
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.180.04.165-2014**

**Реакторы токоограничивающие
на номинальное напряжение
6-500 кВ.
Типовые технические требования**

Стандарт организации

Дата введения: 11.03.2014

ОАО «ФСК ЕЭС»
2014

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития
 ОАО «ФСК ЕЭС».
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.03.2014 № 124.
4. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

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

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

Содержание

Введение	4
1 Область применения	5
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины, определения и обозначения	6
3.1 Термины, определения	6
3.2 Обозначение и сокращения	7
4 Технические требования к токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 6 - 35 кВ	9
4.1 Технические требования при проведении аттестации токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 6 - 35 кВ	9
5 Технические требования к токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 110-500 кВ	19
5.1 Технические требования при проведении аттестации токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 110 - 500 кВ	19
Библиография	28

Введение

Типовые технические требования к токоограничивающим реакторам на номинальное напряжение 6-500 кВ разработаны с учетом опыта эксплуатации данного электрооборудования и проведения аттестации.

Типовые технические требования включают:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики;
- требования к конструкции;
- требования по нагреву;
- требования к потерям, коэффициент связи и допуски;
- требования к электрической прочности изоляции;
- требование к стойкости при коротком замыкании и толчках нагрузки;
- требования по надёжности;
- гарантии изготовителя;
- требования безопасности;
- требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения;
- требования к комплектности поставки;
- требования к сервисным службам.

1 Область применения

Настоящий стандарт организации распространяется на токоограничивающие реакторы на номинальное напряжение 6-500 кВ предназначенные для ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях частоты 50 Гц.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 2.601-2006 ЕСКД. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 2.610-2006 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.

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

ГОСТ 721-77 (СТ СЭВ 779-77) Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В (с Изменениями № 1 – 3).

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

ГОСТ 6697-83 (СТ СЭВ 3687-82) Системы электроснабжения, источники, преобразователи и приемники электрической энергии переменного тока. Номинальные частоты от 0,1 до 10000 Гц и допускаемые отклонения.

ГОСТ 8024-90 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний.

ГОСТ 8865-93 (МЭК 85-84) Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация.

ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

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

ГОСТ 14794-79 Реакторы токоограничивающие бетонные. Технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Испытания 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 18624-73 Реакторы электрические. Термины и определения (с Изменениями № 1, 2).

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры (с Изменениями № 1 – 5).

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины, определения

3.1.1 индуктивное сопротивление реактора: величина, определяемая квадратным корнем из разности квадратов полного и активного сопротивлений реактора.

3.1.2 испытательное напряжение: напряжение заданной формы и длительности, которое прикладывают к изоляции для определения какой-либо ее характеристики.

3.1.3 испытательное переменное напряжение: синусоидальное напряжение частотой от 45 до 65 Гц, а также, в определенных случаях, синусоидальное напряжение повышенной частоты (до 400 Гц).

3.1.4 категория размещения: характеристика места размещения оборудования соответствующего климатического исполнения при эксплуатации.

3.1.5 климатическое исполнение: совокупность требований к конструкции оборудования в части воздействия климатических факторов внешней среды и их номинальных значений для эксплуатации в пределах данной географической зоны, транспортирования и хранения.

3.1.6 коэффициент связи сдвоенного реактора: величина, определяемая отношением взаимной индуктивности ветвей сдвоенного реактора к собственной индуктивности одной из ветвей.

Примечание. В случае заметного различия индуктивностей двух ветвей вместо собственной индуктивности одной из них берется квадратный корень из произведения собственных индуктивностей двух ветвей.

3.1.7 многофазный реактор: реактор, включаемый в многофазную электрическую цепь, части которого, относящиеся к разным фазам, существенно связаны между собой конструктивно или электромагнитным полем.

Примечание. Многофазный реактор, предназначенный для включения в трехфазную цепь с практически симметричной в номинальном режиме системой токов или напряжений, называется трехфазным.

3.1.8 мощность реактора: произведение действующих значений переменных напряжения и тока реактора на количество фаз.

3.1.9 наибольшее рабочее напряжение: наибольшее напряжение частоты 50 Гц, неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

3.1.10 напряжение реактора: напряжение на зажимах обмотки фазы реактора

3.1.11 однофазный реактор: реактор, включаемый в однофазную электрическую цепь, или реактор, включаемый в одну из фаз многофазной цепи и не имеющий существенной связи с аналогичными реакторами, включенными в другие фазы этой цепи.

