
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ
ПАО «ФСК ЕЭС»

СТО 56947007-
29.180.01.275-2019

**Типовые технические требования к трансформаторам,
автотрансформаторам (распределительным, силовым) классов
напряжения 110 – 750 кВ**

Стандарт организации

Дата введения: 20.12.2019

ПАО «ФСК ЕЭС»
2019

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»; общие положения при разработке и применении стандартов организации – в 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: АО «НТЦ ФСК ЕЭС».
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 20.12.2019 № 468.
4. ВВЕДЁН ВЗАМЕН: СТО 56947007-29.180.091-2011 Типовые технические требования к трансформаторам, автотрансформаторам (распределительным, силовым) классов напряжения 110-750 кВ, утверждённого Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.05.2011 № 275 «Об утверждении стандартов организации с техническими требованиями к основным видам оборудования».

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.

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	3
2	Нормативные ссылки	3
3	Термины и определения, обозначения и сокращения	5
4	Технические требования к силовым трансформаторам класса напряжения 110 кВ	6
5	Технические требования к силовым трансформаторам и автотрансформаторам класса напряжения 220 кВ	29
6	Технические требования к силовым трансформаторам и автотрансформаторам класса напряжения 330 кВ	54
7	Технические требования к силовым трансформаторам и автотрансформаторам класса напряжения 500 кВ	80
8	Технические требования к силовым автотрансформаторам класса напряжения 750 кВ	107
	Библиография	134

1 Область применения

Типовые технические требования на силовые трансформаторы и автотрансформаторы классов напряжения 110 – 750 кВ общего назначения для электрических подстанций переменного тока частотой 50 Гц разработаны с учетом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

Типовые технические требования к трансформаторам и автотрансформаторам включают:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики;
- требования к материалам;
- требования к конструкции;
- требования к надежности;
- требования по безопасности;
- требования по экологии;
- комплект поставки;
- маркировка, упаковка, транспортирование, хранение;
- требования к сервисным центрам;
- требования к заводу-изготовителю.

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. 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 1516.2-97 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции.

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

ГОСТ 7746-15 Трансформаторы тока. Общие технические условия.

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 10693-81 Вводы конденсаторные герметичные на номинальные напряжения 110 кВ и выше. Общие технические условия (с Изменением № 1).

ГОСТ 12965-85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 110 и 150 кВ. Технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

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

ГОСТ 14254-15 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) (с Поправкой).

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 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим воздействующим факторам (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 17544-85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 220, 330, 500 и 750 кВ. Технические условия (с Изменением № 1).

ГОСТ 20243-74 (СТ СЭВ 4493-84) Трансформаторы силовые. Методы испытаний на стойкость при коротком замыкании (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 23865–79 Вводы конденсаторные герметичные на номинальные напряжения 110 кВ и выше. Типы и размеры (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 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 (с Поправкой).

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.

ПНСТ 282-18 Трансформаторы измерительные. Часть 1. Общие технические условия.

ПНСТ 283-18 Трансформаторы измерительные. Часть 2. Общие технические условия на трансформаторы тока (с Поправкой).

3 Термины и определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ 30830.

3.2 Обозначения и сокращения

НД – нормативный документ;

НН – низшее напряжение;

СТО – стандарт организации;

ТН – емкостной трансформатор напряжения;

ТУ – технические условия;

ЭМУ – электромагнитное устройство;

$U_{н.р}$ – наибольшее рабочее напряжение сети;

$K_{дел}$ – коэффициент деления ёмкостного делителя, равный $1 + C2/C1$, где

$C1$ и $C2$ – ёмкости верхней и нижней частей ёмкостного делителя, соответственно.

4 Технические требования к силовым трансформаторам класса напряжения 110 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1	Условия эксплуатации		
1.1	Тип трансформатора	*	
1.2	Номинальное напряжение сети, кВ	110	ГОСТ 721
1.3	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	126	ГОСТ 721
1.4	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.1, таблица 1
1.5	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.7, таблица 2
1.6	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Плюс 40 Плюс 40	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.7	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Минус 45 Минус 60	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.8	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ¹	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта (6 - 9)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	Номинальные параметры и характеристики трансформаторов		
2.1	Номинальное напряжение, кВ	ВН – 115 СН – 11,0; 15,0; 22,0; 38,5 НН – 6,3; 6,6; 10,5; 11,0; 15,0; 22,0; 38,5	ГОСТ 12965, таблица 2
2.2	Номинальная мощность, МВ·А	2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0; 32,0; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0 По согласованию с	ГОСТ 9680, пункт 2; ГОСТ 12965

¹ 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 нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
		основным потребителем допускаются промежуточные значения мощности	
2.3	Номинальная частота, Гц	50	ГОСТ 32144
2.4	Коэффициент трансформации. Предельное отклонение, %: - на основном ответвлении; - на неосновном ответвлении	± 0,5 ± 1	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 5.6, таблица 2, пункт 1
2.5	Схемы и группы соединения обмоток	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, таблицы Б1, Б3, Б8
2.6	Ток холостого хода, %, не более		
	Двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 6
	2,5	1,20	
	4,0	1,20	
	6,3	1,00	
	10,0	0,90	
	16,0	0,25	
	25,0	0,25	
	32,0	0,30	
	40,0	0,30	
	63,0	0,35	
	80,0	0,40	
	100,0	0,45	
	125,0	0,45	
	Трехобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А		Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 7
	6,3	0,96	
	10,0	0,75	
	16,0	0,66	
	25,0	0,30	
	40,0	0,35	
	63,0	0,40	
	80,0	0,48	
2.7	Напряжение короткого замыкания, %		
	Двухобмоточные трансформаторы	ВН-НН 10,5	ГОСТ 12965, таблица 6

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика			Нормативный документ
		1	2	3	
	Двухобмоточные трансформаторы с расщепленной обмоткой НН, мощностью, МВ·А: 25,0-100,0 125,0	ВН-(НН ₁ +НН ₂)	ВН-НН ₁ (НН ₂)	НН ₁ -НН ₂	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 6
		10,5 11,0	20,0 21,0	30,0 30,0	
	Трехобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А 6,3 10,0-40,0 63,0 80,0	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	ГОСТ 12965, таблица 7
		10,5 10,5 10,5 11,0	17,0 17,5 18,0 18,5	6,0 6,5 7,0 7,0	
2.8	Потери холостого хода, кВт, не более				
	Двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А 2,5 4,0 6,3 10,0 16,0 25,0 32,0 40,0 63,0 80,0 100,0 125,0				Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 6
	Трехобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А 6,3 10,0 16,0 25,0 40,0 63,0 80,0				Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 7
					12,5 17,0 21,0 25,0 35,0 45,0 62,0
2.9	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, кВт, не более				
	Двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А 2,5 4,0 6,3 10,0				Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 6
					22,0 30,0 44,0 58,0

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	16,0 25,0 32,0 40,0 63,0 80,0 100,0 125,0	85,0 120,0 170,0 170,0 240,0 310,0 385,0 400,0	
	Трехобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А 6,3 10,0 16,0 25,0 40,0 63,0 80,0	52 76 100 135 195 270 355	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12965, таблица 7
2.10	Предельные отклонения измеряемых параметров трансформаторов от нормированных		
2.10.1	Напряжение КЗ (U_K) основного ответвления (кроме U_K между частями расщепленной обмотки НН) для двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора, указанной в НД как основная пара, %	$\pm 7,5$	ГОСТ Р 52719, таблица 2
2.10.2	Ток холостого хода, %	30	
2.10.3	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, %	10	
2.10.4	Потери холостого хода, %	15	
2.11	Требования к электрической прочности изоляции		
2.11.1	Испытательные напряжения обмотки 110 кВ: - полного грозового импульса, кВ - срезанного грозового импульса, кВ - одноминутное	480 \pm 3 % 550 \pm 3 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	200 ± 1 % 200 ± 1 %	
2.11.2	<p>Испытательные напряжения обмоток низшего и среднего напряжения</p> <p>- полного грозового импульса, кВ для класса напряжения:</p> <p>6 кВ</p> <p>уровень изоляции (а) 40 ± 3 % уровень изоляции а 60 ± 3 % уровень изоляции б; 60 ± 3 %</p> <p>10 кВ</p> <p>уровень изоляции (а) 60 ± 3 % уровень изоляции а 75 ± 3 % уровень изоляции б; 75 ± 3 %</p> <p>20 кВ</p> <p>уровень изоляции (а) 95 ± 3 % уровень изоляции а 125 ± 3 % уровень изоляции б; 125 ± 3 %</p> <p>35 кВ</p> <p>уровень изоляции а 190 ± 3 % уровень изоляции б 190 ± 3 %</p> <p>- срезанного грозового импульса, кВ для класса напряжения:</p> <p>6 кВ</p> <p>уровень изоляции а 70 ± 3 % уровень изоляции б; 70 ± 3 %</p> <p>10 кВ</p> <p>уровень изоляции а 90 ± 3 % уровень изоляции б; 90 ± 3 %</p> <p>20 кВ</p> <p>уровень изоляции а 150 ± 3 % уровень изоляции б; 150 ± 3 %</p> <p>35 кВ</p> <p>уровень изоляции а 220 ± 3 % уровень изоляции б; 220 ± 3 %</p> <p>- одноминутное переменное, кВ, для класса напряжения:</p>		ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>6 кВ</p> <p>уровень изоляции (а)</p> <p>уровень изоляции а</p> <p>уровень изоляции б;</p> <p>10 кВ</p> <p>уровень изоляции (а)</p> <p>уровень изоляции а</p> <p>уровень изоляции б;</p> <p>20 кВ</p> <p>уровень изоляции (а)</p> <p>уровень изоляции а</p> <p>уровень изоляции б;</p> <p>35 кВ</p> <p>уровень изоляции а</p> <p>уровень изоляции б</p>	<p>$20 \pm 1\%$</p> <p>$20 \pm 1\%$</p> <p>$25 \pm 1\%$</p> <p>$28 \pm 1\%$</p> <p>$28 \pm 1\%$</p> <p>$35 \pm 1\%$</p> <p>$50 \pm 1\%$</p> <p>$50 \pm 1\%$</p> <p>$55 \pm 1\%$</p> <p>$80 \pm 1\%$</p> <p>$85 \pm 1\%$</p>	
2.11.3	<p>Испытательные напряжения внутренней и внешней изоляции нейтрали:</p> <p>- одноминутное переменное</p> <p>нейтрали, кВ</p> <p>ввода нейтрали, кВ</p> <p>- полного грозового импульса нейтрали и ввода нейтрали, кВ</p>	<p>$100 \pm 1\%$</p> <p>$110 \pm 1\%$</p> <p>$200 \pm 3\%$</p>	ГОСТ Р 55195, пункты 5.2.4, 5.4.4, 12.3.2
2.12	Требования к нагрузочной способности		
	Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки	ГОСТ Р 52719, ГОСТ 14209, СТО 56947007-29.180.01.116-2012; согласно Приказа Минэнерго России от 08.02.2019 № 81	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.2; ГОСТ 14209; СТО 56947007-29.180.01.116-2012; Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81
2.13	<p>Требование к стойкости при коротком замыкании:</p> <p>- до 40,0 МВ·А включительно</p> <p>- свыше 40,0 МВ·А</p>	<p>Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное сравнение с испытанным прототипом.</p> <p>Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное обоснование по РД 16.431</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 9.3.2.4
2.14	Требования по нагреву		
2.14.1	Превышения		ГОСТ Р 52719,

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	температуры отдельных элементов трансформатора над температурой окружающей среды, °С, не более: - для обмоток; - для масла в верхних слоях; - для магнитопровода и элементов конструкции; - для контактов съемных вводов (при болтовом соединении): в масле в воздухе	65 (для систем охлаждения М, Д, М/Д/ДЦ) 70 (для системы охлаждения М/Д/НДЦ) 60 75 85 65	пункты 6.1.1, 6.1.3
2.14.2	Максимальная температура медных/алюминиевых обмоток при установившихся токах КЗ, °С	250/200	ГОСТ Р 52719, пункт 6.1.5
2.15	Требования к механической прочности		
	Бак должен выдерживать испытание: - избыточным давлением, кПа - при вакууме с остаточным давлением, кПа	50 ⁺⁵ 50 _{-2,5}	ГОСТ Р 52719, пункт Г.18; ГОСТ Р 55014
3	Требования к материалам		
3.1	Показатели масла из бака трансформатора и контактора устройства РПН после заливки - пробивное напряжение, кВ, не менее - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С, не более - влагосодержание, % массы (г/г), не более - класс промышленной	55 0,7 0,001 (10)	СТО 34.01-23.1-001-2017, таблица 31.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	чистоты, не более	9	
3.2	Провод	Провод скальпированный или с эмалевой изоляцией, транспонированный, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4	Требование к контрольным кабелям	Контрольные кабели должны быть изготовлены из материалов, не поддерживающих горение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Требования к конструкции		
4.1	Трансформатор должен быть изготовлен: - с кабельным вводом - для присоединения к элегазовому оборудованию	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, пункты Г.7, Г.8
4.2a	Конструкция трансформатора и вводов должна допускать демонтаж и установку вводов без съема крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Высоковольтные вводы		
4.3.1	Количество на стороне: - ВН - СН - НН, не менее - нейтрали ВН - нейтрали СН	3 3 3 1 1	ГОСТ 12965, пункт 2.3.1.1
4.3.2	Изоляция вводов 110 кВ	Твердая (RIP) изоляция	ГОСТ Р 52719, пункт Г.1
4.3.3	Устанавливаемые на трансформатор высоковольтные вводы на класс напряжения 110		Требования ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	кВ должны быть аттестованы	Обязательно	
4.3.4	Высоковольтные вводы должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Обязательно	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.5	Степень загрязнения установленных на трансформатор высоковольтных вводов	I, II, II*, III, IV	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.6	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов, см/кВ, не менее, в зависимости от степени загрязнения: I, II, II*, III, IV	ГОСТ 9920. СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Встроенные трансформаторы тока		
4.4.1	<p>На вводе ВН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А², при установке на двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: <ul style="list-style-type: none"> до 16,0 25,0-40,0 63,0-80,0 125,0 - номинальный первичный ток, А², при установке на трехобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: <ul style="list-style-type: none"> 6,3-16,0 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>300-200-150-100 600-400-300-200 1000-750-600-400 2000-1500-1000</p> <p>300-200-150-100</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

