

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.120.60.106-2011**

---

**Токопроводы с литой (твёрдой) изоляцией на напряжение 6-35 кВ.  
Технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 18.10.2011

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», 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 1.5-2004.

## **Сведения о стандарте**

- 1 РАЗРАБОТАН:                   ОАО «НТЦ электроэнергетики».  
2 ВНЕСЁН:                        Департаментом технологического развития  
   и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС».  
3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:  
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 18.10.2011 № 640.  
4 ВВЕДЁН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в ОАО «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 стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

## Содержание

1	Область применения	4
2	Нормативные ссылки	4
3	Термины и определения	6
4	Общие требования	6
5	Требования к конструкции	8
6	Типы токопроводов	8
7	Требования по устойчивости к внешним воздействиям	9
8	Требования к электрической прочности изоляции	9
9	Требования по нагреву	10
10	Требования к термической и динамической стойкости при токах КЗ	10
11	Требования к механической прочности	10
12	Требования к надежности	11
13	Требования безопасности	11
14	Требования к экологии	11
15	Маркировка	11
16	Упаковка, транспортирование, условия хранения	12
17	Комплектность	12

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на токопроводы с литой (твердой) изоляцией напряжением от 6 кВ до 35 кВ, предназначенные для применения на объектах электросетевых организаций при прокладке по воздуху или в земле.

На токопроводы, предназначенные для установки в цепях генераторов, стандарт не распространяется.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 9.032-74 ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.

ГОСТ 9.10479 ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.

ГОСТ 9.301-86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования

ГОСТ 9.303-84 ЕСЗКС. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору.

ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.007.3 – 75 ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности.

ГОСТ 12.4.026-2001 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

ГОСТ 27.003-90 Состав и общие правила задания требований по надёжности.

ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ и выше. Требования к электрической прочности изоляции

ГОСТ 12969-67 Таблички для машин и приборов. Технические требования.

ГОСТ 12971-67 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры.

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования.

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов.

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

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.

ГОСТ 15151-82 Машины, приборы и другие технические изделия для районов с тропическим климатом. Общие технические условия.

ГОСТ 15543.1-89 Машины, приборы и другие технические изделия для районов с тропическим климатом. Общие технические условия.

ГОСТ 17412-72 Изделия электротехнические для районов с холодным климатом. Технические требования, приемка и методы испытаний.

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

ГОСТ 23055-78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.

ГОСТ 23216 – 78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 28779-90 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения воспламеняемости под воздействием источника зажигания.

ГОСТ 6465-76 Эмали ПФ-115. Технические условия

РД 34.45-51.300-97 Объёмы и нормы испытаний электрооборудования.

СТО 17330282.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения.

Примечание - При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы термины и определения:

**3.1.1 техническое обслуживание:** комплекс работ по поддержанию работоспособности или исправности оборудования в процессе эксплуатации, в т.ч. его опробование, испытание, наладка и регулирование.

**3.1.2 токопровод с литой (твердой) изоляцией:** устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из проводников, изолированных от заземлённых частей твёрдыми диэлектрическими материалами, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций.

**3.1.3 утилизация:** виды работ по обеспечению ресурсосбережения, при которых осуществляется переработка и/или вторичное использование отслуживших установленный срок и/или отбракованных изделий, материалов, упаковки и т.п., а также отходов.

**3.1.4 эксплуатация:** стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

**3.1.5 энергетический объект (энергообъект):** Комплекс взаимосвязанных оборудования, сооружений, зданий, устройств, предназначенный для производства или преобразования, передачи, накопления или распределения электрической или (и) тепловой энергии, а также для управления производством и передачей (распределением) энергии и для получения энергии для потребления.

### 4 Общие требования

#### 4.1 Номинальное напряжение токопровода

Токопроводы должны изготавливаться на номинальные напряжения 6, 10, 20 и 35 кВ.

#### 4.2 Номинальный ток

Значения номинальных токов токопроводов должно выбираться из ряда значений, А: 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000, 6000.

Допускается изготовление токопроводов на большие номинальные токи, выполненных из двух параллельно соединенных секций.