Примечание. Существенной считают связь, осуществляемую общими крупными деталями конструкции такими, как бак, кожух, экран, рама и т.п., поставляемыми изготовителем реактора, или настолько сильную связь электромагнитным полем, что она должна учитываться при разработке и испытаниях реактора.

3.1.12 потери реактора: активная мощность реактора при его работе.

Примечания.

1. Потери реактора могут подразделяться на потери в магнитопроводе, основные и добавочные потери в токоведущих частях, потери в элементах конструкции, потери в экране, потери в баке и т.п.

2. Активная мощность в цепи управления реактора вне его оттока, индуктированного в этой цепи током основной обмотки, мощность электродвигателей системы охлаждения и регулирующего устройства и потери в окружающих реактор металлоконструкциях не включаются в потери реактора.

3.1.13 реактор с вертикальным расположением фаз: трехфазный реактор без стали, обмотки фаз которого имеют общую вертикальную ось.

3.1.14 реактор со ступенчатым расположением фаз: трехфазный реактор без стали, обмотки двух фаз которого имеют общую вертикальную ось, а третья фаза, ось обмотки которой также вертикальна, расположена рядом с нижерасположенной фазой из первых двух.

3.1.15 реактор с горизонтальным расположением фаз: трехфазный реактор без стали, фазы которого расположены на одном уровне.

Примечание. Оси обмоток фаз могут быть вертикальны или горизонтальны.

3.1.16 сопротивление сдвоенного реактора: полное сопротивление сдвоенного реактора при последовательном включении ветвей его обмотки.

3.1.17 сопротивление ветви сдвоенного реактора: полное сопротивление ветви обмотки сдвоенного реактора при отсутствии тока в другой ветви.

3.1.18 сквозное сопротивление сдвоенного реактора: полное сопротивление сдвоенного реактора при параллельном включении ветвей его обмотки.

3.1.19 ток реактора: ток обмотки фазы реактора.

3.2 Обозначение и сокращения

« U » - класс напряжения реактора, кВ;

« I_H » - номинальный ток реактора, А;

« X » - номинальное индуктивное сопротивление одинарного реактора, Ом;

« $X_{0,5}$ » - номинальное индуктивное сопротивление сдвоенного реактора (сопротивление ветви сдвоенного реактора), Ом;

« X_c » - индуктивное сопротивление сдвоенного реактора, Ом;

« I_c » - установившийся условный ток короткого замыкания в сети без реактора в том месте, где реактор должен устанавливаться, при номинальном

напряжении сети, соответствующем классу напряжения реактора, кА;

« $i_{дин}$ » - максимальное мгновенное значение тока электродинамической стойкости для одинарных реакторов, а также для сдвоенных реакторов при протекании тока в одной ветви или в обеих ветвях в согласном направлении, кА;

« $I_{к, доп}$ » - допустимое действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания, кА.

4 Технические требования к токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 6 - 35 кВ
4.1 Технические требования при проведении аттестации токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 6 - 35 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика					Нормативный документ	Подтвержденное значение параметра при аттестации	Соответствие, подтвержденное экспертом
1	2	3					4	5	6
1	Условия эксплуатации								
1.1	Номинальное напряжение сети, кВ	6	10	15	20	35	ГОСТ 721 п. 2		
1.2	Номинальная частота, Гц	50					ГОСТ 6697 п. 3		
1.3	Категория размещения	1; 2; 3					ГОСТ 15150 п. 2, 3		
1.4	Климатическое исполнение	У, УХЛ, ХЛ					ГОСТ 15150 п. 2, 3		
1.5	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	+40					ГОСТ 15150 п. 3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С: - для климатического исполнения У - для климатического исполнения УХЛ, ХЛ	-45 -60					ГОСТ 15150 п. 3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	до 1000					ГОСТ 14794 п. 2.4		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK - 64, не менее	6					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.9	Группа внешних механических воздействий по ГОСТ 17516.1	В соответствии с ТУ или спецификацией					ГОСТ 14794 п. 2.4 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.10	Тип атмосферы	II					ГОСТ 15150 п. 3.14		
2	Номинальные параметры и характеристики								
2.1	Номинальные параметры								

