

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.060.10.079-2011**

---

**Провода неизолированные нормальной конструкции.  
Общие технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 04.05.2011  
Дата введения изменений: 05.06.2018

ОАО «ФСК ЕЭС»  
2011

## **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», 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: ОАО «НТЦ электроэнергетики».
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 04.05.2011 № 266.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 05.06.2018 № 206 в разделы: Введение, 1 – 5, добавлены разделы 4, 6, 7, Библиография.
5. ВВЕДЕН: с изменениями от 05.06.2018 (ПОВТОРНО).

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: [vaga-na@fsk-ees.ru](mailto:vaga-na@fsk-ees.ru).

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

<b>Содержание</b>		
	Введение.....	4
1	Область применения.....	4
2	Нормативные ссылки.....	4
3	Термины, определения и сокращения.....	5
4	Материалы для неизолированных проводов.....	7
4.1	Общие требования.....	7
5	Технические требования к неизолированным проводам, предназначенным для ВЛ.....	8
6	Правила приемки.....	16
7	Методы испытаний.....	17
	Библиография.....	22

## **Введение**

Типовые технические требования к проводам неизолированным нормальной конструкции классов напряжения 35 кВ и выше разработаны на основе межгосударственного стандарта ГОСТ 839 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия» и МЭК 61089 «Провода повивной скрутки из проволоки круглого сечения для воздушных линий электропередач» с учетом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает требования к проводам для воздушных линий электропередачи из скрученных концентрическими повивами круглых стальных, алюминиевых и стальных плакированных алюминием проволок.

Настоящий стандарт не распространяется на провода, скрученные концентрическими повивами из профилированных проволок, обработанных деформацией до, во время или после скрутки.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 839–80 Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 5151-79 Барабаны деревянные для электрических кабелей и проводов. Технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 7229-76 Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников (с Изменением № 1).

ГОСТ 9850-72 Проволока стальная оцинкованная для сердечников проводов Технические условия (с Изменениями № 1 – 5).

ГОСТ 12177-79 Кабели, провода и шнуры. Методы проверки конструкции (с Изменениями № 1 – 4).

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 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1).

ГОСТ 15845-80 Изделия кабельные. Термины и определения.

ГОСТ 15846-02 Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 18690-82 (СТ СЭВ 3227-81) Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ Р 51177-17 Арматура линейная. Общие технические требования (вводится в действие с 01.07.2018).

ГОСТ Р 51177-98 Арматура линейная. Общие технические условия (действует до 01.07.2018).

### **3 Термины, определения и сокращения**

3.1 В настоящих технических требованиях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **Алюминий**: Все указанные типы алюминия и алюминиевых сплавов в настоящем стандарте.

3.1.2 **Модуль упругости (конечный)**: зависимость «нагрузка-удлинение» при разгрузке провода после его растяжения до МДРН, по которому проводят расчет стрел провеса и тяжений провода в установившемся состоянии при различных температурах и внешних климатических нагрузках. Устанавливается производителем.

3.1.3 **Кратность шага скрутки**: Отношение между шагом скрутки и наружным диаметром соответствующего повива проволок в скрученном проводе [МЭК 60050-466, статья 466-10-06 в измененной редакции].

3.1.4 **Максимально допустимая растягивающая нагрузка (МДРН)**: механическая прочность всех элементов при максимальных внешних климатических нагрузках, возможных при его эксплуатации. МДРН устанавливается в процентном исчислении от минимальной разрывной прочности провода в соответствии с [1].

3.1.5 **Механическая прочность на разрыв (МПР)**: минимальная расчетная разрывная прочность провода.

3.1.6 **Модуль вытяжки (ползучести)**: зависимость «нагрузка-удлинение» сталеалюминевых проводов после полной реализации вытяжки (ползучести) провода при приложении к проводу начальной (монтажной) растягивающей нагрузки при среднеэксплуатационной температуре. Устанавливается производителем.

3.1.7 **Направление скрутки**: Направление вращения повива проволок от наблюдателя скрутка в правом направлении - по часовой стрелке, скрутка в левом направлении - против часовой стрелки. При правой скрутке проволоки идут в том же направлении, что и центральная часть буквы Z, когда провод расположен вертикально. При левой скрутке проволоки идут в том же направлении, что и центральная часть буквы S, когда провод расположен вертикально.

3.1.8 **Начальный (монтажный) модуль упругости**: зависимость «нагрузка-удлинение» при первоначальном растяжении (нагружении) провода, по которому проводят расчет монтажных стрел провеса и тяжений провода при различных температурах и внешних климатических нагрузках. Устанавливается производителем.