**4.3 Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой токопровода** составляет по ГОСТ 14254: IP 44 для токопроводов внутренней установки и IP 64 для токопроводов наружной установки.

**4.4 Для оболочек узлов подсоединения токопровода к выводам электрических аппаратов (трансформаторов, выключателей), а также для шкафов с измерительными трансформаторами напряжения и тока, ограничителями перенапряжений, расположенных в помещениях,**

допускается использовать оболочки с отверстиями для вентиляции со степенью защиты не ниже IP 20 по ГОСТ 14254.

4.5 Охлаждение токопровода - естественное.

4.6 Для изготовления шин, фланцев и шинных компенсаторов токопроводов, должны применяться медь, алюминий или алюминиевые сплавы.

4.7 Для изготовления изоляции рекомендуется применять специальные составы, например эпоксидные смолы.

4.8 Требования к контактным соединениям - по ГОСТ 10434.

4.9 Сварные соединения элементов токопровода из алюминия и его сплавов должны выполняться дуговой сваркой в среде защитных газов, форма и размеры шва должны соответствовать требованиям ГОСТ 14806 и конструкторской документации.

4.10 Качество сварных соединений элементов токопроводов толщиной до 7 мм должно соответствовать 4 классу, а толщиной свыше 7 мм - 6 классу по ГОСТ 23055.

4.11 Неразъемные соединения элементов токопроводов из меди и медных сплавов должны выполняться при помощи пайки медно-фосфористым припоем с добавлением серебра.

4.12 При выполнении разъемных контактных соединений алюминий - медь должны применяться специальные контактные шайбы.

4.13 Токопроводы должны быть предназначены для работы на высоте до 1000 м. Допускается по согласованию между потребителем и изготовителем изготавливать токопроводы для работы на высоте выше 1000 м над уровнем моря.

4.14 Лакокрасочные покрытия металлических поверхностей должны соответствовать классу IV по ГОСТ 9.032 и ГОСТ 9.104:

- для внутренних поверхностей шкафов и поверхностей шин в шкафах покрытие должно соответствовать условиям эксплуатации УХЛ 2, Т2;

- для наружных поверхностей шкафов – условиям эксплуатации УХЛ1, Т1.

4.15 Секции и соединительные муфты токопроводов категории размещения 1 должны дополнительно закрываться оболочкой из алюминия или нержавеющей немагнитной стали либо полимерным покрытием, защищающей токопровод от солнечного излучения и атмосферных осадков.

4.16 Наружные и внутренние поверхности шкафов и оболочек токопроводов, должны быть окрашены эмалью светлых тонов по ГОСТ 6465. Допускается применение других равнозначных эмалей.

4.17 Металлические покрытия, их виды, толщины должны выполняться в соответствии с ГОСТ 9.306 и ГОСТ 9.303. Требования

к качеству покрытий - по ГОСТ 9.301.

## **5 Требования к конструкции**

5.1 Токопровод должен состоять из секций различной конфигурации.

Набор и размещение элементов токопровода определяется сборочным чертежом трассы, разработанным для конкретного объекта.

5.2 Секция токопровода должна состоять из медной или алюминиевой токоведущей шины, покрытой слоем твердой изоляции с толщиной в зависимости от значения номинального напряжения. На концах секций должны быть предусмотрены контакты с отверстиями для болтового соединения секций между собой и с электрическим оборудованием. Длина секции - не более 10 м.

5.3 Для встраиваемого в токопровод оборудования (разъединителей, измерительных трансформаторов напряжения и тока, ограничителей перенапряжений) рекомендуется предусматривать шкафы соответствующих типоразмеров.

5.4 Соединение секций между собой по всей длине трассы должно быть разъемным (болтовым), выполняемым при помощи специальных соединительных муфт с компенсаторами температурных расширений, которые должны устанавливаться по трассе токопровода с интервалом не более 10 м.

Места соединений без компенсаторов температурных расширений могут заливаться на месте монтажа тем же составом, что и токоведущая шина.

5.5 Соединения токопровода с выводами электрических аппаратов должны выполняться разборными с применением шинных компенсаторов и (по требованию заказчика) защитных оболочек.

5.6 Конфигурация секций должна обеспечивать возможность прокладки токопровода в любом пространственном положении с учетом конфигурации трассы.

