
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.130.10.090-2011**

**Типовые технические требования к КРУЭ классов напряжения
110-500 кВ**

Стандарт организации

Дата введения 11.05.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»

2011

Предисловие

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

Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ электроэнергетики»
2 ВНЕСЕН: Департаментом технологического развития
 и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.05.2011 № 275

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

Предисловие	2
Введение	4
Область применения	5
Нормативные ссылки	5
Термины и определения	6
Технические требования при проведении аттестации КРУЭ 110-500 кВ	11

Введение

Типовые технические требования на электрооборудование необходимы для организации проведения аттестации электрооборудования и служат главным критерием для оценки возможности применения данного вида электрооборудования на объектах ЕНЭС.

Типовые технические требования к КРУЭ классов напряжения 110-500 кВ разработаны с учетом опыта проведения аттестации, а также опыта эксплуатации данного электрооборудования и в соответствии с требованиями «Положения об аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС».

Типовые технические требования к КРУЭ классов напряжения 110-500 кВ включают:

- условия эксплуатации;
- номинальные параметры и характеристики;
- требования к электрической прочности изоляции;
- требования по нагреву
- требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания
- 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 ОПНЭ
- шкаф управления ячейки
- требования к техническим характеристикам высоковольтного ввода
- требования к средствам измерений (СИ)
- требования к сервисным службам

1 Область применения

Настоящий стандарт организации распространяется на комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ) напряжением 110-500 кВ предназначенные для использования на электрических станциях и в сетях при нормальных и аварийных режимах в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением от 110 до 500 кВ включительно.

2 Нормативные ссылки

В настоящих технических требованиях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601-2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов

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

ГОСТ 1983-2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

ГОСТ 7746-2001 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 15150 – 69 Машины, приборы и другие технические изделия Исполнения для различных климатических районов. Категория, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ Р 52565 – 2006 Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия

ГОСТ Р 52725-2007 Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия

ГОСТ Р 52726-2007 Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия

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

3.1.4 грозовой импульс тока ОПН: Импульс разрядного тока 8/20 мкс при длительности фронта импульса в диапазоне от 7 до 9 мкс и длительности импульса в диапазоне от 18 до 22 мкс.

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

3.1.6 категория размещения: Характеристика места размещения оборудования соответствующего климатического исполнения при эксплуатации.

3.1.7 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.

3.1.8 коммутационный импульс напряжения (коммутационный импульс): Импульс, характеризуемый подъемом значения напряжения до максимального за время от 20 мкс до нескольких тысяч микросекунд и последующим снижением значения напряжения.

3.1.9 комплектное распределительное устройство элегазовое (КРУЭ): Распределительное устройство, в котором основное оборудование заключено в оболочки, заполненные элегазом (SF₆), служащим изолирующей и/или дугогасящей средой.

3.1.10 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.

3.1.11 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°C, давление 101,3 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).

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

3.1.13 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.

3.1.14 номинальное давление элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности при заполнении: давление газа в Па (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°C, давление 101,3 кПа,) до которого КРУЭ или его отсеки заполняются перед вводом в эксплуатацию или дозаправляются в эксплуатационных условиях.

3.1.15 номинальное давление для выполнения операций: давление в Па, отнесенное к нормальным атмосферным условиям +20°C и 101,3 кПа, выраженное в единицах избыточного или абсолютного давления, до которого устройство управления заполняется перед вводом в эксплуатацию и дозаправляется в эксплуатационных условиях.

3.1.16 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.

3.1.17 номинальное напряжение оборудования $U_{ном}$: Междуполусное напряжение (действующее значение), равное номинальному междуполусному напряжению электрических сетей, для работы в которых предназначено оборудование.

3.1.18 номинальное напряжение питания цепей включающих и отключающих устройств и вспомогательных цепей (управления, блокировки и сигнализации) $U_{п.ном}, В$: 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.

3.1.19 номинальный ток отключения коммутационного оборудования $I_{о, ном}$: Наибольшее действующее значение периодической составляющей тока, на отключение которого рассчитано коммутационное оборудование при нормированных условиях его коммутационной способности.

3.1.20 нормированное испытательное напряжение: испытательное напряжение, нормированное по значению, длительности и форме.

3.1.21 остающееся напряжение ОПН $U_{ост}$: Максимальное значение напряжения на ограничителе при протекании через него импульсного тока с данной амплитудой и формой импульса.

3.1.22 ограничитель перенапряжений нелинейный, ОПН: Аппарат, предназначенный для защиты изоляции электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений, представляющий собой последовательно и/или параллельно соединенные металлооксидные варисторы без каких-либо последовательных или параллельных искровых промежутков, заключенные в изоляционный корпус.

3.1.23 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.

3.1.24 пик кратковременного выдерживаемого тока (ток электродинамической стойкости) I_d : Значение пика тока, который оборудование должно выдержать во включенном положении при предписанных условиях применения и поведения.

3.1.25 полный грозовой импульс напряжения: импульс, характеризуемый повышением значения напряжения до максимального за время от долей микросекунды до 20 мкс и последующим менее быстрым снижением значения напряжения до нуля.

3.1.26 полное время отключения: Интервал времени между началом операции отключения и окончанием погасания дуги во всех полюсах

3.1.27 **пропускная способность ОПН $I_{пр}$** : Нормируемое изготовителем максимальное значение прямоугольного импульса тока длительностью 2000 мкс (ток пропускной способности). ОПН должен выдержать 18 таких воздействий с принятой последовательностью их приложения без потери рабочих качеств.

3.1.28 **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.

3.1.29 **разъединитель**: Контактный коммутационный аппарат, который обеспечивает в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям.

3.1.30 **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 (сдвинута) относительно него по фазе на угол, близкий к нулю

3.1.31 **удельная энергия ОПН**: Рассеиваемая ограничителем энергия, полученная им при приложении одного импульса тока пропускной способности, отнесенная к величине наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения.

3.1.32 **условия рассогласования фаз**: Анормальные условия в цепи, возникающие при потере или отсутствии синхронизма между частями электрической сети с разных сторон коммутационного оборудования, при которых в момент оперирования выключателя фазовый угол между вращающимися векторами, представляющими электродвижущие силы на обеих сторонах, превышает нормальное значение и может достигнуть 180° (противофаза).

3.1.33 **характеристика «напряжение–время» ОПН**: Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в зависимости от времени его приложения к ОПН. Показывает максимальный промежуток времени, в течение которого к ОПН может быть приложено напряжение промышленной частоты, превышающее $U_{НР}$, не вызывая повреждения или термической неустойчивости.

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 $I_{o, \text{ном}}$, не содержащем апериодической составляющей ($\beta \leq 20\%$);

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

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

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

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

OP2 – режим испытаний на коммутационную способность в условиях рассогласования фаз при токе $0,25 I_{o, \text{ном}}$;

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

L90 – режим испытаний на коммутационную способность в условиях неудаленного короткого замыкания при токе $0,9 I_{o, \text{ном}}$;

L75 – режим испытаний на коммутационную способность в условиях неудаленного короткого замыкания при токе $0,75 I_{o, \text{ном}}$;

L60 – режим испытаний на коммутационную способность в условиях неудаленного короткого замыкания при токе $0,6 I_{o, \text{ном}}$;

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

ОПНЭ нелинейный ограничитель перенапряжений в составе КРУЭ

4 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 110 - 220 кВ

4.1 Технические требования при проведении аттестации КРУЭ класса напряжения 110 - 220 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	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		
1.2	Номинальная частота, Гц	50		МЭК 62271-203, п.4.3		
1.3	Категория размещения	1, 3, 3.1, 4		ГОСТ 15150, п.2,3		
1.4	Климатическое исполнение	У, УХЛ		ГОСТ 15150, п.2, 3.		
1.5	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У: +40 УХЛ4: +35		ГОСТ 15150, п.3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У1, У3: -45 У3.1: -10 УХЛ4: +1		ГОСТ 15150, п.3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000		МЭК62271, п.2.		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	Устанавливается проектной организацией в зависимости от местонахождения объекта				
2	Номинальные параметры и характеристики					
2.1	Номинальные параметры					
2.2	Номинальное напряжение, кВ	110	220	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		