1	2	3					4	5	6
2.2	Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35	ГОСТ 721 п. 2		
2.3	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2	12	17,5	24	40,5	ГОСТ 721 п. 2		
2.4	Номинальный ток, А	250; 400; 630; 1000; 1600; 2000; 2500; 4000					ГОСТ 14794 п. 1.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Номинальное индуктивное сопротивление одинарных реакторов, Ом: - 250 А - 400 А - 630 А - 1000 А - 1600 А - 2500 А - 4000 А	1,0; 1,4; 2,0; 2,5 0,35; 0,45 0,25; 0,40; 0,56; 0,7; 1,0; 1,6; 2,0 0,14; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,56; 0,7; 1,0 0,14; 0,2; 0,25; 0,35; 0,56 0,14; 0,2; 0,25; 0,35 0,10; 0,18					ГОСТ 14794 п. 1.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Номинальное индуктивное сопротивление сдвоенных реакторов, Ом: - 2x630 А - 2x1000 А - 2x1600 А - 2x2500 А	0,25; 0,40; 0,56 0,14; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,56 0,14; 0,20; 0,25; 0,35 0,14; 0,20; 0,25; 0,35					ГОСТ 14794 п. 1.3 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6	Схема установки реакторов	С вертикальным расположением фаз; Со ступенчатым расположением фаз; С горизонтальным расположением фаз					ГОСТ 14794 п.1.4 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3	Требования к конструкции								
3.1	Зажимы реакторов должны быть выполнены с учётом требований ГОСТ 10434	соответствие					ГОСТ 14794 п. 2.6.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.2	Система охлаждения	естественное воздушное; принудительное воздушное					ГОСТ 14794 п. 2.3 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3					4	5	6
3.3	Угол Ψ между выводами реактора, °	0; 90; 180					ГОСТ 14794 п.2.6.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.4	Устройства для подъёма	наличие устройств для строповки					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.	Требования по нагреву								
4.1	Класс нагревостойкости по ГОСТ 8865	А	Е	В	Ф	Н	ГОСТ 14794 п. 2.7.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.2	Допустимые превышения температуры над температурой окружающей среды, °С, не более: - контактные соединения; - выводы: - без покрытия - с покрытием оловом, никелем или серебром - изоляция	65					ГОСТ 14794 п. 2.7.1 ГОСТ 8024 п. 1.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
		60	80	90	115	140			
4.3	Норма нагрева реактора при установленном токе короткого замыкания, °С - медь - алюминий	180 180	250 200	350 200	350 200	350 200	ГОСТ 14794 п. 2.7.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.4	В аварийных случаях реакторы должны допускать перегрузку сверх номинального тока: - перегрузка сверх номинального тока, % - продолжительность перегрузки, мин						ГОСТ 14794 п. 2.7.3 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
		20 60	30 45	40 32	50 18	60 5			

1	2	3	4	5	6
5	Требования к потерям, коэффициент связи и допуски				
5.1	Номинальные потери и удельные потери одинарных реакторов (номинальные потери / удельные потери (индуктивное сопротивление)) в зависимости от номинального тока, кВт и Вт/кВА, не более: - 250 А - 400 А - 630 А - 1000 А - 1600 А - 2500 А - 4000 А	5,4 / 29 (1,0); 6,0 / 23 (1,4); 7,8 / 21 (2,0); 10,5 / 23 (2,5); 5,7 / 34 (0,35); 7,5 / 35 (0,45); 7,5 / 26 (0,25); 10,2 / 22 (0,40); 12,0 / 18 (0,56); 10,5 / 25 (0,14); 14,4 / 22 (0,22); 17,4 / 21 (0,28); 18,6 / 18 (0,35); 22,2 / 17 (0,45); 25,5 / 16 (0,56); 22,8 / 22 (0,14); 27,9 / 19 (0,2); 31,5 / 17(0,25); 41,4 / 17 (0,35); 51,0 / 20 (0,14); 61,5 / 17 (0,2); 67,5 / 15 (0,25); 91,5 / 14 (0,35); 79,5 / 17 (0,10); 108,0 / 13 (0,18)	ГОСТ 14794 п. 2.8 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.2	Номинальные потери и удельные потери (номинальные потери / удельные потери (индуктивное сопротивление)) в зависимости от номинального тока, кВт и Вт/кВА, не более: - 630 А	19,2 / 60 (0,25); 24,9 / 53 (0,40); 30,0 /	ГОСТ 14794 п. 2.8 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3					4	5	6
	- 1000 А - 1600 А - 2500 А	40 (0,56); 21,6 / 51 (0,14); 26,7 / 44 (0,22); 31,8 / 41 (0,28); 35,4 / 37 (0,35); 46,8 / 32 (0,45); 53,4 / 28 (0,56); 34,5 / 37 (0,14); 42,9 / 28 (0,2); 67,2 / 37 (0,25); 66,0 / 28 (0,35); 88,8 / 40 (0,14); 108,0 / 27 (0,2)							
5.3	Расчетный коэффициент связи сдвоенных реакторов	0,4÷0,6					ГОСТ 14794 п. 2.9 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.4	Допуск на значения, %: - номинальное индуктивное сопротивление; - номинальные потери; - коэффициент связи	от 0 до +15 +15 +10					ГОСТ 14794 п. 2.10 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
6	Требования к электрической прочности изоляции								
	Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35			
6.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли и между фазами Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - относительно земли и между обмотками: - уровень изоляции «а»; - уровень изоляции «б»	60 20 32	75 28 42	95 38 55	125 50 65	190 80 95	ГОСТ 1516.3, п. 5		

