

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.180.074-2011**

---

**Типовые технические требования к силовым трансформаторам  
6-35 кВ для распределительных электрических сетей**

Стандарт организации

Дата введения: 04.05.2011

Дата введения изменений: 10.04.2018

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 ОАО «ФСК ЕЭС» от 04.05.2011 № 266.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 10.04.2018 № 117 в разделы: «Введение», 1, 2, 3.1, 3.2, 4, добавлен раздел «Библиография».
5. ВВЕДЁН: с изменениями от 10.04.2018 (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».

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	4
3 Термины и определения, обозначения и сокращения .....	6
3.1 Термины и определения .....	6
3.2 Обозначения и сокращения .....	7
4 Технические требования к силовым трансформаторам классов напряжения 6 – 35 кВ .....	8
Библиография .....	27

## **Введение**

Типовые технические требования к силовым масляным трансформаторам классов напряжения 6 – 35 кВ разработаны на основе ГОСТ Р 52719 с учетом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

Типовые технические требования к силовым масляным трансформаторам классов напряжения 6 – 35 кВ включают:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики;
- требования к электрической прочности изоляции;
- требования по нагреву;
- требования к стойкости при коротких замыканиях;
- требования к нагрузочной способности;
- требования к механической прочности;
- требования к материалам;
- требования к конструкции и составным частям;
- требования к надежности;
- требования к гарантийному сроку эксплуатации;
- требования безопасности, в том числе, пожарной безопасности;
- требования по экологической безопасности;
- требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения;
- требования к комплектности поставки;
- требования по утилизации;
- требования к сервисным центрам;
- требования к заводу-изготовителю.

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на силовые трансформаторы классов напряжения 6 -35 кВ для распределительных электрических сетей  
Стандарт не распространяется на сухие трансформаторы.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 2.610–06 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1).

ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями № 1 – 4).

ГОСТ 12.2.007.2–75 ССБТ. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности (с Изменением № 1).

ГОСТ 12.2.024–87 ССБТ. Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля.

ГОСТ 721–77 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 1516.3–96 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требование к электрической прочности изоляции.

ГОСТ 3484.2–88 Трансформаторы силовые. Испытания на нагрев (с Изменением № 1).

ГОСТ 3484.4–88 Трансформаторы силовые. Испытания баков на механическую прочность.

ГОСТ 9680–77 Трансформаторы силовые мощностью 0,01 кВ·А и более. Ряд номинальных мощностей.

ГОСТ 9920–89 (СТ СЭВ 6465-88, МЭК 815-86, МЭК 694-80) Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции.

ГОСТ 11677-85 Трансформаторы силовые. Общие технические условия (с Изменениями № 1 – 4).

ГОСТ 11920-85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения напряжением до 35 кВ включительно. Технические условия (с Изменением № 1).

ГОСТ 14192–96 Маркировка грузов (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 14209–85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки (с Изменением № 1).

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

ГОСТ 16110–82 Трансформаторы силовые. Термины и определения.

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка (с Изменением № 1, с Поправкой).

ГОСТ 21128-83 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В (с Изменением № 1).

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 24126-80 (СТ СЭВ 634-88) Устройства регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой. Общие технические условия (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 27360-87 (СТ СЭВ 5716-86) Трансформаторы силовые масляные герметизированные общего назначения мощностью до 1600 кВ·А напряжением до 22 кВ. Основные параметры и общие технические требования.

ГОСТ 30830-02 (МЭК 60076-1-93) Трансформаторы силовые. Часть 1. Общие положения.

ГОСТ 32144-13 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ Р 52719-07 Трансформаторы силовые. Общие технические условия.

ГОСТ Р 55014-12 Трансформаторы силовые. Испытания баков на механическую прочность.

ГОСТ Р 55195-12 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требование к электрической прочности изоляции.

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

#### **3.1 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 1516.3, ГОСТ 15150, ГОСТ 30830, ГОСТ 16110, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1 Группа соединения обмоток трансформатора:** Угловое смещение векторов линейных электродвижущих сил обмоток (сторон) среднего и низшего напряжений по отношению к векторам, соответствующих электродвижущих сил обмотки (стороны) высшего напряжения.