1	2	3		4	5	6
2.3	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	126	252	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		
2.4	Номинальный ток, А	630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000		МЭК 62271-203, п.4.4.		
2.4	Изоляционная среда	элегаз или смесь газов		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2	Требования к электрической прочности изоляции					
2.2.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли и между полюсами - между контактами: - выключателей - разъединителей - изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения Испытательное напряжение срезанного грозового импульса, кВ: - изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения	550 550 630 550 550	950 950 1050 950 950	ГОСТ 1516.3, Таблица 9		
2.2.2	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - относительно земли и между полюсами - между контактами: - выключателей - разъединителей - изоляция ввода «воздух-элегаз» в сухом состоянии (для ввода категории размещения 1 так же и под дождем)	230 230 265 230	395 395 460 395	ГОСТ 1516.3, Таблица 9		

1	2	3	4	5	6
2.2.3	<p>Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>	<p>ГОСТ 1516.3 п.4.14</p> <p>ГОСТ 1516.3 п.13.2.1 ГОСТ 7746 п.6.3.4</p> <p>ГОСТ 1983 п.6.12.1</p>		
2.2.4	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	<p>Допустимое превышение температуры над эффективной температурой окружающего воздуха 40 °С:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>65</p> <p>75</p> <p>65</p> <p>80</p>	ГОСТ 8024 п.1.1		
2.4	Требование к стойкости при сквозных токах короткого замыкания				
2.4.1	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) i_d , кА	80; 100; 125; 158	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1		
2.4.2	Среднеквадратичное значение тока за время его протекания (ток термической стойкости)	31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1		

1	2	3	4	5	6
	I_T , кА				
2.4.3	Время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з.}$, с - главные цепи - цепи заземления	3 1	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании				
2.5.1	Ток короткого замыкания, кА Время воздействия дуги, с: $I_{о,ном} = 31,5$ кА $I_{о,ном} \geq 40$ кА Наличие мембраны сброса давления	31,5; 40; 50; 63 0,5 0,3 Обязательно	МЭК 62271-203, п. 5.102.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6	Требования к конструкции, изготовлению и материалам				
2.6.1	Тип конструкции	однофазная или трехфазная			
2.6.2	Тип ввода	Указывается изготовителем			
2.6.3	Рабочее давление газа при 20 ⁰ С, МПа - в отсеке выключателя - в отсеке тр-тора напряжения - других отсеках	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации			
2.6.4	Максимальные ежегодные утечки элегаза, % от объема, не более	0,5	МЭК 62271-203, п.5.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7	Требования по надёжности				
2.7.1	Срок службы до среднего ремонта, лет	15	В соответствии с руководством по эксплуатации		
2.7.2	Срок службы, лет	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
2.7.3	Гарантийный срок эксплуатации, лет	3 года со дня ввода в эксплуатацию	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	Требования безопасности				
2.8.1	Мембрана сброса давления	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.2	Датчик плотности	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.3	Наличие сертификата соответствия требованиям безопасности в системе ГОСТ Р или декларации о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9	Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения				
2.9.1	Наличие таблички с данными: - условное обозначение; - номинальное напряжение; - номинальный ток; - номинальный ток отключения выключателя; - ток термической стойкости; - степень защиты; - масса	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9.2	Упаковка должна обеспечивать: - исключение механических повреждений, защиту изоляционных частей от воздействия внешней среды при транспортировании	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
2.9.3	Условия транспортирования и хранения КРУЭ в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150	1.2Л (отапливаемые и вентилируемые склады, хранилища, с регулируемой температурой и влажностью, расположенные в любых макроклиматических районах) 2С (неотапливаемое хранилище в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом)	ГОСТ 15150-69 п.10.1		
2.10	Требования к комплектности поставки				
2.10.1	К комплекту КРУЭ должна прикладываться следующая документация: - паспорт на каждую ячейку КРУЭ - 1 экз; - техническое описание и инструкция по эксплуатации на КРУЭ - 1 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.	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС» ГОСТ 2.610 ГОСТ 2.601		

1	2	3	4	5	6
2.10.2	В комплект КРУЭ должны входить: - ячейки КРУЭ; - токопроводы; - составные части и детали; - запасные части; - принадлежности и монтажные материалы; - элегаз; - совместно с КРУЭ должны поставляться адаптеры для пристыковки высоковольтных испытательных установок (согласно опросным листам)	Обязательно	Требование ОАО «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	31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.5.1		
3.1.1.2	Ток включения: - наибольший пик, кА - начальное действующее значение периодической составляющей, кА	80; 100; 125; 158 31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.6.6.1.4		
3.1.1.3	Тип привода	Пружинный, гидравлический гидропружинный	ГОСТ Р 52565, п.4.1.6		
3.1.2	Требования к механической работоспособности				
3.1.2.1	Собственное время отключения, мс, не более Собственное время включения, мс, не более	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	ГОСТ Р 52565 п.п.6.4.1; 6.4.3		

1	2	3	4	5	6
	<p>Минимальное напряжение срабатывания включающих устройств, не более, В</p> <p>Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств, не более, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при питании постоянным током; - при питании переменным током через выпрямительное устройство <p>Разница между моментами замыкания контактов полюсов при включении, мс, не более</p> <p>Разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателей при отключении, мс, не более</p>	<p>$0,85U_{п.ном}$</p> <p>$0,7U_{п.ном}$</p> <p>$0,65U_{п.ном}$</p> <p>5,0</p> <p>3,3</p>			
3.1.2.2	<p>Требование к ресурсу выключателя по механической стойкости N (число циклов «включение — пауза — отключение» $B — t_n$ — O без тока в главной цепи).</p> <p>Объем испытаний, кол-во циклов:</p> <ul style="list-style-type: none"> «B-t_n-O-t_n» - при $U_{п} = U_{min}$; «B-t_n-O-t_n» - при $U_{п} = U_{max}$; «B-t_n-O-t_n» - при $U_{п} = U_{ном}$; «O-t_{6п}-BO-t_n-B-t_n» - при $U_{п} = U_{ном}$ 	<p>10 000</p> <p>2500</p> <p>2500</p> <p>2500</p> <p>1250</p>	ГОСТ Р 52565 п.6.4.13		
3.1.2.3	Номинальное напряжение цепей управления (постоянный ток), В	110/220	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	От 85 до 110	ГОСТ Р 52565, п.6.4.6.1		

1	2	3	4	5	6
	двигателя завода пружин, % от номинального значения				
3.1.3	Требования к коммутационной способности				
3.1.3.1	Полное время отключения не более, мс	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации		ГОСТ Р 52565, А4.34	
3.1.3.2	Режим Т10 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u _c , кВ t ₃ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(0,08÷0,12) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		206	411		
3.1.3.3	Режим Т30 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u _c , кВ t ₃ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(0,24÷0,36) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		206	411		
3.1.3.4	Режим Т60 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i>	(0,54÷0,66) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		41	82		
		6	9		
		7	7		
		5	5		

1	2	3		4	5	6
	u_1 , кВ t_1 , мкс u_c , кВ t_2 , мкс t_d , мкс S , кВ/мкс	100	200			
		33	67			
		200	400			
		198	402			
		2-10	2-20			
		3	3			
3.1.3.5	Режим Т100s - ток отключения, кА - ток включения, кА - пик тока включения - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u_1 , кВ t_1 , мкс u_c , кВ t_2 , мкс t_d , мкс S , кВ/мкс	$(1,0 \div 1,1) I_{o,ном}$ $(1,0 \div 1,1) I_{в.н.}$ $(1,0 \div 1,1) i_{в.н.}$ «О-0,3с-ВО-20с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		100	200			
		50	100			
		187	374			
		200	400			
		2-14	2-28			
		2	2			
3.1.3.6	Режим Т100a¹ - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов, не менее - нормированное содержание апериодической составляющей, % <i>Параметры ПВН</i>	$(1,0 \div 1,05) I_{o,ном}$ «О» 3 $(1,0 \div 1,05) \beta_{н.}$		ГОСТ Р 52565 п.6.6		

¹ 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 52565-2006.

