
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.35.164-2014**

**КРУЭ на номинальные напряжения 6-35 кВ.
Типовые технические требования**

Стандарт организации

Дата введения 11.03.2014
Дата введения изменений: 19.11.2019

ОАО «ФСК ЕЭС»
2014

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. ВНЕСЕН: Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 11.03.2014 № 124.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 19.11.2019 № 408 в разделы: Введение, 1 – 4.
5. ВВЕДЁН: с изменениями от 19.11.2019 (ПОВТОРНО).

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

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

Содержание

Введение	4
1 Область применения	5
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины, определения и обозначения	7
3.1 Термины, определения	7
3.2 Обозначение и сокращения	11
4 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 6 - 35 кВ	12
Библиография	45

Введение

Типовые технические требования к КРУЭ на номинальные напряжения 6-35 кВ разработаны с учетом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

Типовые технические требования к КРУЭ на номинальные напряжения 6-35 кВ включают:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики;
- требования к электрической прочности изоляции;
- требования по нагреву;
- требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания;
- требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании;
- требования к конструкции, изготовлению и материалам;
- требования по надежности;
- требования безопасности;
- требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения;
- требования к эксплуатационной документации;
- требования к техническим характеристикам выключателя;
- требования к техническим характеристикам разъединителя;
- требования к техническим характеристикам заземлителя ТО;
- требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя;
- требования к техническим характеристикам трансформатора тока;
- требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения;
- требования к техническим характеристикам ОПН;
- требования к средствам измерений (СИ);
- требования к сервисным службам.

1 Область применения

Настоящий стандарт организации распространяется на комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ) в металлической оболочке на номинальные напряжения 6÷35 кВ, предназначенные для использования на электрических станциях и в сетях при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц для сетей с изолированной или заземлённой через дугогасительный реактор нейтралью.

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 2.601-13 ЕСКД. Эксплуатационные документы (с Поправкой).

ГОСТ 2.610-06 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.

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

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

ГОСТ 1983-15 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

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

ГОСТ 7746-15 Трансформаторы тока. Общие технические условия.

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

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

ГОСТ 14693-90 Устройства комплектные распределительные негерметизированные в металлической оболочке на напряжение до 10 кВ. Общие технические условия.

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

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

ГОСТ Р 52565-06 Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия.

ГОСТ 17717-79 Выключатели нагрузки переменного тока на напряжение от 3 до 10 кВ. Общие технические условия (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ Р 51317.6.5-06 (МЭК 61000-6-5:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 52725-07 Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия (с Поправкой).

ГОСТ Р 52726-07 Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия (с Поправкой).

ГОСТ Р 55190-12 (МЭК 62271-200:2003) Устройства комплектные распределительные в металлической оболочке (КРУ) на номинальное напряжение до 35 кВ. Общие технические условия.

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

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

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины, определения

3.1.1 Время включения коммутационного оборудования: интервал времени между моментом подачи команды на включение коммутационного оборудования, находящегося в отключенном положении, и моментом начала протекания тока в первом полюсе.

Примечание.

1 Время включения содержит время оперирования любого вспомогательного оборудования, необходимого для включения выключателя и являющегося неотъемлемой частью выключателя;

2 Время включения может изменяться в зависимости от времени дуги при включении.

3.1.2 Выключатель: контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение нормированного времени и отключать токи при нормированных аномальных условиях в цепи, таких, как короткое замыкание.

3.1.3 Выключатель вакуумный: выключатель, контакты которого размыкаются и замыкаются в оболочке с высоким вакуумом.

3.1.4 Выключатель нагрузки: коммутационный аппарат, способный включать, длительно пропускать и отключать номинальные токи, а в некоторых случаях и обусловленные перегрузочные токи электрической цепи, в которой он установлен, а также включать ток короткого замыкания этой цепи, и обладающий обусловленной динамической и термической стойкостью при сквозных токах короткого замыкания.

3.1.5 Выключатель элегазовый: выключатель, контакты которого размыкаются и замыкаются в элегазе (шестифтористой сере)¹.

3.1.6 Заземлитель: контактный коммутационный аппарат, используемый для заземления частей цепи, способный выдерживать в течение нормированного времени токи при ненормальных условиях, таких как короткое замыкание, но не предусмотренный для проведения тока при нормальных условиях в цепи.

3.1.7 Заземлитель быстродействующий: заземлитель с пружинным приводом, обеспечивающим высокую скорость замыкания контактов, обладающий включающей способностью при коротком замыкании.

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

3.1.9 Категория размещения: характеристика места размещения оборудования соответствующего климатического исполнения при эксплуатации.

3.1.10 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.

3.1.11 Комплектное распределительное устройство элегазовое (КРУЭ): распределительное устройство, в котором основное оборудование заключено в оболочки, заполненные элегазом (SF_6), служащим изолирующей и/или дугогасящей средой.

3.1.12 Кратковременный выдерживаемый ток (ток термической стойкости) I_T : ток, который оборудование должно пропускать во включенном положении в течение нормированного короткого промежутка времени при предписанных условиях применения и поведения.

3.1.13 Минимальное допустимое давление элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности: давление газа в мегапаскалях (абсолютное или избыточное), приведенное к нормальным атмосферным условиям (температура плюс $20\text{ }^\circ\text{C}$, давление $101,3\text{ кПа}$), при котором устройство контроля давления в выключателе блокирует работу выключателя, (т. к. при дальнейшем снижении давления не обеспечивается коммутационная способность, электрическая прочность изоляции или другие характеристики выключателя).

3.1.14 Наибольшее рабочее напряжение электрооборудования $U_{н.р.}$: наибольшее напряжение частоты 50 Гц , неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

Примечание. наибольшее рабочее напряжение электрооборудования не охватывает допустимые для его изоляции кратковременные (длительностью до 20 с) повышения напряжения в аварийных условиях и повышения напряжения частотой 50 Гц (длительностью до 8 ч.), возможные при оперативных коммутациях, указанные в приложении Б ГОСТ 1516.3.

3.1.15 Наибольший пик номинального кратковременного выдерживаемого тока (ток электродинамической стойкости) i_d , кА: значение пика тока, который цепь или коммутационный аппарат может выдержать во включенном положении при предписанных условиях применения и поведения.

3.1.16 Номинальное давление элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности при заполнении: давление газа в МПа (абсолютное или избыточное), значение которого указано в заводской документации на конкретное КРУЭ для изоляции и (или) выполнения коммутационных операций аппаратами КРУЭ, отнесенное к нормальным атмосферным условиям (температура плюс $20\text{ }^\circ\text{C}$, давление $101,3\text{ кПа}$), до которого КРУЭ или его отсеки заполняются перед вводом в эксплуатацию или дозаправляются в эксплуатационных условиях.