**3.1.2 Класс напряжения электрооборудования:** Номинальное междуфазное напряжение электрической сети, для работы в которой предназначено оборудование.

**3.1.3 Масляный трансформатор:** трансформатор с жидким диэлектриком, в котором основной изолирующей средой и теплоносителем служит трансформаторное масло.

**3.1.4 Напряжение короткого замыкания пары обмоток трансформатора:** Приведенное к расчетной температуре линейное напряжение, которое нужно подвести при номинальной частоте к линейным

зажимаю одной из обмоток пары, чтобы в этой обмотке установился ток, соответствующий меньшей из номинальных мощностей обмоток пары при замкнутой накоротко второй обмотке пары и остальных основных обмотках не замкнутых на внешней цепи.

**3.1.5 Номинальный параметр:** Значение параметра электротехнического изделия, указанное изготовителем, при котором оно должно работать, являющееся исходным для отсчета отклонений.

**3.1.6 Обмотка:** совокупность витков, образующих электрическую цепь с целью получения одного из напряжений трансформатора.

**3.1.7 Обмотка высшего напряжения:** Основная обмотка трансформатора, имеющая наибольшее номинальное напряжение по сравнению с другими его основными обмотками.

**3.1.8 Обмотка низшего напряжения:** Обмотка, имеющая наименьшее номинальное напряжение.

**3.1.9 Потери короткого замыкания:** потери короткого замыкания пары обмоток для двухобмоточного и три значения потерь короткого замыкания для трех пар обмоток: высшего и низшего, высшего и среднего, среднего и низшего напряжений - для трехобмоточного трансформатора.

**3.1.10 Потери холостого хода:** Потери, возникающие в трансформаторе в режиме холостого хода при номинальном напряжении и номинальной частоте.

**3.1.11 Регулирование напряжения трансформатора:** Изменение в соответствии с заданным режимом или стабилизация напряжения одной или более обмоток при помощи специального устройства.

**3.1.12 Силовой трансформатор:** Трансформатор, предназначенный для преобразования электрической энергии в электрических сетях и установках, предназначенный для приема и использования электрической энергии.

**3.1.13 Стойкость трансформатора при коротком замыкании:** Способность трансформатора при включении на любом ответвлении выдерживать без повреждений внешние короткие замыкания.

**3.1.14 Ток холостого хода:** Ток, первичной основной обмотки в режиме холостого хода и номинальном синусоидальном напряжении номинальной частоты на ее зажимах.

**3.1.15 Условия эксплуатации:** Совокупность значений внешних воздействующих факторов, которые во время эксплуатации электрооборудования могут на него влиять.

**3.1.16 Устройство регулирования напряжения:** Устройство, предназначенное для регулирования напряжения трансформатора и включающее все необходимые для этого аппараты, механизмы и составные части, за исключением регулировочных обмоток.

## **3.2 Обозначения и сокращения**

ВН – обмотка высшего напряжения трансформатора; Л – легкие условия транспортирования в части воздействия механических факторов;

НД – нормативный документ;

НН – обмотка низшего напряжения трансформатора;  
ПАО – публичное акционерное общество;  
ПБВ – устройство для регулирования напряжения без возбуждения;  
РПН – регулирование напряжения трансформатора под нагрузкой;  
СН – обмотка среднего напряжения трансформатора;  
У – климатическое исполнение для макроклиматических районов с умеренным климатом;  
УХЛ – климатическое исполнение для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом;  
ХЛ – климатическое исполнение для макроклиматических районов с холодным климатом.



