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](kodeks://link/d?nd=901836556) «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - [ГОСТ Р 1.4-2004](kodeks://link/d?nd=1200038434) «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](kodeks://link/d?nd=1200029959), 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](kodeks://link/d?nd=1200101156).

**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.](mailto: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](kodeks://link/d?nd=1200014745)-89 (ИСО 1461-89) ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие.

Общие требования и методы контроля.

[ГОСТ 380-05](kodeks://link/d?nd=1200052847) Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. [ГОСТ 3640-94](kodeks://link/d?nd=1200009203) Цинк. Технические условия.

[ГОСТ ISO 4032-2014](kodeks://link/d?nd=1200122711) Гайки шестигранные нормальные (тип 1). Классы точности А и В.

[ГОСТ 6996-66](kodeks://link/d?nd=1200003544) (ИСО 4136-89, ИСО 5173-81, ИСО 5177-81) Сварные

соединения. Методы определения механических свойств (с Изменениями № 1 – 4).

[ГОСТ 10706-76](kodeks://link/d?nd=1200004728) (СТ СЭВ 489-77) Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования (с Изменением № 1).

[ГОСТ 10705-80](kodeks://link/d?nd=1200003193) Трубы стальные электросварные. Технические условия. [ГОСТ 11069-2019](kodeks://link/d?nd=1200168772) Алюминий первичный. Марки

[ГОСТ 11371-78](kodeks://link/d?nd=1200003915) Шайбы. Технические условия (с Изменениями N 1, 2,

3).

[ГОСТ 14637-89](kodeks://link/d?nd=1200000119) Прокат толстолистовой из углеродистой стали

обыкновенного качества. Технические условия (с Изменением № 1).

[ГОСТ 14771-76](kodeks://link/d?nd=1200004932) Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1 – 3).

[ГОСТ 15150-69](kodeks://link/d?nd=1200003320) 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](kodeks://link/d?nd=901714260)-72 (СТ СЭВ 2650-80) Изделия крепёжные. Упаковка.

Маркировка. Транспортирование и хранение.

[ГОСТ 19281-2014](kodeks://link/d?nd=1200113779) Прокат повышенной прочности. Общие технические условия (с Изменением № 1)

[ГОСТ 23118-2019](kodeks://link/d?nd=1200174657) Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

[ГОСТ 27772-2015](kodeks://link/d?nd=1200133727) Прокат для строительных стальных конструкций.

Общие технические условия (с Поправками, с Изменением N 1).

[ГОСТ 28870](kodeks://link/d?nd=1200008846)-90 Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистового проката в направлении толщины.

[ГОСТ 32484.3-2013](kodeks://link/d?nd=1200110550) (EN 14399-3:2005) Болтокомплекты

высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR - комплекты шестигранных болтов и гаек (с Поправкой).