1	2	3		4	5	6
	u_1 , кВ t_1 , мкс u_c , кВ t_2 , мкс t_d , мкс S , кВ/мкс	100	200			
		50	100			
		187	374			
		200	400			
		2-14	2-28			
		2	2			
3.1.3.7	Режим Tcr1² I_o , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: u_1 , кВ t_1 , мкс u_c , кВ t_2 , мкс t_d , мкс S , кВ/мкс	$(0,76 \div 0,84) I_{o.ном}$ $(0,43 \div 0,47) I_{o.ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		100	200			
		33	67			
		200	400			
		198	402			
		2-10	2-20			
		3	3			
3.1.3.8	Режим Tcr2³ I_o , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: u_c , кВ t_3 , мкс t_d , мкс S , кВ/мкс	$(0,43 \div 0,47) I_{o.ном}$ $(0,19 \div 0,21) I_{o.ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		206	411			
		41	82			
		6	12			
		5	5			

² Режим Tcr1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т60.

³ Режим Tcr2 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т30.

1	2	3	4	5	6
3.1.3.9	Режим Tcr3⁴ I _о , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: u _c , кВ t _з , мкс t _d , мкс S _з , кВ/мкс	(0,19÷0,21) I _{о.ном} (0,047÷0,052) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565 п.6.6		
	206 411 29 59 4 9 7 7				
3.1.3.10	Режим L90 I _о , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника:	(0,9÷0,92) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565 п.6.6		

⁴ Режим Tcr3 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T10.

1	2	3		4	5	6
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс Со стороны линии: z, Ом U _{лин} , кВ t _{лин} , мкс: I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА S _{лин} , кВ/мкс I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА	77 39 144 154 2 2 450 16,5 2,9 2,3 1,8 1,4 5,7 7,2 9 11,3	154 77 288 308 2 2 450 32,9 5,8 4,6 3,7 2,9 5,7 7,2 9 11,3			
3.1.3.11	Режим L75 I _о , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника:	(0,72÷0,78) I _{о,ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с- ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		

1	2	3		4	5	6
	u_1 , кВ	77	154			
	t_1 , мкс	39	77			
	u_c , кВ	144	288			
	t_2 , мкс	154	308			
	t_d , мкс	2	2			
	S , кВ/мкс	2	2			
	Со стороны линии:					
	z , Ом	450	450			
	$U_{\text{лин}}$, кВ	41,1	82,3			
	$t_{\text{лин}}$, мкс:					
	$I_{o,\text{ном}} = 31,5$ кА	8,7	17,4			
	$I_{o,\text{ном}} = 40$ кА	6,9	13,7			
	$I_{o,\text{ном}} = 50$ кА	5,5	11			
	$I_{o,\text{ном}} = 63$ кА	4,3	8,7			
	$S_{\text{лин}}$, кВ/мкс					
	$I_{o,\text{ном}} = 31,5$ кА	4,7	4,7			
	$I_{o,\text{ном}} = 40$ кА	6	6			
	$I_{o,\text{ном}} = 50$ кА	7,5	7,5			
	$I_{o,\text{ном}} = 63$ кА	9,4	9,4			

1	2	3	4	5	6
3.1.3.12	Режим L60⁵ I ₀ , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника:	(0,55÷0,65) I _{0.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565 п.6.6		

⁵ Испытания в режиме L60 проводятся, если минимальное время дуги, полученное в режиме L75, превышает минимальное время дуги, полученное в режиме L90, не менее чем на 10 мс.

1	2	3		4	5	6
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс Со стороны линии: z, Ом U _{лин} , кВ t _{лин} , мкс: I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА S _{лин} , кВ/мкс I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА	77 39 144 154 2 2 450 65,8 17,4 13,7 11 8,7 3,8 4,8 6 7,6	154 77 288 308 2 2 450 131,7 34,8 27,4 21,9 17,4 3,8 4,8 6 7,6			
3.1.3.13	Режим ОР2 I _о , кА Последовательность операций Параметры ПВН:	(0,25÷0,275) I _{о,ном} 2«О», «ВО»		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	154 100 257 200-400 2-10 1,54	308 200 513 400-800 2-20 1,54			

1	2	3	4	5	6
3.1.3.14	Режим T1ph (в условиях однофазного КЗ) I _о , кА Последовательность операций Количество операций Параметры ПВН: u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _с , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,05) I _{о.ном} «О» 1			
		77 154 39 77 144 288 154 308 2-10 2-28 2,0 2,0	ГОСТ Р 52565 п.6.6		
3.1.4	Коммутационная способность при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденсаторов				
3.1.4.1	Коммутация токов ненагруженных линий Режим 1 I _о , А U _п P _{полюса} Количество операций «О» Режим 2 I _о , А, не менее U _п P _{полюса} Количество операций: - «О» - «ВО»				
		3,15÷12,6 12,5÷50			
		U _{п.макс} P _{полюса мин} 48	ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		31,5 125			
		U _{п.макс} P _{полюса.ном} 24 24			

1	2	3	4	5	6
	Коммутация конденсаторных батарей. Класс С2 ⁶ . Режим 1 I_o, A $U_{п}$ $P_{\text{полюса}}$ Количество операций «О» Режим 2 I_o, A $U_{п}$ $P_{\text{полюса}}$ Количество операций «ВО»	$(0,1-0,4) I_{\text{нор.}}$ $U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса мин}}$ 48 $I_{\text{нор.}}$ $U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса.ном}}$ 120	ГОСТ Р 52565 п.п.6.8, 9.7.9		
3.1.5	Режим отключения шунтирующего реактора				
3.1.5.1	Режим отключения шунтирующего реактора: - нормированный ток, А - минимальный ток, А - число опытов при нормированном токе - число опытов при минимальном токе Параметры ПВН на нагрузке: - U_c кВ, не менее - t_3 при нормированном токе, мкс - t_3 при минимальном токе, мкс	315 ± 63 100 ± 20 20 20 195 390 97 166 172 295	ГОСТ Р 52565 п.п.6.9, 9.8		
3.1.6	Требования по надежности				

⁶ Объем испытаний для выключателей класса С1:

- режим 1 - 24 операций «О»;
- режим 2 – 24 цикла «ВО».

1	2	3	4	5	6
3.1.6.1	Ресурс по коммутационной стойкости: - количество операций «О» при токе отключения: - 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА - количество операций «В» при токе включения (начальное действующее значение периодической составляющей): - менее 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА	20 15 12 8 10 8 6 4	ГОСТ Р 52565, п.6.6.4, Таблица 13		
3.2	Требования к техническим характеристикам разъединителя				
3.2.1	Основные параметры и технические характеристики				
3.2.2	Вид привода разъединителя	электродвигательный	ГОСТ Р 52726, п.4.1		
3.2.3	Требования к механической работоспособности				
3.2.4	Класс разъединителя по механической износостойкости	M2	ГОСТ Р 52726 п.5.5.1		
3.2.5	Ресурс по механической стойкости, циклов В – О	10000	ГОСТ Р 52726 п.5.5.1		
3.2.6	Номинальное напряжение питания электропривода, В: - для трехфазного переменного тока - для однофазного переменного тока	127; 220; 400 100; 220	ГОСТ Р 52726 п.5.1		
3.2.7	Пределы изменения напряжения цепи двигателя завода пружин или компрессора, % от номинального значения	От 85 до 110	ГОСТ Р 52726, п.5.5.4, МЭК 62271-102, п.4.8		