3.1.17 Номинальное давление для выполнения операций: Давление в МПа, отнесенное к нормальным атмосферным условиям $+20\text{ }^\circ\text{C}$ и $101,3\text{ кПа}$, выраженное в единицах избыточного или абсолютного давления, до которого устройство управления заполняется перед вводом в эксплуатацию и дозаправляется в эксплуатационных условиях.

3.1.18 Номинальный ток элементов КРУЭ: Значение номинального тока, указанное изготовителем КРУЭ, при котором допустима, по условиям нагрева, длительная работа токоведущих элементов главной цепи, являющееся исходным для отсчета отклонений. Номинальный ток сборных шин КРУЭ может отличаться от номинального тока других главных цепей.

3.1.19 **Номинальное напряжение оборудования $U_{\text{ном}}$:** междуполюсное напряжение (действующее значение), равное номинальному междуфазному напряжению электрических сетей, для работы в которых предназначено оборудование.

3.1.20 **Номинальное напряжение питания цепей включающих и отключающих устройств и вспомогательных цепей (управления, блокировки и сигнализации) $U_{\text{п.ном}}$, В:** напряжение постоянного или переменного тока, измеренное на выводах источников питания включающих и отключающих устройств, вспомогательных цепей и цепей управления во время оперирования коммутационного оборудования в нормальном режиме работы.

3.1.21 **Номинальный ток отключения коммутационного оборудования $I_{\text{о, ном}}$:** наибольшее действующее значение периодической составляющей тока, на отключение которого рассчитано коммутационное оборудование при нормированных условиях его коммутационной способности.

3.1.22 **Нормированное испытательное напряжение:** испытательное напряжение, нормированное по значению, длительности и форме.

3.1.23 **Нормированное значение относительного содержания аperiodической составляющей в токе отключения β :** наибольшее допустимое значение β при номинальном токе отключения.

3.1.24 **Относительное содержание аperiodической составляющей в токе отключения β :** отношение значения аperiodической составляющей тока отключения к амплитудному значению его периодической составляющей в момент размыкания контактов.

3.1.25 **Собственное время отключения $t_{\text{о.с}}$:** интервал времени от момента подачи команды на отключение до момента прекращения соприкосновения (размыкания) дугогасительных контактов (для выключателей с шунтирующими резисторами следует различать время до момента прекращения соприкосновения основных дугогасительных контактов и то же — для дугогасительных контактов шунтирующей цепи).

Собственное время отключения выключателя определяется в соответствии со способом отключения, как установлено ниже, и с любым устройством выдержки времени, являющимся неотъемлемой частью выключателя, установленным на свою минимальную регулировку:

а) для выключателей, отключающих с помощью любой формы вспомогательной энергии, собственное время отключения представляет интервал времени между моментом подачи команды на катушку отключения или расцепитель выключателя, находящегося во включенном положении, и моментом, когда дугогасительные контакты разомкнутся во всех полюсах;

б) для самоотключающегося выключателя собственное время отключения представляет интервал времени между моментом, при котором ток в главной цепи выключателя, находящегося во включенном положении, достигает значения срабатывания расцепителя максимального тока, и моментом, когда дугогасительные контакты разомкнутся во всех полюсах.

Нормированное собственное время отключения выключателя принимается равным измеренному при отсутствии токовой нагрузки в главной цепи выключателя и при номинальном напряжении питания цепи управления.

Примечание.

1 Собственное время отключения может изменяться в зависимости от значения отключаемого тока.

2 Для многоразрывных выключателей момент, когда дугогасительные контакты разомкнутся во всех полюсах, определяется как момент размыкания контактов первого (по времени) разрыва полюса, размыкающегося последним.

3 Собственное время отключения содержит в себе время оперирования любого вспомогательного оборудования, необходимого для отключения выключателя и являющегося его неотъемлемой частью.

3.1.26 Собственное время включения: интервал времени между моментом подачи команды на включение выключателя, находящегося в отключенном положении, и моментом, когда контакты соприкоснутся во всех полюсах.

Нормированное собственное время включения принимается равным измеренному при отсутствии высокого напряжения в главной цепи.

Для выключателей с пружинным приводом — при нормированном усилии (статическом моменте) пружин.

Примечание. Собственное время включения содержит в себе время оперирования любого вспомогательного оборудования, необходимого для включения выключателя и являющегося его неотъемлемой частью.

3.1.27 Переходное восстанавливающееся напряжение (ПВН): напряжение, появляющееся на контактах одного полюса выключателя после гашения в нем дуги, в течение времени, когда оно имеет заметно выраженный переходный характер. Оно может быть колебательным или апериодическим или их комбинацией, в зависимости от характеристик сети и выключателя, отражает также смещение напряжения нейтрали многофазной цепи. ПВН в трехфазных цепях, если не оговорено иначе, это напряжение между выводами полюса, гасящего дугу первым, так как это напряжение обычно выше, чем на каждом из двух других полюсов.

3.1.28 Полное время отключения: интервал времени между началом операции отключения и окончанием погасания дуги во всех полюсах.

3.1.29 предохранитель: коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи посредством разрушения специально предусмотренных для этого токоведущих частей под действием тока, превышающего определенное значение, с последующим гашением возникающей электрической дуги.

3.1.30 Привод: устройство, предназначенное для создания и передачи силы, воздействующей на подвижные части оборудования для выполнения его функций, а также для удержания оборудования в конечном положении.

3.1.31 Разъединитель: контактный коммутационный аппарат, который обеспечивает в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям.

3.1.32 Трансформатор тока (напряжения): трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичный ток (вторичное напряжение) практически пропорционален (пропорционально) первичному току (первичному напряжению) и при правильном включении сдвинут (сдвинуто) относительно него по фазе на угол, близкий к нулю.

3.2 Обозначение и сокращения

«В» – операция включения;

«О» – операция отключения;

T10 – режим испытаний на коммутационную способность при токе, составляющем около $0,1 I_{о, ном}$;

T30 – режим испытаний на коммутационную способность при токе, составляющем около $0,3 I_{о, ном}$;

T60 – режим испытаний на коммутационную способность при токе, составляющем около $0,6 I_{о, ном}$;

T100s – режим испытаний на коммутационную способность при токе $I_{о, ном}$, не содержащем апериодической составляющей ($\beta \leq 20\%$);

T100a – режим испытаний на коммутационную способность при токе $I_{о, ном}$ с апериодической составляющей $\beta = \beta_H$;

Tcr1 – режим испытаний на коммутационную способность при критических токах $0,8 I_{о, ном}$ и $0,45 I_{о, ном}$;

Tcr2 – режим испытаний на коммутационную способность при критических токах $0,45 I_{о, ном}$ и $0,2 I_{о, ном}$;

Tcr3 – режим испытаний на коммутационную способность при критических токах $0,2 I_{о, ном}$ и $0,05 I_{о, ном}$;

T1ph – режим испытаний на коммутационную способность в условиях однофазного короткого замыкания при токе $I_{о, ном}$;

T2ph' – режим испытаний на коммутационную способность в условиях двойного короткого замыкания на землю, при токе $0,87 I_{о, ном}$;

T100s(a), T100s(b) – режимы испытаний на коммутационную способность, заменяющие режим **T100s**.

