

---

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

Дата введения изменений: 20.08.2012

Дата введения изменений: 19.01.2015

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. ВНЕСЁН:               Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:  
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.05.2011 № 275.
4. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ:  
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 20.08.2012 № 481.
5. ИЗМЕНЕНИЯ ВВЕДЕНЫ:  
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 19.01.2015 № 8:  
в раздел 4.1 добавлен п. 3.1.2.7, изменён п. 3.1.2.1; в раздел 5.1 добавлен п. 3.1.2.7, изменён п. 3.1.2.1.
- 6 ВВЕДЁН: с изменениями (Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 19.01.2015 № 8, Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 20.08.2012 № 481).

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

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

## Содержание

Введение .....	4
1 Область применения .....	5
2 Нормативные ссылки .....	5
3 Термины, определения и обозначения .....	6
3.2 Обозначение и сокращения.....	9
4 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 110 - 220 кВ .....	11
5 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 330 - 500 кВ .....	38
Библиография.....	63

## **Введение**

Типовые технические требования к КРУЭ классов напряжения 110 - 500 кВ разработаны с учётом опыта эксплуатации данного электрооборудования.

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;
- требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании;
- требования к конструкции, изготовлению и материалам;
- требования по надёжности;
- 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**

ГОСТ 2.601-13 ЕСКД. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 2.610-06 ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.

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

ГОСТ 1983-01 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

ГОСТ 7746 - 01 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 (с Изменениями № 1 - 5).

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

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

ГОСТ Р 52726 - 07 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.

Пр и м е ч а н и е.

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 - (SF<sub>6</sub>)).

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, служащим изолирующей и/или дугогасящей средой.

3.1.10 **Кратковременный выдерживаемый ток (ток термической стойкости) I<sub>T</sub>:** 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 °С, 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 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 °С, 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 МПа, отнесенное к нормальным атмосферным условиям +20 °С и 101,3 кПа, выраженное в единицах избыточного или абсолютного давления, до которого устройство управления заполняется перед вводом в эксплуатацию и дозаполняется 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  $U_{ном}$ :** междуполюсное напряжение (действующее значение), равное номинальному междуфазному 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  $I_{0, \text{ном}}$ :** 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  $U_{\text{ост}}$ :** 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 Полный грозовой импульс напряжения:** импульс, характеризующийся повышением значения напряжения до максимального за время от долей микросекунды до 20 мкс и последующим менее быстрым снижением значения напряжения до нуля.

**3.1.25 Полное время отключения:** Интервал времени между началом операции отключения и окончанием погасания дуги во всех полюсах

**3.1.26 Пропускная способность ОПН  $I_{\text{пр}}$ :** 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.

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

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

**3.1.29 Трансформатор тока (напряжения):** трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичный ток (вторичное напряжение) практически пропорционален (пропорционально) первичному току (пер-



вичному напряжению) и при правильном включении сдвинут (сдвинута) относительно него по фазе на угол, близкий к нулю

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

**3.1.31 Условия рассогласования фаз:** аномальные 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  $180^\circ$  (противофаза).

**3.1.32 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 Обозначения 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  $0,05 I_{о, ном}$ .

**OP2** – режим испытаний на коммутационную способность в условиях рассогласования фаз при токе  $0,25 I_{о, ном}$ .

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

**L90** – режим испытаний на коммутационную способность в условиях удаленного короткого замыкания при токе  $0,9 I_{о, ном}$ .

**L75** – режим испытаний на коммутационную способность в условиях неударенного короткого замыкания при токе  $0,75 I_{0, \text{ном}}$ .

**L60** – режим испытаний на коммутационную способность в условиях неударенного короткого замыкания при токе  $0,6 I_{0, \text{ном}}$ .