² По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока с другими номинальными первичными токами.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>25,0 40,0-80,0</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты</p>	<p>600-400-300-200 1000-750-600-400</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5- 100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2	<p>На вводе СН:</p> <p>- количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А², при установке на трансформаторы мощностью, МВ·А:</p> <p>6,3-10,0 16,0-25,0 40,0 63,0; 80,0</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>300-200-150-100 600-400-300-200 1000-750-600-400 3000-2000-1500-1000</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

³ По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока с другими коэффициентами безопасности.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток для измерения для защиты 	<p>номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.3	<p>На вводе нейтрали ВН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А², при установке на трансформаторы мощностью, МВ·А: 6,3-16,0 25,0-125,0 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>300-200-150-100 600-400-300-200</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток для измерения для защиты	3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.4	Метрологические характеристики обмоток трансформаторов тока	В соответствии с п. 6.4.1 ГОСТ 7746	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункт 6.4.1
4.4.5	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки трансформатора на месте эксплуатации	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.6	Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток: - для измерения - для защиты	В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности и первичного тока В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункты 6.4.2, 6.4.3
4.4.7	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабелей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.8	Периодичность проверок (межповерочный интервал), лет, не менее	8	Устанавливается Росстандартом
4.4.9	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.10	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке: - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов испытаний; - копия декларации безопасности; - действующее свидетельство об утверждении типа средств измерений с приложением (описание типа) - наличие действующего свидетельства о поверке		
4.5.1	Вид системы охлаждения	М, Д, комбинированная М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ По согласованию с основным потребителем допускается применение трансформаторов с другими видами системы охлаждения	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2	Компоновка охладителей	Навесная на баке/выносная	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2.1	Конструкция трансформатора должна обеспечивать возможность установки температурных датчиков для контроля степени загрязнения охладителей на входных и выходных патрубках охладителей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3	Наличие на трансформаторе: - патрубков для присоединения системы отбора и утилизации тепла (СОУТ) без слива масла из трансформатора; - штуцера для уравнивания давления масла между контурами трансформатора и контуром отбора тепла	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3.1	Диаметр патрубков для	Устанавливается проектом, в	Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	присоединения СОУТ и тип арматуры	случае отсутствия проекта – изготовителем		ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.4	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	Пластинчатая		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.5	Ручное управление в системах охлаждения	М	Д, М/Д/ДЦ, М/Д/НДЦ	ГОСТ Р 52719, пункт Д.7
		-	Обязательно	
4.5.6	Напряжение питания, В: - электродвигателей вентиляторов переменного тока - цепей управления переменного тока - цепей сигнализации постоянного тока	М	Д, М/Д/ДЦ, М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.6
		-	380	
		-	220	
		-	220	
4.5.7	Автоматическое управление системой охлаждения	М	Д, М/Д/ДЦ, М/Д/НДЦ	ГОСТ Р 52719, пункты Д.1.3, Д.2
		-	Обязательно	
4.5.8	Частотное регулирование вентиляторов и маслонасосов систем охлаждения	М	Д, М/Д/ДЦ, М/Д/НД	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
		-	По требованию основного потребителя	
4.5.9	Срок эксплуатации вентиляторов системы охлаждения, лет, не менее	М	Д, М/Д/ДЦ, М/Д/НД	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
		-	30 (с заменой подшипников)	
4.5.10	Двигатели вентиляторов и маслонасосов	Класс изоляции – не ниже F (для применения частотного регулирования) Изолированный задний подшипник электродвигателя		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Система защиты масла от контакта с окружающим воздухом			
4.6.1	Устройство защиты масла от контакта с окружающим воздухом трансформаторов			ГОСТ Р 52719, пункт 6.5.1.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	мощностью 25 МВ·А и более	Плёночное	
4.6.2	Ёмкость расширителя должна обеспечивать постоянно наличие в нём масла вне зависимости от режима работы трансформатора и температуры окружающей среды	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.6.3	Система дыхания внутриплёночного пространства расширителя должна осуществляться через воздухоосушитель с силикагелем	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.14
4.6.4	Маслоуказатель на расширителе с датчиками минимального и максимального уровня масла («MIN», «MAX»)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.22
4.6.5	Контрольные метки на шкале маслоуказателя для следующих температур масла при климатическом исполнении: У УХЛ, ХЛ	минус 45; плюс 15; плюс 40 °С минус 60; плюс 15; плюс 40 °С	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.7	Устройство регулирования напряжения		
4.7.1	Расположение: - двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: 2,5 4,0; 32,0 6,3 - 125,0 - трёхобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: 6,3 - 80,0	РПН на стороне НН ПБВ на стороне ВН РПН в нейтрали ВН РПН в нейтрали ВН ПБВ на стороне СН	ГОСТ 12965, таблицы 1, 2, 3
4.7.2	Диапазон		ГОСТ 12965,

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	регулирования: - двухобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: 2,5 4,0; 32,0 6,3 - 125,0 - трёхобмоточные трансформаторы мощностью, МВ·А: 6,3 - 80,0	РПН $^{+15}\%$, $^{+10}_{-12}\%$, $^{+10}_{-8}$ ступеней ПБВ $\pm (2 \times 2,5 \%)$ РПН $\pm 16 \%$, ± 9 ступеней РПН $\pm 16 \%$, ± 9 ступеней ПБВ $\pm (2 \times 2,5 \%)$	таблицы 1, 2, 3
4.7.3	Устанавливаемые на трансформатор РПН должны быть аттестованы	Обязательно	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.4	РПН должны соответствовать СТО 34.01-3.2-010-2017	Обязательно	Требования ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.5	Устройство РПН должно быть снабжено: - струйным защитным реле; - датчиком положения; - датчиком температуры с уставкой от минус 25 °С	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.37
4.8	Трансформаторы с учетом применения вида системы охлаждения должны быть снабжены фильтрами: - термосифонным, - термосифонным и адсорбционным	М, Д М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.9	Измеритель температуры обмоток	Обязательно. Измеритель температуры обмоток на основе распределенного оптоволоконного измерения температуры в количестве 2-х датчиков на 1 фазу - по требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.10	Расположение разъёма		ГОСТ Р 52719,

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	бака в трансформаторах с массой активной части более 25 т	Нижнее, если в НД не указано иное	пункт Г.20
4.11	Устройства подъема и перекачки в продольном и поперечном направлениях	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункты Г.46-48, Г.50
4.12	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.13	Масса, кг: - полная - транспортная - масса масла	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.14	Габаритные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.15	Транспортные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.16	Система мониторинга	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования по надежности		
5.1	Наработка на отказ, ч, не менее	25000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.7
5.2	Срок службы, лет не менее	30	
5.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	
5.4	Гарантийный срок эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	
5.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.6	Срок службы до проведения подпрессовки обмоток, лет, не менее	30 (подтверждение испытанием)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 56947007-29.180.01.212-2016

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
6	Требования по безопасности		
6.1	Требования безопасности, в том числе пожарной	Обязательно (протокол испытаний на безопасность)	ГОСТ Р 52719, пункт 7.1; ГОСТ 12.2.007.2; ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 14254
6.2	Заземление баков трансформаторов должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями: - при применении для заземления резьбового соединения диаметр резьбы; - площадь поверхности контактного соединения, мм, не менее; - расположение заземляющего контакта	M12 40 x 40 Внизу бака на стороне НН	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 7.2
6.3	Лестница, прикрепленная к баку и упоры	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.4	Наличие: - отсечного клапана на трубе к расширителю (для трансформаторов мощностью свыше 100 МВ·А) - устройства защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12.2.007.2
6.5	Газовое реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.36
6.6	Вывод заземления активной части наружу бака	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.7	Российская декларация о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.8	Система предупреждения взрыва и пожара	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.9	Конструкция		Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ		
1	2	3	4		
	трансформатора должна предусматривать наличие съемных анкерных столбов (в количестве 2-х) с анкерной точкой для обеспечения безопасной работы персонала на крышке трансформатора (работа на высоте свыше 1,8).	Обязательно	ПАО «ФСК ЕЭС»		
7	Требования по экологии				
7.1	Уровень напряжения радиопомех, измеренный при $1,1U_{н.р}/\sqrt{3}$, мкВ, не более	2500	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»		
7.2	Корректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении, дБА, не более, для трансформаторов типовой мощности, МВ·А:	Система охлаждения	ГОСТ 12.2.024, пункт 1.2, таблицы 1, 2, 3		
		М		Д	ДЦ, НДЦ
	2,5	78,0			
	4,0	80,0			
	6,3	82,0			
	10,0	83,0		87,0	
	16,0			88,0	
	25,0			89,0	
	32,0			90,0	
	40,0			91,0	
	63,0			95,0	
	80,0			98,0	103,0
	125,0	78,0		102,0	106,0
8	Комплект поставки				
8.1	Комплекующие изделия в соответствии с нормативной документацией на трансформатор конкретного типа	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1		
8.2	Масло в полном объеме (транспортное, для дозаливки)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
8.3	<p>Техническая документация на русском языке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - паспорт трансформатора с указанием результатов приемо-сдаточных испытаний; - паспорта комплектующих изделий; - руководство по эксплуатации трансформатора и комплектующих изделий; - инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию трансформатора; - чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на трансформаторы конкретных видов - два экземпляра технической документации в бумажном виде и один экземпляр в электронном виде; паспорт, протоколы ПСИ на трансформатор в бумажном виде и таблицы технических характеристик в электронном виде в редактируемом формате для введения информации в БДО АСУ ТОиР 	Обязательно	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.2; ГОСТ 2.610</p>
9	Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения		
9.1	<p>Маркировка.</p> <p>Наличие таблички на трансформаторе с</p>		<p>ГОСТ Р 52719, пункт 6.9.1.2</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	данными, указанными в ГОСТ Р 52719	Обязательно	
9.2	Упаковка		
9.2.1	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	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	Составные части, внутренняя поверхность которых при эксплуатации трансформатора имеет контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.3	Наличие «Шок-индикатора» на трансформаторе (транспортной упаковке) для контроля условий транспортирования	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.3	Транспортирование и хранение		
9.3.1	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
9.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов	Л	ГОСТ Р 52719, пункт 11.1.2
10	Требования к сервисным центрам		
10.1	Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и	1 Разрешительная документация на техническое обслуживание электротехнического оборудования. 2 Перечень и копии выполняемых договоров сервисного обслуживания.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	постгарантийного ремонта	3 Отзывы о проделанной ранее сервисным центром работе (референс-лист).	
10.2	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 30 лет с даты окончания Гарантийного срока	4 Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5 Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя.	
10.3	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев	6 Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.	
10.4	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов	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	
10.5	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта		
10.6	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей		
10.7	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона		
10.8	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
11	Требования к заводу-изготовителю		
11.1	Анализ состояния производства в соответствии с Рекомендациями Р 50.3.004	Акт о результатах анализа состояния производства	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

* информация представляется Изготовителем

5 Технические требования к силовым трансформаторам и автотрансформаторам класса напряжения 220 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1	Условия эксплуатации		
1.1	Тип трансформатора (автотрансформатора)	*	
1.2	Номинальное напряжения сети, кВ	220	ГОСТ 721
1.3	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	252	ГОСТ 721
1.4	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.1, таблица 1
1.5	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.7, таблица 2
1.6	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Плюс 40 Плюс 40	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.7	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Минус 45 Минус 60	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.8	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ⁴	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта (6 - 9)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	Номинальные параметры и характеристики трансформаторов (автотрансформаторов)		
2.1	Номинальное напряжение, кВ	ВН – 230 СН – 121; 38,5 НН – 6,3; 6,6; 10,5; 11,0; 38,5	ГОСТ 17544, таблицы 2, 3, 4
2.2	Номинальная мощность, МВ·А - трансформаторов	25, 32, 40, 63, 80, 100, 125, 160	ГОСТ 17544, таблицы 2, 3, 4

⁴ 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 нормативному документу, специальное требование заказчика			Нормативный документ
1	2	3			4
	- автотрансформаторов - обмотки НН	63, 125, 200, 250; 32, 63, 80, 100, 125			
2.3	Номинальная частота, Гц	50			ГОСТ 32144
2.4	Коэффициент трансформации. Предельное отклонение: - на основном ответвлении - на неосновном ответвлении	± 0,5 % ± 1 %			ГОСТ Р 52719, пункт 5.6 таблица 2, пункт 1
2.5	Схемы и группы соединений обмоток	Устанавливается основным потребителем			ГОСТ Р 52719, таблицы Б.1, Б.3, Б.4, Б.8
2.6	Ток холостого хода, %, не более:				
	Трансформаторы мощностью, МВ·А:				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	25	0,25			
	32	0,25			
	40	0,30			
	63	0,25			
	80	0,20			
	100	0,60			
	125	0,60			
	160	0,60			
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А:				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	63	0,25			
	125	0,17			
	200	0,15			
	250	0,15			
2.7	Напряжение короткого замыкания, %:				
	Трансформаторы двухобмоточные с расщепленной обмоткой НН мощностью, МВ·А: 25, 32, 40, 63 80, 100, 125, 160	ВН-(НН ₁ +НН ₂)	ВН-НН ₁ (НН ₂)	НН ₁ -НН ₂ не менее	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 7
		11,5	21,0	28,0	
		12,5	23,0	28,0	
	Трансформаторы трёхобмоточные мощностью, МВ·А: 25 40	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	ГОСТ 17544, таблица 8
		12,5	20,0	6,5	
		12,5	22,0	9,5	
	Автотрансформаторы	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	ГОСТ 17544, таблица 9