ОПН нелинейный ограничитель перенапряжений в составе КРУЭ.

4 Технические требования к КРУЭ на номинальные напряжения 6 - 35 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
1	Условия эксплуатации						
1.1	Номинальное напряжение сети, кВ	6	10	15	20	35	ГОСТ 1516.3, п. 4.2.2
1.2	Номинальная частота, Гц	50					ГОСТ 6697, п. 3
1.3	Категория размещения	3; 4					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	У3, УХЛ3, ХЛ3: +40 УХЛ4: +35					ГОСТ 15150, п. 3.2
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	УХЛ3, ХЛ3: -60 У3: -45 ¹ УХЛ4: +1					ГОСТ 15150, п. 3.2
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000 ²					Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK - 64, не менее	6					Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
1.9	Требования к группе нормированных внешних механических воздействий	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации					ГОСТ 17516.1
1.10	Тип атмосферы	II					ГОСТ 15150, п. 3.14
2	Номинальные параметры и характеристики						
2.1	Номинальные параметры						
2.1.2	Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35	ГОСТ 1516.3, п. 4.2.2
2.1.3	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2	12	17,5	24	40,5	ГОСТ 1516.3. п. 4.2.2
2.1.4	Номинальный ток, А	200; 400; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000					Требование

¹ Допускается нижнее значение температуры окружающего воздуха принимать минус 5 или минус 25 °С

² Допускается применение шкафов КРУЭ для работы на высоте над уровнем моря свыше 1000 м при соблюдении требований ГОСТ 15150, ГОСТ 1516.3 и ГОСТ 8024.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
		2500; 3150; 4000; 5000					ПАО «ФСК ЕЭС»
2. 1.4	Изоляционная среда	элегаз или смесь газов					Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.2	Требования к электрической прочности изоляции						
	Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35	
2.2.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли, между полюсами и между контактами выключателя; - между контактами разъединителя, предохранителя	60 70	75 85	95 110	125 145	190 220	ГОСТ 1516.3, таблица 2 ³ ГОСТ Р 55195, п.11.1 ⁴
2.2.2	Испытательное напряжение грозового импульса для трансформатора напряжения относительно земли и между фазами, кВ: - полного; - срезанного	60 70	75 90	95 115	125 150	190 220	ГОСТ 1516.3, таблица 2 ГОСТ Р 55195. п.6.1
2.2.3	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ (уровень «а» / «б») ³ : - относительно земли, между полюсами и между контактами выключателя; - между контактами разъединителя, предохранителя	20/32 23/37	28/42 32/48	38/55 45/63	50/65 60/75	80/95 95/120	ГОСТ 1516.3, таблица 2
	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ (уровень «а» / «б») ⁴ : - относительно земли, между полюсами и между контактами выключателя	20/28	28/38	38/50	50/65	80/95	ГОСТ Р 55195, п.11.2

³ Для электрооборудования разработанного до 01.01.2014.

⁴ Для электрооборудования разработанного с 01.01.2014.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
		3					
1	2	23/32	32/45	45/60	60/75	95/120	
	- между контактами разъединителя, предохранителя						
2.2.4	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - изоляция цепей управления и вспомогательных цепей, а также их элементов; - вторичных обмоток трансформаторов тока относительно заземленных частей, а для трансформаторов с несколькими вторичными обмотками также относительно друг друга; - вторичных обмоток трансформаторов напряжения			2			ГОСТ 1516.3. п. 4.14;
				3			ГОСТ 1516.3, п. 13.2.1; ГОСТ 7746, п. 6.3.4; ГОСТ 1983, п. 6.12.1
2.2.5	Интенсивность частичных разрядов при напряжении $1,1U_{н.р.}/\sqrt{3}$, пКл, не более			10			ГОСТ 1516.3, п. 13.1.10
2.3	Требования к нагреву						
2.3.1	Допустимое превышение температуры над эффективной температурой окружающего воздуха 40 °С: а) контактов из меди с покрытием серебром ; б) соединений из меди с покрытием серебром; в) выводы; г) токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие части д) температура нагрева частей оболочки шкафов, к которым можно прикасаться			65			ГОСТ 8024, п. 1.1 ГОСТ 14693, п. 2.4.3
				75			
				65			
				80			
				10 или 30			

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	при эксплуатации (измерительные панели, панели управления, релейные отсеки, двери шкафов КРУ, крышки)		
2.3.2	<p>Предельно допустимое значение температуры нагрева токоведущих частей КРУЭ, при воздействии сквозных токов короткого замыкания, °С:</p> <ul style="list-style-type: none"> - из металла, кроме алюминиевых, соприкасающиеся с органической изоляцией или маслом; - из меди и ее сплавов, не соприкасающиеся с органической изоляцией или маслом; - из алюминия, не соприкасающиеся с органической изоляцией или маслом; - стальные, не соприкасающиеся с органической изоляцией или маслом 	<p>250⁵</p> <p>300</p> <p>200</p> <p>400</p>	<p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</p>
2.4	Требование к стойкости при сквозных токах короткого замыкания		
2.4.1	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) i_d , кА	32; 41; 51; 64; 81; 102; 128	ГОСТ Р 52565, п. 6.5.1
2.4.2	Среднеквадратичное значение тока за время его протекания (ток термической стойкости) I_T , кА	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50	ГОСТ Р 52565, п. 6.5.1
2.4.3	<p>Время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з.}$, с</p> <ul style="list-style-type: none"> - главные цепи - цепи заземления 	<p>3</p> <p>1 или 3</p>	<p>ГОСТ Р 52565, п. 6.5.1</p> <p>Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</p>
2.5	Требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании		

⁵ Максимально допустимая температура не должна превышать 80 % наименьшей температуры самовоспламенения изоляции или масла, но не более 250 °С.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.5.1	Ток короткого замыкания, кА Время воздействия дуги, с: $I_{o,ном} \leq 31,5$ кА $I_{o,ном} \geq 40$ кА Наличие мембраны сброса давления Предел локализации внутренней дуги	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50 0,5 0,3 Обязательно отсек	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6	Требования к конструкции, изготовлению и материалам		
2.6.1	Тип конструкции	трехфазная	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.2	Тип ввода	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.3	Рабочее давление элегаза SF ₆ ⁶ или смеси газов при 20 °С, МПа - в отсеке выключателя - в отсеке трансформатора напряжения - других отсеках	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.4	Максимальные ежегодные утечки газа, % от объема, не более	0,5	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.5	Механический указатель положения коммутационных аппаратов Цвет указателей положения: - «В» (включено) - «О» (отключено)	Обязательно ⁷ красный на белом фоне зеленый на белом фоне	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.6	КРУЭ должны быть оборудованы заземляющими ножами и иметь смотровые окна для визуального определения положения заземляющих ножей	Обязательно ⁸	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

⁶ Элегаз по ТУ 6-02 1249-83 «Элегаз повышенной чистоты».