**3.1.9 Номинальное значение:** Устанавливаемое или обозначаемое значение измеряемого параметра провода или элемента провода, для которого устанавливают предельные отклонения.

Примечание. Номинальное значение является заданной величиной.

**3.1.10 Провод:** изделие, состоящее из нескольких неизолированных и скрученных между собой проволок, предназначенное для передачи электрического тока.

**3.1.11 Провод, скрученный концентрическими повивами:** Провод, состоящий из центрального сердечника и одного или нескольких повивов проволок, наложенных по спирали в чередующихся направлениях.

**3.1.12 Проволока круглая:** Металлическое изделие, полученное волочением, постоянного круглого сечения.

**3.1.13 Разрывное усилие многопроволочного провода:** Сила, при воздействии которой происходит обрыв хотя бы одной проволоки.

**3.1.14 Соотношение сталь/алюминий:** отношение сечения стали к сечению алюминия, выраженное в процентах.

**3.1.15 Среднеэксплуатационная нагрузка (СЭН):** растягивающая нагрузка, приложенная к проводу, при среднеэксплуатационной температуре в условиях отсутствия ветра и гололеда.

**3.1.16 Шаг скрутки:** Осевая длина полного витка спирали, образованного отдельной проволокой скрученного провода.

## **4 Материалы для неизолированных проводов**

### **4.1 Общие требования**

Все проволоки, применяемые для производства проводов, регулируемые настоящим стандартом до скрутки, должны иметь параметры:

для проводов по ГОСТ 839.

а) проволока алюминиевая по ТУ 16-705.472-87.

б) проволока алюминиевая АСЗ по [13].

в) проволока стальная оцинкованная - марке ОС или МС по ГОСТ 9850 1-й и 2-й групп.

для проводов, кроме ГОСТ 839.

а) проволока алюминиевая холоднотянутая по МЭК 60889;

б) проволока из алюминиевого сплава типа В по МЭК 60104;

в) проволока из алюминиевого сплава типа А по МЭК 60104;

г) проволока из оцинкованной стали по МЭК 60888, классы цинкового покрытия 1 и 2;

д) проволока стальная, плакированная алюминием по МЭК 61232:

– класс 20SA, тип А и В;

– класс 27SA.

## 5 Технические требования к неизолированным проводам, предназначенным для ВЛ

Таблица 1.

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ
1	<b>Условия эксплуатации</b>		
1.1	Провод, скрученный из алюминиевых и/или стальных плакированных алюминием проволок	В атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/м <sup>2</sup> ·сут (1,5 мг/м <sup>3</sup> ) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ, кроме ТВ и ТС	ГОСТ 839, Раздел 1
1.2	Провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок	В атмосфере воздуха типов I и II при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/м <sup>2</sup> ·сут (1,5 мг/м <sup>3</sup> ) на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ, кроме ТС и ТВ	ГОСТ 839, Раздел 1
1.3	Провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок, но межпроволочное пространство стального сердечника, включая его наружную поверхность, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости	На побережьях морей, соленых озер в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III при условии содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/м <sup>2</sup> ·сут (1,5 мг/м <sup>3</sup> ) и хлористых солей не более 200 мг/м <sup>2</sup> ·сут на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ, кроме ТВ	ГОСТ 839, Раздел 1
1.4	Провод, состоящий из стального сердечника и алюминиевых проволок, но межпроволочное пространство всего провода, за исключением наружной поверхности, заполнено нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III на суше и море всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ	ГОСТ 839, Раздел 1
1.5	Провод марки АС, но стальной сердечник изолирован двумя лентами полиэтилентерефталатной пленки. Многопроволочный стальной сердечник под	На побережьях морей, соленых озер, в промышленных районах и районах засоленных песков, а также в прилегающих к ним районах с атмосферой воздуха типов II и III при условии	ГОСТ 839, Раздел 1



№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ
	полиэтилентерефталатными лентами должен быть покрыт нейтральной смазкой повышенной нагревостойкости	содержания в атмосфере сернистого газа не более 150 мг/м <sup>2</sup> ·сут (1,5 мг/м <sup>3</sup> ) и хлористых солей не более 200 мг/м <sup>2</sup> ·сут на суше всех макроклиматических районов по ГОСТ 15150 исполнения УХЛ, кроме ТВ	
2	<b>Номинальные параметры и характеристики проводов</b>		
2.1	<b>Марка провода</b>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2	Номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	Номинальное сечение рекомендуется устанавливать в соответствии с маркоразмерным рядом проводов аналогичных конструкций выпускаемых по ГОСТ 839, при этом провода с применением стальной проволоки плакированной алюминием следует рассматривать как провода марки АС	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.3	Фактическая площадь поперечного сечения токопроводящего повива, мм <sup>2</sup>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.4	Фактическая площадь поперечного сечения сердечника, мм <sup>21</sup>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.5	Диаметр провода, мм	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6	Число проволок токопроводящего повива шт./диаметр проволок, мм 1-ый повив <sup>2</sup> 2-ой повив N-ий повив	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.7	Число проволок сердечника, шт/диаметр проволок, мм	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.8	Внешний вид	Поверхность провода не должна иметь каких-либо	ГОСТ 839

<sup>1</sup> Фактическая площадь стальной проволоки плакированной алюминием, должны рассчитываться по площади сечения стальных проволок без учета алюминиевого покрытия.