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика			Нормативный документ
		1	2	3	
1	2	3			4
	мощностью, МВ·А: 63 125 200 250	11,0 11,0 11,0 11,0	35,0 45,0 32,0 32,0	22,0 28,0 20,0 20,0	
2.8	Потери холостого хода, кВт, не более				
	Трансформаторы двухобмоточные мощностью, МВ·А: 25 32 40 63 80 100 125 160		22 30 30 40 55 65 80 120		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	Трансформаторы трёхобмоточные мощностью, МВ·А: 25 40		35 35		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 63 125 200 250		27 50 60 80		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.9	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, кВт, не более				
	Трансформаторы двухобмоточные мощностью, МВ·А: 25 32 40 63 80 100 125 160		120 150 170 245 280 340 460 500		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 7
	Трансформаторы трёхобмоточные мощностью, МВ·А: 25 40		130 200		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 8
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А:				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	63 125 200 250	170 280 345 400	
2.10	Предельные отклонения измеряемых параметров трансформаторов (автотрансформаторов) от нормированных		
2.10.1	Напряжение КЗ (U_K) основного ответвления (кроме U_K между частями расщепленной обмотки НН) для двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора, указанной в НД как основная пара, %	$\pm 7,5$	ГОСТ Р 52719, таблица 2
2.10.2	Потери КЗ на основном ответвлении, %	10	
2.10.3	Потери холостого хода, %	15	
2.10.4	Ток холостого хода, %	30	
2.11	Требования к электрической прочности изоляции:		
2.11.1	Испытательные напряжения обмотки 220 кВ: - полного грозового импульса, кВ - срезанного грозового импульса, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	750 \pm 3 % 835 \pm 3 % 325 \pm 1 % 395 \pm 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1
	Испытательные нормированные длительные напряжения промышленной частоты с измерением характеристик частичных разрядов: - время при испытаниях, мин., не менее: типové	60	ГОСТ Р 55195, пункты 5.5.1, 5.5.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	приёмо-сдаточные - $U_{дл}$, кВ - уровень ЧР, пКл, не более	30 220 250	
2.11.2	Испытательные напряжения обмотки 110 кВ: - полного грозового импульса, кВ - срезанного грозового импульса, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	480 ± 3 % 550 ± 3 % 200 ± 1 % 200 ± 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1
2.11.3	Испытательные напряжения обмотки низшего напряжения: - полного грозового импульса, кВ для класса напряжения: 6 кВ: уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - срезанного грозового импульса, кВ для класса напряжения: 6 кВ: уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	40 ± 3 % 60 ± 3 % 60 ± 3 % 60 ± 3 % 75 ± 3 % 75 ± 3 % 190 ± 3 % 190 ± 3 % 70 ± 3 % 70 ± 3 % 90 ± 3 % 90 ± 3 % 220 ± 3 % 220 ± 3 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>- одноминутное переменное, кВ, для класса напряжения: 6 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б</p>	<p>20 ± 1% 20 ± 1% 25 ± 1% 28 ± 1% 28 ± 1% 35 ± 1% 80 ± 1% 85 ± 1%</p>	
2.11.4	Испытательное одноминутное переменное напряжение нейтрали обмотки ВН, кВ	85	ГОСТ 17544, пункт 2.2.2.1
2.12	Требования по нагрузочной способности		
	Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки	По ГОСТ Р 52719, ГОСТ 14209, СТО 56947007-29.180.01.116-2012; согласно Приказа Минэнерго России от 08.02.2019 № 81	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719; пункт 6.2; ГОСТ 14209; СТО 56947007-29.180.01.116-2012; Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81
2.13	Требования к стойкости при коротких замыканиях трансформаторов (автотрансформаторов) мощностью, МВ·А: - до 40 включительно - свыше 40	Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное сравнение с испытанным прототипом. Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное обоснование по РД 16.431	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 9.3.2.4
2.14	Требования по нагреву		
2.14.1	Превышения температуры отдельных элементов		ГОСТ Р 52719, пункты 6.1.1, 6.1.3

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	трансформатора (автотрансформатора) над температурой окружающей среды, °С, не более: - для обмоток; - для масла в верхних слоях; - для магнитопровода и элементов конструкции; - для контактов съемных вводов (при болтовом соединении): в масле в воздухе	65 (для систем охлаждения М/Д/ДЦ) 70 (для системы охлаждения М/Д/НДЦ) 60 75 85 65	
2.14.2	Максимальная температура медных/алюминиевых обмоток при установившихся токах КЗ, °С	250/200	ГОСТ Р 52719, пункт 6.1.5
2.15	Требования к механической прочности		ГОСТ Р 52719, пункт Г.18; ГОСТ Р 55014
	Бак должен выдерживать испытание: - избыточным давлением, кПа - при вакууме с остаточным давлением, кПа, не более	50 ⁺⁵ 5	
3	Требования к материалам		
3.1	Показатели масла из бака трансформатора (автотрансформатора) и контактора устройства РПН после заливки - пробивное напряжение, кВ, не менее - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С, не более - влагосодержание, % массы (г/г), не более - класс промышленной	60 0,7 0,001 (10)	СТО 34.01-23.1-001-2017, таблица 31.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	чистоты, не более	9	
3.2	Провод	Провод скальпированный или с эмалевой изоляцией, транспонированный, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4	Требование к контрольным кабелям	Контрольные кабели должны быть изготовлены из материалов, не поддерживающих горение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Требования к конструкции		
4.1	Трансформатор (автотрансформатор) должен быть изготовлен: - с кабельным вводом - для присоединения к элегазовому оборудованию	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, пункты Г.7, Г.8
4.2a	Конструкция трансформатора (автотрансформатора) и вводов должна допускать демонтаж и установку вводов без съёма крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Высоковольтные вводы		
4.3.1	Количество на: - ВН - СН - НН, не менее - нейтрали ВН - нейтрали СН	3 3 3 1 1	ГОСТ 17544, пункт 2.5.1.1
4.3.2	Изоляция вводов напряжением, кВ: 220	С твердой (RIP) изоляцией или	ГОСТ Р 52719, пункт Г.1; ГОСТ 10693

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	110	герметичные конденсаторные с твердой (RIP) изоляцией	
4.3.3	Устанавливаемые на трансформатор (автотрансформатор) высоковольтные вводы на классы напряжения 110, 220 кВ должны быть аттестованы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.4	Высоковольтные вводы должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.5	Степень загрязнения установленных на трансформатор (автотрансформатор) высоковольтных вводов	I, II, II*, III, IV	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.6	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов, см/кВ, не менее, в зависимости от степени загрязнения: I, II II*, III, IV	ГОСТ 9920; СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Встроенные трансформаторы тока		
4.4.1	Встроенные трансформаторы тока трансформаторов		
4.4.1.1	На вводе ВН: - количество - номинальный первичный ток, А ² , трансформаторов мощностью, МВ·А: до 63 80, 100, 125 160 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 600-400-300-200 1000-750-600-400 1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p style="text-align: center;">5-100</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">3-20</p> <p style="text-align: center;">0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.1.2	<p>На вводе СН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество - номинальный первичный ток, А², трансформаторов мощностью, МВ·А: 25, 40 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений 	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p style="text-align: center;">1500-1000-750-500 или 3000-2000-1500-1000</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p style="text-align: center;">5- 100</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">3-20</p>	<p style="text-align: center;">Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.1.3	На вводе нейтрали ВН: - количество - номинальный первичный ток, А ² , трансформаторов мощностью, МВ·А: до 63 80, 100, 125, 160 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 600-400-300-200 1000-750-600-400 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5- 100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.2	Встроенные трансформаторы тока автотрансформаторов		
4.4.2.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>- номинальный первичный ток, А², автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 63 125-250</p> <p>- номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты</p>	<p>количестве отличным от 4</p> <p>600-400-300-200 1000-750-600-400</p> <p>5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5- 100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2.2	<p>На вводе СН: - количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А², автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 63 125-250</p> <p>- номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А</p>	<p>4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличным от 4</p> <p>1000-750-600-400 3000-2000-1500-1000</p> <p>5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>5- 100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2.3	<p>На вводе НН:</p> <p>- количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А², при напряжении НН 6 и 10 кВ автотрансформаторов мощностью, МВ·А:</p> <p>63 125-250</p> <p>- номинальный первичный ток, А², при напряжении НН 35 кВ автотрансформаторов мощностью, МВ·А:</p> <p>63 125-250</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>5000 6000</p> <p>1000-750-600-400 3000-2000-1500-1000</p> <p>5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p style="text-align: center;">5- 100</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">3-20</p> <p style="text-align: center;">0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2.4	<p>На отводе общей обмотки одной из фаз со стороны нейтрали:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А², автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 63 125-250 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для 	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p style="text-align: center;">600-400-300-200 1000-750-600-400</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p style="text-align: center;">5- 100</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">3-20</p>	<p style="text-align: center;">Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.3	Метрологические характеристики обмоток трансформаторов тока	В соответствии с п. 6.4.1 ГОСТ 7746	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункт 6.4.1
4.4.4	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки трансформатора на месте эксплуатации	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.5	Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток: - для измерения - для защиты	В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности и первичного тока В соответствии с п. 6.4.3 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункты 6.4.2, 6.4.3
4.4.6	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабелей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.7	Периодичность поверок (межповерочный интервал), лет, не менее	8	Устанавливается Росстандартом
4.4.8	Периодичность и объём технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформаторов (автотрансформаторов)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.9	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке: - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов испытаний; - копия декларации безопасности; - действующее свидетельство об утверждении типа средств измерений с приложением (описание типа) - наличие действующего свидетельства о поверке		
4.5	Система охлаждения		
4.5.1	Вид системы охлаждения	Д, комбинированная М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ По согласованию с основным потребителем допускается применение трансформаторов (автотрансформаторов) с другими видами системы охлаждения	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2	Наличие на трансформаторе (автотрансформаторе): - патрубков для присоединения системы отбора и утилизации тепла (СОУТ) без слива масла из трансформатора; - штуцера для уравнивания давления масла между контурами трансформатора и контуром отбора тепла	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2.1	Диаметр патрубков для присоединения СОУТ и тип арматуры	Устанавливается проектом, в случае отсутствия проекта – изготовителем	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3	Шкафы автоматического управления	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.3
4.5.4	Компоновка охладителей	Навесная на баке/выносная	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.4.1	Конструкция		Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	трансформатора (автотрансформатора) должна обеспечивать возможность установки температурных датчиков для контроля степени загрязнения охладителей на входных и выходных патрубках охладителей	Обязательно	ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.5	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	Пластинчатая	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.6	Ручное управление в системах охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.7
4.5.7	Напряжение питания, В: - электродвигателей вентиляторов переменного тока, - цепей управления переменного тока, - цепей сигнализации постоянного тока	380 220 220	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.6
4.5.8	Автоматическое управление системой охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.2
4.5.9	Частотное регулирование вентиляторов и маслонасосов систем охлаждения	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.10	Срок эксплуатации вентиляторов системы охлаждения, лет, не менее	30 (с заменой подшипников)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.11	Двигатели вентиляторов и маслонасосов	Класс изоляции – не ниже F (для применения частотного регулирования) Изолированный задний подшипник электродвигателя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Система защиты масла от контакта с окружающим воздухом		
4.6.1	Устройство защиты масла от контакта с окружающим воздухом трансформаторов мощностью 25 МВ·А	Плёночное По требованию основного потребителя допускается устанавливать пленочную	ГОСТ Р 52719, пункт 6.5.1.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
		защиту на трансформаторах мощностью менее 25 МВ·А	
4.6.2	Ёмкость расширителя должна обеспечивать постоянно наличие в нём масла вне зависимости от режима работы трансформатора (автотрансформатора) и температуры окружающей среды	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.6.3	Система дыхания внутриплёночного пространства расширителя должна осуществляться через воздухоосушитель с силикагелем	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.14
4.6.4	Маслоуказатель на расширителе с датчиками минимального и максимального уровня масла («MIN», «MAX»)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.22
4.6.5	Контрольные метки на шкале маслоуказателя для следующих температур масла при климатическом исполнении: У УХЛ, ХЛ	минус 45; плюс 15; плюс 40 °С минус 60; плюс 15; плюс 40 °С	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.7	Устройство регулирования напряжения		
4.7.1	Расположение: - двухобмоточные трансформаторы - трёхобмоточные трансформаторы - автотрансформаторы	РПН на стороне НН РПН на стороне ВН в нейтрали ПБВ на стороне СН РПН в линии СН	ГОСТ 17544, таблицы 2, 3, 4
4.7.2	Диапазон регулирования: - двухобмоточные трансформаторы	РПН ±12 %, ±12 ступеней	ГОСТ 17544, таблицы 2, 3, 4

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- трёхобмоточные трансформаторы на стороне ВН на стороне СН - автотрансформаторы мощностью: 63 125 200 250	РПН $\pm 12\%$, ± 12 ступеней ПБВ $\pm 2 \times 2,5\%$ РПН $\pm 12\%$, ± 8 ступеней РПН $\pm 12\%$, ± 6 ступеней РПН $\pm 12\%$, ± 6 ступеней РПН $\pm 12\%$, ± 6 ступеней	
4.7.3	Устанавливаемые на трансформатор (автотрансформатор) РПН должны быть аттестованы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.4	РПН должны соответствовать СТО 34.01-3.2-010-2017	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.5	Устройство РПН должно быть снабжено: - струйным защитным реле; - датчиком положения; - датчиком температуры с уставкой от минус 25 °С	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.37
4.8	Трансформаторы (автотрансформаторы) с учетом применения вида системы охлаждения должны быть снабжены фильтрами: - термосифонным и адсорбционным	М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.9	Измеритель температуры обмоток	Обязательно. Измеритель температуры обмоток на основе распределенного оптоволоконного измерения температуры в количестве 2-х датчиков на 1 фазу - по требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.10	Расположение разъёма бака в трансформаторах (автотрансформаторах) с		ГОСТ Р 52719, пункт Г.20

