоры должна обеспечивать нормируемые ПУЭ расстояния от токоведущих до заземлённых частей и между фазами.
		2. Конструкция опоры должна обеспечивать требуемый ПУЭ угол грозозащиты.
 | ПУЭ, Глава 2.5, таблица 2.5.17(п. 2.5.125), таблица2.5.18 (п. 2.5.126)пункты 1.5.88 – 2.5.94,2.5.120 |
| 1.9 Рекомендации к структуре шифра опоры | * + 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).* + 1. Рекомендуется следующая структура шифра: А БББ ВВВ – Г Д Е Ж

А – 2 (если опора двухстоечнаия). Если опора одностоечная – позиция пустая.БББ – Тип опоры: ПМ – промежуточная многогранная, АМ-Анкерная, КМ – концевая. Третья буква может указывать на конструктивные особенности опоры.ВВВ – Класс напряжения. | Требование ПАО «ФСК ЕЭС» |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | Г – номер модификации опоры (цифры от 0 до 9).Д – В (если с ветровыми связями). Если ветровых связей нет – позиция пустая.Е – т (если с тросостойкой под два грозозащитных троса). Если под один – позиция пустая.Ж – дополнительная информация о конструкции (если требуется). |  |
|  |  |  |
| **2 Требования к конструкции, качеству изготовления и материалам** |
| 2.1 Расчётная температура для выбора марки стали | Температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98по 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 16.13330.2017Требование ПАО «ФСК ЕЭС» |
| 2.3 Применение сталей по зарубежным стандартам (сталей зарубежных марок) | Подтверждается в ходе проверки качества вПАО «ФСК ЕЭС» установленным порядком. В отдельных случаях (изготовление типовой опоры из сталей позарубежным стандартам) – специализированнойорганизацией, 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 отрасчётной температуры наружного воздуха наиболеехолодных суток обеспеченностью 0,98 и работы болта в конструкции | СП 16.13330.2017,таблица Г.3 |
| 2.7 Болты для фланцевых соединений | * + 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 .* + 1. 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.* + 1. Высокопрочные болты с контролируемым
 | Требование ПАО «ФСК ЕЭС» |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | натяжением должны быть класса прочности 10.9 из стали 40Х и соответствовать ГОСТ 32484.3-2013.* + 1. Климатическое исполнение высокопрочных болтов ХЛ.
		2. Под каждую головку болта и гайку должно быть установлено по одной высокопрочной шайбе с твёрдостью не менее 35 единиц HRC. Допускается установка одной

шайбы только под вращаемым элементом (головкой болта или гайкой).* + 1. Для крепления фланца нижней секции к монолитному фундаменту класс прочности болтов 5.6.
 |  |
| 2.8 Требования к гайкам | * + 1. Класс прочности гаек должен соответствовать классу прочности болтов.
		2. Гайки для болтов без контролируемого натяжения должны соответствовать ГОСТ ISO 4032-2014
		3. Гайки для высокопрочных болтов с контролируемым натяжением должны соответствовать ГОСТ 32484.3-2013.
		4. Гайки фланцевого соединения с ответным фланцем фундамента следует закреплять от самоотвинчивания с помощью установки контргаек.
		5. Гайки фланцевых соединений с болтами без контролируемого натяжения следует закреплять от самоотвинчивания с помощью пружинных шайб или установки контргаек.
		6. Гайки высокопрочных болтов класса 10.9 с контролируемым натяжением не требуют установки
 | ГОСТ 32484.3-2013ГОСТ ISO 4032-2014 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | дополнительных гаек и пружинных шайб для их закрепления от самоотвинчивания. |  |
| 2.9 Круглые шайбы | * + 1. Шайбы для болтов без контролируемого натяжения должны соответствовать ГОСТ 11371.
		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 вглубьотверстия более чем наполовину толщины крайнего элемента пакета со стороны гайки. Под гайки следуетустанавливать 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 стребованиями конструкторской документации. Совместное применение пружинной и круглой шайбы нерекомендуется. | Требование ПАО «ФСК ЕЭС» |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
| 2.12 Требования к видам и материалам сварки | * + 1. Все сварные соединения выполняются в заводских условиях. Монтажная сварка для изготовления

(соединения) конструкций опоры не допускается.* + 1. Допустимые способы изготовления сварных соединений: автоматическая сварка под слоем флюса

(продольные стыковые швы) и полуавтоматическая в среде защитного газа.* + 1. Сварочные материалы по своим механическим характеристикам должны соответствовать применяемым маркам стали в соответствии с приложением Г.1 СП 16.13330.2017
 | СП 53-101,раздел 12.СП 16.13330.2017 ГОСТ 23118 |
| 2.13 Сварные швы | 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 %.* + 1. Сварные швы должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу.
		2. 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, несплавлений по кромкам,

шлаковых включений и пор.* + 1. Металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины.
 | СП 53-101 ГОСТ 23118 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 срёбрами жёсткости) соединений (внутренними или наружными) не более, мм | ±0.01d | СП 53-101Таблица 7 |
| 2.14.2 Отклонение диаметра ствола- расстояния между противоположными гранями вне зоны соединения секций (внутренними илинаружными) не более, мм | ±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
 | ± 1,5 мм± 2,5 мм± 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 мм0;+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 |  |  |
|  | * + 1. Фланцы должны изготавливаться из листовой стали с гарантией механических свойств поперёк толщины

проката (относительное сужение Ψ≥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.* + 1. 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 стенкимногогранного профиля.* + 1. Для обеспечения равномерной работы фланцевого соединения болты должны быть затянуты на одинаковое усилие. В инструкции по монтажу должно быть указано требуемое монтажное усилие.
		2. Неперпендикулярность фланца (поверхности фланца) – 0,001 базы. Тангенс угла отклонения

поверхности фланца не должен превышать величину 0,001 | ,СП 53-101, СП 16.13330.2017Требования ПАО «ФСК ЕЭС».СП 53-101,таблица 13 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | в каждой из двух плоскостей.* + 1. 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.