<sup>2</sup> Считая от оси провода.

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ
		дефектов, видимых без применения увеличительных приборов, таких как перехлестывания, выпирания, разрывов и надломов отдельных проволок	МЭК 61089
2.9	Направление скрутки	Смежные повивы проволок должны быть скручены в противоположных направлениях. Наружный повив должен иметь правое направление	ГОСТ 839, МЭК 61089
2.10	Кратность шагов скрутки <sup>3</sup>	<p>Кратность шага скрутки стальных проволок (оцинкованных или плакированных алюминием):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кратность шага скрутки для повива из 6 проволок 7- и 19-проволочного стального сердечника должна быть не менее 16 и не более 26;</li> <li>- кратность шага скрутки повива из 12 проволок 19-проволочного стального сердечника должна быть не менее 14 и не более 22;</li> <li>- кратность шага скрутки однородных стальных проводов должна быть не менее 10 и не более 16.</li> </ul> <p>В 19-проволочном стальном сердечнике кратность шага скрутки повива из 12 проволок не должна быть больше, чем кратность шага скрутки повива из 6 проволок.</p> <p>Кратность шага скрутки наружного повива алюминиевых проволок должна быть не менее 10 и не более 14.</p> <p>Кратность шага скрутки внутренних повивов алюминиевых проволок должна быть не менее 10 и не более 16.</p> <p>В проводах, имеющих несколько повивов из алюминиевых проволок, кратность шага скрутки любого повива не должна быть более кратности шага</p>	ГОСТ 839, МЭК 61089

<sup>3</sup> Кратность шагов скрутки для проводов по ГОСТ 839 дополнительно устанавливается по таблицам 5 и 6 ГОСТ 839.

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ										
		скрутки предыдущего повива, считая от оси провода. Кратность шагов скрутки для проводов по ГОСТ 839 дополнительно устанавливается по таблицам 5 и 6 ГОСТ 839											
2.11	Допустимое количество стыков на полную длину провода, шт.	<p>Соединение стальной или плакированной алюминией стальной проволоки не допускается.</p> <p>Соединение алюминиевой проволоки допускается, при этом расстояние между местами сварки должно быть не менее 15м. Геометрический профиль проволоки в месте сварки должен соответствовать профилю проволоки.</p> <p>Сварка проволок при скрутке 7-ми проволочных проводов не допускается</p> <table border="1" data-bbox="990 746 1724 1050"> <thead> <tr> <th data-bbox="990 746 1357 898">Число повивов алюминиевой проволоки</th> <th data-bbox="1357 746 1724 898">Допустимое число соединений на строительной длине провода</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="990 898 1357 938">1</td> <td data-bbox="1357 898 1724 938">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="990 938 1357 978">2</td> <td data-bbox="1357 938 1724 978">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="990 978 1357 1018">3</td> <td data-bbox="1357 978 1724 1018">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="990 1018 1357 1050">4</td> <td data-bbox="1357 1018 1724 1050">5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Для проводов по ГОСТ 839 не более 4 для любого количества повивов.</p> <p>Временное сопротивление разрыву в месте сварки не должно быть менее 75 МПа для отожженных мест стыковой электросварки и 130 МПа для мест холодной сварки под давлением и холодной стыковой электросварки</p>	Число повивов алюминиевой проволоки	Допустимое число соединений на строительной длине провода	1	2	2	3	3	4	4	5	ГОСТ 839. МЭК 61089
Число повивов алюминиевой проволоки	Допустимое число соединений на строительной длине провода												
1	2												
2	3												
3	4												
4	5												
2.12	Масса провода в целом, кг/км	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»										
2.13	Масса алюминиевой части провода, кг/км	В соответствии с ТУ или Технической	Требование										