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	массой активной части более 25 т	Нижнее, если в НД не указано иное	
4.11	Устройства подъема и перекачки в продольном и поперечном направлениях	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункты Г.46-48, Г.50
4.12	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.13	Масса, кг: - полная - транспортная - масса масла	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.14	Габаритные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.15	Транспортные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.16	Система мониторинга	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования по надежности		
5.1	Наработка на отказ, ч, не менее	25000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.7
5.2	Срок службы, лет не менее	30	
5.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	
5.4	Гарантийный срок эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	
5.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора (автотрансформатора)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.6	Срок службы до проведения подпрессовки обмоток, лет, не менее	30 (подтверждение испытанием)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 56947007-29.180.01.212-2016

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
6	Требования по безопасности		
6.1	Требования безопасности, в том числе пожарной	Обязательно (протокол испытаний на безопасность)	ГОСТ Р 52719, пункт 7.1; ГОСТ 12.2.007.2; ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 14254
6.2	Заземление баков трансформаторов (автотрансформаторов) должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями: - при применении для заземления резьбового соединения диаметр резьбы; - площадь поверхности контактного соединения, мм, не менее; - расположение заземляющего контакта	M12 40 x 40 Внизу бака на стороне НН	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 7.2
6.3	Лестница, прикрепленная к баку и упоры	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.4	Наличие: - отсечного клапана на трубе к расширителю (для трансформаторов и автотрансформаторов мощностью свыше 100 МВ·А) - устройства защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12.2.007.2
6.5	Газовое реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.36
6.6	Вывод заземления активной части наружу бака	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.7	Российская декларация о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.8	Система предупреждения взрыва	По требованию основного	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ	
1	2	3	4	
	и пожара	потребителя		
6.9	Конструкция трансформатора (автотрансформатора) должна предусматривать наличие съемных анкерных столбов (в количестве 2-х) с анкерной точкой для обеспечения безопасной работы персонала на крышке трансформатора (работа на высоте свыше 1,8).	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
7	Требования по экологии			
7.1	Уровень напряжения радиопомех, измеренный при $1,1U_{н.р}/\sqrt{3}$, мкВ, не более	2500	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
7.2	Корректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении, дБА, не более, для трансформаторов (автотрансформаторов) типовой мощности, МВ·А:	Система охлаждения		
		Д	ДЦ, НДЦ	
		32	94	
		40	97	
		63	99	105
		80	102	107
		125	105	108
		200		110
	250		112	
8	Комплект поставки			
8.1	Комплектуемые изделия в соответствии с нормативной документацией на трансформатор (автотрансформатор) конкретного типа	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1	
8.2	Масло в полном объеме		ГОСТ Р 52719,	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	(транспортное, для дозаливки)	Обязательно	пункт 6.8.1
8.3	<p>Техническая документация на русском языке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - паспорт трансформатора (автотрансформатора) с указанием результатов приемо-сдаточных испытаний; - паспорта комплектующих изделий; - руководство по эксплуатации трансформатора (автотрансформатора) и комплектующих изделий; - инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию трансформатора (автотрансформатора); - чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на трансформаторы (автотрансформаторы) конкретных видов - два экземпляра технической документации в бумажном виде и один экземпляр в электронном виде; паспорт, протоколы ПСИ на трансформатор в бумажном виде и таблицы технических характеристик в электронном виде в редактируемом формате для введения 	Обязательно	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;</p> <p>ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.2;</p> <p>ГОСТ 2.610</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	информации в БДО АСУ ТООиР		
9	Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения		
9.1	Маркировка. Наличие таблички на трансформаторе (автотрансформаторе) с данными, указанными в ГОСТ Р 52719	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.9.1.2
9.2	Упаковка		
9.2.1	Трансформатор (автотрансформатор), 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	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	Составные части, внутренняя поверхность которых при эксплуатации трансформатора (автотрансформатора) имеет контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.3	Наличие «Шок-индикатора» на трансформаторе (автотрансформаторе) (транспортной упаковке) для контроля условий транспортирования	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.3	Транспортирование и хранение		
9.3.1	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
9.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов	Л	ГОСТ Р 52719, пункт 11.1.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
10	Требования к сервисным центрам		
10.1	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»
10.2	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 30 лет с даты окончания Гарантийного срока	4 Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5 Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала,	
10.3	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев	подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя. 6 Сертификаты, паспорт и иные документы,	
10.4	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов	подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей. 7 Аттестат аккредитации на право проведения соответствующего вида	
10.5	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	метрологического контроля или действующего договора с организацией, аккредитованной в установленном порядке на право проведения соответствующего вида	
10.6	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей	метрологического контроля	
10.7	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона		
10.8	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
11	Требования к заводу-изготовителю		
11.1	Анализ состояния производства в соответствии с Рекомендациями Р 50.3.004	Акт о результатах анализа состояния производства	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

* Информация представляется Изготовителем.

6 Технические требования к силовым трансформаторам и автотрансформаторам класса напряжения 330 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1	Условия эксплуатации		
1.1	Тип трансформатора (автотрансформатора)	*	
1.2	Номинальное напряжения сети, кВ	330	ГОСТ 721
1.3	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	363	ГОСТ 721
1.4	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.1, таблица 1
1.5	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.7, таблица 2
1.6	Верхнее рабочее		ГОСТ 15150, пункт

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Плюс 40 Плюс 40	3.2, таблица 3
1.7	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Минус 45 Минус 60	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.8	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ⁵	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта (6 - 9)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	Номинальные параметры и характеристики трансформаторов (автотрансформаторов)		
2.1	Номинальное напряжение, кВ: ВН СН НН	330; 330/√3 115; 230/√3 6,3; 6,6; 10,50; 11,00; 15,0; 22,0; 38,50	ГОСТ 17544
2.2	Номинальная мощность, МВ·А - трансформаторов - автотрансформаторов - обмотки НН автотрансформаторов	63, 80, 125 125, 133, 200, 250; 33, 63, 80, 100, 400	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблицы 2, 4
2.3	Номинальная частота, Гц	50	ГОСТ 32144
2.4	Коэффициент трансформации. Предельное отклонение: - на основном ответвлении - на неосновном ответвлении	± 0,5 % ± 1 %	ГОСТ Р 52719, пункт 5.6 таблица 2, пункт 1
2.5	Схемы и группы соединений обмоток	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, таблицы Б.1, Б.5, Б.8
2.6	Ток холостого хода, %, не более:		
	Трансформаторы		Требование

⁵ 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 нормативному документу, специальное требование заказчика			Нормативный документ
1	2	3			4
	мощностью, МВ·А: 63 80 125				ПАО «ФСК ЕЭС»
	0,25 0,25 0,25				
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 125 200 133 250 400				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	0,17 0,17 0,2 0,17 0,25				
2.7	Напряжение короткого замыкания, %:				
	Трансформаторы мощностью, МВ·А: 63 80 125	ВН-(НН ₁ +НН ₂)	ВН-НН ₁ (НН ₂)	НН ₁ -НН ₂ не менее	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 7
	11,0 11,0 12,5	18,5 20,5 23,0	28,0 28,0 37,0		
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 125 200 133 250 400	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	ГОСТ 17544, таблица 9
	10,0 10,5 9,0 10,5 -	35,0 38,0 60,0 54,0 11,0	24,0 25,0 48,0 42,0 -		
2.8	Потери холостого хода, кВт, не более				
	Трансформаторы мощностью, МВ·А: 63 80 125				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	55 65 80				
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 125 200 133 250 400				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 9
	90 105 45 110 180				
2.9	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, кВт, не более				
	Трансформаторы мощностью, МВ·А: 63 80 125				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	220 230 380				
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 125				Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 9
	315 470				

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	200 133 250 400	225 510 720	
2.10	Предельные отклонения измеряемых параметров трансформаторов (автотрансформаторов) от нормированных		
2.10.1	Напряжение КЗ (U_K) основного ответвления (кроме U_K между частями расщепленной обмотки НН) для двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора, указанной в НД как основная пара, %	$\pm 7,5$	ГОСТ Р 52719, таблица 2
2.10.2	Потери КЗ на основном ответвлении, %	10	
2.10.3	Потери холостого хода, %	15	
2.10.4	Ток холостого хода, %	30	
2.11	Требования к электрической прочности изоляции:		
2.11.1	Испытательные напряжения обмотки 330 кВ: - полного грозового импульса, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - срезанного грозового импульса, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - коммутационного импульса, относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - коммутационного импульса, между фазами, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - одноминутное переменное напряжение	$950 \pm 3 \%$ $1050 \pm 3 \%$ $1050 \pm 3 \%$ $1150 \pm 3 \%$ $850 \pm 3 \%$ $950 \pm 3 \%$ $1250 \pm 3 \%$ $1425 \pm 3 \%$	ГОСТ Р 55195, таблица 5.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	395 ± 1 % 460 ± 1 % 525 ± 1 % 575 ± 1 %	
	Испытательные нормированные длительные напряжения промышленной частоты с измерением характеристик частичных разрядов: - время при испытаниях, мин., не менее: типовые приёмо-сдаточные - U _{дл} , кВ - уровень ЧР, пКл, не более	60 30 295 250	ГОСТ Р 55195, пункты 5.5.1, 5.5.2
2.11.2	Испытательные напряжения обмотки 220 кВ: - полного грозового импульса относительно земли и между фазами, кВ - срезанного грозового импульса относительно земли и между фазами, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	750 ± 3 % 835 ± 3 % 325 ± 1 % 395 ± 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1
2.11.3	Испытательные напряжения обмотки 110 кВ: - полного грозового импульса, кВ - срезанного грозового импульса, кВ - одноминутное	480 ± 3 % 550 ± 3 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	200 ± 1 % 200 ± 1 %	
2.11.4	<p>Испытательные напряжения обмотки низшего напряжения: - полного грозового импульса, кВ для класса напряжения: 6 кВ: уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б</p> <p>- срезанного грозового импульса, кВ для класса напряжения: 6 кВ: уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б</p> <p>- одноминутное переменное, кВ, для класса напряжения: 6 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б;</p>	<p>40 ± 3 % 60 ± 3 % 60 ± 3 % 60 ± 3 % 75 ± 3 % 75 ± 3 % 190 ± 3 % 190 ± 3 % 70 ± 3 % 70 ± 3 % 90 ± 3 % 90 ± 3 % 220 ± 3 % 220 ± 3 % 20 ± 1% 20 ± 1% 25 ± 1% 28 ± 1% 28 ± 1% 35 ± 1%</p>	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	80 ± 1% 85 ± 1%	
2.11.4	Испытательное одноминутное переменное напряжение нейтрали обмотки ВН, кВ	85	ГОСТ 17544, пункт 2.2.2.1
2.12	Требования по нагрузочной способности		
	Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки	По ГОСТ Р 52719, ГОСТ 14209, СТО 56947007-29.180.01.116-2012; согласно Приказа Минэнерго России от 08.02.2019 № 81	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.2; ГОСТ 14209; СТО 56947007-29.180.01.116-2012; Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81
2.13	Требования к стойкости при коротких замыканиях	Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное обоснование по РД 16.431	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 9.3.2.4
2.14	Требования по нагреву		
2.14.1	Превышения температуры отдельных элементов трансформатора (автотрансформатора) над температурой окружающей среды, °С, не более: - для обмоток; - для масла в верхних слоях; - для магнитопровода и элементов конструкции; - для контактов съемных вводов (при болтовом соединении): в масле в воздухе	65 (для систем охлаждения М/Д/ДЦ) 70 (для системы охлаждения М/Д/НДЦ) 60 75 85 65	ГОСТ Р 52719, пункты 6.1.1, 6.1.3
2.14.2	Максимальная температура		ГОСТ Р 52719, пункт 6.1.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	медных/алюминиевых обмоток при установившихся токах КЗ, °С	250/200	
2.15	Требования к механической прочности		
	Бак должен выдерживать испытание: - избыточным давлением, кПа - при вакууме с остаточным давлением, кПа, не более	50 ⁺⁵ 5	ГОСТ Р 52719, пункт Г.18; ГОСТ Р 55014
3	Требования к материалам		
3.1	Показатели масла из бака трансформатора (автотрансформатора) и контактора устройства РПН после заливки - пробивное напряжение, кВ, не менее - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С, не более - влагосодержание, % массы (г/г), не более - класс промышленной чистоты, не более	60 0,7 0,001 (10) 9	СТО 34.01-23.1-001-2017, таблица 31.2
3.2	Провод	Провод скальпированный или с эмалевой изоляцией, транспонированный, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4	Требование к контрольным кабелям	Контрольные кабели должны быть изготовлены из материалов, не поддерживающих горение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Требования к конструкции		
4.1	Трансформатор (автотрансформатор) должен быть изготовлен:	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, пункты Г.7, Г.8