#### 4 Технические требования к силовым трансформаторам классов напряжения 6-35 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
<b>1</b>	<b>Условия эксплуатации</b>		
1.1	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ 15150 (пункт 2.7, таблица 2)
1.2	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ 15150 (пункт 2.1, таблица 1)
1.3	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С, для климатических исполнений и категорий размещения: - У1, УХЛ1, ХЛ1, У3; - УХЛ4	Плюс 40 Плюс 35	ГОСТ 15150 (пункт 3.2, таблица 3)
1.4	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С, для климатических исполнений и категорий размещения: - У1, У3; - УХЛ1, ХЛ1; - УХЛ4	Минус 45 Минус 60 Плюс 1	ГОСТ 15150 (пункт 3.2, таблица 3)
1.5	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 <sup>1</sup>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.6	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта, не менее 6	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>2</b>	<b>Номинальные параметры и характеристики</b>		
<b>2.1</b>	<b>Номинальные параметры</b>		
2.1.1	Номинальное напряжение, кВ, обмотки: - ВН  - СН - НН	6,0; 6,3; 6,6; 10,5; 11,0; 13,8; 15,75; 18,0; 20,0; 24,0; 35,0; 35,5; 36,75; 38,5 10,5; 11,0; 13,8; 15,75 0,23; 0,4; 0,69; 3,15; 6,0; 6,3; 10,0; 10,5; 11,0 По согласованию с Заказчиком допускаются другие значения напряжения обмоток ВН, СН и НН	ГОСТ 721; ГОСТ 1516.3; ГОСТ Р 55195; ГОСТ 21128; ГОСТ 11920

<sup>1</sup> Допускается применение трансформаторов для работы на высоте свыше 1000 м над уровнем моря при соблюдении требований ГОСТ 15150, ГОСТ Р 52719, НД на конкретные трансформаторы.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.1.2	Номинальная мощность, кВ·А	25; 40; 63;100; 160; 250; 400; 630;1000; 1250; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000; 25000; 32000; 40000;63000;80000 По согласованию с Заказчиком допускаются другие значения мощности	ГОСТ 9680; ГОСТ 11920
2.1.3	Номинальная частота, Гц	50	ГОСТ 32144
<b>2.2</b>	<b>Требования к коэффициенту трансформации и схеме и группе соединения обмоток</b>		
2.2.1	Коэффициент трансформации Предельное отклонение коэффициента трансформации, %: - на основном ответвлении; - на неосновном ответвлении или при $K_t \leq 3$ .	$\pm 0,5$  $\pm 1$	ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2); ГОСТ 11677 (п. 2.6, таблица 2)
2.2.2	Схема и группа соединения	Устанавливается в НД изготовителя	ГОСТ Р 52719 (пункт Б1); ГОСТ 11677 (п. 2.7, таблица 3)
<b>2.3</b>	<b>Требования к потерям и току холостого хода</b>		
2.3.1	Потери холостого хода, кВт, не более:		
	Трансформаторы двухобмоточные: - на напряжение 6-10 кВ, мощностью 63-2500 кВ·А;  - на напряжение 6 кВ и выше, мощностью 25-40 кВ·А;  - на напряжение свыше 10 кВ, мощностью 63-630 кВ·А;  - трансформаторы на напряжение свыше 10 кВ, мощностью 1000-	В соответствии с СТО 34.01-3.2-011-2017  В соответствии с НД изготовителя  В соответствии с НД изготовителя, но не более значений, указанных в ГОСТ 27360 для трансформаторов 1 уровня	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 34.01-3.2-011-2017; ГОСТ 11920 (пункт 1.2); ГОСТ 27360 (пункт 1.6);