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ
		спецификацией производителя	ПАО «ФСК ЕЭС»
2.14	Масса стального сердечника провода, кг/км	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.15	Масса провода без смазки, кг/км	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.16	Масса смазки провода, кг/км	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.17	Разрывное усилие, Н, не менее	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.18	Начальный (монтажный) модуль упругости провода, МПа, не менее <sup>4</sup>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.19	Конечный модуль упругости провода, МПа, не менее <sup>5</sup>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.20	Модуль вытяжки (ползучести) провода, МПа, не менее <sup>6</sup>	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.21	Коэффициент линейного удлинения провода, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}^7$	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.22	Коэффициент линейного удлинения алюминиевого сплава, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}^8$	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.23	Коэффициент линейного удлинения сердечника, $10^{-6}/^{\circ}\text{C}^9$	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.24	Максимальная температура провода, $^{\circ}\text{C}$ в длительно-допустимом режиме:	Длительно-допустимая температура проводов в процессе эксплуатации не должна превышать $90^{\circ}\text{C}$	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.25	Удельное сопротивление постоянному току при $20^{\circ}\text{C}$ , Ом/км, не более	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

<sup>4</sup> Для проводов ГОСТ 839 не устанавливается.

<sup>5</sup> Для проводов ГОСТ 839 в соответствии с п. 2.5.84 ПУЭ-7.

<sup>6</sup> Для проводов ГОСТ 839 не устанавливается.

<sup>7</sup> Для проводов ГОСТ 839 в соответствии с п. 2.5.84 ПУЭ-7.

<sup>8</sup> Для проводов ГОСТ 839 не устанавливается.

<sup>9</sup> Для проводов ГОСТ 839 не устанавливается.

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ																																																												
2.26	Токовая нагрузка при температуре провода, А (скорость ветра 0,6 м/с, температура окружающей среды 25 °С, солнечная радиация 1000 Вт/м <sup>2</sup> )	В соответствии с ТУ или Технической спецификацией производителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»																																																												
2.27	Строительная длина	<p>Строительная длина должна быть не менее, м</p> <table border="1" data-bbox="990 453 1729 1414"> <thead> <tr> <th data-bbox="990 453 1249 711">Номинальное сечение токопроводящей части провода, мм<sup>2</sup></th> <th data-bbox="1249 453 1469 711">Провод из алюмелевых проволок</th> <th data-bbox="1469 453 1729 711">Провод из алюминевх и стальных проволок, в том числе, плакированных алюминием</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>70</td><td>25 0</td><td>2000</td></tr> <tr><td>95</td><td>2000</td><td>500</td></tr> <tr><td>120</td><td>1500</td><td>2000</td></tr> <tr><td>150</td><td>1250</td><td>2000</td></tr> <tr><td>185</td><td>1000</td><td>2000</td></tr> <tr><td>205</td><td>-</td><td>2000</td></tr> <tr><td>240</td><td>1000</td><td>2000</td></tr> <tr><td>300</td><td>1000</td><td>2000</td></tr> <tr><td>330</td><td>-</td><td>2000</td></tr> <tr><td>350</td><td>1000</td><td>-</td></tr> <tr><td>400</td><td>1000</td><td>1500</td></tr> <tr><td>450</td><td>1000</td><td>1500</td></tr> <tr><td>500</td><td>1000</td><td>1500</td></tr> <tr><td>550</td><td>1000</td><td>1200</td></tr> <tr><td>600</td><td>800</td><td>1200</td></tr> <tr><td>650</td><td>800</td><td>1000</td></tr> <tr><td>700</td><td>800</td><td>1000</td></tr> <tr><td>750</td><td>800</td><td>100</td></tr> <tr><td>800</td><td>800</td><td>1000</td></tr> </tbody> </table>	Номинальное сечение токопроводящей части провода, мм <sup>2</sup>	Провод из алюмелевых проволок	Провод из алюминевх и стальных проволок, в том числе, плакированных алюминием	70	25 0	2000	95	2000	500	120	1500	2000	150	1250	2000	185	1000	2000	205	-	2000	240	1000	2000	300	1000	2000	330	-	2000	350	1000	-	400	1000	1500	450	1000	1500	500	1000	1500	550	1000	1200	600	800	1200	650	800	1000	700	800	1000	750	800	100	800	800	1000	ГОСТ 839
Номинальное сечение токопроводящей части провода, мм <sup>2</sup>	Провод из алюмелевых проволок	Провод из алюминевх и стальных проволок, в том числе, плакированных алюминием																																																													
70	25 0	2000																																																													
95	2000	500																																																													
120	1500	2000																																																													
150	1250	2000																																																													
185	1000	2000																																																													
205	-	2000																																																													
240	1000	2000																																																													
300	1000	2000																																																													
330	-	2000																																																													
350	1000	-																																																													
400	1000	1500																																																													
450	1000	1500																																																													
500	1000	1500																																																													
550	1000	1200																																																													
600	800	1200																																																													
650	800	1000																																																													
700	800	1000																																																													
750	800	100																																																													
800	800	1000																																																													