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- с кабельным вводом - для присоединения к элегазовому оборудованию		
4.2а	Конструкция трансформатора (автотрансформатора) и вводов должна допускать демонтаж и установку вводов без съёма крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Высоковольтные вводы		
4.3.1	Количество: - трансформатор: ВН НН, не менее нейтрали ВН - трехфазный автотрансформатор: ВН СН НН, не менее нейтрали ВН - однофазный автотрансформатор: ВН СН НН, не менее нейтрали	3 6 1 3 3 3 1 1 1 2 1	ГОСТ 17544, пункт 2.5.1.1
4.3.2	Изоляция вводов напряжением, кВ: 330 и 220 110	С твердой (RIP) изоляцией или герметичные конденсаторные С твердой (RIP) изоляцией	ГОСТ Р 52719, пункт Г.1; ГОСТ 10693
4.3.3	Устанавливаемые на трансформатор (автотрансформатор) высоковольтные вводы на классы напряжения 110-330 кВ должны быть		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	аттестованы	Обязательно	
4.3.4	Высоковольтные вводы должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.5	Степень загрязнения установленных на трансформатор (автотрансформатор) высоковольтных вводов	I, II, II*, III, IV	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.6	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов, см/кВ, не менее, в зависимости от степени загрязнения: I, II II*, III, IV	ГОСТ 9920; СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Встроенные трансформаторы тока		
4.4.1	Встроенные трансформаторы тока трансформаторов		
4.4.1.1	<p>На вводе ВН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>600-400-300-200</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;</p> <p>ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.1.2	<p>На вводе нейтрали ВН: - количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>600-400-300-200 1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.2	Встроенные трансформаторы тока автотрансформаторов		
4.4.2.1	<p>На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А², трехфазные однофазные</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>1000-750-600-400 2000-1500-1000-750</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>двухобмоточные</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p>2000-1500-1000-750</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2.2	<p>На вводе СН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А², для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 125-200 133-250 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>2000-1500-1000 2000-1500-1000-750</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.2.3	В каждой фазе (для однофазных автотрансформаторов в каждом вводе) НН: - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А ² , при напряжении НН 6 и 10 кВ для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 125, 200, 250 133 400 - номинальный первичный ток, А ² , при напряжении НН 35 кВ автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 125 133, 200 - номинальный вторичный ток, А. для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 125, 133, 200, 250 400 - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка,	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 6000 5000 4000-3000-2000-1000 1000-750-600-400 3000-2000-1500-1000 5 1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.2.4	На отводе одной из фаз общей обмотки со стороны нейтрали трехфазных автотрансформаторов: - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 1000-750-600-400 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	для защиты	5P; 10P	
4.4.2.5	<p>На вводе нейтрали однофазных автотрансформаторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения <p>для защиты</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>1000-750-600-400</p> <p>5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>
4.4.3	Метрологические характеристики обмоток трансформаторов тока	В соответствии с п. 6.4.1 ГОСТ 7746	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункт 6.4.1
4.4.4	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки трансформатора на месте эксплуатации	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.5	Пределы допускаемых погрешностей		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток: - для измерения - для защиты	В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности и первичного тока В соответствии с п. 6.4.3 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности	ГОСТ 7746, пункты 6.4.2, 6.4.3
4.4.6	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабелей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.7	Периодичность проверок (межповерочный интервал), лет, не менее	8	Устанавливается Росстандартом
4.4.8	Периодичность и объём технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора (автотрансформатора)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.9	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке: - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов испытаний; - копия декларации безопасности; - действующее свидетельство об утверждении типа средств измерений с приложением (описание типа); - наличие действующего свидетельства о поверке	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610
4.5	Система охлаждения		
4.5.1	Вид системы охлаждения	Комбинированная М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ .	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
		По согласованию с основным потребителем допускается применение трансформаторов (автотрансформаторов) с другими видами системы охлаждения	
4.5.2	Наличие на трансформаторе (автотрансформаторе): - патрубков для присоединения системы отбора и утилизации тепла (СОУТ) без слива масла из трансформатора (автотрансформатора); - штуцера для уравнивания давления масла между контурами трансформатора и контуром отбора тепла	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2.1	Диаметр патрубков для присоединения СОУТ и тип арматуры	Устанавливается проектом, в случае отсутствия проекта – изготовителем	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3	Шкафы автоматического управления	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.3
4.5.4	Компоновка охладителей	Навесная на баке/выносная	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.4.1	Конструкция трансформатора (автотрансформатора) должна обеспечивать возможность установки температурных датчиков для контроля степени загрязнения охладителей на входных и выходных патрубках охладителей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.5	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	Пластинчатая	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.6	Ручное управление в системах охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.7
4.5.7	Напряжение питания, В: - электродвигателей		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вентиляторов переменного тока, - цепей управления переменного тока, - цепей сигнализации постоянного тока	380 220 220	ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.6,
4.5.8	Автоматическое управление системой охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.2
4.5.9	Частотное регулирование вентиляторов и маслонасосов систем охлаждения	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.10	Срок эксплуатации вентиляторов системы охлаждения, лет, не менее	30 (с заменой подшипников)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.11	Двигатели вентиляторов и маслонасосов	Класс изоляции – не ниже F (для применения частотного регулирования) Изолированный задний подшипник электродвигателя.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Система защиты масла от контакта с окружающим воздухом		
4.6.1	Устройство защиты масла от контакта с окружающим воздухом	Плёночное	ГОСТ Р 52719, пункт 6.5.1.2
4.6.2	Ёмкость расширителя должна обеспечивать постоянно наличие в нём масла вне зависимости от режима работы трансформатора (автотрансформатора) и температуры окружающей среды	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.6.3	Система дыхания внутриплёночного пространства расширителя должна осуществляться через воздухоосушитель с силикагелем	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.14
4.6.4	Маслоуказатель на расширителе датчиками минимального и		ГОСТ Р 52719, пункт Г.22

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	максимального уровня масла («MIN», «MAX»)	Обязательно	
4.6.5	Контрольные метки на шкале маслоуказателя для следующих температур масла при климатическом исполнении: У УХЛ, ХЛ	минус 45; плюс 15; плюс 40 °С минус 60; плюс 15; плюс 40 °С	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.7	Устройство регулирования напряжения		
4.7.1	Расположение: - двухобмоточные трансформаторы - автотрансформаторы	РПН в нейтрале ВН РПН в линии СН	ГОСТ 17544, таблицы 2, 4
4.7.2	Диапазон регулирования: - двухобмоточные трансформаторы - автотрансформаторы	РПН ±12 %, ±12 ступеней; ± 12 %, ± 8 ступеней РПН ±12 %, ±6 ступеней	ГОСТ 17544, таблицы 2, 4
4.7.3	Устанавливаемые на трансформатор (автотрансформатор) РПН должны быть аттестованы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.4	РПН должны соответствовать СТО 34.01-3.2-010-2017	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.5	Устройство РПН должно быть снабжено: - струйным защитным реле; - датчиком положения; - датчиком температуры с уставкой от минус 25 °С	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.37
4.8	Трансформаторы (автотрансформаторы) с учетом применения вида системы охлаждения должны быть снабжены фильтрами: - термосифонным и адсорбционным	М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
4.9	Измеритель температуры обмоток	Обязательно. Измеритель температуры обмоток на основе распределенного оптоволоконного измерения температуры в количестве 2-х датчиков на 1 фазу - по требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.10	Расположение разъёма бака в трансформаторах (автотрансформаторах) с массой активной части более 25 т	Нижнее, если в НД не указано иное	ГОСТ Р 52719, пункт Г.20
4.11	Устройства подъёма и перекачки в продольном и поперечном направлениях	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункты Г.46-48, Г.50
4.12	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.13	Масса, кг: - полная - транспортная - масса масла	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.14	Габаритные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.15	Транспортные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.16	Система мониторинга	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования по надежности		
5.1	Наработка на отказ, час., не менее	25000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.7
5.2	Срок службы, лет не менее	30	
5.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	
5.4	Гарантийный срок		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	
5.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора (автотрансформатора)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.6	Срок службы до проведения подпрессовки обмоток, лет, не менее	30 (подтверждение испытанием)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 56947007-29.180.01.212-2016
6	Требования по безопасности		
6.1	Требования безопасности, в том числе пожарной	Обязательно (протокол испытаний на безопасность)	ГОСТ Р 52719, пункт 7.1; ГОСТ 12.2.007.2; ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 14254
6.2	Заземление баков трансформаторов (автотрансформаторов) должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями: - при применении для заземления резьбового соединения диаметр резьбы; - площадь поверхности контактного соединения , мм, не менее; - расположение заземляющего контакта	M12 40 x 40 Внизу бака на стороне НН	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 7.2
6.3	Лестница, прикрепленная к баку и упоры	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.4	Наличие: - отсечного клапана на трубе к расширителю (для трансформаторов и автотрансформаторов мощностью свыше 100 МВ·А) - устройства защиты	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12.2.007.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ	
1	2	3	4	
	бака от повреждения внутренним давлением			
6.5	Газовое реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.36	
6.6	Вывод заземления активной части наружу бака	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
6.7	Российская декларация о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
6.8	Система предупреждения взрыва и пожара	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
6.9	Конструкция трансформатора (автотрансформатора) должна предусматривать наличие съемных анкерных столбов (в количестве 2-х) с анкерной точкой для обеспечения безопасной работы персонала на крышке трансформатора (работа на высоте свыше 1,8).	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
7	Требования по экологии			
7.1	Уровень напряжения радиопомех, измеренный при $1,1U_{н.р}/\sqrt{3}$, мкВ, не более	2500	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»	
7.2	Корректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении, дБА, не более, для трансформаторов и автотрансформаторов типовой мощности, МВ·А:	Система охлаждения		
		Д	ДЦ, НДЦ	
		63	99	105
		80	102	107
		125	105	108
	200		110	
			ГОСТ 12.2.024, пункт 1.2, таблицы 2, 3	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	250		112	
	400		114	
8	Комплект поставки			
8.1	Комплекующие изделия в соответствии с нормативной документацией на трансформатор (автотрансформатор) конкретного типа	Обязательно		ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.2	Масло в полном объеме (транспортное, для дозаливки)	Обязательно		ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.3	Техническая документация на русском языке: - паспорт трансформатора (автотрансформатора) с указанием результатов приемо-сдаточных испытаний; - паспорта комплекующих изделий; - руководство по эксплуатации трансформатора (автотрансформатора) и комплекующих изделий; - инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию трансформатора (автотрансформатора); - чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на трансформаторы (автотрансформаторы) конкретных видов - два экземпляра технической	Обязательно		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.2; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	документации в бумажном виде и один экземпляр в электронном виде; паспорт, протоколы ПСИ на трансформатор в бумажном виде и таблицы технических характеристик в электронном виде в редактируемом формате для введения информации в БДО АСУ ТОиР		
9	Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения		
9.1	Маркировка. Наличие таблички на трансформаторе (автотрансформаторе) с данными, указанными в ГОСТ Р 52719	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.9.1.2
9.2	Упаковка		
9.2.1	Трансформатор (автотрансформатор), 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	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	Составные части, внутренняя поверхность которых при эксплуатации трансформатора (автотрансформатора) имеет контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.3	Наличие «Шок-индикатора» на трансформаторе (автотрансформаторе) (транспортной упаковке) для контроля условий транспортирования	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
9.3	Транспортирование и хранение		
9.3.1	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
9.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов	Л	ГОСТ Р 52719, пункт 11.1.2
10	Требования к сервисным центрам		
10.1	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). 4 Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5 Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя. 6 Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей. 7 Аттестат аккредитации на право проведения соответствующего вида метрологического контроля или действующего договора с организацией, аккредитованной в	
10.2	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 30 лет с даты окончания Гарантийного срока		
10.3	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев		
10.4	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов		
10.5	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления		
Требование ПАО «ФСК ЕЭС»			

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	гарантийного и постгарантийного ремонта	установленном порядке на право проведения соответствующего вида метрологического контроля	
10.6	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей		
10.7	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона		
10.8	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
11	Требования к заводу-изготовителю		
11.1	Анализ состояния производства в соответствии с Рекомендациями Р 50.3.004	Акт о результатах анализа состояния производства	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

* Информация представляется Изготовителем.

7 Технические требования к автотрансформаторам класса напряжения 500 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1	Условия эксплуатации		
1.1	Тип автотрансформатора	*	
1.2	Номинальное напряжения сети, кВ	500	ГОСТ 721
1.3	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	525	ГОСТ 721
1.4	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.1, таблица 1
1.5	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.7, таблица 2
1.6	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Плюс 40 Плюс 40	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.7	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Минус 45 Минус 60	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.8	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ⁶	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта (6 - 9)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	Номинальные параметры и характеристики		
2.1	Номинальное напряжение, кВ: ВН СН НН	500; 500√3 121; 330/√3; 230/√3 10,50; 11,00; 38,50	ГОСТ 17544
2.2	Номинальные мощности обмоток, МВ·А - автотрансформаторов - обмотки НН	167, 250, 267, 500 33; 55; 67; 83; 100; 120; 500	ГОСТ 17544, таблица 4

⁶ 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 нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ															
1	2	3	4															
2.3	Номинальная частота, Гц	50	ГОСТ 32144															
2.4	Коэффициент трансформации. Предельное отклонение: - на основном ответвлении - на неосновном ответвлении	$\pm 0,5 \%$ $\pm 1 \%$	ГОСТ Р 52719, пункт 5.6 таблица 2, пункт 1															
2.5	Схемы и группы соединений обмоток	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, таблицы Б.4, Б.5, Б.6															
2.6	Ток холостого хода, %, не более: Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 167 250 267 500	0,10 0,15 0,11 0,15	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»															
2.7	Напряжение короткого замыкания, %: Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 167 250 267 500	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ВН-СН</th> <th>ВН-НН</th> <th>СН-НН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11,0</td> <td>35,0</td> <td>21,5</td> </tr> <tr> <td>13,0</td> <td>33,0</td> <td>18,5</td> </tr> <tr> <td>11,5</td> <td>37,0</td> <td>23,0</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>12,0</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	11,0	35,0	21,5	13,0	33,0	18,5	11,5	37,0	23,0	-	12,0	-	ГОСТ 17544, таблица 9
ВН-СН	ВН-НН	СН-НН																
11,0	35,0	21,5																
13,0	33,0	18,5																
11,5	37,0	23,0																
-	12,0	-																
2.8	Потери холостого хода, кВт, не более Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 167 250 267 500	50 130 85 140	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»															
2.9	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, кВт, не более Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 167 250 267 500	280 600 420 1000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»															
2.10	Предельные отклонения измеряемых параметров автотрансформаторов от нормированных																	
2.10.1	Напряжение КЗ (U_K) основного ответвления (кроме U_K между частями расщепленной обмотки НН) для		ГОСТ Р 52719, таблица 2															