⁷ В случае, если указатель положения интегрирован в мнемосхему, цвет указателя не нормируется.

⁸ В случае отсутствия смотровых окон может использоваться механический указатель гарантированного положения контактов.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.6.7	Средства (нагреватели) в шкафах, обеспечивающие условия работы КРУЭ при низких температурах	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.8	Мнемосхема на фасадной панели КРУЭ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.9	Изготовление корпуса КРУЭ из стального листа с антикоррозионным покрытием	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.10	Требования к отсеку кабельного присоединения	С отдельным доступом с фасадной, при одностороннем обслуживании, и с тыльной стороны при двухстороннем, с подключением трёхфазных (однофазных) кабелей с возможностью установки трансформаторов тока защиты от замыканий на землю	ГОСТ 14693, п. 2.8
2.6.11	Блокировки в шкафах КРУЭ - механические и/или электромагнитные	Обязательно	ГОСТ 12.2.007.0, п. 3.5
2.6.12	Усилие на рукоятке ручного привода заземлителя, Н, не более	245	ГОСТ 14693, п. 2.8.5 ГОСТ Р 52726, п. 5.10.21
2.6.13	Муфты с обратными клапанами для подключения газотехнологической аппаратуры имеют удобные расположение и конструктивное исполнение	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.14	Степень защиты оболочек КРУЭ, не менее - токоведущие части, контейнеры с элегазом и т.д. - корпус шкафов	IP 65 IP 3X	ГОСТ 14254

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.6.15	Покрытие элементов фасадной стороны	полимерное	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.16	В ячейках КРУЭ одного типоразмера должны быть предусмотрены взаимозаменяемость элементов одного наименования и унифицированное соединение элементов между собой	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.17	Для компенсации изменения размеров ячейки вследствие колебаний температуры, а также, вызванных отклонениями при изготовлении и монтаже должны быть предусмотрены компенсационные устройства для обеспечения соединений смежных ячеек и, при необходимости, элементов внутри ячейки	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.18	Ячейки должны допускать расширение состоящего из них КРУЭ без изменения конструкции установленных ячеек	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.19	Оболочки смежных элементов в ячейке и сборных шин должны быть электрически соединены	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.20	Наружные металлические поверхности оболочек КРУЭ должны быть покрыты эмалью. Класс покрытия для наружных поверхностей согласно ГОСТ 14693, п. 2.8.10.2	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.21	Цвет эмали должен быть одинаковым для одних и тех же элементов отдельно стоящего КРУЭ или группы ячеек, конструктивно связанных между собой	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.6.22	Герметичные изоляторы установленные между отсеками должны окрашиваться в другие цвета, контрастные по отношению к основному цвету	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.23	Вторичные обмотки трансформаторов тока в случае необходимости изменения коэффициента трансформации должны меняться без проведения газотехнологических работ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.24	Поставляемое для монтажа оборудование должно иметь максимальную заводскую готовность, позволяющую проводить монтаж и наладку оборудования в минимальные сроки	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.25	Исполнение КРУЭ должно позволять использовать как кабельные, так и воздушные заходы на подстанцию. Возможно применение элегазовых токопроводов небольшой длины	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.26	Для предотвращения ошибочных операций с разъединителями и выключателями должны быть механические и электрические блокировки	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.27	Заземлители должны быть установлены непосредственно рядом с разъединителями, со всех сторон, откуда может быть подано напряжение	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.28	Заземлители должны устанавливаться на каждом шинном разъединителе в отдельных герметичных газовых объемах	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	с целью недопущения одновременного отключения двух систем шин при проведении ремонтно - восстановительных работ		
2.6.29	Заземлители, устанавливаемые на сборных шинах и на отходящих линиях, должны быть быстродействующими	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.30	Трансформаторы напряжения к системам шин должны подключаться через разъединители с возможностью монтажа или демонтажа без отключения секции КРУЭ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.31	Соединение кабелей с КРУЭ должно быть «штекерного типа», т. е. расстыковка кабеля с КРУЭ должна производиться без выполнения газотехнологических работ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.32	Повышенная локализационная стойкость - каждый основной элемент должен находиться в отдельном газоизолированном объеме	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.6.33	Возможность комплектации встраиваемыми, «изоляторными» или «оконными» сенсорами СВЧ контроля ЧР (типа DMS coupler), совместимыми с системами типа SmartCoupler или PDMG-R (или аналогичными) на каждом объеме и сборных шинах. Чувствительность в соответствии с документацией CIGRE для СВЧ методов (TF 15/33.03.05)	По согласованию с Заказчиком	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
2.7	Требования по надёжности		
2.7.1	Срок службы до среднего ремонта без вскрытия герметичной оболочки с элегазом, лет, не менее	15	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.7.2	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.8	Гарантии изготовителя		
2.8.1	Гарантийный срок эксплуатации, лет, не менее	5 лет со дня ввода в эксплуатацию	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.9	Требования безопасности		
2.9.1	Датчик плотности элегаза	Датчик плотности индикаторного типа с возможностью демонтажа под давлением элегаза	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.9.2	Значение сопротивления между доступными к прикосновению металлическими нетоковедущими частями КРУЭ, которые могут оказаться под напряжением и местом подключения ячейки к контуру заземления, Ом, не более	0,1	ГОСТ 12.2.007.0, п. 3.3.7
2.9.3	Наличие декларации о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.10	Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения		
2.10.1	Наличие таблички с данными: - условное обозначение; - номинальное напряжение в кВ; - номинальный ток в А; - номинальный ток отключения выключателя в кА; - ток термической стойкости в кА; - степень защиты;	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - номинальное давление заполнения, сигнализации и блокировки приведенное к температуре +20 °С (таблички должны быть на каждом газоизолированном объеме); - масса в кг. 		
2.10.2	<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 ПАО «ФСК ЕЭС»
2.10.3	<p>Условия хранения КРУЭ в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для климатического исполнения и категории размещения УХЛ4; - для климатического исполнения и категории размещения УЗ, УХЛЗ, ХЛЗ. <p>Условия транспортирования КРУЭ в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150. Транспортирование и хранение при избыточном давлении заполнения элегаза, МПа, не менее</p>	<p>1Л (отапливаемое хранилище)</p> <p>2С (неотапливаемое хранилище в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом)</p> <p>8ОЖЗ (открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом)</p> <p>0,05</p>	ГОСТ 15150, п. 10.1
2.11	Требования к комплектности поставки		
2.11.1	К комплекту КРУЭ должна прикладываться следующая документация, выполненная в соответствии с требованиями ГОСТ 2.610	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»; ГОСТ 2.610; ГОСТ 2.601