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	80000 кВ·А	В соответствии с НД изготовителя, но не более значений, указанных в ГОСТ 11920 и ГОСТ 27360 для трансформаторов 1 уровня	
	Трансформаторы трехобмоточные - на напряжение 35 кВ, мощностью, кВ·А: 6300 10000 16000	12 19 28	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (пункт 1.2); ГОСТ 27360
2.3.1.1	Допустимое предельное отклонение, %	Плюс 15	ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2)
2.3.2	Ток холостого хода, %		
	Трансформаторы двухобмоточные	В соответствии с НД изготовителя, но не более значений по ГОСТ 11920 и ГОСТ 27360 для трансформаторов 1 уровня	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (пункт 1.2); ГОСТ 27360 (пункт 1.6)
	Трансформаторы трехобмоточные - на напряжение 35 кВ, мощностью, кВ·А: 6300 10000 16000	1,2 1,0 0,95	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (пункт 1.2);
2.3.2.1	Допустимое предельное отклонение, %	Плюс 30	ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2)
<b>2.4</b>	<b>Требования к потерям и напряжению КЗ</b>		
2.4.1	Потери короткого замыкания, кВт:		
	Трансформаторы двухобмоточные - на напряжение 6-10 кВ мощностью 63-2500 кВ·А;  - на напряжение 6 кВ и выше, мощностью 25-40 кВ·А;  - на напряжение свыше 10 кВ, мощностью 63-	В соответствии с СТО 34.01-3.2-011-2017  В соответствии с НД изготовителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 34.01-3.2-011-2017; ГОСТ 11920; ГОСТ 27360 (пункт 1.6); ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ												
1	2	3	4												
	630 кВ·А;  - на напряжение свыше 10 кВ, мощностью 1000-80000 кВ·А	В соответствии с НД изготовителя, но не более значений, указанных в ГОСТ 27360 для трансформаторов 1 уровня.  В соответствии с НД изготовителя, но не более значений, указанных в ГОСТ 11920 и ГОСТ 27360 для трансформаторов 1 уровня													
	Трансформаторы трехобмоточные - на напряжение 35 кВ, мощностью, кВ·А: 6300 10000 16000	55 75 115	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (таблица 6)												
2.4.1.1	Допустимое предельное отклонение, %	Плюс 10	ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2)												
2.4.2	Напряжение короткого замыкания обмоток, приведенное к номинальной мощности основного ответвления, %:														
	Трансформаторы двухобмоточные: - мощностью 25-40 кВ·А;  - мощностью 63-80000 кВ·А	В соответствии с НД изготовителя  В соответствии с ГОСТ 11920 и ГОСТ 27360	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920; ГОСТ 27360 (пункт 1.6)												
	Трансформаторы трехобмоточные - на напряжение 35 кВ, мощностью, кВ·А: 6300 10000 16000	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ВН-СН</th> <th>ВН-НН</th> <th>СН-НН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7,5</td> <td>7,5</td> <td>16,0</td> </tr> <tr> <td>80 (16,5)</td> <td>16,5 (80)</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>80 (16,5)</td> <td>16,5 (80)</td> <td>7,0</td> </tr> </tbody> </table>	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	7,5	7,5	16,0	80 (16,5)	16,5 (80)	7,0	80 (16,5)	16,5 (80)	7,0	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (таблица 6)
ВН-СН	ВН-НН	СН-НН													
7,5	7,5	16,0													
80 (16,5)	16,5 (80)	7,0													
80 (16,5)	16,5 (80)	7,0													
2.4.2.1	Допустимое предельное отклонение, %:  - для двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора,		ГОСТ Р 52719 (пункт 5.6, таблица 2)												

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	указанной в НД, как основная пара - для остальных трансформаторов	± 7,5  ± 10					
<b>3</b>	<b>Требования к электрической прочности изоляции</b>						
3.1	Обмотка ВН на номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719 (пункт 6.3); ГОСТ 1516.3 (таблица 2, 5); ГОСТ Р 55195 (таблица 5.1)
3.1.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ, для класса напряжения, кВ: - уровня изоляции (а) - уровня изоляции а - уровня изоляции б	40 60 60	60 75 75	75 95 95	95 125 125	- 190 190	
3.1.2	Испытательное напряжение срезанного грозового импульса, кВ, для класса напряжения, кВ: - для уровня изоляции (а) - для уровня изоляции а - для уровня изоляции б	- 70 70	- 90 90	- 115 115	- 150 150	- 220 220	
3.1.3	Испытательное приложенное кратковременное переменное напряжение, кВ, для класса напряжения, кВ: - уровня изоляции (а) - уровня изоляции а - уровня изоляции б	20 20 25	28 28 35	38 38 45	50 50 55	- 80 85	
3.2	Обмотки СН и НН на номинальное напряжение, кВ	Ниже 3	6	10	15	20	
3.2.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ, для класса напряжения, кВ: - уровня изоляции (а) - уровня изоляции а - уровня изоляции б	- - -	40 60 60	60 75 75	75 95 95	95 125 125	
3.2.2	Испытательное напряжение срезанного						