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

**ОПНЭ** нелинейный ограничитель перенапряжений в составе КРУЭ.

## 4 Технические требования к КРУЭ

### 4.1 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 110 - 220 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика		Нормативный документ	Подтвержденное значение параметра при	Соответствие. подтвержденное экспертом
1	2	3		4	5	6
<b>1</b>	<b>Условия эксплуатации</b>					
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 УХЛ 4: +35		ГОСТ 15150, п. 3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У1, У3: -45 У3.1: -10 УХЛ 4: +1		ГОСТ 15150, п. 3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000		МЭК 62271, п. 2.		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64, не менее	6		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.9	Тип атмосферы	II		ГОСТ 15150, п. 3.14		
<b>2</b>	<b>Номинальные параметры и характеристики</b>					
2.1	Номинальные параметры					
2.2	Номинальное напряжение, кВ	110	220	ГОСТ 1516.3, п. 4.2.2 МЭК 62271-203, п. 4.1		
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.		

1	2	3	4	5	6
2.4	Изоляционная среда	элегаз или смесь газов		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
2.2	<b>Требования к электрической прочности изоляции</b>				
2.2.1	<p>Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- относительно земли и между полюсами</li> <li>- между контактами: <ul style="list-style-type: none"> <li>- выключателей</li> <li>- разъединителей</li> </ul> </li> <li>- изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения.</li> </ul> <p>Испытательное напряжение срезанного грозового импульса, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения.</li> </ul>	550	950	ГОСТ 1516.3, таблица 9	
		550	950		
		630	1050		
		550	950		
2.2.2	<p>Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- относительно земли и между полюсами</li> <li>- между контактами: <ul style="list-style-type: none"> <li>- выключателей;</li> <li>- разъединителей.</li> </ul> </li> <li>- изоляция ввода «воздух-элегаз» в сухом состоянии (для ввода категории размещения 1 так же и под дождём).</li> </ul>	230	395	ГОСТ 1516.3, таблица 9	
		230	395		
		265	460		
		230	395		
2.2.3	<p>Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изоляция цепей управления и вспомогательных цепей, а также их элементов;</li> <li>- вторичных обмоток трансформаторов тока относительно заземленных частей, а для трансформаторов с несколькими вто-</li> </ul>	2	3	ГОСТ 1516.3, п. 4.14	
				ГОСТ 1516.3, п. 13.2.1	
				ГОСТ 7746, п. 6.3.4	

1	2	3	4	5	6
	ричными обмотками также относительно друг друга; - вторичных обмоток трансформаторов напряжения.	3	ГОСТ 1983, п. 6.12.1		
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	<b>Требования к нагреву</b>				
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 нетокведущие части.	65 75 65 80	ГОСТ 8024, п.1.1		
2.4	<b>Требование к стойкости при сквозных токах короткого замыкания</b>				
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	<b>Требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании</b>				
2.5.1	Ток короткого замыкания, кА Время воздействия дуги, с: $I_{о,ном} = 31,5$ кА; $I_{о,ном} \geq 40$ кА.	31,5; 40; 50; 63  0,5 0,3	МЭК 62271-203, п. 5.102.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	Наличие мембраны сброса давления	Обязательно			
2.6	<b>Требования к конструкции, изготовлению и материалам</b>				
2.6.1	Тип конструкции	однофазная или трехфазная	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.2	Тип ввода	Указывается изготовителем	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.3	Рабочее давление газа при 20 °С, МПа - в отсеке выключателя - в отсеке трансформатора напряжения - других отсеках	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.4	Максимальные ежегодные утечки газа, % от объема, не более	0,5	МЭК 62271-203 п. 5.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.5	Механический указатель положения коммутационных аппаратов Цвет указателей положения: - «В» (включено);  - «О» (отключено).	Обязательно  красный на белом фоне  зелёный на белом фоне	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.6	На присоединениях ТН к сборным шинам необходимо иметь между отсеками разъединителя и ТН <u>демпферный элегазовый блок</u> для возможности демонтажа/монтажа ТН при оставшихся под напряжением сборных шинах.	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.7	Реле для цепей сигнализации, блокировок, управления в шкафу управления должны иметь не менее 2-х НО контактов для передачи информации о состоянии блокировок в АСУ ТП Элементы блокировок КРУЭ (промышленное реле блокировок разъедините-	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	<p>ля/заземлителя, контакторы разъединителя/заземлителя) выполненных заводом изготовителем, должны иметь дополнительные блок-контакты состояния для сбора в контроллеры присоединения в виде дискретных сигналов информации о состоянии указанных элементов.</p> <p>В цепях электрической блокировки КРУЭ должны быть предусмотрены реле блокировки с нормально замкнутыми контактами, для реализации дополнительных условий блокировки (программные блокировки в контроллерах присоединений).</p>				
2.6.8	Площадка обслуживания аппаратов КРУЭ	По согласованию с заказчиком	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.9	Материал оболочки и корпуса - алюминий или алюминиевый сплав	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.10	Наличие изолированного заземлителя	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.11	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)	Да	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.12	Плотномеры индикаторного типа с блок-контактами для сигнализации о снижении давления в объемах и запрещения оперирования выключателем (да, нет) с возможно-	Да	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	стью визуального осмотра уровня плотности элегаза и демонтажа под давлением элегаза и их тип				
2.7	<b>Требования по надёжности</b>				
2.7.1	Срок службы до среднего ремонта, лет, не менее	15	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7.2	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7.3	Гарантийный срок эксплуатации, лет, не менее	5 лет со дня ввода в эксплуатацию	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	<b>Требования безопасности</b>				
2.8.1	Датчик плотности	Датчик плотности индикаторного типа	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.2	Наличие сертификата соответствия требованиям безопасности или декларации о соответствии требованиям безопасности в системе ГОСТ Р	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.9	<b>Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения</b>				
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 транспортирова-	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		