1	2	3	4	5	6
3.2.3	Коммутационная способность				
3.2.3.1	Коммутационная способность при коммутации уравнильного тока сборных шин: - ток отключения, А; - уравнильное напряжение, В	1600 ⁷		МЭК 62271-102 Приложение В Таблица В1	
		10	20		
3.2.3.2	Коммутационная способность при включении и отключении зарядного тока сборных шин, А	0,1	0,25	МЭК 62271-102 Приложение F Таблица F2	
3.3	Требования к техническим характеристикам заземлителя				
3.3.1	Требования к техническим характеристикам заземлителя ТО				
3.3.1.1	2.3.1.Ресурс по механической стойкости, «В-т _п -О-т _п », не менее	1000		ГОСТ Р 52726 п.5.5.2	
3.3.2	Требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя				
3.3.2.1	Способность коммутации наведенных токов (класс А / класс В) Электромагнитное взаимодействие: -ток отключения, А -напряжение, кВ Электростатическое взаимодействие: -ток отключения, А -напряжение, кВ	50/80	80 / 80	ГОСТ Р 52726 п.5.8	
		0,5/2	1,4 / 2		
		0,4/2	1,25 / 3		
		3/6	5 / 12		
3.3.2.2	Способность включать номинальный ток включения короткого замыкания. Количество операций включения:	2		ГОСТ Р 52726 п.5.8.3	
3.3.2.3	Ресурс по механической стойкости, «В-т _п -О-	1000		ГОСТ Р 52726 п.5.5.2	

⁷ Свыше 1600 А – по согласованию с заказчиком

1	2	3	4	5	6
	t _п », не менее				
3.4	Требования к техническим характеристикам трансформатора тока				
3.4.1	Основные параметры и технические характеристики				
3.4.1.1	Допустимая перегрузка по первичному току, при котором сохраняется заявленный класс точности для измерительных обмоток, при температуре окружающего воздуха до +40°С, %	120	ГОСТ 7746 п.6.4.2		
3.4.2	Параметры вторичных обмоток				
3.4.2.1	Номинальный ток, А	1; 5	ГОСТ 7746, п.5.2		
3.4.2.2	Количество вторичных обмоток	до 7	ГОСТ 7746 п.4.1.5 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.4.2.3	Кратковременное (одноминутное) испытательное напряжение промышленной частоты вторичных обмоток, кВ	3	ГОСТ 7746 п.6.3.4		
3.4.2.4	Кратковременное (одноминутное) испытательное напряжение промышленной частоты междувитковой изоляции вторичных обмоток, кВ	До 4,5	ГОСТ 7746 п.6.3.7		
3.4.3	Обмотка для учета энергии				
3.4.3.1	Номинальная нагрузка, ВА	2÷20	ГОСТ7746,п.5.2		
3.4.3.2	Класс точности	0.2S	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.4	Обмотка для измерений				
3.4.4.1	Номинальная нагрузка, ВА	5÷20	ГОСТ7746,п.5.2		
3.4.4.1	Класс точности	0.2; 0.5	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.5	Обмотки для защиты				
3.4.5.1	Номинальная нагрузка каждой обмотки, ВА	30	ГОСТ7746,п.5.2		

1	2	3	4	5	6
3.4.5.2	Класс точности	5P; 10P	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.5.3	Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты	5 ÷ 30	ГОСТ 7746 пп.5.2, 6.4.3		
3.4.5.4	Защитные обмотки трансформаторов тока должны обеспечивать заданный классом точности предел погрешности в переходных режимах, включая цикл АПВ, в том числе и не успешной АПВ «КЗ – отключение – пауза 1с- включение (успешное и неуспешное на КЗ)»	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.5	Требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения				
3.5.1	Параметры вторичных обмоток				
3.5.1.1	Число вторичных обмоток	3	ГОСТ 1983, п. 4.2		
3.5.1.2	Номинальное напряжение вторичных обмоток: - основная (№1), В - дополнительная (№2), В - обмотка для учета электроэнергии (№3), В	100/√3 100 100/√3	ГОСТ 1983, п.п. 5.6÷5.8		
3.5.1.3	Класс точности, / номинальные нагрузки обмоток, ВА: - основная (№1) - дополнительная (№2) - обмотки для измерения и учета электроэнергии (№3)	0,5/100 3P/100 0,2/50	ГОСТ 1983, п.п. 5.1 и 5.2		
3.5.1.4	Номинальная нагрузка основной обмотки (№1) в классах точности, ВА: 0,5 1,0 3,0	100 150 300	ГОСТ 1983, п. 5.2		

1	2	3	4	5	6
3.5.1.5	Допустимая суммарная нагрузка по термической стойкости, ВА, не менее	1000	ГОСТ 1983, п. 5.3		
3.5.1.6	Допустимая погрешность при включении трансформатора под напряжение, %, не более (для емкостных ТН): при холостом ходе: через 0,02с при нагрузке 500 ВА: через 0,02с	10 10	ГОСТ 1983 п.6.13.3		
3.5.1.7	Длительность токов короткого замыкания, с	1	ГОСТ 1983, п. 6.14		
3.5.2	Требования к конструкции и изготовлению				
3.5.2.1	Антиферрорезонансная конструкция	Обязательно	ГОСТ 1983, п.6.13		
3.6	Требования к техническим характеристикам ОПНЭ⁸				
3.6.1	Номинальные параметры и характеристики				
3.6.1.1	Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ($U_{нр}$) кВ, не менее не более	73 88	156 176	ГОСТ Р 52725, п.5.2	
3.6.1.2	Номинальное напряжение (U_n), кВ не менее не более	92 110	195 220	ГОСТ Р 52725, п.3.8	
3.6.2	Классификационное напряжение				

⁸ В случае если ОПНЭ предусмотрен предприятием изготовителем

1	2	3		4	5	6
3.6.2.1	Классификационное напряжение	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п.6.2.3, п.9.2		
3.6.3	Номинальный разрядный ток					
3.6.3.1	Номинальный разрядный ток (импульс тока 8/20 мкс), кА	10		ГОСТ Р 52725, п.4		
3.6.4	Пропускная способность (сумма воздействий)					
3.6.4.1	Восемнадцать импульсов прямоугольного тока длительностью 2000 мкс с амплитудой, не менее, А	500		ГОСТ Р 52725, п.6.2.4		
3.6.4.2	Двадцать импульсов тока 8/20 мкс с амплитудой, кА не менее	10		ГОСТ Р 52725, п.6.2.5		
3.6.4.3	Два импульса тока 4/10 мкс с амплитудой, кА не менее	100		ГОСТ Р 52725, п.6.2.5		
3.6.4.4	Удельная энергоемкость на 1 кВ наибольшего рабочего напряжения, кДж/кВ $U_{нр}$, не менее	2,1		ГОСТ Р 52725, п.6.2.4, п.9.4.2		
3.6.5	Остающиеся напряжения					
3.6.5.1	Остающееся напряжение кВ не более при грозовом импульсе тока 8/20 мкс с амплитудой, А 5000 10000 20000	265	505	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.3, ТУ изготовителя		
		280	540			
		315	585			
3.6.5.2	Остающееся напряжение кВ не более при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс с амплитудой, А 500	217	435	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.4 ТУ изготовителя		