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	<ul style="list-style-type: none"> - паспорт на каждую ячейку КРУЭ, комплектующее оборудование и аппаратуру на русском языке - 1 экз.; - техническое описание и инструкция по эксплуатации на КРУЭ, комплектующее оборудование и аппаратуру на русском языке – 3 экз.; - электрические схемы главных цепей - 1 экз.; - электрические схемы вспомогательных цепей - 2 экз.; - эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов - 1 экз.; - ведомость ЗИП - 1 экз.; - газовая схема – 1 экз. 		
2.11.2	<p>В комплект КРУЭ должны входить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ячейки КРУЭ (выключатель, разъединитель, заземлитель, трансформатор тока, трансформатор напряжения, ОПН (по согласованию)); - токопроводы; - составные части и детали; - запасные части; - принадлежности и монтажные материалы; - элегаз; - совместно с КРУЭ должны постав- 	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	ляться адаптеры для пристыковки высоковольтных испытательных установок (согласно опросным листам), элементы уплотнения кабелей в днище отсека присоединения кабелей		
2.12	Требования к электромагнитной совместимости⁹		
2.12.1	Помехоустойчивость в соответствии с ГОСТ Р 51317.6.5	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
2.13	Требования к вспомогательным цепям		
2.13.1	Номинальное напряжение вспомогательных цепей переменного тока, В, не более Частота переменного тока вспомогательных цепей, Гц Номинальное напряжение вспомогательных цепей постоянного (выпрямленного) тока, В, не более Напряжение срабатывания электромагнитов управления (для предотвращения ложного срабатывания при замыканиях на «землю» в сети оперативного постоянного тока), не менее Исполнение схем вспомогательных соединений КРУЭ	400 50 220 0,6 U ном На электромеханических, микроэлектронных и микропроцессорных реле На микропроцессорных устройствах защиты, управления, автоматики и сигнализации (наличие документа о разреше-	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

⁹Требования к электромагнитной совместимости (ЭМС) предъявляют к КРУЭ, имеющим электронные компоненты, воздействие помех на которые может привести к неправильному функционированию.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
		нии применения на объектах ПАО «ФСК ЕЭС»)	
3	Параметры и характеристики элементов КРУЭ		
3.1	Требования к техническим характеристикам выключателя		
3.1.1	Основные параметры и технические характеристики		
3.1.1.1	Номинальный ток отключения (периодическая составляющая), кА	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50	ГОСТ Р 52565, п. 5.1
3.1.1.2	Ток включения: - наибольший пик, кА - начальное действующее значение периодической составляющей, кА	32; 41; 51; 64; 81; 102; 128 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50	ГОСТ Р 52565, п. 6.6.1.4
3.1.1.3	Тип привода	Пружинный, электромагнитный	ГОСТ Р 52565, п. 4.1.6, Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.1.1.4	Наличие устройства ручного завода пружин привода	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.1.2	Требования к механической работоспособности		
3.1.2.1	Собственное время отключения, мс, не более Собственное время включения, мс, не более Полное время отключения, мс, не более Минимальное напряжение срабатывания включающих устройств, не более, В Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств, не более, В: - при питании постоянным током; Разница между моментами замыкания контактов полюсов при включении, мс,	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации Указывается изготовителем в ТУ или спецификации 60 $0,85U_{п.ном}$ $0,7U_{п.ном}$ 5,0	ГОСТ Р 52565, пункты 6.4.1; 6.4.3 Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	не более Разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателей при отключении, мс, не более	3,3	
3.1.2.2	Требование к ресурсу выключателя по механической стойкости N (число циклов «включение — пауза — отключение» $B - t_n - O$ без тока в главной цепи). Объем испытаний, количество циклов: « $B-t_n-O-t_n$ » - при $U_n = U_{min}$; « $B-t_n-O-t_n$ » - при $U_n = U_{max}$; « $B-t_n-O-t_n$ » - при $U_n = U_{ном}$; « $O-t_{оп}-BO-t_n-B-t_n$ » ¹⁰ ($BO-t_n$) - при $U_n = U_{ном}$	10000 ¹¹ /2000 2500/500 2500/500 2500/500 1250(2500)/250(500)	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.13 ¹²
3.1.2.3	Номинальное напряжение цепей управления (постоянный ток), В	220; 110; 60; 48; 24	ГОСТ Р 52565, п. 5.1
3.1.2.4	Диапазон изменения напряжения постоянного тока цепей отключения, % от номинального значения	от 70 до 110	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.3
3.1.2.5	Диапазон изменения напряжения цепей включения, % от номинального значения	от 85 до 105	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.2.1
3.1.2.6	Диапазон изменения напряжения цепи двигателя завода пружин, % от номинального значения	от 85 до 110	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.6
3.1.3	Требования к коммутационной способности силового выключателя		

¹⁰ Число циклов для выключателей, предназначенных для АПВ.

¹¹ Для выключателей с повышенной механической стойкостью.

¹² Для выключателей нагрузки по ГОСТ 17717, пункты 3.4.7, 7.4.3.1.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
3.1.3.1	Полное время отключения не более, мс	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации					Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	Номинальное напряжение, кВ	6	10	15	20	35	
3.1.3.2	Режим Т10 - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов <i>Параметры ПВН</i> U _с , кВ t ₃ , мкс S= U _с / t ₃ , кВ/мкс	(0,08÷0,12) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 1					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
		13	22	32	44	74	
		11	13	15	19	26	
		1,2	1,7	2,14	2,32	2,88	
3.1.3.3	Режим Т30 - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов <i>Параметры ПВН</i> U _с , кВ t ₃ , мкс S= U _с / t ₃ , кВ/мкс	(0,24÷0,36) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 1					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
		13	22	32	44	74	
		11	13	15	19	26	
		1,2	1,7	2,14	2,32	2,88	
3.1.3.4	Режим Т60 - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов <i>Параметры ПВН</i> U _с , кВ t ₃ , мкс S= U _с / t ₃ , кВ/мкс	(0,54÷0,66) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 1					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
		13	22	32	44	74	
		22	26	31	38	52	
		0,6	0,85	1,04	1,16	1,44	
3.1.3.5	Режим Т100с - ток отключения, кА - ток включения, кА	(1,0÷1,1) I _{о.ном} (1,0÷1,1) I _{в.н.}					ГОСТ Р 52565, п. 6.6