1	2	3	4	5	6
	нии				
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, п. 10.1		
2.10	<b>Требования к комплектности поставки</b>				
2.10.1	К комплекту КРУЭ должна прикладываться следующая документация: - паспорт на каждую ячейку КРУЭ на русском языке - 1 экз.; - техническое описание и инструкция по эксплуатации на КРУЭ 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.;	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС» ГОСТ 2.610, ГОСТ 2.601		

1	2	3	4	5	6
	- газовая схема – 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»		
<b>3</b>	<b>Параметры и характеристики элементов КРУЭ</b>				
<b>3.1</b>	<b>Требования к техническим характеристикам выключателя</b>				
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	<b>Требования к механической работоспособности</b>				
3.1.2.1	Собственное время отключения, мс, не более	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации			

1	2	3	4	5	6
	Собственное время включения, мс, не более	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации	ГОСТ Р 52565, п. п. 6.4.1; 6.4.3		
	Минимальное напряжение срабатывания включающих устройств, не более, В	$0,85U_{п.ном}$			
	Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств при питании постоянным током, в диапазоне, В	$0,55 - 0,7U_{п.ном}$			
	Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств при питании переменным током через выпрямительное устройство, не более, В	$0,65U_{п.ном}$			
	Разница между моментами замыкания контактов полюсов при включении, мс, не более	5,0			
	Разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателей при отключении, мс, не более	3,3			
	Мощность электромагнитов управления, не менее, Вт	450			
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, кол-во циклов: «B-t <sub>п</sub> -O-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{min}$ ; «B-t <sub>п</sub> -O-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{max}$ ; «B-t <sub>п</sub> -O-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{ном}$ ; «O-t <sub>6п</sub> -BO-t <sub>п</sub> -B-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{ном}$ .	10 000  2500 2500 2500 1250	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.13		

1	2	3	4	5	6
3.1.2.3	Номинальное напряжение цепей управления (постоянный ток), В	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 двигателя завода пружин, % от номинального значения	От 85 до 110	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.6.1		
3.1.2.7	Напряжение срабатывания реле, действие которых может привести к ложному срабатыванию коммутационных аппаратов (например, выходные реле защит, РКВ, РКО и т.д.), должно быть $(0,6 - 0,7)U_{ном}$ , В	132 -154	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.1.3	<b>Требования к коммутационной способности</b>				
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	<b>Режим Т10</b> - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u <sub>c</sub> , кВ t <sub>з</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(0,08÷0,12) I <sub>о.ном</sub> «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
		206      411 29      59 4      9 7      7			
3.1.3.3	<b>Режим Т30</b> - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее	(0,24÷0,36) I <sub>о.ном</sub> «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		