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика			Нормативно-технический документ
		1000	-	1000	
		По требованию потребителя допускается изготовление проводов другими строительными длинами			
3	Упаковка	Упаковка проводов – по ГОСТ 18690. Провода должны быть намотаны на деревянные барабаны по ГОСТ 5151. Расстояние между верхними витками и краем щеки барабана должно быть не менее 30мм. Количество отрезков на барабане должно быть не более трех одной и той же марки. Верхний конец провода должен крепиться к внутренней стороне щеки барабана при помощи гвоздей.. Упаковка проводов, поставляемых в районы с холодным климатом, должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 15846. Обшивка барабанов должна производиться в соответствии с ГОСТ 5151			Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Маркировка	На щеке барабана или на ярлыке, прикрепленном к барабану, должны быть указаны: товарный знак или наименование предприятия-изготовителя; марка и сечение провода в квадратных миллиметрах; длина провода в метрах; масса нетто и брутто в килограммах; дата изготовления; обозначение ТУ. В случае, если на барабан намотано более одного отрезка провода, длина отрезков должна быть указана последовательно, начиная с верхнего			Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Транспортировка и хранение	Условия транспортирования и хранения проводов в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе 8 по ГОСТ 15150 для районов с умеренным и холодным климатом, группе 9 по ГОСТ 15150 для любых климатических районов, в том числе и районов с			Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№	Наименование параметра	Требование по нормативно-техническим документам или специальные требования заказчика	Нормативно-технический документ
		тропическим климатом	
5	Гарантийный срок эксплуатации	не менее 5 лет	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6	Срок службы	не менее 50 лет	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7	Требования к совместно применяемой арматуре		
7.1	Натяжная арматура	Должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51177 и СТО 56947007-29.120.10.061-2010	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.2	Соединительная арматура	Должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51177 и СТО 56947007-29.120.10.063-2010	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.3	Поддерживающая арматура	Должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51177 и СТО 56947007-29.120.10.062-2010	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

## 6 Правила приемки

6.1 Для проверки соответствия качества проводов требованиям настоящего стандарта устанавливаются следующие виды испытаний:

– приемо-сдаточные - контрольные испытания, проводимые при приемочном контроле на заводе-изготовителе. Приемо-сдаточные испытания проводят на каждой строительной длине.

– периодические - контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью контроля стабильности качества продукции и возможности ее выпуска, проводимые в аккредитованной в установленном порядке лаборатории. Периодические испытания проводят один раз в год на 5 % строительных длин от партии, прошедшей приемо-сдаточные испытания.

При получении неудовлетворительных результатов периодических испытаний проводят повторные испытания на удвоенной выборке. При получении неудовлетворительных результатов повторных испытаний приемку проводов прекращают.

После устранения причин дефектов и получения положительных результатов периодических испытаний приемка проводов должна быть возобновлена.

– приемочные - контрольные испытания, проводимые при первичной разработке изделия для оценки готовности предприятия к выпуску продукции указанного типа, проводимые в аккредитованной в установленном порядке лаборатории.

6.2 Провода принимают партиями. За партию принимают провода одной марки, одного размера, изготовленные в одних и тех же технологических условиях и оформленные одним документом о качестве.

6.3 Приемо-сдаточные испытания должны проводиться в объеме, указанном в Таблице 2.

Таблица 2.

пп.	Наименование проверки	Пункт требований Таблицы 1	Пункт методов испытаний
1	Проверка диаметра провода	2.5	7.1
2	Проверка количества проволок в проводе и каждом повиве	2.6	7.4
3	Проверка диаметра проволок в повивах	2.6	7.2
4	Проверка площади поперечного сечения	2.3, 2.4	7.3
5	Проверка внешнего вида	2.8	7.4
6	Направление скрутки	2.9	7.4
7	Кратность шага скрутки	2.10	7.6
8	Проверка массы провода в целом	2.12	7.7
9	Строительная длина	2.26	7.5
10	Проверка маркировки	4	7.8
11	Проверка упаковки	3	7.8

6.4 Периодические испытания должны проводиться в объеме, указанном в Таблице 3.

Таблица 3.



пп.	Наименование проверки	Пункт требований	Пункт методики
1	Проверка электрического сопротивления	2.25	7.9
2	Проверка разрывного усилия	2.17	7.10

6.5 Приемочные испытания должны проводиться в объеме, указанном в Таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 4.