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	грозового импульса, кВ, для класса напряжения, кВ: - уровня изоляции (а) - уровня изоляции а - уровня изоляции б	-	-	-	-	-	
		-	70	90	115	150	
		-	70	90	115	150	
3.2.3	Испытательное приложенное кратковременное переменное напряжение, кВ, для класса напряжения, кВ: - уровня изоляции (а) - уровня изоляции а - уровня изоляции б						
		3	20	28	38	50	
		3	20	28	38	50	
		5	25	35	45	55	
<b>4</b>	<b>Требования к нагрузочной способности</b>						
4.1	Допустимые систематические нагрузки и перегрузки	По ГОСТ 14209, если иное не указано в НД на трансформаторы				ГОСТ Р 52719 (пункт 6.2.7)	
<b>5</b>	<b>Требование к стойкости при коротком замыкании</b>						
5.1	Трансформаторы должны выдерживать внешние короткие замыкания на любом ответвлении обмотки при любых сочетаниях сторон питания, соответствующих режимам работы трансформатора, указанным в НД. Мощность трехфазного короткого замыкания сети – по ГОСТ Р 52719	Испытание или расчетное сравнение с испытанным прототипом – для трансформаторов мощностью до 40 МВ·А включительно. Испытание или расчетное обоснование по РД 16.431 – для трансформаторов свыше 40 МВ·А				ГОСТ Р 52719 (пункты 6.4.1, 9.3.2.4); ГОСТ 11677 (пункты. 3.3.1; 3.3.2) для трансформаторов разработки до 2007 года	
<b>6</b>	<b>Требования по нагреву</b>						
6.1	Допустимые превышения температуры отдельных элементов трансформатора над температурой охлаждающей среды (воздуха, воды), °С, не более: - обмотки; - масла в верхних слоях; - магнитопровода и					65 60	ГОСТ Р 52719 (пункт 6.1.1, таблица 3); ГОСТ 3484.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	элементов конструкции	75	
6.2	Максимальная температура обмоток при установившихся токах короткого замыкания, °С, не более - медных - алюминиевых	250 200	ГОСТ Р 52719 (таблица 5)
<b>7</b>	<b>Требования к механической прочности</b>		
7.1	Бак трансформатора должен выдерживать: - избыточное давление, кПа  - при вакууме с остаточным давлением, кПа	В соответствии с требованиями НД на конкретные трансформаторы мощностью до 6,3 МВ·А включительно и с гофрированными баками. 50 <sup>+5</sup> - на трансформаторы мощностью более 6,3 МВ·А.  50 <sub>-2,5</sub> – на трансформаторы мощностью более 6,3 МВ·А	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.18); ГОСТ 3484.4, ГОСТ Р 55014
<b>8</b>	<b>Требования к материалам</b>		
8.1	Пробивное напряжение масла из бака масляного трансформатора, кВ, не менее для классов напряжения: - до 15 кВ включительно; - 20-35 кВ	25 30	ГОСТ Р 52719 (пункт И); СТО 34.01-23.1-001-2017 (таблица 31.2)
8.2	Провод	Провод, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
8.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>9</b>	<b>Требования к конструкции и составным частям</b>		
<b>9.1</b>	<b>Высоковольтные вводы</b>		
9.1.1	Трансформатор класса	По требованию Заказчика	ГОСТ Р 52719

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	напряжения 35 кВ может быть изготовлен с кабельными вводами		(пункт. Г.7)
9.1.2	Конструкция вводов и трансформатора, за исключением герметичных трансформаторов, должна допускать демонтаж и установку вводов (изоляторов вводов) без съема крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Соответствие	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.1.3	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов в зависимости от степени загрязнения, см/кВ, не менее:	2,5 По требованию Заказчика трансформаторы могут быть изготовлены с вводами для степеней загрязнения I, II*, IV	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 9920; ГОСТ Р 52719 (пункт. Г.6)
<b>9.2</b>	Встроенные трансформаторы тока		
9.2.1	Количество трансформаторов тока на стороне ВН для трансформаторов: - двухобмоточный общего назначения с РПН при напряжении обмотки ВН 13,8; 15,75; 20;. 35 кВ;  - двухобмоточный с ПБВ общего назначения мощностью 4000 кВ·А и более при напряжении обмотки ВН 35 кВ;  - двухобмоточный для собственных нужд мощностью 10000 кВ·А и более при всех напряжениях обмотки ВН;	По 2 трансформатора тока на фазу  По требованию Заказчика  По 2 трансформатора тока на фазу	ГОСТ 11920 (пункт 2.2.4.2)