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора, указанной в НД как основная пара, %	$\pm 7,5$	
2.10.2	Потери КЗ на основном ответвлении, %	10	
2.10.3	Потери холостого хода, %	15	
2.10.4	Ток холостого хода, %	30	
2.11	Требования к электрической прочности изоляции:		
2.11.1	<p>Испытательные напряжения обмотки 500 кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - полного грозового импульса, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1300 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1550 \pm 3 \%$ - срезанного грозового импульса, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1400 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1650 \pm 3 \%$ - коммутационного импульса, относительно земли, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1050 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1230 \pm 3 \%$ - коммутационного импульса, между фазами, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1575 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1845 \pm 3 \%$ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $570 \pm 1 \%$ уровень изоляции б $630 \pm 1 \%$ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $800 \pm 1 \%$ уровень изоляции б $830 \pm 1 \%$ 		ГОСТ Р 55195, таблица 5.2
	Испытательные нормированные длительные напряжения		ГОСТ Р 55195, пункты 5.5.1, 5.5.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	земли и между фазами, кВ - срезанного грозового импульса относительно земли и между фазами, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	750 ± 3 % 835 ± 3 % 325 ± 1 % 395 ± 1 %	
2.11.4	Испытательные напряжения обмотки 110 кВ: - полного грозового импульса, кВ - срезанного грозового импульса, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение между фазами, кВ	480 ± 3 % 550 ± 3 % 200 ± 1 % 200 ± 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1
2.11.5	Испытательные напряжения обмотки низшего напряжения: - полного грозового импульса, кВ, для класса напряжения: 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б; - срезанного грозового импульса, кВ, для класса напряжения: 10 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а	60 ± 3 % 75 ± 3 % 75 ± 3 % 190 ± 3 % 190 ± 3 % 90 ± 3 % 90 ± 3 % 220 ± 3 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	уровень изоляции б; - одноминутное переменное, кВ, для класса напряжения: 10 кВ уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б; 35 кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	220 ± 3 % 28 ± 1% 28 ± 1% 35 ± 1% 80 ± 1% 85 ± 1%	
2.11.4	Испытательное одноминутное переменное напряжение нейтрали обмотки ВН, кВ	85	ГОСТ 17544, пункт 2.2.2.1
2.12	Требования по нагрузочной способности		
	Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки	ГОСТ Р 52719, ГОСТ 14209, СТО 56947007-29.180.01.116-2012; согласно Приказа Минэнерго России от 08.02.2019 № 81	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.2; ГОСТ 14209; СТО 56947007-29.180.01.116-2012; Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81
2.13	Требования к стойкости при коротких замыканиях	Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное обоснование по РД 16.431	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 9.3.2.4
2.14	Требования по нагреву		
2.14.1	Превышения температуры отдельных элементов автотрансформатора над температурой окружающей среды, °С, не более: - для обмоток; - для масла в верхних слоях; - для магнитопровода и	65 (для систем охлаждения М/Д/ДЦ) 70 (для системы охлаждения М/Д/НДЦ) 60	ГОСТ Р 52719, пункты 6.1.1, 6.1.3

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	элементов конструкции; - для контактов съемных вводов (при болтовом соединении): в масле в воздухе	75 85 65	
2.14.2	Максимальная температура медных/алюминиевых обмоток при установившихся токах КЗ, °С	250/200	ГОСТ Р 52719, пункт 6.1.5
2.15	Требования к механической прочности		
	Бак должен выдерживать испытание: - избыточным давлением, кПа - при вакууме с остаточным давлением, кПа, не более	50 ⁺⁵ 5	ГОСТ Р 52719, пункт Г.18; ГОСТ Р 55014
3	Требования к материалам		
3.1	Показатели масла из бака автотрансформатора и контактора устройства РПН после заливки - пробивное напряжение, кВ, не менее - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С, не более - влагосодержание, % массы (г/г), не более - класс промышленной чистоты, не более	60 0,7 0,001 (10) 9	СТО 34.01-23.1-001-2017, таблица 31.2
3.2	Провод	Провод скальпированный или с эмалевой изоляцией, транспонированный, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
3.4	Требование к контрольным кабелям	Контрольные кабели должны быть изготовлены из материалов, не поддерживающих горение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Требования к конструкции		
4.1	Автотрансформатор должен быть изготовлен: - с кабельным вводом - для присоединения к элегазовому оборудованию	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, пункты Г.7, Г.8
4.2а	Конструкция автотрансформатора и вводов должна допускать демонтаж и установку вводов без съёма крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Высоковольтные вводы		
4.3.1	Количество: - трехфазный автотрансформатор: ВН СН НН, не менее нейтрали ВН - однофазный автотрансформатор: ВН СН НН, не менее нейтрали	3 3 3 1 1 1 2 1	ГОСТ 17544, пункт 2.5.1.1
4.3.2	Изоляция вводов напряжением, кВ: 500, 330 и 220 110	С твердой (RIP) изоляцией или герметичные конденсаторные С твердой (RIP) изоляцией	ГОСТ Р 52719, пункт Г.1; ГОСТ 10693
4.3.3	Устанавливаемые на автотрансформатор высоковольтные вводы на классы напряжения		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	110-500 кВ должны быть аттестованы	Обязательно	
4.3.4	Высоковольтные вводы должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.5	Степень загрязнения установленных на автотрансформатор высоковольтных вводов	I, II, II*, III, IV	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.6	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов, см/кВ, не менее, в зависимости от степени загрязнения: I, II II*, III, IV	По ГОСТ 9920. По СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Встроенные трансформаторы тока		
4.4.1	Встроенные трансформаторы тока трехфазных автотрансформаторов		
4.4.1.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 2000-1500-1000-750 1 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.1.2	На вводе СН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 2000-1500-1000 1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.1.3	В каждой фазе НН: - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А ² : при напряжении НН 6 и 10 кВ	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 6000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>при напряжении НН 35 кВ - номинальный вторичный ток, А: при напряжении НН 6 и 10 кВ при напряжении НН 35 кВ - наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты а, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>3000-2000-1500-1000</p> <p>5</p> <p>1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.1.4	<p>На отводе одной из фаз общей обмотки со стороны нейтрали</p> <p>- количество трансформаторов тока</p> <p>- номинальный первичный ток, А²</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>1000</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.2	Встроенные трансформаторы тока трехфазных двухобмоточных автотрансформаторов		
4.4.2.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² , - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В· - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 2000-1500-1000-750 1 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.2.2	На вводе НН: - количество	4	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А²</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>2000-1500-1000-750</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	<p>ГОСТ 7746-, таблица 5, пункт 6.6.5</p>
4.4.2.3	<p>На отводах всех фаз общей обмотки со стороны нейтрали:</p> <p>- количество трансформаторов тока</p> <p>- номинальный первичный ток, А²</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>600-400-300-200</p> <p>1 или 5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.3	Встроенные трансформаторы тока однофазных автотрансформаторов		
4.4.3.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 2000-1500-1000-750 1 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.3.2	На вводе СН: - количество	4	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>трансформаторов тока</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальный первичный ток, А², автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 167 267 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>2000-1500-1000-750 4000-3000-2000-1000</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	<p>ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>
4.4.3.3	<p>На каждом вводе НН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток в А² при напряжении НН 10 кВ для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>167 267</p> <p>- номинальный первичный ток в A^2 при напряжении НН 35 кВ для автотрансформаторов мощностью, МВ·А:</p> <p>167 267</p> <p>- номинальный вторичный ток, А: при напряжении НН 10 кВ при напряжении НН 35 кВ</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>6000 или 12000 12000</p> <p>3000-2000-1500-1000 4000-3000-2000-1000</p> <p>5</p> <p>1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.3.4	<p>В цепи компенсационной обмотки:</p> <p>- количество трансформаторов тока</p> <p>- номинальный первичный ток, A^2</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>6000</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p style="text-align: center;">5-100</p> <p style="text-align: center;">30</p> <p style="text-align: center;">3-20</p> <p style="text-align: center;">0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.3.5	<p>На вводе нейтрали:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток в А² для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 167 267 - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее 	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p style="text-align: center;">1000-750-600-400 3000-2000-1500-1000</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p style="text-align: center;">5-100</p> <p style="text-align: center;">30</p>	<p style="text-align: center;">Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.4	Метрологические характеристики обмоток трансформаторов тока	В соответствии с п. 6.4.1 ГОСТ 7746	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункт 6.4.1
4.4.5	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки трансформатора на месте эксплуатации	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.6	Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток: - для измерения - для защиты	В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности и первичного тока В соответствии с п. 6.4.3 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункты 6.4.2, 6.4.3
4.4.7	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабелей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.8	Периодичность проверок (межповерочный интервал), лет, не менее	8	Устанавливается Росстандартом
4.4.9	Периодичность и объём технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации автотрансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.10	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке:	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов испытаний; - копия декларации безопасности; - действующее свидетельство об утверждении типа средств измерений с приложением (описание типа) - наличие действующего свидетельства о поверке 		
4.5	Система охлаждения		
4.5.1	Вид системы охлаждения	Комбинированная М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ По согласованию с основным потребителем допускается применение автотрансформаторов с другими видами системы охлаждения	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2	Наличие на автотрансформаторе: <ul style="list-style-type: none"> - патрубков для присоединения системы отбора и утилизации тепла (СОУТ) без слива масла из трансформатора; - штуцера для уравнивания давления масла между контурами автотрансформатора и контуром отбора тепла 	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2.1	Диаметр патрубков для присоединения СОУТ и тип арматуры	Устанавливается проектом, в случае отсутствия проекта – изготовителем	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3	Шкафы автоматического управления	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.3
4.5.4	Компоновка охладителей	Навесная на баке/выносная	Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
			ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.4.1	Конструкция автотрансформатора должна обеспечивать возможность установки температурных датчиков для контроля степени загрязнения охладителей на входных и выходных патрубках охладителей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.5	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	Пластинчатая	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.6	Ручное управление в системах охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.7
4.5.7	Напряжение питания, В: - электродвигателей вентиляторов переменного тока, - цепей управления переменного тока, - цепей сигнализации постоянного тока	380 220 220	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.6,
4.5.8	Автоматическое управление системой охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.2
4.5.9	Частотное регулирование вентиляторов и маслонасосов систем охлаждения	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.10	Срок эксплуатации вентиляторов системы охлаждения, лет, не менее	30 (с заменой подшипников)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.11	Двигатели вентиляторов и маслонасосов	Класс изоляции – не ниже F (для применения частотного регулирования) Изолированный задний подшипник электродвигателя.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Система защиты масла от контакта с окружающим воздухом		
4.6.1	Устройство защиты масла от контакта с окружающим воздухом	Плёночное	ГОСТ Р 52719, пункт 6.5.1.2
4.6.2	Ёмкость расширителя должна обеспечивать		ГОСТ Р 52719, пункт Г.13