пп.	Наименование проверки	Пункт требований	Пункт методики
1	Проверка сварки алюминиевых проволок	2.11	7.11
2	Проверка массы	2.12 – 2.16	7.7
3	Проверка начального модуля провода	2.18	7.12
4	Проверка конечного модуля провода	2.19	7.12
5	Проверка модуля вытяжки	2.20	7.12
6	Проверка коэффициент линейного удлинения провода	2.21	7.13
7	Проверка коэффициент линейного удлинения алюминиевого сплава	2.22	7.13
8	Проверка коэффициент линейного удлинения сердечника	2.23	7.13
9	Проверка предельной токовой нагрузки при длительно-допустимой температуре провода	2.24	7.14

## 7 Методы испытаний

Все испытания и измерения должны быть проведены в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 (п. 3.15), если в методах нет особых указаний.

7.1 Проверка диаметра провода. Наружный диаметр провода измеряют в интервале между фильерой и приемным устройством крутильной машины.

Измерения проводят микрометром со шкалой, градуированной в сотых долях миллиметра (0,01 мм). Диаметр определяют как среднее значение двух измерений, проводимых во взаимно перпендикулярных направлениях поперечного сечения проволоки, округленных до сотых долей миллиметра.

Предельные отклонения от номинального диаметра составляют  $\pm 1\%$  для диаметров 10 мм и более; и  $\pm 0,1$  мм для диаметров менее 10 мм.

7.2 Проверка диаметра проволок, включая металлическое покрытие, измеряют микрометром с плоскими измерительными поверхностями со шкалой в сотых миллиметра. Диаметр в миллиметрах определяют как среднее значение самого большого и самого малого размеров, полученных при измерении у каждого из концов и в центре образца. Проверка проводится на соответствие требований стандарта, по которому изготавливается проволока.

7.3 Проверка площади поперечного сечения.

Площадь поперечного сечения алюминиевой части провода равна сумме сечений алюминиевых проволок, составляющих провод, определяемых путем измерений диаметра по 7.2.

Полученное значение площади не должно отличаться от номинального

значения более чем на  $\pm 2$  % для каждого образца и более чем на  $\pm 1,5$  % для среднего значения четырех измерений, проведенных в четырех произвольно выбранных местах при расстоянии друг от друга не менее 20 см.

Площадь поперечного сечения стального сердечника равна сумме сечений проволок, образующих стальной сердечник, определенных путем измерений диаметра по 7.2.

7.4 Проверку, количества проволок в проводе и отдельных повивах, отсутствия перехлестывания, выпирания, разрывов и надломов, направления и качества скрутки, наличия смазки и качества заполнения межпроволочного пространства смазкой следует проводить внешним осмотром и измерениями в процессе производства или путем разбора и осмотра конца провода на длине не менее 0,5 м.

7.5 Проверку строительной длины проводят по ГОСТ 12177.

7.6 Кратность шага скрутки каждого повива провода определяют делением измеренного значения шага скрутки повива на значение наружного диаметра данного повива.

7.7 Проверка массы.

Массу определяют на оборудовании с погрешностью не более  $\pm 0,1$  %.

Допуск на массу провода без смазки должен быть не более  $\pm 2$  %.

Массу смазки в проводе определяют вычитанием из массы провода со смазкой массу этого провода после очистки от смазки. Масса смазки не должна быть менее значения, установленного производителем.

7.8 Проверка маркировки и упаковки проводится визуальным осмотром.

7.9 Проверку электрического сопротивления проводят по ГОСТ 7229 на 100 % проволок. На проводах, кроме сталеалюминиевых проводов, допускается проводить измерение на проводе.

7.10 Разрывное усилие провода определяется по ГОСТ 839.

7.11 Испытания по подтверждению качества сварки соединения алюминиевых проволок проводят в соответствии с методикой, предусмотренной в ТУ или ГОСТ для конкретного провода.

7.12 Испытания провода для получения отдельных значений начального (монтажного) и конечного модулей упругости, а также монтажных характеристик «нагрузка-удлинение» для материалов сердечника и внешних повивов проводят по нижеприведенной методике.

Испытания проводятся сначала для провода, в целом, а затем, повторяются для сердечника после демонтажа с него внешних алюминиевых повивов.

Испытание должно проводиться в рекомендованных разработчиком провода натяжных зажимах.

Для контроля отсутствия смещения провода/сердечника относительно натяжного зажима, до начала испытания должны быть проставлены соответствующие маркеры. Испытания проводятся на образце провода/сердечника достаточной длины такой, чтобы участок растяжения составлял не менее 10 м.

Концы провода/сердечника фиксируются таким образом, чтобы исключить перемещение сердечника относительно провода. Это достигается с помощью сворачивания нескольких (двух, трех) колец (петель) диаметром 1-1,5 м. В центральной части зоны растяжения устанавливается специальное устройство для измерения удлинения провода/сердечника. Положение зажимов на проводе/сердечнике маркируется.