№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- трехобмоточный	По требованию Заказчика	
9.2.2	Номинальные первичный и вторичный токи	В соответствии с требованием ГОСТ 11920	ГОСТ 11920 (пункт 2.2.4.1)
9.2.3	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабеля	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.12)
9.2.4	Периодичность проверок, лет, не менее	8	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.6	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке: - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов приемо-сдаточных испытаний; - копия декларации (сертификата) безопасности; - наличие отметки (клеймо) в паспорте о проверке	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610
<b>9.2</b>	<b>Система охлаждения</b>		
9.2.1	Вид системы охлаждения	М; Д	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	Наличие шкафа автоматического управления системы охлаждения Д	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт Д.1.3)
9.2.3	Компоновка охладителей, за исключением герметичных трансформаторов с гофрированными	Навесная на баке или выносная – по требованию Заказчика	ГОСТ Р 52719 (пункт Д.1.2)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	баками		
9.2.4	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	По требованию Заказчика	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.5	Ручное управление в системе охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт Д.7)
9.2.6	Напряжение питания, В: - электродвигателей вентиляторов и электронасосов; - цепей управления	380 переменного тока 220 постоянного или переменного тока	ГОСТ Р 52719 (пункт Д.1.6)
<b>9.3</b>	<b>Система защиты масла от соприкосновения с окружающим воздухом</b>		
93.1	Трансформаторы, за исключением трансформаторов с гофрированными баками, должны быть снабжены расширителем	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.14)
9.3.2	Емкость расширителя должна обеспечивать постоянно наличие в нем масла при всех режимах работы трансформатора	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.13)
9.3.3	Расширитель должен быть снабжен воздухоосушителем с силикагелем	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.14)
9.3.4	Конструкция воздухоосушителя должна обеспечивать возможность наблюдения за состоянием сорбента при эксплуатации трансформатора	Соответствие	
9.3.5	В трансформаторах мощностью до 1000 кВ·А включительно расширитель должен быть снабжен устройством для заливки масла, а в трансформаторах	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.17)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	большей мощности – запорным устройством		
<b>9.4</b>	<b>Устройство регулирования напряжения</b>		
9.4.1	Трансформаторы должны быть снабжены устройствами регулирования напряжения РПН или ПБВ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.4.2	Трансформаторы с ПБВ должны иметь переключатель ответвлений с приводом, выведенным на крышку бака	Соответствие	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (пункт. 2.2.3)
9.4.3	Диапазон регулирования трансформаторов: - двухобмоточный  - трехобмоточный	<p>ПБВ <math>\pm 2 \times 2,5</math> %;  РПН <math>\pm 4 \times 2,5</math> %;  РПН <math>\pm 8 \times 1,5</math> %.</p> <p>По согласованию с Заказчиком допускаются другие диапазоны регулирования.  РПН <math>\pm 6 \times 1,5</math> %;  РПН <math>\pm 8 \times 1,5</math> %.</p> <p>По согласованию с Заказчиком допускаются другие диапазоны регулирования</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 11920 (пункт. 1.1)
9.4.4	Ресурс по механической износостойкости устройства РПН без электрической нагрузки, переключений, не менее	500 000 (подтверждается протоколом испытаний)	СТО 34.01-3.2-010-2017 (таблица 4.1, пункт 10.1); ГОСТ 24126 (подпункт 2.11.1)
9.4.5	Ресурс по электрической износостойкости разрывающих ток контактов контактора устройства РПН, переключений, не менее:	(подтверждается	СТО 34.01-3.2-010-2017 (таблица 4.1, пункт 10.2); ГОСТ 24126 (подпункт 2.11.2)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- для РПН с разрывом дуги в масле  - для РПН с вакуумными камерами	протоколом испытаний) 100 000 – при номинальном токе до 1000 А включительно; 50 000 – при номинальном токе свыше 1000 А.  1,2 от количества переключений межремонтного периода, но не менее 360 000	
9.4.6	Количество переключений до замены масла контактора (для РПН с разрывом дуги в масле), не менее	50 000	СТО 34.01-3.2-010-2017 (таблица 4.1, пункт 10.3); ГОСТ 24126 (подпункт 2.11.3)
9.4.7	Устройство РПН должно быть снабжено струйным защитным реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.37)
9.5	Трансформаторы с массой масла свыше 1000 кг должны быть снабжены термосифонными фильтрами	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.53)
<b>9.6</b>	<b>Устройство контроля температуры верхних слоев масла</b>		
9.6.1	Герметичные трансформаторы, кроме трансформаторов с гофрированными баками, должны быть снабжены манометрическим термометром с двумя переставными сигнальными контактами	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.25)
9.6.2	Температурная погрешность манометрических приборов не должна превышать	$\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.25)