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	<ul style="list-style-type: none"> - пик тока включения, - последовательность операций¹³ - число опытов <i>Параметры ПВН</i> U _c , кВ t ₃ , мкс S= U _c / t ₃ , кВ/мкс	$(1,0 \div 1,1) i_{в.н.}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» или «О-0,3с-ВО-20с-ВО» 1					
		12,3	20,6	30	41	69,4	
		51	61	71	87	122	
		0,24	0,34	0,42	0,47	0,57	
3.1.3.6	Режим Т100а¹⁴ <ul style="list-style-type: none"> - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов, не менее - нормированное содержание аperiodической составляющей, % <i>Параметры ПВН</i> U _c , кВ t ₃ , мкс S= U _c / t ₃ , кВ/мкс	$(1,0 \div 1,05) I_{о.ном}$ «О» 3 $(1,0 \div 1,05) \beta_{н.}$					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
		12,3	20,6	30	41	69,4	
		51	61	71	87	122	
		0,24	0,34	0,42	0,47	0,57	
3.1.3.7	Режим Тсг1¹⁵ I _о , кА Последовательность операций <ul style="list-style-type: none"> - число опытов I _о , кА	$(0,76 \div 0,84) I_{о.ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 1 $(0,43 \div 0,47) I_{о.ном}$					ГОСТ Р 52565, п. 6.6

¹³ Выключатели, предназначенные для АПВ, испытываются в нормированном цикле «О-0,3с-ВО-180с-ВО»; выключатели, не предназначенные для АПВ, испытываются в нормированном цикле «О-180с-ВО-180с-ВО»; выключатели, для которых гарантируется выполнение нормированного цикла «О-0,3с-ВО-20с-ВО» при I_{о. ном}, испытываются в режиме 100с в нормированном цикле «О-0,3с-ВО-20с-ВО».

¹⁴ При синтетических испытаниях значение длительности и амплитуды последнего полупериода должны быть в пределах от 90 до 110 % от расчетного в соответствии с таблицей 23 ГОСТ Р 52565.

¹⁵ Режим Тсг1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т60 по сравнению с режимом Т100с.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	Последовательность операций - число опытов Параметры ПВН: U_c , кВ t_3 , мкс $S = U_c / t_3$, кВ/мкс	«О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 1					
		13	22	32	44	74	
		22	26	31	38	52	
		0,6	0,85	1,04	1,16	1,44	
3.1.3.8	Режим Тсг2¹⁶ I_0 , кА Последовательность операций - число опытов I_0 , кА Последовательность операций - число опытов Параметры ПВН: U_c , кВ t_3 , мкс $S = U_c / t_3$, кВ/мкс	$(0,43 \div 0,47) I_{0,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 1 $(0,19 \div 0,21) I_{0,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 1					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
		13	22	32	44	74	
		11	13	15	19	26	
		1,2	1,7	2,14	2,32	2,88	
3.1.3.9	Режим Тсг3¹⁷ I_0 , кА Последовательность операций - число опытов I_0 , кА Последовательность операций	$(0,19 \div 0,21) I_{0,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 1 $(0,047 \div 0,052) I_{0,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО»					ГОСТ Р 52565, п. 6.6

¹⁶ Режим Тсг2 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т30 по сравнению с режимом Т60.

¹⁷ Режим Тсг3 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т10 по сравнению с режимом Т30.

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	- число опытов Параметры ПВН: U_c , кВ t_3 , мкс $S = U_c / t_3$, кВ/мкс	180с-ВО» 1					
3.1.3.10	Режим T2ph' (в условиях двойного КЗ на землю) I_o , кА Последовательность операций - число операций Параметры ПВН: U_c , кВ, t_3 , мкс S , кВ/мкс	$(0,87 \div 0,96) I_{o,ном}$ «О» 1					ГОСТ Р 52565, п. 6.6
3.1.3.11	Коммутационная способность при отключении и включении батарей конденсаторов						
	Ток отключения I_c Класс С1 режим 1: - ток отключения, А - количество операций «О» режим 2: - ток отключения, А - количество операций «ВО» Класс С2 режим 1: - ток отключения, А - количество операций «О»; режим 2: - ток отключения, А	В соответствии с ТУ (спецификация) на конкретный тип выключателя $(0,1 \div 0,4) I_c$ 24 I_c 24 $(0,1 \div 0,4) I_c$ 24 I_c					ГОСТ Р 52565, п. 6.8

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика					Нормативный документ
1	2	3					4
	- количество операций «ВО»	80					
3.1.3.12	Коммутационная способность при отключении шунтирующего реактора						
	Коммутационная способность при отключении шунтирующего реактора¹⁸ нормированный ток, А минимальный ток, А число опытов при нормированном токе число опытов при минимальном токе Параметры ПВН: u _c кВ, не менее t ₃ при нормированном токе, мкс t ₃ при минимальном токе, мкс	630±126 200±40 20 20					Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
		17	28	41	56	94	
		20	26	31	37	48	
		36	46	56	65	85	
3.1.4	Требования по надежности						
3.1.4.1	Ресурс по коммутационной стойкости элегазового (вакуумного) силового выключателя: - количество операций «О» для газовых/вакуумных выключателей при токе отключения ¹⁹ : - ≤31,5 кА - 40 кА - 50 кА - количество операций «В» для газовых/вакуумных выключателей при токе включения (начальное действующее	20 /25 15 /20 12 /18					ГОСТ Р 52565, пункты 6.6.4, 9.6.9, таблица 13

¹⁸ Для выключателей предназначенных для отключения тока шунтирующего реактора.

¹⁹ Среднее время дуги за всю серию испытаний должно быть не менее среднего времени дуги в зачетных опытах при данном токе. Для газовых выключателей испытания проводятся при номинальном давлении заполнения газом, но последний опыт в серии проводят при минимальном давлении (давление блокировки).