Испытания провода/сердечника проводятся в следующей последовательности.

Нагрузка увеличивается ступенями до МДРН. Величина ступени составляет не более 5 % от МДРН на провод/сердечник, округленная до ближайшего целого значения в кН.

Для каждой ступени записываются значения нагрузка и удлинение провода/сердечника.

По результатам испытаний строятся графики зависимости удлинения провода в целом и сердечника в отдельности от нагрузки. Характеристики, как правило, описываются полиномиальными уравнениями до 4-ой степени. Из полученных зависимостей «нагрузка-удлинение» определяются коэффициенты уравнения, описывающие эти зависимости и начальные (монтажные) модули упругости провода в целом и сердечника в отдельности.

Полученные коэффициенты полиномиального уравнения характеристики «нагрузка-удлинение» сердечника в отдельности приводятся к общему сечению провода путем их умножения на отношение площади сердечника к общему сечению провода.

Порядок получения из результатов испытаний отдельного значения начального (монтажного) модуля упругости и характеристики «нагрузка-удлинение» для материала внешних повивов провода.

Для получения отдельной характеристики «нагрузка-удлинение» для материала внешних повивов, также, как правило, описываемой полиномом до 4-ой степени, осуществляется графическое вычитание приведенной к общему сечению провода характеристики сердечника из характеристики провода в целом. Из полученной зависимости также определяются коэффициенты уравнения и начальный (монтажный) модуль упругости материала внешних повивов провода.

Провод считается выдержавшим испытание, если:

- 1) определенные значения полиномиальных коэффициентов характеристики «нагрузка-удлинение», начальных (монтажных) модулей упругости для провода в целом, сердечника и внешних повивов в отдельности не отличаются от расчетных значений, представленных изготовителем провода более чем на плюс 10 %;

- 2) отсутствуют видимые повреждения элементов конструкции провода;

- 3) при МДРН не наблюдается проскальзывания провода в зажимах, разрушения элементов зажимов.

Порядок получения из результатов испытаний отдельного значения конечного модуля упругости для материала внешних повивов провода.

- 1) провод/сердечник нагружают до СЭН, время выдержки 1 час.

- 2) нагрузка поднимается до МДРН, время выдержки 3 часа.
- 3) нагрузка поднимается до 85 % от МПР, время выдержки 1 час.
- 4) нагрузка поднимается до МПР.

Скорость наращивания нагрузки должна быть выбрана таким образом, чтобы нагрузка равная 30 % от МПР достигалась не менее чем за минуту, но и не более чем за две минуты.

По результатам испытаний на растяжение при нагрузке 85 % от МПР с последующей разгрузкой определяется значение конечного модуля упругости провода в целом и сердечника в отдельности.

Конечный модуль упругости материала внешних повивов определяется как разница между конечным модулем упругости провода в целом и конечным модулем упругости сердечника в отдельности.

Провод считается выдержавшим испытание, если:

1) полученные значения конечных модулей упругости провода в целом, материалов сердечника и внешних повивов в отдельности не отличаются от расчетных значений, представленных изготовителем провода более чем на плюс 10 %;

2) разрывная прочность составляет не менее расчетной величины, указанной изготовителем провода и отсутствуют видимые повреждения элементов конструкции провода при нагрузках до 95 % от МПР;

3) В ходе испытания оценивается способность зажимов удерживать провод без его проскальзывания или отсутствие расплетания зажимов (для спиральных зажимов) при нагрузках не менее 95 % от МПР, отсутствие разрушений элементов зажимов.

### 7.13 Проверка температурного коэффициента расширения

Испытания проводят по следующей методике:

Провод длиной не менее 10 метров через изоляторы монтируется на испытательной установке подключается к трансформатору, подающему электрический ток на провод.

К схеме прикладывается начальное тяжение в проводе  $T_0$ , которое поддерживается постоянным в течение всего испытания  $T = T_0$ . Тяжение должно быть подобрано таким, чтобы исключить провисание провода в пролете установки и исключить деформацию вытяжки (ползучести) за счет приложенной нагрузки.

Фиксируется начальное удлинение провода  $l_0$  при начальной температуре  $t_0$ .

Провод при постоянном тяжении  $T$  нагревается электрическим током до установившихся значений температур  $t$ . При этом, на каждой ступени значения электрического тока  $I$  фиксируется значение относительного удлинения провода  $\Delta l = l - l_0$  и деформации  $\varepsilon = \Delta l / l_0$ .