<b>9.7</b>	Герметичные трансформаторы с гофрированными баками должны быть	По требованию Заказчика	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.29)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	снабжены мановакуумметром		
9.8	Трансформаторы с напряжением обмотки НН от 0,69 кВ и менее должны быть снабжены пробивным предохранителем	По требованию Заказчика	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.45)
<b>9.9</b>	<b>Устройства перекатки и подъема</b>		
9.9.1	Наличие устройства для перекатки в продольном и поперечном направлениях	Соответствие	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719 (пункт Г.46)
9.9.2	Наличие крюков или иных устройств для подъема полностью собранного и заполненного маслом трансформатора	Соответствие	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.50)
9.9.3	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию Заказчика	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>10</b>	<b>Требования к надежности и гарантии изготовителя</b>		
10.1	Установленная наработка на отказ, часов, не менее	25 000	ГОСТ Р 52719 (пункт 6.7)
10.2	Срок службы, лет, не менее	30	ГОСТ Р 52719 (пункт 6.7)
10.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
10.4	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
10.5	Гарантийный срок эксплуатации с даты ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>11</b>	<b>Требования безопасности</b>		
11.1	Требования безопасности, в том числе пожарной, должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.2, ГОСТ	Да (протокол испытаний на безопасность)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719 (пункт 7.1)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	12.1.004		
11.2	<p>Заземление баков трансформаторов должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при применении для заземления резьбового соединения диаметр резьбы;</li> <li>- поверхность заземляющего контакта должна быть достаточной для присоединения стальной шины сечением, мм, не менее;</li> <li>- расположение заземляющего контакта</li> </ul>	<p>M12</p> <p>40 x 4</p> <p>Внизу бака</p>	ГОСТ Р 52719 (пункт 7.2)
11.3	<p>Трансформаторы с расширителем должны быть снабжены газовым реле:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- мощностью 1600 кВ·А и более</li> <li>- мощностью от 400 до 1000 кВ·А включительно</li> </ul>	<p>Обязательно</p> <p>По требованию Заказчика</p>	ГОСТ Р 52719 (пункт Г.36)
11.4	<p>Декларация о соответствии требованиям безопасности в системе ГОСТ Р</p>	<p>Обязательно</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>12</b>	<b>Требования по экологии</b>		
12.1	<p>Допустимый скорректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении и частоте, дБА, не более для мощностей, кВ·А</p> <p>Для охлаждения вида М:</p>		<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;</p> <p>ГОСТ 12.2.024 (пункт 1.3)</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- 25 - 100 - 160 - 250 - 400 - 630 - 1000 - 1250 – 1600 - 2500 - 6300 - 10000 Для охлаждения вида Д: - 10000 - 16000 - 25000 - 40000 - 63000 - 80000	59 62 65 68 70 73 75 76 81 83  87 88 89 90 91 95 98	
<b>13</b>	<b>Требования по утилизации</b>		
13.1	Техническая документация на трансформаторы должна содержать указания и порядок утилизации после истечения их срока службы	Соответствие	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>14</b>	<b>Комплектность поставки</b>		
14.1	Комплектующие изделия в соответствии с конструкторской документацией конкретного типа трансформатора	Соответствие	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
14.2	Техническая документация на русском языке, экз: - паспорт трансформатора; - паспорта комплектующих изделий; - руководство по эксплуатации трансформатора и комплектующих изделий;	3	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719 (пункт 6.8); ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>- инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию трансформатора;</p> <p>- чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на трансформаторы конкретных видов;</p> <p>- протоколы приемосдаточных испытаний</p>		
<b>15</b>	<b>Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения</b>		
<b>15.1</b>	<b>Маркировка</b>		
15.1.1	Трансформатор снабжается прикрепленной на видном месте табличкой, на которой указываются данные трансформатора в соответствии с ГОСТ Р 52719 и СТО 34.01-3.2-011-2017	Обязательно	ГОСТ Р 52719 (пункт 6.9.12); СТО 34.01-3.2-011-2017 (пункт 6.2, примечание 7)
15.1.2	Способы нанесения маркировки на таблички и выводов обмоток должны обеспечивать четкость надписей в течение всего срока эксплуатации трансформатора	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 18620 (пункты 4.1, 4.2, раздел 5)
<b>15.2</b>	<b>Упаковка</b>		
15.2.1	Трансформатор, а также демонтированные на время транспортирования крупногабаритные составные части перевозят без упаковки	Обязательно В соответствии с правилами перевозки грузов или НД, действующими на транспорте данного вида	ГОСТ Р 52719 (пункты 6.9.2.1, 11.1.3)
15.2.2	Составные части, внутренняя поверхность которых при эксплуатации трансформатора имеет	Обязательно	