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	постоянно наличие в нём масла вне зависимости от режима работы автотрансформатора и температуры окружающей среды	Обязательно	
4.6.3	Система дыхания внутриплёночного пространства расширителя должна осуществляться через воздухоосушитель с силикагелем	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.14
4.6.4	Маслоуказатель на расширителе с датчиками минимального и максимального уровня масла («MIN», «MAX»)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.22
4.6.5	Контрольные метки на шкале маслоуказателя для следующих температур масла при климатическом исполнении: У УХЛ, ХЛ	минус 45; плюс 15; плюс 40 °С минус 60; плюс 15; плюс 40 °С	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.7	Устройство регулирования напряжения		
4.7.1	Расположение: - трехобмоточные трансформаторы - однофазные автотрансформаторы	РПН в нейтрале ВН РПН в линии СН	ГОСТ 17544, таблица 4
4.7.2	Диапазон регулирования автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 250 500 167 267	от - 11,8 % до + 11,0 %; ± 8 ступеней от - 11,2 % до + 9,4 %; ± 8 ступеней ± 12 %, ± 6 ступеней ± 12 %, ± 8 ступеней	ГОСТ 17544, таблица 4
4.7.3	Устанавливаемые на автотрансформатор РПН		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	должны быть аттестованы	Обязательно	
4.7.4	РПН должны соответствовать СТО 34.01-3.2-010-2017	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.5	Устройство РПН должно быть снабжено: - струйным защитным реле; - датчиком положения; - датчиком температуры с уставкой от минус 25 °С	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.37
4.8	Автотрансформаторы с учетом применения вида системы охлаждения должны быть снабжены фильтрами: - термосифонным и адсорбционным	М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.9	Измеритель температуры обмоток	Обязательно. Измеритель температуры обмоток на основе распределенного оптоволоконного измерения температуры в количестве 2-х датчиков на 1 фазу - по требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.10	Расположение разъёма бака в автотрансформаторах	Нижнее, если в НД не указано иное	ГОСТ Р 52719, пункт Г.20
4.11	Устройства подъёма и перекачки в продольном и поперечном направлениях	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункты Г.46-48, Г.50
4.12	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.13	Масса, кг: - полная - транспортная - масса масла	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.14	Габаритные размеры, мм:		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- высота - длина - ширина	* * *	
4.15	Транспортные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.16	Система мониторинга	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования по надежности		
5.1	Наработка на отказ, час., не менее	25000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.7
5.2	Срок службы, лет не менее	30	
5.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	
5.4	Гарантийный срок эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	
5.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации автотрансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.6	Срок службы до проведения подпрессовки обмоток, лет, не менее	30 (подтверждение испытанием)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 56947007-29.180.01.212-2016
6	Требования по безопасности		
6.1	Требования безопасности, в том числе пожарной	Обязательно (протокол испытаний на безопасность)	ГОСТ Р 52719, пункт 7.1; ГОСТ 12.2.007.2; ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 14254
6.2	Заземление баков автотрансформаторов должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями: - при применении для заземления резьбового соединения диаметр		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 7.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	резьбы; - площадь поверхности контактного соединения, мм, не менее; - расположение заземляющего контакта	M12 40 x 40 Внизу бака на стороне НН	
6.3	Лестница, прикрепленная к баку и опоры	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.4	Наличие: - отсечного клапана на трубе к расширителю (для автотрансформаторов мощностью свыше 100 МВ·А) - устройства защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12.2.007.2
6.5	Газовое реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.36
6.6	Вывод заземления активной части наружу бака	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.7	Устройство защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.8	Российская декларация о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.9	Система предупреждения взрыва и пожара	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.10	Конструкция автотрансформатора должна предусматривать наличие съемных анкерных столбов (в количестве 2-х) с анкерной точкой для обеспечения безопасной работы персонала на крышке трансформатора (работа на высоте свыше 1,8)	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7	Требования по экологии		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
7.1	Уровень напряжения радиопомех, измеренный при $1,1U_{н.р}/\sqrt{3}$, мкВ, не более	2500	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.2	Корректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении, дБА, не более, для автотрансформаторов типовой мощности, МВ·А: 200 250 400 500	112 113 115 116	ГОСТ 12.2.024, пункт 1.2, таблица 3
8	Комплект поставки		
8.1	Комплектуемые изделия в соответствии с нормативной документацией на автотрансформатор конкретного типа	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.2	Масло в полном объеме (транспортное, для дозаливки)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.3	Техническая документация на русском языке: - паспорт автотрансформатора с указанием результатов приемо-сдаточных испытаний; - паспорта комплектующих изделий; - руководство по эксплуатации автотрансформатора и комплектующих изделий; - инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.2; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>эксплуатацию автотрансформатора;</p> <p>- чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на автотрансформаторы конкретных видов</p> <p>- два экземпляра технической документации в бумажном виде и один экземпляр в электронном виде;</p> <p>паспорт, протоколы ПСИ на трансформатор в бумажном виде и таблицы технических данных в электронном виде в редактируемом формате для ведения информации в БДО АСУ ТОиР</p>		
9	Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения		
9.1	<p>Маркировка.</p> <p>Наличие таблички на автотрансформаторе с данными, указанными в ГОСТ Р 52719</p>	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.9.1.2
9.2	Упаковка		
9.2.1	<p>Автотрансформатор, а также демонтированные на время транспортирования крупногабаритные составные части перевозят без упаковки</p>	<p>Обязательно</p> <p>В соответствии с правилами перевозки грузов или НД, действующими на транспорте данного вида</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	<p>Составные части, внутренняя поверхность которых при эксплуатации автотрансформатора имеет контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы</p>	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.3	<p>Наличие «Шок-индикатора» на</p>		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	автотрансформаторе (транспортной упаковке) для контроля условий транспортирования	Обязательно	
9.3	Транспортирование и хранение		
9.3.1	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
9.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов	Л	ГОСТ Р 52719, пункт 11.1.2
10	Требования к сервисным центрам		
10.1	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»
10.2	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 30 лет с даты окончания Гарантийного срока	4 Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5 Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала,	
10.3	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев	подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя. 6 Сертификаты, паспорт и иные документы,	
10.4	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов	подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей. 7 Аттестат аккредитации на право проведения соответствующего вида	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
10.5	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	метрологического контроля или действующего договора с организацией, аккредитованной в установленном порядке на право проведения соответствующего вида метрологического контроля	
10.6	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей		
10.7	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона		
10.8	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
11	Требования к заводу-изготовителю		
11.1	Анализ состояния производства в соответствии с Рекомендациями Р 50.3.004	Акт о результатах анализа состояния производства	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

* Информация представляется Изготовителем.

8 Технические требования к автотрансформаторам класса напряжения 750 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1	Условия эксплуатации		
1.1	Тип автотрансформатора	*	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
1.2	Номинальное напряжение сети, кВ	750	ГОСТ 721
1.3	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	787	ГОСТ 721
1.4	Климатическое исполнение	У; УХЛ; ХЛ	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.1, таблица 1
1.5	Категория размещения	1; 2; 3; 4	ГОСТ Р 52719, пункт 4.2.1; ГОСТ 15150, пункт 2.7, таблица 2
1.6	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Плюс 40 Плюс 40	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.7	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С У ХЛ, УХЛ	Минус 45 Минус 60	ГОСТ 15150, пункт 3.2, таблица 3
1.8	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ⁷	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	В зависимости от местонахождения объекта (6 - 9)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2	Номинальные параметры и характеристики		
2.1	Номинальное напряжение, кВ: ВН СН НН	750√3 500√3; 330/√3; 230/√3 10,50	ГОСТ 17544, таблица 4
2.2	Номинальные мощности обмоток, МВ·А: - автотрансформатора - обмотки НН	267, 333, 417 80, 120, 50, 33,7	ГОСТ 17544, таблица 4
2.3	Номинальная частота, Гц	50	ГОСТ 32144
2.4	Коэффициент трансформации. Предельное отклонение:		ГОСТ Р 52719, пункт 5.6, таблица 2, пункт 1

⁷ 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 нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ												
1	2	3	4												
	- на основном ответвлении - на неосновном ответвлении	$\pm 0,5 \%$ $\pm 1 \%$													
2.5	Схемы и группы соединений обмоток	1авто/1-0-0	ГОСТ Р 52719, таблица Б.5												
2.6	Ток холостого хода, %, не более:														
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 267 333 417	0,35 0,35 0,10	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 9												
2.7	Напряжение короткого замыкания, %:														
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 267 333 417	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ВН-СН</th> <th>ВН-НН</th> <th>СН-НН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13,0</td> <td>31,0</td> <td>17,0</td> </tr> <tr> <td>10,0</td> <td>28,0</td> <td>17,0</td> </tr> <tr> <td>11,5</td> <td>81,0</td> <td>68,0</td> </tr> </tbody> </table>	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	13,0	31,0	17,0	10,0	28,0	17,0	11,5	81,0	68,0	ГОСТ 17544, таблица 9
ВН-СН	ВН-НН	СН-НН													
13,0	31,0	17,0													
10,0	28,0	17,0													
11,5	81,0	68,0													
2.8	Потери холостого хода, кВт, не более														
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 267 333 417	180 195 80	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 17544, таблица 9												
2.9	Потери короткого замыкания на основном ответвлении, кВт, не более														
	Автотрансформаторы мощностью, МВ·А: 267 333 417	550 530 450	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»												
2.10	Предельные отклонения измеряемых параметров автотрансформаторов от нормированных														
2.10.1	Напряжение КЗ (U_k) основного ответвления (кроме U_k между частями расщепленной обмотки НН) для двухобмоточного трансформатора или для пары обмоток трехобмоточного трансформатора, указанной в НД как основная пара, %	$\pm 7,5$	ГОСТ Р 52719, таблица 2												
2.10.2	Потери КЗ на основном ответвлении, %	10													

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.10.3	Потери холостого хода, %	15	
2.10.4	Ток холостого хода, %	30	
2.11	Требования к электрической прочности изоляции:		
2.11.1	<p>Испытательные напряжения обмотки 750 кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - полного грозового импульса, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1800 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $2100 \pm 3 \%$ - срезанного грозового импульса, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1950 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $2250 \pm 3 \%$ - коммутационного импульса, относительно земли, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1425 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1550 \pm 3 \%$ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $750 \pm 1 \%$ уровень изоляции б $800 \pm 1 \%$ 		ГОСТ Р 55195, таблица 5.2
	<p>Испытательные нормированные длительные напряжения промышленной частоты с измерением характеристик частичных разрядов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - время при испытаниях, мин., не менее: <ul style="list-style-type: none"> типовые 60 приёмо-сдаточные 30 - $U_{дл}$, кВ 635 - уровень ЧР, пКл, не более 250 		ГОСТ Р 55195, пункты 5.5.1, 5.5.2
2.11.2	<p>Испытательные напряжения обмотки 500 кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - полного грозового импульса, кВ <ul style="list-style-type: none"> уровень изоляции а $1300 \pm 3 \%$ уровень изоляции б $1550 \pm 3 \%$ - срезанного грозового 		ГОСТ Р 55195, таблица 5.2

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	импульса, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - коммутационного импульса, относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	 1400 ± 3 % 1650 ± 3 % 1050 ± 3 % 1230 ± 3 % 570 ± 1 % 630 ± 1 %	
2.11.3	Испытательные напряжения обмотки 330 кВ: - полного грозового импульса, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - срезанного грозового импульса, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - коммутационного импульса, относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ уровень изоляции а уровень изоляции б	 950 ± 3 % 1050 ± 3 % 1050 ± 3 % 1150 ± 3 % 850 ± 3 % 950 ± 3 % 395 ± 1 % 460 ± 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.2
2.11.4	Испытательные напряжения обмотки 220 кВ: - полного грозового импульса относительно земли, кВ - срезанного грозового импульса относительно земли, кВ - одноминутное переменное напряжение относительно земли, кВ	 750 ± 3 % 835 ± 3 % 325 ± 1 %	ГОСТ Р 55195, таблица 5.1
2.11.5	Испытательные		ГОСТ Р 55195,

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	напряжения обмотки низшего напряжения: - полного грозового импульса, кВ: уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б - срезанного грозового импульса, кВ: уровень изоляции а уровень изоляции б - одноминутное переменное, кВ: уровень изоляции (а) уровень изоляции а уровень изоляции б	 60 ± 3 % 75 ± 3 % 75 ± 3 % 90 ± 3 % 90 ± 3 % 28 ± 1% 28 ± 1% 35 ± 1%	таблица 5.1
2.11.6	Испытательное одноминутное переменное напряжение нейтрали обмотки ВН, кВ	85	ГОСТ 17544, пункт 2.2.2.1
2.12	Требования по нагрузочной способности		
	Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки	ГОСТ Р 52719, ГОСТ 14209, СТО 56947007-29.180.01.116-2012; согласно Приказа Минэнерго России от 08.02.2019 № 81	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.2; ГОСТ 14209; СТО 56947007-29.180.01.116-2012; Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81
2.13	Требования к стойкости при коротких замыканиях	Испытание по ГОСТ 20243 или расчетное обоснование по РД 16.431	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 9.3.2.4
2.14	Требования по нагреву		
2.14.1	Превышения температуры отдельных элементов автотрансформатора над температурой окружающей среды, °С, не более: - для обмоток;	65 (для систем охлаждения М/Д/ДЦ) 70 (для системы охлаждения)	ГОСТ Р 52719, пункты 6.1.1, 6.1.3

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- для масла в верхних слоях; - для магнитопровода и элементов конструкции; - для контактов съемных вводов (при болтовом соединении): в масле в воздухе	М/Д/НДЦ) 60 75 85 65	
2.14.2	Максимальная температура медных/алюминиевых обмоток при установившихся токах КЗ, °С	250/200	ГОСТ Р 52719, пункт 6.1.5
2.15	Требования к механической прочности		ГОСТ Р 52719, пункт Г.18; ГОСТ Р 55014
	Бак должен выдерживать испытание: - избыточным давлением, кПа - при вакууме с остаточным давлением, кПа, не более	50 ⁺⁵ 5	
3	Требования к материалам		
3.1	Показатели масла из бака автотрансформатора и контактора устройства РПН после заливки - пробивное напряжение, кВ, не менее - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С, не более - влагосодержание, % массы (г/т), не более - класс промышленной чистоты, не более	65 0,7 0,001 (10) 9	СТО 34.01-23.1-001-2017, таблица 31.2
3.2	Провод	Провод скальпированный или с эмалевой изоляцией, транспонированный, изготовленный по технологии, обеспечивающей отсутствие заусенцев	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
3.3	Степень полимеризации исходной намоточной бумаги обмоток, единиц, не менее	1250	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4	Требование к контрольным кабелям	Контрольные кабели должны быть изготовлены из материалов, не поддерживающих горение	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4	Требования к конструкции		
4.1	Автотрансформатор должен быть изготовлен: - с кабельным вводом - для присоединения к элегазовому оборудованию	Устанавливается основным потребителем	ГОСТ Р 52719, пункты Г.7, Г.8
4.2а	Конструкция автотрансформатора и вводов должна допускать демонтаж и установку вводов без съёма крышки или верхней части бака, выемки активной части из бака и слива масла ниже уровня прессующих колец	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Высоковольтные вводы		
4.3.1	Количество: - ВН - СН - НН, не менее - нейтрали - для поперечного регулирования напряжения (X_1 , X_m) автотрансформатора мощностью 333 МВ·А	1 1 2 1 2	ГОСТ 17544, пункт 2.5.1.1
4.3.2	Изоляция вводов напряжением, кВ: 750, 500, 330 и 220 110	С твердой (RIP) изоляцией или герметичные конденсаторные. С твердой (RIP) изоляцией	ГОСТ Р 52719, пункт Г.1; ГОСТ 10693
4.3.3	Устанавливаемые на автотрансформатор высоковольтные вводы		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	на классы напряжения 110-750 кВ должны быть аттестованы	Обязательно	
4.3.4	Высоковольтные вводы должны соответствовать требованиям СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.5	Степень загрязнения установленных на автотрансформатор высоковольтных вводов	I, II, II*, III, IV	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3.6	Удельная длина пути утечки внешней изоляции вводов, см/кВ, не менее, в зависимости от степени загрязнения: I, II II*, III, IV	ГОСТ 9920; СТО 56947007-29.080.20.088-2011	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	Встроенные трансформаторы тока		
4.4.1	Встроенные трансформаторы тока автотрансформатора мощностью 267 МВ·А		
4.4.1.1	<p>На вводе ВН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>2000-1500-1000 1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»;</p> <p>ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.1.2	На вводе СН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А-наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 2000-1500-1000 1 или 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.1.3	На каждом вводе НН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 12000 5	Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты 	<p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.1.4	<p>На вводе нейтрали</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока - номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>3000-2000-1500-1000</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС», ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	- класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.2	Встроенные трансформаторы тока автотрансформаторов мощностью 333 МВ·А		
4.4.2.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А-наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 3000-2000-1000 1 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.2.2	На вводе СН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>первичный ток, А²</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения <p>для защиты</p>	<p>3000-2000-1500</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.2.3	<p>На каждом вводе НН:</p> <ul style="list-style-type: none"> - количество трансформаторов тока на фазу <ul style="list-style-type: none"> - номинальный первичный ток, А² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для 	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>12000</p> <p>5</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.2.4	На вводах для поперечного регулирования напряжения (X_1 , X_m): - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, A^2 ввод X_1 ввод X_m - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 3000-2000-1500-1000 2000-1500-1000 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.2.5	В цепи компенсационной обмотки: - количество трансформаторов тока	4 По согласованию с	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 6000 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	
4.4.3	Встроенные трансформаторы тока автотрансформатора мощностью 417 МВ·А		
4.4.3.1	На вводе ВН: - количество трансформаторов тока на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная	4 По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 3000-2000-1000 1 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	
4.4.3.2	<p>На вводе СН:</p> <p>- количество трансформаторов тока на фазу</p> <p>- номинальный первичный ток, А²,</p> <p>- номинальный вторичный ток, А</p> <p>- наибольший рабочий первичный ток, А</p> <p>- номинальная вторичная нагрузка, В·А</p> <p>- номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее</p> <p>- номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений³</p> <p>- класс точности вторичных обмоток: для измерения</p> <p>для защиты</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4</p> <p>2000-1500-1000-500</p> <p>1</p> <p>В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока</p> <p>5-100</p> <p>30</p> <p>3-20</p> <p>0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, таблица 5, пункт 6.6.5</p>
4.4.3.3	<p>На двух вводах НН:</p> <p>- количество трансформаторов тока</p>	<p>4</p> <p>По согласованию с</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746,</p>