1	2	3		4	5	6
	<i>Параметры ПВН</i> u <sub>c</sub> , кВ t <sub>3</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	206 41 6 5	411 82 12 5			
3.1.3.4	<b>Режим Т60</b> - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(0,54÷0,66) I <sub>о.ном</sub> «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6 100 33 200 198 2-10 3		200 67 400 402 2-20 3	ГОСТ Р 52565, п. 6.6	
3.1.3.5	<b>Режим Т100s</b> - ток отключения, кА - ток включения, кА - пик тока включения - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u <sub>1</sub> , кВ	(1,0÷1,1) I <sub>о.ном</sub> (1,0÷1,1) I <sub>в.н.</sub> (1,0÷1,1) i <sub>в.н.</sub> «О-0,3с-ВО-20с-ВО» <sup>1</sup> 6 100		200	ГОСТ Р 52565, п. 6.6	

<sup>1</sup> При отсутствии технической возможности ИЦ для осуществления данного режима, достаточно провести испытания в следующем объеме:

- а) две операции «включения» при симметричном токе короткого замыкания: «В», при возможности ИЦ необходимо выполнить 20 с паузу между операциями «В»;
- б) операции «отключения» для определения минимального времени горения дуги при номинальном токе отключения: «О»;
- в) цикл операций «о (t<sub>д.мин.</sub>)– 0,3 сек. – во (t<sub>д.макс.</sub>)»;
- г) цикл операций «о (t<sub>д.мин.</sub>)– 0,3 сек. – во (t<sub>д.макс.</sub>) – 20 сек. – во (t<sub>д.ср.</sub>)»;

где «о» и «в» операции «отключения» и «включения» выполненные при нормированном значении тока и генераторном напряжении;  
«О» и «В» операции «отключения» и «включения» выполненные при нормированных для режима Т100s значениях тока и напряжения.

1	2	3		4	5	6
	$t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	50 187 200 2-14 2	100 374 400 2-28 2			
3.1.3.6	<b>Режим T100a<sup>2</sup></b> - 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	$(1,0 \div 1,05) I_{o,ном}$ «О» 3 $(1,0 \div 1,05) \beta_H$		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	$u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	100 50 187 200 2-14 2	200 100 374 400 2-28 2			
3.1.3.7	<b>Режим Tcr1<sup>3</sup></b> $I_o$ , кА  Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , 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		
	$u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс	100 33 200 198	200 67 400 402			

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Режим Tcr1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T60 по сравнению с режимом T100s.

1	2	3		4	5	6
	$t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	2-10 3	2-20 3			
3.1.3.8	<b>Режим Tcr2<sup>4</sup></b> $I_o$ , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: $u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	(0,43÷0,47) $I_{o,ном}$ (0,19÷0,21) $I_{o,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	$u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	206 41 6 5	411 82 12 5			
3.1.3.9	<b>Режим Tcr3<sup>5</sup></b> $I_o$ , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: $u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	(0,19÷0,21) $I_{o,ном}$ (0,047÷0,052) $I_{o,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	$u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	206 29 4 7	411 59 9 7			
3.1.3.1 0	<b>Режим L90</b> $I_o$ , кА Последовательность операций  Количество операций «О» Параметры ПВН	(0,9÷0,92) $I_{o,ном}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		

<sup>4</sup> Режим Tcr2 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т30 по сравнению с режимом Т60.

<sup>5</sup> Режим Tcr3 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т10 по сравнению с режимом Т30.