№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы		
15.2.3	Наличие датчика ускорений	По требованию Заказчика	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
<b>15.3</b>	<b>Транспортирование и хранение</b>		
15.3.1	Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды, группа хранения	В соответствии с группой условий хранения по ГОСТ 15150	ГОСТ Р 52719 (пункт 11.1.2)
15.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов по ГОСТ 23216	Л	
15.3.3	Транспортная маркировка, а также все надписи и манипуляционные знаки по ГОСТ 14192	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719 (подпункт 6.9.1.6)
<b>16</b>	<b>Требования к сервисным центрам</b>		
16.1	Наличие сервисного центра на территории РФ (для оборудования, требующего сервисного обслуживания)	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
16.2	Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	1. Разрешительная документация на техническое обслуживание электротехнического оборудования. 2. Перечень и копии выполняемых договоров сервисного обслуживания. 3. Отзывы о проделанной ранее сервисным центром работе (референс-лист).	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
16.3	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания Гарантийного срока	4. Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5. Свидетельства и сертификаты о	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ	
1	2	3	4	
16.4	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев	прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя.		
16.5	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов	6. Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.		
16.6	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	7. Аттестат аккредитации на право проведения соответствующего вида метрологического контроля или действующего договора с организацией, аккредитованной в установленном порядке на право проведения соответствующего вида метрологического контроля		
16.7	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей			
16.8	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона			
16.9	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов			
17	Требования к заводу-изготовителю			
17.1	Анализ состояния производства в соответствии с	Акт о результатах анализа состояния производства		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	Рекомендациями Р 50.3.004		

## **Библиография**

1. СТО 34.01-23.1-001-2017 Объем и нормы испытания электрооборудования, ПАО «Россети».
2. СТО 34.01-3.2-010-2017 Устройства регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой (РПН). Общие технические требования, ПАО «Россети».
3. СТО 34.01-3.2-011-2017 Трансформаторы силовые распределительные 6-10 кВ мощностью 63-2500 кВ·А. Требования к уровню потерь холостого хода и короткого замыкания, ПАО «Россети».
4. РД 16.431-88 Трансформаторы силовые. Расчет электродинамической стойкости при коротком замыкании.