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	на фазу - номинальный первичный ток, А ² - номинальный вторичный ток, А - наибольший рабочий первичный ток, А - номинальная вторичная нагрузка, В·А - номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, не менее - номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток для измерений ³ - класс точности вторичных обмоток: для измерения для защиты	основным потребителем допускается установка трансформаторов тока в количестве отличном от 4 12000 5 В соответствии с п. 6.6.5 ГОСТ 7746 в зависимости от номинального тока 5-100 30 3-20 0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 10 5P; 10P	таблица 5, пункт 6.6.5
4.4.4	Метрологические характеристики обмоток трансформаторов тока	В соответствии с п. 6.4.1 ГОСТ 7746	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункт 6.4.1
4.4.5	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки трансформатора на месте эксплуатации	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.6	Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток: - для измерения - для защиты	В соответствии с п. 6.4.2 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности и первичного тока В соответствии с п. 6.4.3 ГОСТ 7746 в зависимости от класса точности	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 7746, пункты 6.4.2, 6.4.3

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
4.4.7	Все ответвления трансформаторов тока должны быть выведены в коробку для присоединения кабелей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.8	Периодичность проверок (межповерочный интервал), лет, не менее	8	Устанавливается Росстандартом
4.4.9	Периодичность и объём технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации трансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4.10	Техническая документация к трансформатору тока на русском языке: - паспорт; - руководство по эксплуатации, включающее указания по транспортированию, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию; - копии протоколов испытаний; - копия декларации безопасности; - действующее свидетельство об утверждении типа средств измерений с приложением (описание типа)	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610
4.5	Система охлаждения		
4.5.1	Вид системы охлаждения	Комбинированная М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ По согласованию с основным потребителем допускается применение автотрансформаторов с другими видами системы охлаждения	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.2	Наличие на автотрансформаторе: - патрубков для присоединения системы отбора и утилизации	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	тепла (СОУТ) без слива масла из трансформатора; - штуцера для уравнивания давления масла между контурами автотрансформатора и контуром отбора тепла		
4.5.2.1	Диаметр патрубков для присоединения СОУТ и тип арматуры	Устанавливается проектом, в случае отсутствия проекта – изготовителем	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.3	Шкафы автоматического управления	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.3
4.5.4	Компоновка охладителей	Навесная на баке/выносная	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.4.1	Конструкция автотрансформатора должна обеспечивать возможность установки температурных датчиков для контроля степени загрязнения охладителей на входных и выходных патрубках охладителей	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.5	Конструкция охлаждающих устройств (радиаторов)	Пластинчатая	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.6	Ручное управление в системах охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.7
4.5.7	Напряжение питания, В: - электродвигателей вентиляторов переменного тока, - цепей управления переменного тока, - цепей сигнализации постоянного тока	380 220 220	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт Д.1.6,
4.5.8	Автоматическое управление системой охлаждения	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Д.2
4.5.9	Частотное регулирование вентиляторов и маслонасосов систем охлаждения	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5.10	Срок эксплуатации вентиляторов системы		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	охлаждения, лет, не менее	30 (с заменой подшипников)	
4.5.11	Двигатели вентиляторов и маслонасосов	Класс изоляции – не ниже F (для применения частотного регулирования) Изолированный задний подшипник электродвигателя.	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Система защиты масла от контакта с окружающим воздухом		
4.6.1	Устройство защиты масла от контакта с окружающим воздухом	Плёночное	ГОСТ Р 52719, пункт 6.5.1.2
4.6.2	Ёмкость расширителя должна обеспечивать постоянно наличие в нём масла вне зависимости от режима работы автотрансформатора и температуры окружающей среды	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.6.3	Система дыхания внутриплёночного пространства расширителя должна осуществляться через воздухоосушитель с силикагелем	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.14
4.6.4	Маслоуказатель на расширителе с датчиками минимального и максимального уровня масла («MIN», «MAX»)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.22
4.6.5	Контрольные метки на шкале маслоуказателя для следующих температур масла при климатическом исполнении: У УХЛ, ХЛ	минус 45; плюс 15; плюс 40 °С минус 60; плюс 15; плюс 40 °С	ГОСТ Р 52719, пункт Г.13
4.7	Устройство регулирования напряжения		
4.7.1	Расположение	РПН в нейтрале ВН	ГОСТ 17544, таблица 4
4.7.2	Диапазон		ГОСТ 17544,

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	регулирования автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 267 333 417	от - 11,5 % до + 11,5 %; ± 8 ступеней от - 12,2 % до + 9,9 %; ± 20 ступеней - 7,3 % до + 5,4 %; ± 20 ступеней	таблица 4
4.7.3	Устанавливаемые на автотрансформатор РПН должны быть аттестованы	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.4	РПН должны соответствовать СТО 34.01-3.2-010-2017	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.7.5	Устройство РПН должно быть снабжено: - струйным защитным реле; - датчиком положения; - датчиком температуры с уставкой от минус 25 °С	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.37
4.8	Автотрансформаторы с учетом применения вида системы охлаждения должны быть снабжены фильтрами: - термосифонным и адсорбционным	М/Д/ДЦ и М/Д/НДЦ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.9	Измеритель температуры обмоток	Обязательно. Измеритель температуры обмоток на основе распределенного оптоволоконного измерения температуры в количестве 2-х датчиков на 1 фазу - по требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.10	Расположение разъёма бака в автотрансформаторах	Нижнее, если в НД не указано иное	ГОСТ Р 52719, пункт Г.20
4.11	Устройства подъёма и перекачки в продольном и поперечном		ГОСТ Р 52719, пункты Г.46-48, Г.50

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	направлениях	Обязательно	
4.12	Возможность установки бака на фундамент без катков	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.13	Масса, кг: - полная - транспортная - масса масла	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.14	Габаритные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.15	Транспортные размеры, мм: - высота - длина - ширина	* * *	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.16	Система мониторинга	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования по надежности		
5.1	Наработка на отказ, час., не менее	25000	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.7
5.2	Срок службы, лет не менее	30	
5.3	Срок службы уплотнительной резины, лет, не менее	30	
5.4	Гарантийный срок эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию, лет, не менее	5	
5.5	Периодичность и объем технического обслуживания	В соответствии с руководством по эксплуатации автотрансформатора	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5.6	Срок службы до проведения подпрессовки обмоток, лет, не менее	30 (подтверждение испытанием)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; СТО 56947007-29.180.01.212-2016
6	Требования по безопасности		
6.1	Требования безопасности, в том числе пожарной	Обязательно (протокол испытаний на безопасность)	ГОСТ Р 52719, пункт 7.1; ГОСТ 12.2.007.2; ГОСТ 12.1.004; ГОСТ 14254
6.2	Заземление баков		Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	автотрансформаторов должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0 со следующими дополнениями: - при применении для заземления резьбового соединения диаметр резьбы; - площадь поверхности контактного соединения, мм, не менее; - расположение заземляющего контакта	M12 40 x 40 Внизу бака на стороне НН	ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 7.2
6.3	Лестница, прикрепленная к баку и упоры	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.4	Наличие: - отсечного клапана на трубе к расширителю (для автотрансформаторов мощностью свыше 100 МВ·А) - устройства защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 12.2.007.2
6.5	Газовое реле	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт Г.36
6.6	Вывод заземления активной части наружу бака	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.7	Устройство защиты бака от повреждения внутренним давлением	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.2
6.8	Российская декларация о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.9	Система предупреждения взрыва и пожара	По требованию основного потребителя	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.10	Конструкция автотрансформатора должна предусматривать		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	наличие съемных анкерных столбов (в количестве 2-х) с анкерной точкой для обеспечения безопасной работы персонала на крышке трансформатора (работа на высоте свыше 1,8)	Обязательно	
7	Требования по экологии		
7.1	Уровень напряжения радиопомех, измеренный при $1,1U_{н.р}/\sqrt{3}$, мкВ, не более	2500	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
7.2	Корректированный уровень звуковой мощности при номинальном напряжении, дБА, не более, для автотрансформаторов мощностью, МВ·А: 400 500	115 116	ГОСТ 12.2.024, пункт 1.2, таблица 3
8	Комплект поставки		
8.1	Комплекующие изделия в соответствии с нормативной документацией на автотрансформатор конкретного типа	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.2	Масло в полном объеме (транспортное, для дозаливки)	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.1
8.3	Техническая документация на русском языке: - паспорт автотрансформатора с указанием результатов приемо-сдаточных испытаний; - паспорта комплекующих изделий; - руководство по	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ Р 52719, пункт 6.8.2; ГОСТ 2.610

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<p>эксплуатации автотрансформатора и комплектующих изделий;</p> <p>- инструкция по транспортированию, разгрузке, хранению, монтажу и вводу в эксплуатацию автотрансформатора;</p> <p>- чертежи важнейших составных частей в соответствии с НД на автотрансформаторы конкретных видов</p> <p>- два экземпляра технической документации в бумажном виде и один экземпляр в электронном виде;</p> <p>паспорт, протоколы ПСИ на трансформатор в бумажном виде и таблицы технических характеристик в электронном виде в редактируемом формате для введения информации в БДО АСУ ТОиР</p>		
9	Маркировка, упаковка, транспортирование, условия хранения		
9.1	<p>Маркировка.</p> <p>Наличие таблички на автотрансформаторе с данными, указанными в ГОСТ Р 52719</p>	Обязательно	ГОСТ Р 52719, пункт 6.9.1.2
9.2	Упаковка		
9.2.1	<p>Автотрансформатор, а также демонтированные на время транспортирования крупногабаритные составные части перевозят без упаковки</p>	<p>Обязательно</p> <p>В соответствии с правилами перевозки грузов или НД, действующими на транспорте данного вида</p>	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.2.2	Составные части, внутренняя поверхность		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	которых при эксплуатации автотрансформатора имеет контакт с маслом, при транспортировании и хранении должны быть герметизированы	Обязательно	
9.2.3	Наличие «Шок-индикатора» на трансформаторе (транспортной упаковке) для контроля условий транспортирования	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
9.3	Транспортирование и хранение		
9.3.1	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
9.3.2	Условия транспортирования изделий в зависимости от воздействия механических факторов	Л	ГОСТ Р 52719, пункт 11.1.2
10	Требования к сервисным центрам		
10.1	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»
10.2	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 30 лет с даты окончания Гарантийного срока	4 Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической аттестации. 5 Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала,	
10.3	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента	подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-	

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	подписания договора на их покупку, не более 6 месяцев	изготовителя. 6 Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.	
10.4	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов	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	
10.5	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта		
10.6	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей		
10.7	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закрепленного региона		
10.8	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
11	Требования к заводу-изготовителю		
11.1	Анализ состояния производства в соответствии с Рекомендациями Р 50.3.004	Акт о результатах анализа состояния производства	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

* информация представляется Изготовителем

Библиография

- 1 РД 16.431-88 Трансформаторы силовые. Расчёт электродинамической стойкости обмоток при коротком замыкании.
- 2 СТО 34.01-23.1-001-2017 Объём и нормы испытаний электрооборудования, ПАО «Россети».
- 3 СТО 34.01-3.2-010-2017 Устройства регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой (РПН). Общие технические требования, ПАО «Россети».
- 4 СТО 56947007-29.080.20.088-2011 Типовые технические требования к высоковольтным вводам классов напряжения 10-750 кВ (с изменением от 19.04.2018), ПАО «ФСК ЕЭС».
- 5 СТО 56947007-29.180.01.116-2012 Инструкция по эксплуатации трансформаторов (с изменениями от 13.10.2014), ПАО «ФСК ЕЭС».
- 6 СТО 56947007-29.180.01.212-2016 Методические указания по подтверждению устойчивости обмоток силовых трансформаторов к распрессовке в эксплуатации, ПАО «ФСК ЕЭС».
- 7 Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 81 «Об утверждении требований к перегрузочной способности трансформаторов и автотрансформаторов, установленных на объектах электроэнергетики, и ее поддержанию и о внесении изменений в Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденные приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229».