В стянутом болтами фланцевом соединении щуп толщиной 0,3 мм не должен доходить до внутренней поверхности стойки опоры на 20 мм по всему периметру.* + 1. 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.

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. |  |
| 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 охватывающейсекции. На секциях опоры должны быть отметки, позволяющие проконтролировать соблюдение этого | Требования ПАО «ФСК ЕЭС» |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | требования после сборки.* + 1. Секции опоры должны иметь конструктивные элементы для стягивания.
		2. Максимально допускаемая локальная неплотность телескопического соединения – не более 0,5 толщины стенки охватывающей секции. Установка прокладок в телескопический стык не допускается.
		3. В инструкции по монтажу должна быть указана длина телескопического стыка и требуемое монтажное усилие.
 |  |
| 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 другиевиды 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 загружения 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) |
| 3.3 Коэффициент безопасности (предельные нагрузки)* для опор, рассчитанных по предельным нагрузкам
	+ 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
 | 1,01,051,1 | Требования ПАО «ФСК ЕЭС»СП 16.13330.2017МТ 701.000.071 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
|  | 1,15 |  |
| 3.4 Деформативность при нормативных нагрузках:Относительное отклонение стоек от вертикали (к высоте):* 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
 | 1/1001/1001/501/301/1401/1001/701/100 | Требования ПАО «ФСК ЕЭС» МТ 701.000.071, СП 16.13330.2017 |
| 3.5 Остаточные горизонтальные перемещения верха ствола опоры после разгрузки в нормальныхрежимах не должны превышать: | ***f0=0,2fупр,****где f0* – остаточные деформации,*fупр* – упругие деформации | Требования ПАО «ФСК ЕЭС» МТ 701.000.071 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
| 3.6 Критерии успешного испытания | * + 1. Отсутствие разрушения опоры или её отдельных элементов во всех нормальных и аварийных режимах.
		2. Отклонения (деформация) при нормативных нагрузках не должны превышать значений, указанных в 3.3, 3.4 и 3.5.
		3. Отсутствие повреждений отдельных элементов (изгибы шпилек, отрыв рёбер жёсткости и пр.).
 |  |
| **4 Требования к антикоррозийной защите** |
| 4.1 Защита от коррозии элементов опор (кроме крепёжных изделий) | 1. В условиях отсутствия источников промышленныхзагрязнений, вне приморской зоны - горячее цинкование при толщине 80 – 100 мкм.- алюминий не ниже марки А8 при толщине не менее 200 мкм.1. В условиях промышленных и приморских районов, близости солончаков, солёных озёр дополнительно к горячему цинкованию следует применять стойкие

лакокрасочные покрытия, обеспечивающие адгезию к цинку.1. Адгезия цинкового покрытия к металлу после испытаний по ГОСТ 9.307 - на контролируемой поверхности не должно наблюдаться отслаивание и вздутие покрытия.
 | СТО 56947007- 29.240.55.192-2014, ГОСТ 3640,ГОСТ 11069, СП 28.13330.2017 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Требуемое значение** | **Нормативно- технический документ** |
| 1 | **2** | **3** |
| 4.2 Защита от коррозии крепёжных изделий | 1. Как правило - горячее цинкование при толщине не менее 42 мкм при условии обеспечения свинчиваемости. Толщина цинкового покрытия не должна превышать плюсовые допуски.
2. При условии согласования заказчиком -

термодиффузионное цинкование при толщине 21 – 28 мкм.При этом обязательно пассивирование, обеспечивающееотсутствие бурого налёта. Качество покрытия должно быть подтверждено сертификатом соответствия ГОСТ и ТУ на эти покрытия. |  |
| 4.3 Требование к качеству поверхности оцинкованной конструкции | 1. Не должно быть трещин, забоин, вздутий.
2. Не должно быть наплывов цинка в местах фланцевых и телескопических соединений.
3. «Шипы» возникшие вследствие стекания цинка должны быть удалены.
4. Конструкции, предназначенные для перемещения людей, не должны иметь острых и (или) режущих элементов,

способных причинить травму.1. Покрытие должно иметь требуемую толщину и

требуемую адгезию, контролируемые на всех стадиях приёмки. Адгезия и толщина определяется по ГОСТ 9.307. | 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 конструктивнымиэлементами для безопасного подъёма (лестницы, степ- болты) и перемещения монтажников и эксплуатационного персонала вдоль траверс (поручни, трапы) припроизводстве ремонтно-эксплуатационных работ. | ПУЭ-7,Пункты 2.5.148, 2.5.149Требование 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 вэксплуатацию. 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 | * 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. *Инструкция должна, кроме прочего, содержать требования по перемещению и хранению конструкций, схемы строповки.*
* 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 конструкторскаядокументацию 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 должносоответствовать 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 ориентировочнымразмером 150Х200 мм, на которой должна бытьинформация, 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 прочихэлементах 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 отповерхности 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 закреплений, 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** |
|  | пакетирования необходимо устанавливать и закреплять от выпадения прокладки из дерева, картона, пластмассы и других материалов. |  |
| 8.6 Требования к упаковке крепежа | * + 1. Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) должны быть упакованы в деревянные ящики. Масса ящика не должна превышать 60 кг.
		2. Крепежные изделия должны быть рассортированы и разделены по типоразмерам.
 |  |

# 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).