1	2	3	4	5	6
7	Требование к стойкости при коротком замыкании и толчках нагрузки				
7.1	Допустимое действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания (ток термической стойкости) $I_{к, доп}$, кА	$I_{к, доп} = \frac{U}{\sqrt{3X + \frac{U}{I_c}}}$ <p>но не более $25I_H$</p>	ГОСТ 14794 п. 2.12.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.2	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) $i_{дин}$, кА	$2,55I_{к, доп}$	ГОСТ 14794 п. 2.12.3 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.3	Время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з.}$, с: - номинальный ток 630 А и менее - номинальный ток свыше 630 А	3 6	ГОСТ 14794 п. 2.12.5 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.4	Сдвоенные реакторы должны выдерживать толчки нагрузки при разнонаправленных токах ветвей от самозапуска электрических машин, находящихся в схеме за реактором: - продолжительность толчка нагрузки, с - действующее значение тока во время толчка не должно превышать - количество толчков нагрузки в год	15 $5I_H$ 15	ГОСТ 14794 п. 2.12.6 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
8	Требования по надёжности				
8.1	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

¹ Значение I_c должно быть принято следующее:

125 кА - для всех реакторов с горизонтальным расположением фаз и для всех реакторов с номинальным током, равным или больше 1000 А, при номинальном индуктивном сопротивлении, равном или превышающем 0,25 Ом. 90 кА - для реакторов с вертикальным и ступенчатым расположением фаз с номинальным током меньше 1000 А, при номинальном индуктивном сопротивлении, равном или превышающем 0,40 Ом. 70 кА - для всех остальных реакторов.

1	2	3	4	5	6
8.2	Установленный ресурс реактора за срок службы, не менее	100 К.З. при суммарной продолжительности не более 180 сек	ГОСТ 14794 п. 2.12.7 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9	Гарантии изготовителя				
9.1	Гарантийный срок эксплуатации, лет, не менее	5 лет со дня ввода в эксплуатацию	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
10	Требования безопасности				
10.1	Конструкция реакторов должна соответствовать	ГОСТ 12.2.007.0, 12.2.007.2 и 12.1.004, ПУЭ-7, ПОТ РМ-016-2001	ГОСТ 14794 п. 3.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
10.2	Требование к заземляющему зажиму и знаку заземления по ГОСТ 21130	Соответствие	ГОСТ 14794 п. 3.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
10.3	Наличие сертификата соответствия требованиям безопасности или декларации о соответствии требованиям безопасности в системе ГОСТ Р	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
11	Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения				
11.1	Наличие паспортной таблички, на которой должны быть указаны: - товарный знак предприятия-изготовителя; - наименование изделия; - порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя; - условное обозначение типа; - обозначение фазы; - год выпуска; - класс напряжения в киловольтах; - номинальный ток в амперах; - длительно допустимый ток в амперах	Обязательно	ГОСТ 14794 п. 7.1.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	<p>при естественном воздушном охлаждении - для реакторов с принудительным охлаждением;</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальное индуктивное сопротивление в омах; - значение тока электродинамической стойкости в килоамперах (для сдвоенных реакторов - значение тока электродинамической стойкости при протекании тока в одной ветви); - значение тока электродинамической стойкости для сдвоенных реакторов при разнонаправленных токах в обеих ветвях реактора в килоамперах; - значение тока термической стойкости - в килоамперах, время - в секундах; - номинальные потери в киловаттах. Для сдвоенных реакторов потери при нагрузке обеих ветвей номинальным током; - номинальная частота в герцах; - коэффициент связи - для сдвоенных реакторов; - способ охлаждения; - масса фазы реактора в килограммах 				
11.2	<p>Упаковка должна обеспечивать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исключение механических повреждений, защиту изоляционных частей от воздействия внешней среды при транспортировании 	Обязательно	ГОСТ 14794 п. 7.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
11.3	Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов	Ж1 (открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и	ГОСТ 14794 пункты 7.3, 7.4		