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	значение периодической составляющей): - $\leq 31,5$ кА - 40 кА - 50 кА	10 /13 8 /10 6 /9	
3.1.5	Требования к коммутационной способности выключателя нагрузки		
3.1.5.1	<u>Режим 1</u> Включение и отключение 100 % номинального тока активной нагрузки I_0 , А Коэффициент мощности, $\cos\phi$ Последовательность операций Количество операций U , кВ	$I_{ном}$ 0,7±0,05 «ВО» 100 $U_{н.р.}$	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.2)
3.1.5.2	<u>Режим 2</u> Испытание выключателя при 100% номинального тока отключения в цепи типа замкнутой петли I_0 , А Коэффициент мощности, $\cos\phi$, не более Последовательность операций Количество операций	$I_{ном}$ 0,3 «ВО» 10	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.2)
3.1.5.3	<u>Режим 3</u> Включение и отключение 5 % номинального тока активной нагрузки I_0 , А Последовательность операций Количество операций U , кВ	0,05 $I_{ном}$ «ВО» 20 $U_{н.р.}$	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.2)
3.1.5.4	<u>Режим 4</u> Испытания нормированного зарядного тока кабеля		ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.3)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	I_0 , А Коэффициент мощности, $\cos\varphi$, не более Последовательность операций Количество операций U , кВ	В соответствии с ТУ или технической спецификацией 0,2 «ВО» 20 $U_{н.р.}$	
3.1.5.5	<u>Режим 5</u> Испытание на включающую способность в аварийном режиме I_B , кА i_B , кА Последовательность операций Количество операций	12,5; 16; 20; 25; 31,5 32; 41; 51; 64; 81 «В» 2 или 5	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.4)
3.1.5.6	Испытание на отключение емкостного тока ненагруженных кабельных и воздушных линий <u>Режим 6</u> Отключение при заземлении одной из фаз со стороны нагрузки I_0 , А Последовательность операций Количество операций U , кВ	В соответствии с ТУ или технической спецификацией «ВО» 10 $U_{н.р.}$	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.5)
3.1.5.7	Испытание на отключение емкостного тока ненагруженных кабельных и воздушных линий <u>Режим 7</u> Отключение ненагруженного кабеля при заземлении одной из фаз со стороны источника питания I_0 , А	В соответствии с ТУ или технической	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.5)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	Последовательность операций Количество операций U, кВ	спецификацией «ВО» 10 U _{н.р.}	
3.1.5.8	Испытания выключателя нагрузки при коммутации ненагруженного трансформатора I _о , А Последовательность операций Количество операций U, кВ	В соответствии с ТУ или технической спецификацией «ВО» 20 U _{н.р.}	ГОСТ 17717 (пункт 3.6, подпункт 7.7.4.6)
3.2	Требования к техническим характеристикам разъединителя		
3.2.1	Основные параметры и технические характеристики		
3.2.2	Вид привода разъединителя	Электродвигательный, пружинный с ручным и автоматическим взводом	ГОСТ Р 52726, п. 4.1
3.2.3	Требования к механической работоспособности		
3.2.4	Класс разъединителя по механической износостойкости	M1; M2	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.1
3.2.5	Ресурс по механической стойкости, циклов В – О	2000; 10000	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.1
3.2.6	Номинальное напряжение питания электропривода, В, постоянное или переменное (указать величину): - переменное трехфазное - постоянное	127; 230; 400 220; 110; 60; 48; 24	ГОСТ Р 52726, п. 5.1
3.2.7	Пределы изменения напряжения цепи двигателя завода пружин, % от номинального значения	от 85 до 110	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.4
3.3	Требования к техническим характеристикам заземлителя		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
3.3.1	Требования к техническим характеристикам заземлителя ТО		
3.3.1.1	2.3.1.Ресурс по механической стойкости, «В- $t_{п}$ -О- $t_{п}$ », не менее	1000	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2
3.3.2	Требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя		
3.3.2.1	Включающая способность при коротком замыкании - ток включения, $I_{в}$, кА - пик тока включения, $i_{в}$, кА - кол-во операций «включения» для класса: - E0 - E1 - E2	32; 41; 51; 64; 81; 102; 128 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50 Без включающей способности 2 5	ГОСТ Р 52726, п. 5.8.3
3.3.2.2	Ресурс по механической стойкости, «В- $t_{п}$ -О- $t_{п}$ », не менее	1000	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2
3.4	Требования к техническим характеристикам трансформатора тока		
3.4.1	Наличие декларации о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4.2	Трансформаторы тока должны быть утверждены как тип средства измерений и зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4.3	Трансформаторы тока должны быть поверены при выпуске из производства.	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4.5	Межповерочный интервал, лет, не менее	8	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4.6	Наличие утвержденной в установленном порядке и указанной в описании типа на	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	трансформатор тока методики поверки (на русском языке), предусматривающий проведение поверки/калибровки без вскрытия бака и откачки элегаза. В случае невозможности проведения измерений без вскрытия бака и откачки элегаза, применить трансформаторы тока с межповерочным интервалом равным межремонтному интервалу КРУЭ (ремонт с откачкой элегаза и доступом персонала в бак)			
3.4.7	Номинальный коэффициент переходного режима, $K_{п.р.ном}$	В соответствии с ТУ или технической спецификацией изготовителя		ПНСТ 283* (подпункт 6.7.4); Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.4.8	<p>Класс точности обмоток для трансформаторов тока на номинальное напряжение 35 кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для целей учета электроэнергии; - для целей измерений и АСУ ТП. - для защиты <p>Класс точности обмоток для трансформаторов тока на номинальное напряжение 6-20 кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для целей учета электроэнергии; - для целей измерений и АСУ ТП. - для защиты 	<p>0,5S или 0,2S 0,5 или 0,2 5P; 5PR; 10P; 10PR; TPY; TPZ</p> <p>0,5S 0,5 5P; 5PR; 10P; 10PR; TPY; TPZ</p>		<p>ПНСТ 283* (пункт 6.7) Требование ПАО «ФСК ЕЭС»</p>
3.4.9	Предел допускаемой погрешности обмоток	Токовой, %	Угловой, мин	
3.4.9.1	Для коммерческого учета в соответствии с классом точности 0,2S. Первичный ток, % номинального значе-			ГОСТ 7746 (подпункт 6.4.2); ПНСТ 283* (таблица 5)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	ния: 1 5 20 100 120 150-200 (по требованию заказчика)	$\pm 0,75$ $\pm 0,35$ $\pm 0,2$ $\pm 0,2$ $\pm 0,2$ $\pm 0,2$	± 30 ± 15 ± 10 ± 10 ± 10 ± 10	
3.4.9.2	Для измерений в соответствии с классом точности 0,2 Первичный ток, % номинального значения: 5 20 100-120 150-200 (по требованию заказчика)	$\pm 0,75$ $\pm 0,35$ $\pm 0,2$ $\pm 0,2$	± 30 ± 15 ± 10 ± 10	ГОСТ 7746 (подпункт 6.4.2); ПНСТ 283* (таблица 5)
3.4.9.3	Для коммерческого учета в соответствии с классом точности 0,5S. Первичный ток, % номинального значения: 1 5 20 100 120 150-200 (по требованию заказчика)	$\pm 0,3$ $\pm 1,5$ $\pm 0,75$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$	± 180 ± 90 ± 45 ± 30 ± 30 ± 30 ± 30	ГОСТ 7746 (подпункт 6.4.2); ПНСТ 283* (таблица 5)
3.4.9.4	Для измерений в соответствии с классом точности 0,5 Первичный ток, % номинального значения: 5	± 6 $\pm 1,5$	± 360 ± 90	ГОСТ 7746 (подпункт 6.4.2); ПНСТ 283* (таблица 5)