1	2	3		4	5	6
	<p>Со стороны источника:</p> <p><math>u_1</math>, кВ  <math>t_1</math>, мкс  <math>u_c</math>, кВ  <math>t_2</math>, мкс  <math>t_d</math>, мкс  <math>S</math>, кВ/мкс</p> <p>Со стороны линии:</p> <p><math>Z</math>, Ом  <math>U_{\text{лин}}</math>, кВ  <math>t_{\text{лин}}</math>, мкс:  <math>I_{0,\text{ном}} = 31,5</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 40</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 50</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 63</math> кА  <math>S_{\text{лин}}</math>, кВ/мкс  <math>I_{0,\text{ном}} = 31,5</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 40</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 50</math> кА  <math>I_{0,\text{ном}} = 63</math> кА</p>	<p>77 39 144 154 2 2</p> <p>450 16,5 2,9 2,3 1,8 1,4 5,7 7,2 9 11,3</p>	<p>154 77 288 308 2 2</p> <p>450 32,9 5,8 4,6 3,7 2,9 5,7 7,2 9 11,3</p>			
3.1.3.1 1	<p><b>Режим L75</b>  <math>I_0</math>, кА  Последовательность операций</p> <p>Количество операций «О»  Параметры ПВН  Со стороны источника:</p> <p><math>u_1</math>, кВ  <math>t_1</math>, мкс  <math>u_c</math>, кВ</p>	<p><math>(0,72 \div 0,78) I_{0,\text{ном}}</math>  «О-0,3с-ВО-180с-ВО»  или «О-180с-ВО-180с-ВО»  6</p>		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
		<p>77 39 144</p>	<p>154 77 288</p>			



1	2	3		4	5	6
	$t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс  Со стороны линии: $z$ , Ом $U_{\text{лин}}$ , кВ $t_{\text{лин}}$ , мкс: $I_{\text{о,ном}} = 31,5$ кА $I_{\text{о,ном}} = 40$ кА $I_{\text{о,ном}} = 50$ кА $I_{\text{о,ном}} = 63$ кА $S_{\text{лин}}$ , кВ/мкс $I_{\text{о,ном}} = 31,5$ кА $I_{\text{о,ном}} = 40$ кА $I_{\text{о,ном}} = 50$ кА $I_{\text{о,ном}} = 63$ кА	154 2 2  450 41,1  8,7 6,9 5,5 4,3  4,7 6 7,5 9,4	308 2 2  450 82,3  17,4 13,7 11 8,7  4,7 6 7,5 9,4			
3.1.3.1 2	<b>Режим L60<sup>6</sup></b> $I_o$ , кА Последовательность операций  Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс	$(0,55 \div 0,65) I_{\text{о,ном}}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	$u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс	77 39 144 154	154 77 288 308			

<sup>6</sup> 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
	$t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс  Со стороны линии: $Z$ , Ом $U_{\text{лин}}$ , кВ $t_{\text{лин}}$ , мкс: $I_{0,\text{ном}} = 31,5$ кА $I_{0,\text{ном}} = 40$ кА $I_{0,\text{ном}} = 50$ кА $I_{0,\text{ном}} = 63$ кА $S_{\text{лин}}$ , кВ/мкс $I_{0,\text{ном}} = 31,5$ кА $I_{0,\text{ном}} = 40$ кА $I_{0,\text{ном}} = 50$ кА $I_{0,\text{ном}} = 63$ кА	2 2  450 65,8  17,4 13,7 11 8,7  3,8 4,8 6 7,6	2 2  450 131,7  34,8 27,4 21,9 17,4  3,8 4,8 6 7,6			
3.1.3.1 3	<b>Режим ОР2</b> $I_o$ , кА Последовательность операций Параметры ПВН: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	$(0,25 \div 0,275) I_{0,\text{ном}}$ 2«O», «BO»		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			
3.1.3.1 4	<b>Режим T1ph (в условиях однофазного КЗ)</b> $I_o$ , кА Последовательность операций Количество операций Параметры ПВН: $u_1$ , кВ	$(1,0 \div 1,05) I_{0,\text{ном}}$ «O» 1		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	$u_1$ , кВ	77	154			