1	2	3		4	5	6
	1000 2000	230 250	450 470			
3.6.5.3	Остающиеся напряжения (кВ не более) при большом импульсе тока 4/10 мкс с амплитудой номинального разрядного тока, А	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.2 ТУ изготовителя		
3.6.6	Защитные характеристики					
3.6.6.1	Остающееся напряжение на ОПН при номинальном разрядном токе, кВ не более	280	540	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.3, ТУ изготовителя		
3.6.6.2	Остающееся напряжение на ОПН при коммутационном импульсе тока с амплитудой 2000 А, кВ, не более	250	470	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.4, ТУ изготовителя		
3.6.7	Характеристика напряжение-время					
3.6.7.1	Допустимые повышения напряжения на нагретом до 60 ⁰ С ОПН после приложения двух импульсов тока пропускной способности кВ в течении длительности, с 1200 10 1	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п.6.2.2, п.9.6, ТУ изготовителя		
3.6.8	Рабочие испытания (совокупность эксплуатационных воздействий, моделируемых рабочими испытаниями) ГОСТ Р 52725 п.9.5.5					
3.6.8.1	Двадцать импульсов номинального разрядного тока с амплитудой по п.2.3, кА	10		ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		
3.6.8.2	Два прямоугольных импульсов тока с амплитудой нормированного тока пропускной способности с амплитудой по п.2.4.1 не менее, А	500		ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		
3.6.8.3	Два импульса тока 1/10 мкс с амплитудой,	100		ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		

1	2	3	4	5	6
	кА				
3.7	Шкаф управления ячейки				
3.7.1	Напряжение срабатывания реле, действие которых может привести к ложному срабатыванию коммутационных аппаратов (например, выходные реле защит, РКВ, РКО и т.д.), не менее	0,6U _{п.ном}		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
3.8	Требования к техническим характеристикам высоковольтного ввода				
3.8.1	Группа механического исполнения	М6		ГОСТ 10693 п.2.24 ГОСТ 17516.1	
3.8.2	Вводы должны выдерживать испытания консольными нагрузками в течение 1 мин, Н, не менее: - на номинальный ток менее 800 А; - на номинальный ток 1000÷1600 А - на номинальный ток 2000, 2500 А; - на номинальный ток 3150, 4000 А	1000 1250 2000 4000	1250 1600 2500 4000	ГОСТ 10693 п.2.25	
3.8.3	Нижнее значение температуры при эксплуатации ввода категории размещения 1, °С: - для климатического исполнения У; - для климатического исполнения УХЛ	-45 -60		ГОСТ 15150 п.3	
4	Требования к средствам измерений (СИ)				
4.1	Наличие сертификата об утверждении типа СИ	Соответствие		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
4.2	Наличие знака и (или) свидетельства о поверке	Соответствие		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
4.3	Наличие паспорта (на русском языке)	Соответствие		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
4.4	Наличие руководства по эксплуатации (на	Соответствие		Требование ОАО «ФСК	

1	2	3	4	5	6
	русском языке)		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.Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя. 6.Сертификаты,	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов.				
5.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.				
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				

1	2	3	4	5	6
	72 часов.	паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.			

5 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 330 - 500 кВ

5.1 Технические требования при проведении аттестации КРУЭ класса напряжения 330 - 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	330	500	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		
1.2	Номинальная частота, Гц	50		МЭК 62271-203, п.4.3		
1.3	Категория размещения	1, 3, 3.1, 4		ГОСТ 15150, п.2,3		
1.4	Климатическое исполнение	У, УХЛ		ГОСТ 15150, п.2, 3.		
1.5	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У: +40 УХЛ4: +35		ГОСТ 15150, п.3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У1, У3: -45 У3.1: -10 УХЛ4: +1		ГОСТ 15150, п.3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000		МЭК62271, п.2.		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64	Устанавливается проектной организацией в зависимости от местонахождения объекта				
2	Номинальные параметры и характеристики					
2.1	Номинальные параметры					
2.2	Номинальное напряжение, кВ	330	500	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		

1	2	3		4	5	6
2.3	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	363	525	ГОСТ 1516.3, п.4.2.2 МЭК 62271-203, п.4.1		
2.4	Номинальный ток, А	630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000		МЭК 62271-203, п.4.4.		
2.4	Изоляционная среда	элегаз или смесь газов		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2	Требования к электрической прочности изоляции					
2.2.1	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ: - относительно земли и между полюсами - между контактами выключателей и разъединителей - изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения Испытательное напряжение срезанного грозового импульса, кВ: - изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения	1175 1380 (1175+205) 1175 1175	1425 1725 (1425+300) 1425 1425	ГОСТ 1516.3, Таблица 10		
2.2.2	Испытательное напряжение коммутационного импульса, кВ: - относительно земли; - между контактами выключателя и разъединителя. - изоляция ввода «воздух-элегаз» в сухом состоянии (для ввода категории размещения 1 так же и под дождем)	950 1095 (800+295) 950	1175 1330 (900+430) 1175	ГОСТ 1516.3, Таблица 10		

1	2	3		4	5	6
2.2.3	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ: - КРУЭ относительно земли - между контактами выключателей и разъединителей - измерительные трансформаторы и вводы испытываемые отдельно	450 575 510	620 815 630	ГОСТ 1516.3, Таблица 10		
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 3 3		ГОСТ 1516.3 п.4.14 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	65 75 65 80		ГОСТ 8024 п.1.1		

1	2	3	4	5	6
2.4	Требование к стойкости при сквозных токах короткого замыкания				
2.4.1	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) I_d , кА	80; 100; 125; 158	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1		
2.4.2	Среднеквадратичное значение тока за время его протекания (ток термической стойкости) I_T , кА	31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1		
2.4.3	Время протекания тока (время короткого замыкания) $t_{к.з.}$, с - главные цепи - цепи заземления	3 1	ГОСТ Р 52565, п.6.5.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.5	Требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании				
2.5.1	Ток короткого замыкания, кА Время воздействия дуги, с: $I_{о,ном} = 31,5$ кА $I_{о,ном} \geq 40$ кА Наличие мембраны сброса давления	31,5; 40; 50; 63 0,5 0,3 Обязательно	МЭК 62271-203, п. 5.102.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6	Требования к конструкции, изготовлению и материалам				
2.6.1	Тип конструкции	однофазная или трехфазная			
2.6.2	Тип ввода	Указывается изготовителем			
2.6.3	Рабочее давление газа при 20 ⁰ С, МПа - в отсеке выключателя - в отсеке тр-тора напряжения - других отсеках	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации			
2.6.4	Максимальные ежегодные утечки элегаза, % от объема, не более	0,5	МЭК 62271-203, п.5.2 Требование ОАО «ФСК		

1	2	3	4	5	6
			ЕЭС»		
2.7	Требования по надёжности				
2.7.1	Срок службы до среднего ремонта, лет	15	В соответствии с руководством по эксплуатации		
2.7.2	Срок службы, лет	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7.3	Гарантийный срок эксплуатации, лет	3 года со дня ввода в эксплуатацию	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	Требования безопасности				
2.8.1	Мембрана сброса давления	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.2	Датчик плотности	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.3	Наличие сертификата соответствия требованиям безопасности в системе ГОСТ Р или декларации о соответствии требованиям безопасности	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9	Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения				
2.9.1	Наличие таблички с данными: - условное обозначение; - номинальное напряжение; - номинальный ток; - номинальный ток отключения выключателя; - ток термической стойкости; - степень защиты; - масса	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
2.9.2	Упаковка должна обеспечивать: - исключение механических повреждений, защиту изоляционных частей от воздействия внешней среды при транспортировании	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9.3	Условия транспортирования и хранения КРУЭ в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150	1.2Л (отапливаемые и вентилируемые склады, хранилища, с регулируемой температурой и влажностью, расположенные в любых макроклиматических районах) 2С (неотапливаемое хранилище в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом)	ГОСТ 15150-69 п.10.1		
2.10	Требования к комплектности поставки				
2.10.1	К комплекту КРУЭ должна прикладываться следующая документация: - паспорт на каждую ячейку КРУЭ - 1 экз; - техническое описание и инструкция по эксплуатации на КРУЭ - 1 экз; - электрические схемы главных цепей - 1 экз; - электрические схемы вспомогательных цепей - 2 экз; - эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС» ГОСТ 2.610 ГОСТ 2.601		