5.7 Конструкция токопровода должна допускать его вертикальную прокладку на участке до 10 м.

5.8 Элементы крепления токопровода должны обеспечивать надежное закрепление к опорным конструкциям и его перемещение в пределах  $\pm 20$  мм при изменениях температуры токоведущих шин.

## **6 Типы токопроводов**

6.1 Токопроводы разделяют по следующим основным признакам:

6.1.1 Значения номинальных напряжения и тока.

6.1.2 Род установки (категория размещения, климатическое исполнение).

6.1.3 Материал токоведущих частей (медь, алюминий).



#### 6.1.4 Число фаз.

Указанные признаки рекомендуется приводить в условном обозначении токопровода.

### 7 Требования по устойчивости к внешним воздействиям

7.1 По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды токопроводы должны соответствовать требованиям исполнения УХЛ и Т категорий размещения 1 и 2 по ГОСТ 15150, ГОСТ 15151, ГОСТ 15543.1, а также ГОСТ 17412, при этом:

- атмосфера типа II, III, IV;
- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха от -60 до +40 °С.

Секции и соединительные муфты токопроводов категории размещения 1 должны дополнительно закрываться оболочкой из алюминия или нержавеющей немагнитной стали, защищающей токопровод от солнечного излучения и атмосферных осадков.

### 8 Требования к электрической прочности изоляции

8.1 Требования к электрической прочности изоляции по ГОСТ 1516.3 для аппаратов с нормальной изоляцией. Значения испытательных напряжений приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1 - Значения испытательных напряжений токопроводов с твердой изоляцией.

Класс напряжения, кВ	Уровень изоляции	Испытательное напряжение, кВ	
		Кратковременное (одноминутное)	Полного грозового импульса
6	<i>a</i>	28	60
	<i>б</i>	32	
10	<i>a</i>	38	75
	<i>б</i>	42	
20	<i>a</i>	50	125
	<i>б</i>	65	
35	<i>a</i>	80	190
	<i>б</i>	90	

Примечание: Уровень «*a*» – для токопроводов с требованием проверки интенсивности частичных разрядов; уровень «*б*» - для токопроводов без проверки интенсивности частичных разрядов.

В случае, если изоляция токопровода содержит элементы из твердых органических материалов, продолжительность приложения испытательного напряжения составит 5 мин. (п.16.2 РД 34.45-51.300-97 «Объёмы и нормы испытаний электрооборудования»).

8.2 Интенсивность частичных разрядов в изоляции токопровода уровня «а» по ГОСТ 1516.3 не должна превышать 5 пКл для напряжения  $1,05 \cdot U_m \cdot \sqrt{3}$  или 10 пКл для напряжения  $1,5 \cdot U_m \cdot \sqrt{3}$ .

8.3 Измерение интенсивности частичных разрядов производится после испытания токопроводов на электродинамическую и термическую стойкость.

## 9 Требования по нагреву

Длительно допустимая температура нагрева составных частей токопровода при номинальном токе не должна превышать:

- для шин и контактных соединений из меди или алюминия: +90 °С по ГОСТ 8024;

- для внешней поверхности изоляционного слоя токопровода: +70 °С (без учета солнечного излучения).

## 10 Требования к термической и динамической стойкости при токах КЗ

10.1 Токопроводы должны быть устойчивы к электродинамическому и термическому воздействиям токов короткого замыкания, параметры которых не превышают установленных значений:

а) тока электродинамической стойкости  $i_d$  или его кратности  $K_d$  по отношению к амплитуде номинального тока;

б) тока термической стойкости  $I_m$  или его кратности  $K_m$  по отношению к номинальному току;

в) времени протекания тока термической стойкости  $t_k$ , 1 и 3 с.

10.2 Между значениями  $i_d$  и  $I_m$  должно быть соблюдено соотношение  $i_d \geq 1,8 \cdot \sqrt{2} I_m$ .

10.3 В технической документации изготовителя для токопроводов конкретных типов должны быть установлены:

- значение тока термической стойкости или его кратность;

- время протекания тока термической стойкости;

- значение тока электродинамической стойкости или его кратность.