1	2	3	4	5	6
	внешней среды по ГОСТ 15150 Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150	холодным климатом) Ж2 (навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в условно чистой атмосфере)	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
12	Требования к комплектности поставки				
12.1	К реактору должна прикладываться следующая документация по ГОСТ 2.610: - паспорт на русском языке (с данными результатов приемо-сдаточных испытаний); - техническое описание и инструкция по эксплуатации на русском языке; - перечень комплектующих узлов и деталей; - эксплуатационная документация и паспорта на комплектующее оборудование и аппаратуру	1 экз. 1 экз. 1 экз. 1 экз.	ГОСТ 14794 п. 4.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
12.2	В комплект реактора должны входить три или одна фаза. Составные части, входящие в комплект поставки должны быть указаны в НД.	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
13	Требования к комплектующим²				
13.1	Изолятор керамический опорный по ГОСТ 25073, ГОСТ Р 52034	Действующее заключение аттестационной комиссии	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
14	Требования к сервисным службам				
14.1	Наличие помещения, склада запасных	1. Разрешительная документация на	Требование		

² В случае отсутствия действующего заключения аттестационной комиссии на комплектующие, проверка соответствия проводится в соответствии со стандартом ОАО «ФСК ЕЭС» на данный вид оборудования, в случае отсутствия стандарта, в соответствии с ГОСТ на данный вид оборудования с учетом дополнительных требований ОАО «ФСК ЕЭС».

1	2	3	4	5	6
	частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	техническое обслуживание электро-технического 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.	ОАО «ФСК ЕЭС»		
14.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов				
14.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта				
14.4	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей				
14.5	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона				
14.6	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов				
14.7	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания Гарантийного срока				
14.8	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев				

5 Технические требования к токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 110-500 кВ

5.1 Технические требования при проведении аттестации токоограничивающим реакторам на номинальные напряжения 110 - 500 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика				Нормативный документ	Подтвержденное значение параметра при аттестации	Соответствие, подтвержденное экспертом
1	2	3				4	5	6
1	Условия эксплуатации							
1.1	Номинальное напряжение сети, кВ	110	220	330	500	ГОСТ 721 п. 2		
1.2	Номинальная частота, Гц	50				ГОСТ 6697 п. 3		
1.3	Категория размещения	1; 2; 3				ГОСТ 15150 пункты 2, 3		
1.4	Климатическое исполнение	У, УХЛ, ХЛ				ГОСТ 15150 пункты 2, 3		
1.5	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	+40				ГОСТ 15150 п. 3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С: - для климатического исполнения У - для климатического исполнения УХЛ, ХЛ	-45 -60				ГОСТ 15150 п. 3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	до 1000				Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK - 64, не менее	6				Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.9	Группа внешних механических воздействий по ГОСТ 17516.1	В соответствии с ТУ или спецификацией				Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.10	Тип атмосферы	II				ГОСТ 15150		