1	2	3	4	5	6
	соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов - 1 экз; - ведомость ЗИП - 1 экз.				
2.10.2	В комплект КРУЭ должны входить: - ячейки КРУЭ; - токопроводы; - составные части и детали; - запасные части; - принадлежности и монтажные материалы; - элегаз; - совместно с КРУЭ должны поставляться адаптеры для пристыковки высоковольтных испытательных установок (согласно опросным листам)	Обязательно	Требование ОАО «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	31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.5.1		
3.1.1.2	Ток включения: - наибольший пик, кА - начальное действующее значение периодической составляющей, кА	80; 100; 125; 158 31,5; 40; 50; 63	ГОСТ Р 52565, п.6.6.1.4		
3.1.1.3	Тип привода	Пружинный, гидравлический гидропружинный	ГОСТ Р 52565, п.4.1.6		
3.1.2	Требования к механической работоспособности				
3.1.2.1	Собственное время отключения, мс, не более	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	ГОСТ Р 52565 п.п.6.4.1; 6.4.3		

1	2	3	4	5	6
	<p>Собственное время включения, мс, не более</p> <p>Минимальное напряжение срабатывания включающих устройств, не более, В</p> <p>Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств, не более, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при питании постоянным током; - при питании переменным током через выпрямительное устройство <p>Разница между моментами замыкания контактов полюсов при включении, мс, не более</p> <p>Разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателей при отключении, мс, не более</p>	<p>Указывается изготовителем в ТУ или спецификации</p> <p>0,85U_{п.ном}</p> <p>0,7U_{п.ном} 0,65U_{п.ном}</p> <p>5,0</p> <p>3,3</p>			
3.1.2.2	<p>Требование к ресурсу выключателя по механической стойкости N (число циклов «включение — пауза — отключение» B — t_n — O без тока в главной цепи).</p> <p>Объем испытаний, кол-во циклов:</p> <ul style="list-style-type: none"> «B-t_п-O-t_п» - при U_п= U_{min}; «B-t_п-O-t_п» - при U_п= U_{max}; «B-t_п-O-t_п» - при U_п= U_{ном}; «O-t_{бп}-BO-t_п-B-t_п» - при U_п= U_{ном} 	<p>10 000</p> <p>2500</p> <p>2500</p> <p>2500</p> <p>1250</p>	ГОСТ Р 52565 п.6.4.13		
3.1.2.3	Номинальное напряжение цепей управления (постоянный ток), В	110/220	ГОСТ Р 52565, п.5.1		
3.1.2.4	Диапазон изменения напряжения постоянного тока цепей отключения, % от	От 70 до 110	ГОСТ Р 52565, п.6.4.3		

1	2	3	4	5	6
	номинального значения				
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.6.4.6.1		
3.1.3	Требования к коммутационной способности				
3.1.3.1	Полное время отключения не более, мс	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации		ГОСТ Р 52565, А4.34	
3.1.3.2	Режим Т10 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> <i>u_c, кВ</i> <i>t_з, мкс</i> <i>t_д, мкс</i> <i>S, кВ/мкс</i>	(0,08÷0,12) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		592	857		
		85	122		
		13	18		
		7	7		
3.1.3.3	Режим Т30 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> <i>u_c, кВ</i> <i>t_з, мкс</i> <i>t_д, мкс</i> <i>S, кВ/мкс</i>	(0,24÷0,36) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		592	857		
		118	171		
		18	26		
		5	5		

1	2	3		4	5	6
3.1.3.4	Режим Т60 - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(0,54÷0,66) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		289	417			
		96	139			
		577	834			
		576	834			
		2-29	2-42			
		3	3			
3.1.3.5	Режим Т100s - ток отключения, кА - ток включения, кА - пик тока включения - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,1) I _{о.ном} (1,0÷1,1) I _{в.н.} (1,0÷1,1) i _{в.н.} «О-0,3с-ВО-20с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
		289	417			
		144	209			
		538	779			
		576	836			
		2-40	2-59			
		2	2			

1	2	3		4	5	6
3.1.3.6	Режим T100a⁹ - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов, не менее - нормированное содержание апериодической составляющей, % <i>Параметры ПВН</i> u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,05) I _{о.ном} «O» 3 (1,0÷1,05) β _н .		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	289 144 538 576 2-40 2	417 209 779 836 2-59 2			
3.1.3.7	Режим Tcr1¹⁰ I _о , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(0,76÷0,84) I _{о.ном} (0,43÷0,47) I _{о.ном} «O-0,3с-BO-180с-BO» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	289 96 577 576 2-29 3	417 139 834 834 2-42 3			
3.1.3.8	Режим Tcr2¹¹			ГОСТ Р 52565 п.6.6		

⁹ 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 52565-2006.

¹⁰ Режим Tcr1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T60.

¹¹ Режим Tcr2 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T30.

1	2	3	4	5	6								
	<p>I_o, кА</p> <p>Последовательность операций</p> <p>Количество операций «отключения»</p> <p>Параметры ПВН:</p> <p>u_c, кВ</p> <p>t_3, мкс</p> <p>t_d, мкс</p> <p>S, кВ/мкс</p>	<p>$(0,43 \div 0,47) I_{o.ном}$</p> <p>$(0,19 \div 0,21) I_{o.ном}$</p> <p>«О-0,3с-ВО-180с-ВО»</p> <p>6</p>											
		<table border="1"> <tr> <td>592</td> <td>857</td> </tr> <tr> <td>118</td> <td>171</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </table>	592	857	118	171	18	26	5	5			
592	857												
118	171												
18	26												
5	5												
3.1.3.9	<p>Режим Tcr3¹²</p> <p>I_o, кА</p> <p>Последовательность операций</p> <p>Количество операций «отключения»</p> <p>Параметры ПВН:</p> <p>u_c, кВ</p> <p>t_3, мкс</p> <p>t_d, мкс</p> <p>S, кВ/мкс</p>	<p>$(0,19 \div 0,21) I_{o.ном}$</p> <p>$(0,047 \div 0,052) I_{o.ном}$</p> <p>«О-0,3с-ВО-180с-ВО»</p> <p>6</p>	ГОСТ Р 52565 п.6.6										
		<table border="1"> <tr> <td>592</td> <td>857</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>122</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td> </tr> </table>	592	857	85	122	13	18	7	7			
592	857												
85	122												
13	18												
7	7												
3.1.3.10	<p>Режим L90</p> <p>I_o, кА</p> <p>Последовательность операций</p> <p>Количество операций «О»</p> <p>Параметры ПВН</p> <p>Со стороны источника:</p>	<p>$(0,9 \div 0,92) I_{o.ном}$</p> <p>«О-0,3с-ВО-180с-ВО»</p> <p>или «О-180с-ВО-180с-ВО»</p> <p>6</p>	ГОСТ Р 52565 п.6.6										

¹² Режим Tcr3 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T10.

1	2	3		4	5	6
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс Со стороны линии: z, Ом U _{лин} , кВ t _{лин} , мкс: I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА S _{лин} , кВ/мкс I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА	222 111 414 444 2-40 2 450 47,4 8,4 6,6 5,3 4,2 5,7 7,2 9 11,3	321 160 599 642 2-59 2 450 68,6 12,1 9,5 7,6 6 5,7 7,2 9 11,3			
3.1.3.11	Режим L75 I _о , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника:	(0,72÷0,78) I _{о,ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с- ВО» 6		ГОСТ Р 52565 п.6.6		

1	2	3		4	5	6
	u ₁ , кВ	222	321			
	t ₁ , мкс	111	160			
	u _c , кВ	414	599			
	t ₂ , мкс	444	642			
	t _d , мкс	2-40	2-59			
	S, кВ/мкс	2	2			
	Со стороны линии:					
	z, Ом	450	450			
	U _{лин} , кВ	118,6	171,5			
	t _{лин} , мкс:					
	I _{о,ном} = 31,5 кА	25,1	36,3			
	I _{о,ном} = 40 кА	19,8	28,6			
	I _{о,ном} = 50 кА	15,8	22,9			
	I _{о,ном} = 63 кА	12,5	18,1			
	S _{лин} , кВ/мкс					
	I _{о,ном} = 31,5 кА	4,7	4,7			
	I _{о,ном} = 40 кА	6	6			
	I _{о,ном} = 50 кА	7,5	7,5			
	I _{о,ном} = 63 кА	9,4	9,4			

1	2	3	4	5	6
3.1.3.12	Режим L60¹³ I _о , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника:	(0,55÷0,65) I _{о.ном} «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565 п.6.6		

¹³ Испытания в режиме L60 проводятся, если минимальное время дуги, полученное в режиме L75, превышает минимальное время дуги, полученное в режиме L90, не менее чем на 10 мс.