1	2	3		4	5	6
	t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	39 144 154 2-10 2,0	77 288 308 2-28 2,0			
3.1.4	<b>Коммутационная способность при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденсаторов</b>					
3.1.4.1	<b>Коммутация токов ненагруженных линий<sup>7</sup></b> <b>Режим 1</b> I <sub>о</sub> , А U <sub>п</sub> P <sub>полюса</sub> Количество операций «О» <b>Режим 2</b> I <sub>о</sub> , А, не менее U <sub>п</sub> P <sub>полюса</sub> Количество операций: - «О» - «ВО»			ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
		3,15÷12,6	12,5÷50			
		U <sub>п.макс</sub> P <sub>полюса мин</sub> 48				
		31,5	125			
		U <sub>п.макс</sub> P <sub>полюса.ном</sub> 24 24				
	<b>Коммутация конденсаторных батарей.</b> Класс С2 <sup>8</sup> . <b>Режим 1</b> I <sub>о</sub> , А	(0,1-0,4) I <sub>нор.</sub>		ГОСТ Р 52565, п. п. 6.8, 9.7.9		

<sup>7</sup> В дополнение к испытаниям в нормальном режиме отключения ненагруженной воздушной линии должны быть проведены испытания на отключение ненагруженной трехфазной линии при наличии короткого замыкания на землю в одной или двух фазах.

При однофазных испытаниях напряжение на выключателе непосредственно перед отключением должно быть увеличено в 1,4 от наибольшего рабочего напряжения, деленного на  $\sqrt{3}$ . Нормированный ток отключения увеличивают в 1,25 раза.

<sup>8</sup> Объем испытаний для выключателей класса С1:

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

1	2	3	4	5	6
	$U_{п}$ $R_{\text{полоса}}$ Количество операций «О» <b>Режим 2</b> $I_{о}, А$ $U_{п}$ $R_{\text{полоса}}$ Количество операций «ВО»	$U_{п.макс}$ $R_{\text{полоса мин}}$ 48  $I_{нор.}$ $U_{п.макс}$ $R_{\text{полоса.ном}}$ 120			
3.1.5	<b>Режим отключения шунтирующего реактора</b>				
3.1.5.1	Режим отключения шунтирующего реактора <sup>9</sup> : - 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		ГОСТ Р 52565, п. п. 6.9, 9.8	
		195      390 97        166 172       295			
3.1.6	<b>Требования по надежности</b>				
3.1.6.1	Ресурс по коммутационной стойкости: - количество операций «О» при токе отключения <sup>10</sup> : - 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА	20 15 12 8		ГОСТ Р 52565, п. п. 6.6.4, 9.6.9, таблица 13	

<sup>9</sup> В случае однополюсных испытаний дополнительно проводят испытания при минимальном токе; должно быть сделано 18 отключений при тех значениях длительности дуги, при которых имели место повторные зажигания дуги.

<sup>10</sup> 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).

1	2	3	4	5	6
	- количество операций «В» при токе включения (начальное действующее значение периодической составляющей): - менее 31,5 кА - 40 кА - 50 кА - 63 кА	10 8 6 4			
<b>3.2</b>	<b>Требования к техническим характеристикам разъединителя</b>				
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	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  - постоянное	127; 230; 400 100; 220 220	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		
3.2.3	Коммутационная способность				
3.2.3.1	Коммутационная способность при коммутации уравнительного тока сборных шин: - ток отключения, А; - уравнительное напряжение, В	1600 <sup>11</sup> 10      20	МЭК 62271-102, Приложение В, таблица В1		

<sup>11</sup> Свыше 1600 А – по согласованию с заказчиком

1	2	3		4	5	6
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		
<b>3.3</b>	<b>Требования к техническим характеристикам заземлителя</b>					
<b>3.3.1</b>	<b>Требования к техническим характеристикам заземлителя ТО</b>					
3.3.1.1	2.3.1.Ресурс по механической стойкости, «В-т <sub>п</sub> -О-т <sub>п</sub> », не менее	1000		ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2		
<b>3.3.2</b>	<b>Требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя</b>					
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 0,5/2	80 / 80 1,4 / 2	ГОСТ Р 52726, п. 5.8		
3.3.2.2	Способность включать номинальный ток включения короткого замыкания. I <sub>в</sub> , кА i <sub>в</sub> , кА Количество операций включения:	31,5; 40; 50; 63 80; 100; 125; 158 2		ГОСТ Р 52726, п. 5.8.3		
3.3.2.3	Ресурс по механической стойкости, «В-т <sub>п</sub> -О-т <sub>п</sub> », не менее	1000		ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2		
<b>3.4</b>	<b>Требования к техническим характеристикам трансформатора тока</b>					
<b>3.4.1</b>	<b>Основные параметры и технические характеристики</b>					
3.4.1.1	Допустимая перегрузка по первичному току, при котором сохраняется заявленный класс точности для измерительных обмоток, при температуре окружающего воздуха до	120		ГОСТ 7746, п. 6.4.2		