Коэффициент температурного удлинения  $\alpha$  (1/°C) провода определяется отношением приращения деформации провода  $\Delta \varepsilon$  к изменению температуры провода  $\Delta t$ :  $\alpha = \Delta \varepsilon \cdot 10^{-3} / \Delta t = (\varepsilon - \varepsilon_0) \cdot 10^{-3} / \Delta t$ ,

где

$\Delta \varepsilon$  – приращение деформации провода,  $10^{-3}$  мм/м;

$\Delta t$  – изменение температуры провода, °С.

Рассчитанное значение коэффициента температурного удлинения провода  $\alpha$  (1/°С) должно быть не больше значения, указанного производителем.

7.14 Проверка предельной токовой нагрузка при длительно-допустимой температуре провода.

Провод длиной не менее 10 метров монтируется через изоляторы на стенде и подключается к трансформатору, подающему электрический ток на провод.

Временные (на период испытания) подсоединения к главной цепи должны быть выполнены так, чтобы разность превышений температур на выводах главной цепи и на временных подсоединениях на расстоянии 1 м от выводов была не более 5 °С.

К проводу прикладывается начальное тяжение  $T$ , которое поддерживается постоянным в течение всего испытания. Тяжение должно быть подобрано таким, чтобы исключить провисание провода в пролете установки и исключить деформацию вытяжки (ползучести) за счет приложенной нагрузки.

Провод при постоянном тяжении  $T$  нагревается переменным электрическим током. При достижении предельной токовой нагрузки провод выдерживается до достижения установившегося теплового режима.

Тепловой режим считают установившимся, если температура отдельных частей аппарата не изменяется более чем на 1 °С в течение 1 ч.

Температуру (превышение температуры) элементов токоведущего контура следует определять с помощью термопар.

Температуру окружающего воздуха при испытаниях определяют как среднее арифметическое значение показаний нескольких термометров или других средств измерений. В течение последней четверти периода испытаний температура не должна изменяться более чем на 1 °С/ч.

Допускается проведения испытаний в условиях, не предусматривающих воздействия ветра и солнечной радиации на испытательную схему при проведении соответствующего пересчета предельной токовой нагрузки.

Провод считается выдержавшим испытания, если при предельной токовой нагрузке не произошло превышение длительно-допустимой температуры провода.

## Библиография

1. Балдин М.Н., Карапетян И.Г. Основное оборудование электрических сетей: справочник /под ред. И.Г. Карапетян. - М.: ЭНАС, 2014. -208 с.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ (Издание седьмое) (с Изменением). 20.05.2003 № 187.
3. МЭК 60104(1987) Провода из сплава типа алюминий-магний-кремний для воздушных линий электропередач (IEC 60104(1987) Aluminium-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors).
4. МЭК 60888(1987) Проволока стальная с цинковым покрытием для скрученных проводов (IEC 60888(1987) Проволока стальная с цинковым покрытием для скрученных проводов).
5. МЭК 60889(1987) Проволока алюминиевая твердотянутая для проводов для воздушных линий электропередачи (IEC 60889(1987) Проволока алюминиевая твердотянутая для воздушных линий электропередач).
6. МЭК 61089(1991) Провода повивной скрутки из проволоки круглого сечения для воздушных линий электропередач (IEC 61089(1991) Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors).
7. МЭК 61232(1993) Стальная проволока, плакированная алюминием, электротехнического назначения (IEC 61232(1993) Aluminium-clad steel wires for electrical purposes).
8. МЭК 61395(1998) Провода электрические для воздушных линий электропередач. Методики испытания скрученных проводов на ползучесть (IEC 61395(1998) Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors).
9. СТО 56947007-29.120.10.061-2010 Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».
10. СТО 56947007-29.120.10.063-2010 Соединительная арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».
11. СТО 56947007-29.120.10.062-2010 Поддерживающая арматура для ВЛ. Технические требования, ОАО «ФСК ЕЭС».
12. ТУ 16-705.472-87 Проволока алюминиевая круглая для проводов воздушных линий электропередачи. Утверждены 17.06.1987 Заместителем руководителя предприятия п/я А-7186 Г.Г. Сваловым.
13. ТУ 16-705.494-06 Проволока круглая из алюминиевого сплава электротехническая (взамен ТУ 16-501.016-74). Утверждены 13.10.2006 Председателем Технического комитета по стандартизации 46 «Кабельные изделия» Г.Г. Сваловым, 16.10.2006 Президентом Ассоциации «Электрокабель» И.Б. Пешковым. Введены в действие с 11.12.2006.
14. МЭК 60050-466(1990) Международный электротехнический словарь.

Глава 466: Воздушные линии передачи (IEC 60050-466(1990) International electrotechnical vocabulary; chapter 466: overhead lines).