1	2	3		4	5	6
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс Со стороны линии: z, Ом U _{лин} , кВ t _{лин} , мкс: I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА S _{лин} , кВ/мкс I _{о,ном} = 31,5 кА I _{о,ном} = 40 кА I _{о,ном} = 50 кА I _{о,ном} = 63 кА	222 111 414 444 2-40 2 450 189,7 50,2 39,5 31,6 25,1 3,8 4,8 6 7,6	321 160 599 642 2-59 2 450 274,3 72,6 57,1 45,7 36,3 3,8 4,8 6 7,6			
3.1.3.13	Режим ОР2 I _о , кА Последовательность операций Параметры ПВН:	(0,25÷0,275) I _{о,ном} 2«О», «ВО»		ГОСТ Р 52565 п.6.6		
	u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _c , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	444 288 740 576-1152 2-29 1,54	642 417 1070 836-1672 2-42 1,54			

1	2	3	4	5	6
3.1.3.14	Режим T1ph (в условиях однофазного КЗ) I _о , кА Последовательность операций Количество операций Параметры ПВН: u ₁ , кВ t ₁ , мкс u _с , кВ t ₂ , мкс t _d , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,05) I _{о.ном} «О» 1			
		222 111 414 444 2-40 2,0	321 160 599 642 2-59 2,0	ГОСТ Р 52565 п.6.6	
3.1.4	Коммутационная способность при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденсаторов				
3.1.4.1	Коммутация токов ненагруженных линий Режим 1 I _о , А U _п P _{полюса} Количество операций «О» Режим 2 I _о , А, не менее U _п P _{полюса} Количество операций: - «О» - «ВО»				
		31,5-126	50-200		
		U _{п.макс} P _{полюса мин} 48		ГОСТ Р 52565 п.6.6	
		315	500		
		U _{п.макс} P _{полюса.ном} 24 24			

1	2	3	4	5	6
	Коммутация конденсаторных батарей. Класс С2 ¹⁴ . Режим 1 I_o , А $U_{п}$ $R_{\text{полюса}}$ Количество операций «О» Режим 2 I_o , А $U_{п}$ $R_{\text{полюса}}$ Количество операций «ВО»	$(0,1-0,4) I_{\text{нор.}}$ $U_{п.макс}$ $R_{\text{полюса мин}}$ 48 $I_{\text{нор.}}$ $U_{п.макс}$ $R_{\text{полюса.ном}}$ 120	ГОСТ Р 52565 п.п.6.8, 9.7.9		
3.1.5	Режим отключения шунтирующего реактора				
3.1.5.1	Режим отключения шунтирующего реактора: - нормированный ток, А - минимальный ток, А - число опытов при нормированном токе - число опытов при минимальном токе Параметры ПВН на нагрузке: - U_c кВ, не менее - t_3 при нормированном токе, мкс - t_3 при минимальном токе, мкс	315 ± 63 100 ± 20 20 20 560 813 202 243 359 432	ГОСТ Р 52565 п.п.6.9, 9.8		
3.1.6	Требования по надежности				

¹⁴ Объем испытаний для выключателей класса С1:

- режим 1 - 24 операций «О»;
- режим 2 – 24 цикла «ВО».

1	2	3	4	5	6
3.1.6.1	Ресурс по коммутационной стойкости: - количество операций «О» при токе отключения: - 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА - количество операций «В» при токе включения (начальное действующее значение периодической составляющей): - менее 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА	20 15 12 8 10 8 6 4	ГОСТ Р 52565, п.6.6.4, Таблица 13		
3.2	Требования к техническим характеристикам разъединителя				
3.2.1	Основные параметры и технические характеристики				
3.2.2	Вид привода разъединителя	электродвигательный	ГОСТ Р 52726, п.4.1		
3.2.3	Требования к механической работоспособности				
3.2.4	Класс разъединителя по механической износостойкости	M2	ГОСТ Р 52726 п.5.5.1		
3.2.5	Ресурс по механической стойкости, циклов В – О	10000	ГОСТ Р 52726 п.5.5.1		
3.2.6	Номинальное напряжение питания электропривода, В: - для трехфазного переменного тока - для однофазного переменного тока	127; 220; 400 100; 220	ГОСТ Р 52726 п.5.1		
3.2.7	Пределы изменения напряжения цепи двигателя завода пружин или компрессора, % от номинального значения	От 85 до 110	ГОСТ Р 52726, п.5.5.4, МЭК 62271-102, п.4.8		

1	2	3	4	5	6
3.2.3	Коммутационная способность				
3.2.3.1	Коммутационная способность при коммутации уравнильного тока сборных шин: - ток отключения, А; - уравнильное напряжение, В	1600 ¹⁵		МЭК 62271-102 Приложение В Таблица В1	
		20	40		
3.2.3.2	Коммутационная способность при включении и отключении зарядного тока сборных шин, А	0,5		МЭК 62271-102 Приложение F Таблица F2	
3.3	Требования к техническим характеристикам заземлителя				
3.3.1	Требования к техническим характеристикам заземлителя ТО				
3.3.1.1	2.3.1.Ресурс по механической стойкости, «В-т _п -О-т _п », не менее	1000		ГОСТ Р 52726 п.5.5.2	
3.3.2	Требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя				
3.3.2.1	Способность коммутации наведенных токов (класс А / класс В) Электромагнитное взаимодействие: -ток отключения, А -напряжение, кВ Электростатическое взаимодействие: -ток отключения, А -напряжение, кВ	80/160 2/10	80 / 160 2 / 20	ГОСТ Р 52726 п.5.8	
		1,25/18 5/17	2 / 25 8 / 25		
3.3.2.2	Способность включать номинальный ток включения короткого замыкания. Количество операций включения:	2		ГОСТ Р 52726 п.5.8.3	
3.3.2.3	Ресурс по механической стойкости, «В-т _п -О-	1000		ГОСТ Р 52726 п.5.5.2	

¹⁵ Свыше 1600 А – по согласованию с заказчиком

1	2	3	4	5	6
	t _п », не менее				
3.4	Требования к техническим характеристикам трансформатора тока				
3.4.1	Основные параметры и технические характеристики				
3.4.1.1	Допустимая перегрузка по первичному току, при котором сохраняется заявленный класс точности для измерительных обмоток, при температуре окружающего воздуха до +40°С, %	120	ГОСТ 7746 п.6.4.2		
3.4.2	Параметры вторичных обмоток				
3.4.2.1	Номинальный ток, А	1; 5	ГОСТ 7746, п.5.2		
3.4.2.2	Количество вторичных обмоток	до 7	ГОСТ 7746 п.4.1.5 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.4.2.3	Кратковременное (одноминутное) испытательное напряжение промышленной частоты вторичных обмоток, кВ	3	ГОСТ 7746 п.6.3.4		
3.4.2.4	Кратковременное (одноминутное) испытательное напряжение промышленной частоты междувитковой изоляции вторичных обмоток, кВ	До 4,5	ГОСТ 7746 п.6.3.7		
3.4.3	Обмотка для учета энергии				
3.4.3.1	Номинальная нагрузка, ВА	2÷20	ГОСТ7746,п.5.2		
3.4.3.2	Класс точности	0.2S	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.4	Обмотка для измерений				
3.4.4.1	Номинальная нагрузка, ВА	5÷20	ГОСТ7746,п.5.2		
3.4.4.1	Класс точности	0.2; 0.5	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.5	Обмотки для защиты				
3.4.5.1	Номинальная нагрузка каждой обмотки, ВА	30	ГОСТ7746,п.5.2		