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	20 100-120 150-200 (по требованию заказчика)	± 0,75 ± 0,5 ± 0,5	± 45 ± 30 ± 30	
3.4.9.5	Предел допускаемой полной погрешности обмоток для защит при переходном режиме, % 5P; 5PR 10P; 10PR TPY TPZ	Не нормируется Не нормируется $\epsilon_{\max} \leq 10$ $\epsilon_{\text{ac max}} \leq 10$		ПНСТ 283* (таблица 6)
3.4.10	Комплект поставляемой с трансформаторами тока документации: - заводской паспорт (паспорт-формуляр) на каждый ТТ; - техническое описание и руководство по эксплуатации – 3 экз., - копии свидетельства об утверждении типа и описание типа – 1 на группу однотипных ТТ; - методика поверки (если не является разделом руководства по эксплуатации) – 3 экз. на группу однотипных ТТ; - свидетельство о поверке (при отсутствии знака поверки в заводском паспорте) на каждый ТТ	Обязательно		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5	Требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения			
3.5.1	Наличие декларации о соответствии требованиям безопасности	Обязательно		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5.2	Трансформаторы напряжения должны	Обязательно		Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	быть утверждены как тип средства измерений и зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений		ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5.3	Трансформаторы напряжения должны быть поверены при выпуске из производства	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5.5	Межповерочный интервал, лет, не менее	8	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5.6	Наличие утвержденной в установленном порядке и указанной в описании типа на трансформатор напряжения методики поверки (на русском языке), предусматривающий проведение поверки/калибровки без вскрытия бака и откачки элегаза. В случае невозможности проведения измерений без вскрытия бака и откачки элегаза, применить трансформаторы напряжения с межповерочным интервалом равным межремонтному интервалу КРУЭ (ремонт с откачкой элегаза и доступом персонала в бак)	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.5.7	Класс точности обмоток для трансформаторов напряжения на номинальное напряжение 35 кВ: - для целей учета и измерений. Класс точности обмоток для трансформаторов напряжения на номинальное напряжение 6-20 кВ	0,5 или 0,2	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика		Нормативный документ
1	2	3		4
	- для целей учета и измерений и АСУ ТП. Класс точности обмоток для трансформаторов напряжения: - для целей защиты	0,5 3Р		
	Предел допускаемой погрешности обмоток	Напряжения, %	Угловой, мин	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
	Для измерений в соответствии с классом точности 0,2	± 0,2	± 10	ГОСТ 1983 (таблица 21)
	Для измерений в соответствии с классом точности 0,5	± 0,5	± 20	
3.5.8	Комплект поставляемой с трансформаторами напряжения документации: - заводской паспорт (паспорт-формуляр) на каждый ТН; - техническое описание и руководство по эксплуатации – 3 экз., - копии свидетельства об утверждении типа и описание типа – 1 на группу однотипных ТН; - методика поверки (если не является разделом руководства по эксплуатации) – 3 экз. на группу однотипных ТН; - свидетельство о поверке (при отсутствии знака поверки в заводском паспорте) на каждый ТН	Обязательно		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
3.6	Требования к техническим характеристикам ОПН			
3.6.1	Ограничитель перенапряжения по ГОСТ Р 52725	Применение аттестованных в ПАО «ФСК ЕЭС»		Требование ПАО «ФСК ЕЭС»

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
4	Требования к средствам измерений (СИ), которые поставляются в составе КРУЭ и его комплектующих		
4.1	Тип, технические и метрологические характеристики СИ	В эксплуатационной документации на КРУЭ и его комплектующие должны быть указаны требования к типу, техническим и метрологическим характеристикам СИ	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.2	СИ, входящие в комплект поставки, должны быть утверждены как тип СИ и зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.3	Требования к виду (поверка/калибровка/контроль исправности) и периодичности метрологического контроля (МК)	В эксплуатационной документации на КРУЭ и его комплектующие должны быть указаны требования к виду: (поверка/калибровка/контроль исправности) и периодичности МК (при отсутствии возможности проведения операций МК на действующем оборудовании периодичность МК должна совпадать с межремонтным интервалом КРУЭ)	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.4	СИ должны быть поверены при выпуске из производства. Необходимо предоставить обязательство поставщика о том, что срок истечения межповерочного интервала к моменту ввода в эксплуатацию допускается не более его половины	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
4.5	Обеспечение возможности (конструк-	Обязательно	Требование

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	тивное исполнение) проведения поверки/калибровки/контроля исправности в процессе эксплуатации СИ		ПАО «ФСК ЕЭС»
4.6	Комплект поставляемой совместно с СИ документации (на русском языке): - заводской паспорт (паспорт-формуляр) на каждое СИ; - техническое описание и руководство по эксплуатации – 3 экз. на группу однотипных СИ, - копии свидетельства об утверждении типа и описание типа – 1экз. на группу однотипных СИ; - методика поверки (если не является разделом руководства по эксплуатации» - 3 экз. на группу однотипных СИ; - свидетельство о поверке (при отсутствии знака поверки в заводском паспорте) на каждое СИ	Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
5	Требования к сервисным службам		
5.1	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	
5.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов		
5.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гаран-		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	тийного и постгарантийного ремонта	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	
5.4	Наличие согласованного с эксплуатирующей организацией аварийного резерва запчастей		
5.5	Обязательные консультации и рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами сервисного центра для потребителей закреплённого региона		
5.6	Оперативное прибытие специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов		
5.7	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 25 лет с даты окончания Гарантийного срока		
5.8	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев		
6	Требование к заводу изготовителю		
6.1	Наличие системы входного и промежуточного контроля качества	Акт о результатах анализа состояния производства по Р 50.3.004 Обязательно	Требование ПАО «ФСК ЕЭС»
6.2	Наличие выходного контроля качества готовой продукции		
6.3	Сертификат системы управления и качества ISO 9001		
6.4	Наличие испытательной лаборатории		
6.5	Система подготовки персонала		
6.6	Наличие приспособленных и оснащённых		

№ п/п	Наименование параметра	Требование по нормативному документу, специальное требование заказчика	Нормативный документ
1	2	3	4
	ных техническими средствами помещений для изготовления, наладки и хранения готовой продукции и запасных частей		

Библиография

- 1 Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 04.02.2015 № 43 «Об организации работ по проверке качества нового оборудования, контроля его соответствия заявленным характеристикам и предъявляемым техническим требованиям».
- 2 Р 50.3.004-99 Система сертификации ГОСТ Р. Анализ состояния производства при сертификации продукции.
- 3 СТО 59347007-29.240.01.195-2014 Типовые технические требования к измерениям, средствам измерений и их метрологическому обеспечению, ОАО «ФСК ЕЭС».
- 4 ТУ 6-02-1249-83 Элегаз повышенной чистоты.
- 5 Система обнаружения частичных разрядов для ГИС: проверка чувствительности для метода УВЧ и акустического метода (Partial discharge detection system for GIS: sensitivity verification for the UHF method and the acoustic method/JTF 15/33.03.05. Reference: ELT_183_3, CIGRE: ELECTRA, 1999).