[ГОСТ 32484.5-2013](kodeks://link/d?nd=1200110552) (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 нормативных  документов | 1. [ПУЭ](kodeks://link/d?nd=1200003114) 7-ое издание. Глава 2.5 2. Технические условия (ТУ) согласованные ПАО «ФСК ЕЭС». 3. [ГОСТ 23118](kodeks://link/d?nd=1200174657). 4. [СП 53-101.](kodeks://link/d?nd=1200003338) 5. [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) (кроме требований к фланцевым соединениям). 6. [СП 20.13330.2016](kodeks://link/d?nd=456044318). | 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](kodeks://link/d?nd=1200003114), 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](kodeks://link/d?nd=1200003114), 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 | * + 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.   * + 1. Конструкция опоры должна обеспечивать нормируемые [ПУЭ](kodeks://link/d?nd=1200003114) расстояния от токоведущих до заземлённых частей и между фазами.     2. Конструкция опоры должна обеспечивать требуемый [ПУЭ](kodeks://link/d?nd=1200003114) угол грозозащиты. | [ПУЭ](kodeks://link/d?nd=1200003114), 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 |
| 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 0,98  по [СП 131.13330.2018](kodeks://link/d?nd=554402860) | [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) , п. 4.2.3 |
| 2.2 Марка стали основных элементов силовой схемы | По Таблице В.1 [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) в зависимости от значения расчётной температуры воздуха | [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588)  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](kodeks://link/d?nd=1200133727) | [ГОСТ 27772](kodeks://link/d?nd=1200133727) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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](kodeks://link/d?nd=456069588) | [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) |
| 2.6 Болты для конструкций опоры (кроме фланцевых соединений) | Класс прочности болтов подбирается в соответствии с таблицей Г.3 [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588), в зависимости от  расчётной температуры наружного воздуха наиболее  холодных суток обеспеченностью 0,98 и работы болта в конструкции | [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588),  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](kodeks://link/d?nd=456069588) .   * + 1. Для фланцевых соединений допускается, при   соответствующем обосновании, применять высокопрочные болты с контролируемым натяжением в соответствии с таблицей Г.3 [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) 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.](kodeks://link/d?nd=1200110550)   * + 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](kodeks://link/d?nd=1200122711)     3. Гайки для высокопрочных болтов с контролируемым натяжением должны соответствовать [ГОСТ 32484.3-2013](kodeks://link/d?nd=1200110550).     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 32484.3-2013](kodeks://link/d?nd=1200110550)  [ГОСТ ISO 4032-2014](kodeks://link/d?nd=1200122711) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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](kodeks://link/d?nd=1200003915).     2. Шайбы для высокопрочных болтов с контролируемым натяжением должны соответствовать [ГОСТ 32484.5-2013](kodeks://link/d?nd=1200110552) . | [ГОСТ 32484.5-2013](kodeks://link/d?nd=1200110552) [ГОСТ 11371](kodeks://link/d?nd=1200003915) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200003915). 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 | * + 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](kodeks://link/d?nd=456069588) [16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) | [СП 53-101](kodeks://link/d?nd=1200003338),  раздел 12.  [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) [ГОСТ](kodeks://link/d?nd=1200174657) [23118](kodeks://link/d?nd=1200174657) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200003338) [ГОСТ 23118](kodeks://link/d?nd=1200174657) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 | ±0.01d | [СП 53-101](kodeks://link/d?nd=1200003338)  Таблица 7 |
| 2.14.2 Отклонение диаметра ствола  - расстояния между противоположными гранями вне зоны соединения секций (внутренними или  наружными) не более, мм | ±0.02d | [СП 53-101](kodeks://link/d?nd=1200003338),  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](kodeks://link/d?nd=1200003338) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200003338) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200174657) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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](kodeks://link/d?nd=1200003338) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200003338) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200008846)). Фланцы из низколегированной стали толщиной более 25 мм должны изготавливаться из стали группы качества Z25 по [ГОСТ 28870](kodeks://link/d?nd=1200008846).   * + 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 стенки  многогранного 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](kodeks://link/d?nd=1200003338), [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588)  Требования ПАО «ФСК ЕЭС».  [СП 53-101](kodeks://link/d?nd=1200003338),  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 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** |
|  | 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](kodeks://link/d?nd=1200003338) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200144947) и [ГОСТ Р 51177-2017](kodeks://link/d?nd=1200157077), 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](kodeks://link/d?nd=1200052847) [380,](kodeks://link/d?nd=1200052847) [ГОСТ 10705,](kodeks://link/d?nd=1200003193) [ГОСТ 10706](kodeks://link/d?nd=1200004728), [ГОСТ 14637](kodeks://link/d?nd=1200000119), [ГОСТ 19281,](kodeks://link/d?nd=1200113779) Изменение N 1 [ГОСТ 19281](kodeks://link/d?nd=1200113779) с   пределом текучести до 380 МПа   * + для опор, изготовленных из сталей по [ГОСТ](kodeks://link/d?nd=1200113779) [19281,](kodeks://link/d?nd=1200113779) Изменение N 1 [ГОСТ 19281](kodeks://link/d?nd=1200113779) с   пределом текучести более 380 МПа   * + для опор, рассчитанных по | 1,0  1,05  1,1 | Требования ПАО «ФСК ЕЭС»  [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588)  МТ 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 | 1/100  1/100  1/50  1/30  1/140  1/100  1/70  1/100 | Требования ПАО «ФСК ЕЭС» МТ 701.000.071, [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) |
| 3.5 Остаточные горизонтальные перемещения верха ствола опоры после разгрузки в нормальных  режимах 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 промышленных  загрязнений, 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](kodeks://link/d?nd=1200014745) - на контролируемой поверхности не должно наблюдаться отслаивание и вздутие покрытия. | [СТО 56947007-](kodeks://link/d?nd=1200114458) [29.240.55.192-2014](kodeks://link/d?nd=1200114458), [ГОСТ 3640](kodeks://link/d?nd=1200009203),  [ГОСТ 11069](kodeks://link/d?nd=1200168772), [СП 28.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069587) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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, обеспечивающее  отсутствие 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](kodeks://link/d?nd=1200014745). | [ГОСТ 9.307](kodeks://link/d?nd=1200014745) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200014745) |
| **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](kodeks://link/d?nd=1200003114)-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 | * Монтажная схема – 1 - 2 экз. (в зависимости от размера партии). * Комплектовочная ведомость - 1 экз. * Документ о качестве (по форме Приложение Г [ГОСТ](kodeks://link/d?nd=1200174657) [23118](kodeks://link/d?nd=1200174657)) - 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](kodeks://link/d?nd=1200174657) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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](kodeks://link/d?nd=1200003320) |
| **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 150Х200 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](kodeks://link/d?nd=1200003114) | 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](kodeks://link/d?nd=1200003114). |  |
| 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](kodeks://link/d?nd=901714260), [ГОСТ 23118](kodeks://link/d?nd=1200174657) |
| 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](kodeks://link/d?nd=1200003114). Издание седьмое ([ПУЭ](kodeks://link/d?nd=1200003114)-7). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ. Приказ Минэнерго России [от 20.05.2003 № 187](kodeks://link/d?nd=901873648).
2. МТ 701.000.0071-86 Рабочая методика механических испытаний элементов линий электропередачи.
3. [СП 53-101](kodeks://link/d?nd=1200003338)-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
4. [СП 16.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069588) Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2).
5. [СП 20.13330.2016](kodeks://link/d?nd=456044318) Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями N 1, 2).
6. [СП 28.13330.2017](kodeks://link/d?nd=456069587) Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2)
7. [СП 131.13330.2018](kodeks://link/d?nd=554402860) СНиП 23-01-99\* Строительная климатология.
8. [СТО 56947007-29.240.55.054-2010](kodeks://link/d?nd=1200088460) 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](kodeks://link/d?nd=1200114458) 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).