1	2	3					4	5	6
							п. 3.14		
2	Номинальные параметры и характеристики								
2.1	Номинальные параметры								
2.2	Номинальное напряжение, кВ	110	220	330	500	ГОСТ 721 п. 2			
2.3	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126	252	363	525	ГОСТ 721 п. 2			
2.4	Номинальный ток, А	250; 400; 630; 1000; 1600; 2000; 2500; 4000					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Номинальное индуктивное сопротивление одинарных реакторов, Ом	В соответствии с ТУ или спецификацией					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Номинальное индуктивное сопротивление сдвоенных реакторов, Ом	В соответствии с ТУ или спецификацией					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6	Схема установки реакторов	С вертикальным расположением фаз; Со ступенчатым расположением фаз; С горизонтальным расположением фаз					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3	Требования к конструкции								
3.1	Зажимы реакторов должны быть выполнены с учётом требований ГОСТ 10434	соответствие					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.2	Система охлаждения	естественное воздушное; принудительное воздушное					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.3	Угол ψ между выводами реактора, °	0; 90; 180					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.4	Устройства для подъёма	наличие устройств для строповки					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.	Требования по нагреву								
4.1	Класс нагревостойкости по ГОСТ 8865	А	Е	В	Ф	Н	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.2	Допустимые превышения температуры над температурой окружающей среды, °С, не более:						ГОСТ 8024 п. 1.1		

1	2	3					4	5	6
	- контактные соединения; - выводы: - без покрытия - с покрытием оловом, никелем или серебром - изоляция	65							
		50							
		65							
		60	80	90	115	140			
4.3	Норма нагрева реактора при установившемся токе короткого замыкания, °С						Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
	- медь	180	250	350	350	350			
	- алюминий	180	200	200	200	200			
4.4	В аварийных случаях реакторы должны допускать перегрузку сверх номинального тока:						Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
	- перегрузка сверх номинального тока, %	20	30	40	50	60			
	- продолжительность перегрузки, мин	60	45	32	18	5			
5	Требования к потерям, коэффициент связи и допуски								
5.1	Номинальные потери и удельные потери одинарных реакторов, кВт	В соответствии с ТУ или спецификацией					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.2	Потери двоярных реакторов (потери / (индуктивное сопротивление)) в зависимости от номинального тока, кВт	В соответствии с ТУ или спецификацией					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.3	Расчетный коэффициент связи двоярных реакторов	0,4÷0,6					Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.4	Допуск на значения, %:						Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
	- номинальное индуктивное сопротивление;	от 0 до +15							
	- номинальные потери; - коэффициент связи	+15 +10							
6	Требования к электрической прочности изоляции								

1	2	3		4	5	6
	Номинальное напряжение, кВ	110	220			
6.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли и между фазами Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - относительно земли и между обмотками	480 200	950 395	ГОСТ 1516.3, п. 5, таблица Г.5		
	Номинальное напряжение, кВ	330	500			
6.2	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли и между фазами: - уровень изоляции «а» - уровень изоляции «б» Испытательное напряжение коммутационного импульса, кВ: - относительно земли и между фазами: - уровень изоляции «а» - уровень изоляции «б» Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - относительно земли и между обмотками: - уровень изоляции «а» - уровень изоляции «б»	1050 1175 850 950 460 510	1425 1550 1050 1230 630 680	ГОСТ 1516.3, п. 5		
7	Требование к стойкости при коротком замыкании и толчках нагрузки					

1	2	3	4	5	6
7.1	Допустимое действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания (ток термической стойкости) $I_{к, доп}$, кА	$I_{к, доп} = \frac{U}{\sqrt{3X + \frac{U}{I_c}}}$ ³ но не более $25I_H$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.2	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) $i_{дин}$, кА	$2,55I_{к, доп}$	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.3	Время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з.}$, с: - номинальный ток 630 А и менее - номинальный ток свыше 630 А	3 6	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
7.4	Сдвоенные реакторы должны выдерживать толчки нагрузки при разнонаправленных токах ветвей от самозапуска электрических машин, находящихся в схеме за реактором: - продолжительность толчка нагрузки, с - действующее значение тока во время толчка не должно превышать - количество толчков нагрузки в год	15 $5I_H$ 15	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
8	Требования по надёжности				
8.1	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
8.2	Установленный ресурс реактора за срок службы, не менее	100 К.З. при суммарной продолжительности не более 180 сек	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
9	Гарантии изготовителя				
9.1	Гарантийный срок эксплуатации, лет,	5 лет со дня ввода в эксплуатацию	Требование		

³ Значение I_c должно быть принято следующее:

125 кА - для всех реакторов с горизонтальным расположением фаз и для всех реакторов с номинальным током, равным или больше 1000 А, при номинальном индуктивном сопротивлении, равном или превышающем 0,25 Ом. 90 кА - для реакторов с вертикальным и ступенчатым расположением фаз с номинальным током меньше 1000 А, при номинальном индуктивном сопротивлении, равном или превышающем 0,40 Ом. 70 кА - для всех остальных реакторов.