1	2	3	4	5	6
3.4.5.2	Класс точности	5P; 10P	ГОСТ7746,п.6.4		
3.4.5.3	Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты	5 ÷ 30	ГОСТ 7746 пп.5.2, 6.4.3		
3.4.5.4	Защитные обмотки трансформаторов тока должны обеспечивать заданный классом точности предел погрешности в переходных режимах, включая цикл АПВ, в том числе и не успешной АПВ «КЗ – отключение – пауза 1с- включение (успешное и неуспешное на КЗ)»	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.5	Требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения				
3.5.1	Параметры вторичных обмоток				
3.5.1.1	Число вторичных обмоток	3	ГОСТ 1983, п. 4.2		
3.5.1.2	Номинальное напряжение вторичных обмоток: - основная (№1), В - дополнительная (№2), В - обмотка для учета электроэнергии (№3), В	100/√3 100 100/√3	ГОСТ 1983, п.п. 5.6÷5.8		
3.5.1.3	Класс точности, / номинальные нагрузки обмоток, ВА: - основная (№1) - дополнительная (№2) - обмотки для измерения и учета электроэнергии (№3)	0,5/100 3P/100 0,2/50	ГОСТ 1983, п.п. 5.1 и 5.2		
3.5.1.4	Номинальная нагрузка основной обмотки (№1) в классах точности, ВА: 0,5 1,0 3,0	100 150 300	ГОСТ 1983, п. 5.2		

1	2	3	4	5	6
3.5.1.5	Допустимая суммарная нагрузка по термической стойкости, ВА, не менее	1000	ГОСТ 1983, п. 5.3		
3.5.1.6	Допустимая погрешность при включении трансформатора под напряжение, %, не более (для емкостных ТН): при холостом ходе: через 0,02с при нагрузке 500 ВА: через 0,02с	10 10	ГОСТ 1983 п.6.13.3		
3.5.1.7	Длительность токов короткого замыкания, с	1	ГОСТ 1983, п. 6.14		
3.5.2	Требования к конструкции и изготовлению				
3.5.2.1	Антиферрорезонансная конструкция	Обязательно	ГОСТ 1983, п.6.13		
3.6	Требования к техническим характеристикам ОПНЭ¹⁶				
3.6.1	Номинальные параметры и характеристики				
3.6.1.1	Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ($U_{нр}$) кВ, не менее не более	210 230	303 336	ГОСТ Р 52725, п.5.2	
3.6.1.2	Номинальное напряжение (U_n), кВ не менее не более	262 288	378 420	ГОСТ Р 52725, п.3.8	
3.6.2	Классификационное напряжение				
3.6.2.1	Классификационное напряжение	Указывается		ГОСТ Р 52725,	

¹⁶ В случае если ОПНЭ предусмотрен предприятием изготовителем

1	2	3	4	5	6
		изготовителем		п.6.2.3, п.9.2	
3.6.3	Номинальный разрядный ток				
3.6.3.1	Номинальный разрядный ток (импульс тока 8/20 мкс), кА	10; 20	20	ГОСТ Р 52725, п.4	
3.6.4	Пропускная способность (сумма воздействий)				
3.6.4.1	Восемнадцать импульсов прямоугольного тока длительностью 2000 мкс с амплитудой, не менее, А	800	1200	ГОСТ Р 52725, п.6.2.4	
3.6.4.2	Двадцать импульсов тока 8/20 мкс с амплитудой, кА не менее	10; 20	20	ГОСТ Р 52725, п.6.2.5	
3.6.4.3	Два импульса тока 4/10 мкс с амплитудой, кА не менее	100		ГОСТ Р 52725, п.6.2.5	
3.6.4.4	Удельная энергоемкость на 1 кВ наибольшего рабочего напряжения, кДж/кВ $U_{нр}$, не менее	4,4	7,5	ГОСТ Р 52725, п.6.2.4, п.9.4.2	
3.6.5	Остающиеся напряжения				
3.6.5.1	Остающееся напряжение кВ не более при грозовом импульсе тока 8/20 мкс с амплитудой, А 5000 10000 20000	680 725 785	1020 1080 1160	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.3, ТУ изготовителя	
3.6.5.2	Остающееся напряжение кВ не более при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс с амплитудой, А 500 1000	580 600	885 915	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.4 ТУ изготовителя	

1	2	3		4	5	6
	2000	630	950			
3.6.5.3	Остающиеся напряжения (кВ не более) при большом импульсе тока 4/10 мкс с амплитудой номинального разрядного тока, А	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.2 ТУ изготовителя		
3.6.6	Защитные характеристики					
3.6.6.1	Остающееся напряжение на ОПН при номинальном разрядном токе, кВ не более	725; 785	1160	ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.3, ТУ изготовителя		
3.6.6.2	Остающееся напряжение на ОПН при коммутационном импульсе тока, кВ не более с амплитудой, А			ГОСТ Р 52725, п.6.2.1, п.9.3.4, ТУ изготовителя		
	1000	630	-			
	2000	620	950			
3.6.7	Характеристика напряжение-время					
3.6.7.1	Допустимые повышения напряжения на нагретом до 60 ⁰ С ОПН после приложения двух импульсов тока пропускной способности кВ в течении длительности, с	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п.6.2.2, п.9.6, ТУ изготовителя		
	1200					
	10					
	1					
3.6.8	Рабочие испытания (совокупность эксплуатационных воздействий, моделируемых рабочими испытаниями) ГОСТ Р 52725 п.9.5.5					
3.6.8.1	Двадцать импульсов номинального разрядного тока с амплитудой по п.2.3, кА	10; 20	20	ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		
3.6.8.2	Два прямоугольных импульсов тока с амплитудой нормированного тока пропускной способности с амплитудой по п.2.4.1 не менее, А	800	1200	ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		

1	2	3	4	5	6
3.6.8.3	Два импульса тока 4/10 мкс с амплитудой, кА	100	ГОСТ Р 52725, п.6.2.6		
3.7	Шкаф управления ячейки				
3.7.1	Напряжение срабатывания реле, действие которых может привести к ложному срабатыванию коммутационных аппаратов (например, выходные реле защит, РКВ, РКО и т.д.), не менее	0,6U _{п.ном}	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.8	Требования к техническим характеристикам высоковольтного ввода				
3.8.1	Группа механического исполнения	М6	ГОСТ 10693 п.2.24 ГОСТ 17516.1		
3.8.2	Вводы должны выдерживать испытания консольными нагрузками в течение 1 мин, Н, не менее: - на номинальный ток менее 800 А; - на номинальный ток 1000÷1600 А; - на номинальный ток 2000, 2500 А; - на номинальный ток 3150, 4000 А	2500 2500 3150 5000	ГОСТ 10693 п.2.25		
3.8.3	Нижнее значение температуры при эксплуатации ввода категории размещения 1, °С: - для климатического исполнения У; - для климатического исполнения УХЛ	-45 -60	ГОСТ 15150 п.3		
4	Требования к средствам измерений (СИ)				
4.1	Наличие сертификата об утверждении типа СИ	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.2	Наличие знака и (или) свидетельства о поверке	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
4.3	Наличие паспорта (на русском языке)	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
4.4	Наличие руководства по эксплуатации (на русском языке)	Соответствие	Требование ОАО «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.Свидетельства и сертификаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя.	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
5.2	Организация обучения и периодическая аттестация персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов.				
5.3	Наличие аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и постгарантийного ремонта.				
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				

1	2	3	4	5	6
	установленным оборудованием, в течение 72 часов.	6.Сертификаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.			