1	2	3	4	5	6
	+40 °С, %				
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	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.3.2	Класс точности	0.2S	ГОСТ 7746, п. 6.4		
3.4.4	Обмотка для измерений				
3.4.4.1	Номинальная нагрузка, ВА	5÷20	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.4.1	Класс точности	0.5; 0.2	0.2	ГОСТ 7746, п. 6.4	
3.4.5	Обмотки для защиты				
3.4.5.1	Номинальная нагрузка каждой обмотки, ВА	30	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.5.2	Класс точности	5P; 10P	ГОСТ 7746 п. 6.4		
3.4.5.3	Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты	5 ÷ 30	ГОСТ 7746, п. п. 5.2, 6.4.3		
3.4.5.4	Коэффициент безопасности приборов обмоток для учёта и измерений, не более	5	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.5	<b>Требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения</b>				
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:		ГОСТ 1983, п. п. 5.6÷5.8		

1	2	3		4	5	6
	- основная (№ 1), В - дополнительная (№ 2), В - обмотка для учёта электроэнергии (№ 3), В	100/√3 100 100/√3				
3.5.1.3	Класс точности, / номинальные нагрузки обмоток, ВА: - основная (№ 1) - дополнительная (№ 2) - обмотки для измерения и учёта электроэнергии (№ 3)	0,5/100 3Р/100 0,2/50	0,2/100 3Р/100 0,2/50	ГОСТ 1983, п. п. 5.1 и 5.2 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
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		
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 0,02 с при нагрузке 500 ВА: через 0,02 с	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, рассчитанная под конкретные параметры схемы ПС с предоставлением расчётов	Обязательно		ГОСТ 1983, п. 6.13, Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.5.2.2	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения повер-	Да		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		



1	2	3	4	5	6
	ки/калибровки в процессе эксплуатации ТТ, ТН				
<b>3.6</b>	<b>Требования к техническим характеристикам ОПНЭ<sup>12</sup></b>				
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				
3.6.2.1	Классификационное напряжение	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.3, 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. п. 6.2.4, 9.4.2	
3.6.5	Остающиеся напряжения				

<sup>12</sup> В случае если ОПНЭ предусмотрен предприятием изготовителем

1	2	3		4	5	6
3.6.5.1	Остающееся напряжение кВ не более при грозовом импульсе тока 8/20 мкс с амплитудой, А 5000 10000 20000	265 280 315	505 540 585	ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.1, 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 2000	217 230 250	435 450 470	ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.1, 9.3.4, ТУ изготовителя		
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. п. 6.2.1, 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. п. 6.2.1, 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. п. 6.2.1, 9.3.4, ТУ изготовителя		
3.6.7	Характеристика напряжение-время					
3.6.7.1	Допустимые повышения напряжения на нагретом до 60 °С ОПН после приложения двух импульсов тока пропускной способности кВ в течении длительности, с 1200 10 1	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.2, 9.6, ТУ изготовителя		
3.6.8	Рабочие испытания (совокупность эксплуатационных воздействий, моделируемых рабочими испытаниями) ГОСТ Р 52725 п.9.5.5					