1	2	3	4	5	6
	не менее		ОАО «ФСК ЕЭС»		
10	Требования безопасности				
10.1	Конструкция реакторов должна соответствовать	ГОСТ 12.2.007.0, 12.2.007.2 и 12.1.004, ПУЭ-7, ПОТ РМ-016-2001	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
10.2	Требование к заземляющему зажиму и знаку заземления по ГОСТ 21130	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
10.3	Наличие сертификата соответствия требованиям безопасности или декларации о соответствии требованиям безопасности в системе ГОСТ Р	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
11	Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения				
11.1	Наличие паспортной таблички, на которой должны быть указаны: - товарный знак предприятия-изготовителя; - наименование изделия; - порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя; - условное обозначение типа; - обозначение фазы; - год выпуска; - класс напряжения в киловольтах; - номинальный ток в амперах; - длительно допустимый ток в амперах при естественном воздушном охлаждении - для реакторов с принудительным охлаждением; - номинальное индуктивное сопротивление в омах; - значение тока электродинамической стойкости в килоамперах (для сдвоенных реакторов - значение тока электро-	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	<p>динамической стойкости при протекании тока в одной ветви);</p> <ul style="list-style-type: none"> - значение тока электродинамической стойкости для сдвоенных реакторов при разнонаправленных токах в обеих ветвях реактора в килоамперах; - значение тока термической стойкости - в килоамперах, время - в секундах; - номинальные потери в киловаттах. <p>Для сдвоенных реакторов потери при нагрузке обеих ветвей номинальным током;</p> <ul style="list-style-type: none"> - номинальная частота в герцах; - коэффициент связи - для сдвоенных реакторов; - способ охлаждения; - масса фазы реактора в килограммах 				
11.2	<p>Упаковка должна обеспечивать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исключение механических повреждений, защиту изоляционных частей от воздействия внешней среды при транспортировании 	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
11.3	<p>Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150</p> <p>Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150</p>	<p>Ж1 (открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом)</p> <p>Ж2 (навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в условно чистой атмосфере)</p>	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
12	Требования к комплектности поставки				
12.1	К реактору должна прикладываться следующая документация:		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	- паспорт на русском языке (с данными результатов приемо-сдаточных испытаний); - техническое описание и инструкция по эксплуатации на русском языке; - перечень комплектующих узлов и деталей - эксплуатационная документация и паспорта на комплектующее оборудование и аппаратуру	1 экз. 1 экз. 1 экз. 1 экз.			
12.2	В комплект реактора должны входить три или одна фаза. Составные части, входящие в комплект поставки должны быть указаны в НД	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
13	Требования к комплектующим⁴				
13.1	Изолятор керамический опорный по ГОСТ 25073, ГОСТ Р 52034	Действующее заключение аттестационной комиссии	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
14	Требования к сервисным службам				
14.1	Наличие помещения, склада запасных частей и ремонтной базы (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта	1. Разрешительная документация на техническое обслуживание электро-технического оборудования. 2. Перечень и копии выполняемых договоров сервисного обслуживания. 3. Отзывы о проделанной ранее сервисным центром работе (референт-лист). 4. Перечень используемых приборов, с подтверждением их метрологической	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
14.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов.				
14.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления				

⁴ В случае отсутствия действующего заключения аттестационной комиссии на комплектующие, проверка соответствия проводится в соответствии со стандартом ОАО «ФСК ЕЭС» на данный вид оборудования, в случае отсутствия стандарта, в соответствии с ГОСТ на данный вид оборудования с учетом дополнительных требований ОАО «ФСК ЕЭС».

1	2	3	4	5	6
	гарантийного и постгарантийного ремонта	аттестации.			
14.4	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей	5. Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя.			
14.5	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона	6. Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.			
14.6	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов				
14.7	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 25 лет с даты окончания Гарантийного срока				
14.8	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев				

Библиография

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) - 7 издание. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6.
3. ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (Приказ Минэнерго России от 27.12.2000 № 163).