## 11 Требования к механической прочности

11.1 По устойчивости к воздействию механических факторов внешней среды токопроводы должны соответствовать группе условий эксплуатации М5 по ГОСТ 17516.1.

11.2 Токопроводы должны соответствовать требованиям, предъявляемым к оборудованию, работающему в районах с сейсмичностью 9 баллов по шкале MSK-64 при высотной отметке расположения до 10 м или 8 баллов при высотной отметке до 25 м.

11.3 Токопроводы категории размещения I по ГОСТ 15150 должны нормально работать в условиях гололеда при толщине стенки льда 20 мм и ветре со скоростью 15 м/с, а при отсутствии гололеда при ветре со скоростью 40 м/с.

## **12 Требования к надежности**

12.1 Средняя наработка до отказа должна быть установлена по ГОСТ 27.003 и указана в стандартах или технических условиях на конкретные типы токопроводов, но не менее 10 лет.

12.2 Средний срок службы токопроводов – 30 лет.

12.3 Требования по ремонтпригодности должны быть указаны в технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

## **13 Требования безопасности**

13.1 Конструкция токопровода должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.3 и требованиям технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

13.2 Каждая секция токопровода должна иметь вывод (зажим) для подсоединения заземляющего проводника, выполненный в соответствии с требованиями ГОСТ 21130.

Диаметр заземляющего болта должен быть не менее 10 мм.

Около заземляющего вывода должен быть нанесен знак заземления по ГОСТ 21130.

13.3 На съемных крышках, дверях шкафов и на оболочках должен быть нанесен знак электрического напряжения по ГОСТ 12.4.026.

13.4 Токопроводы должны быть пожаробезопасными и соответствовать ГОСТ 12.1.004. Класс воспламенения материалов токопровода должен быть не ниже FV(ПВ)0 по ГОСТ 28779.

## **14 Требования к экологии**

Экологические требования в процессе эксплуатации и при утилизации токопроводов устанавливаются в технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

## **15 Маркировка**

15.1 На одной из секций (среднего полюса) в доступном для осмотра месте должна быть установлена табличка по ГОСТ 12969 и ГОСТ 12971, на которой указывают:

- товарный знак предприятия – изготовителя или его наименование;
- знак соответствия;

- условное обозначение типа токопровода и климатическое исполнение;
- обозначение стандарта или технических условий, по которым изготовлен токопровод;
- год изготовления.

Изготовителем на табличку может быть нанесена дополнительная информация в соответствии со стандартами или техническими условиями на конкретные типы токопроводов.

15.2 На транспортную тару должна быть нанесена маркировка, соответствующая требованиям ГОСТ 14192. Категория упаковки по ГОСТ 23216.

## **16 Упаковка, транспортирование, условия хранения**

16.1 Составные части токопровода транспортируются в упаковке с защитой от механических повреждений, от воздействия атмосферных осадков, пыли и грязи.

16.2 Упаковка должна обеспечивать сохранность токопровода при транспортировании. Категория (вид) упаковки по ГОСТ 23216 устанавливается в технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

16.3 Транспортная упаковка должна соответствовать ГОСТ 14192.

16.4 Требования к транспортированию в части воздействия механических факторов по ГОСТ 23216 и климатических факторов по ГОСТ 15150 должны быть указаны в технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

16.5 Требования к хранению токопроводов в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150 должны быть указаны в технической документации изготовителя на конкретные типы токопроводов.

## **17 Комплектность**

17.1 В комплект каждого токопровода должны входить составные части, определяемые сборочным чертежом трассы (или комплектовочной ведомостью) конкретного заказа, а также запасные детали и материалы (в том числе для приготовления заливочного компаунда), специальный инструмент и, по требованию заказчика, принадлежности по ведомости ЗИП.

17.2 В комплект документации на токопроводы, оформленной по ГОСТ 2.601 и ГОСТ 2.610 на токопровод должны входить:

- паспорт – 1 экз.;
- руководство по эксплуатации – 2 экз.;
- комплект сборочных чертежей трассы токопровода – 2 экз.;
- комплектовочная ведомость – 2 экз.;

- ведомость ЗИП – 2 экз. (по требованию заказчика);
- протоколы приемо-сдаточных испытаний.