1	2	3	4	5	6
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, кА	100	ГОСТ Р 52725, п. 6.2.6		
<b>3.7</b>	<b>Шкаф управления ячейки</b>				
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	0,6-0.7U <sub>п.ном</sub> (см. п. 3.1.2.7)		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»	
<b>3.8</b>	<b>Требования к техническим характеристикам высоковольтного ввода</b>				
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 УХЛ1	-45 -60		ГОСТ 15150, п. 3	
<b>3.9</b>	<b>Требования к вспомогательным цепям</b>				
3.9.1	Номинальное напряжение вспомогательных цепей переменного тока, В, не более	400/230		ГОСТ 14693, п. 2.8.14.1	

1	2	3	4	5	6
3.9.2	Номинальное напряжение вспомогательных цепей постоянного (выпрямленного) тока, В, не более	220	ГОСТ 14693, п. 2.8.14.1		
<b>4</b>	<b>Требования к средствам измерений (СИ)</b>				
4.1	Наличие свидетельства об утверждении типа СИ (с описанием типа)	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 русском языке)	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
<b>5</b>	<b>Требования к сервисным службам</b>				
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 сер-	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 сер-				

1	2	3	4	5	6
	висного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов.	тифиаты о прохождении обучения персонала, подтверждающие право гарантийного обслуживания от имени завода-изготовителя.			
5.7	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания гарантийного срока	6.Сертифиаты, паспорт и иные документы, подтверждающие качество имеющихся в наличии запасных частей.			
5.8	Срок поставки запасных частей для оборудования, с момента подписания договора на их покупку не более 6 месяцев				

## 5 Технические требования к КРУЭ

### 5.1 Технические требования к КРУЭ класса напряжения 330 - 500 кВ

№ п/п	Наименование параметра	Требование по НД (СО, ГОСТ), специальное требование заказчика		Нормативный документ	Подтвержденное значение параметра	Соответствие, подтвержденное экспертом
1	2	3		4	5	6
<b>1</b>	<b>Условия эксплуатации</b>					
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. п. 2, 3		
1.4	Климатическое исполнение	У, УХЛ		ГОСТ 15150, п. п. 2, 3.		
1.5	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У: +40 УХЛ 4: +35		ГОСТ 15150, п. 3.2		
1.6	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	У1, У3: -45 У3.1: -10 УХЛ 4: +1		ГОСТ 15150, п. 3.2		
1.7	Высота установки над уровнем моря, м	До 1000		МЭК 62271, п. 2		
1.8	Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK-64, не менее	6		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
1.9	Тип атмосферы по ГОСТ 15150	II		ГОСТ 15150, п. 3.14		
<b>2</b>	<b>Номинальные параметры и характеристики</b>					
2.1	Номинальные параметры					
2.2	Номинальное напряжение, кВ	330	500	ГОСТ 1516.3, п. 4.2.2 МЭК 62271-203, п. 4.1		
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		

1	2	3	4	5	6	
2.4	Изоляционная среда	элегаз или смесь газов		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.2	<b>Требования к электрической прочности изоляции</b>					
2.2.1	<p>Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- относительно земли и между полюсами</li> <li>- между контактами выключателей и разъединителей</li> <li>- изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения</li> </ul> <p>Испытательное напряжение срезанного грозового импульса, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения</li> </ul>	<p>1175 1380 (1175+205) 1175</p>	<p>1425 1725 (1425+300) 1425</p>	ГОСТ 1516.3, таблица 10		
2.2.2	<p>Испытательное напряжение коммутационного импульса, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- относительно земли;</li> <li>- между контактами выключателя и разъединителя.</li> <li>- изоляция ввода «воздух-элегаз» в сухом состоянии (для ввода категории размещения 1 так же и под дождем)</li> </ul>	<p>950 1095 (800+295) 950</p>	<p>1175 1330 (900+430) 1175</p>	ГОСТ 1516.3, таблица 10		
2.2.3	<p>Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- КРУЭ относительно земли</li> <li>- между контактами выключателей и разъединителей</li> <li>- измерительные трансформаторы и вводы испытываемые отдельно</li> </ul>	<p>450 575 510</p>	<p>620 815 630</p>	ГОСТ 1516.3, таблица 10		
2.2.4	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ:					

1	2	3	4	5	6
	- 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	<b>Требования к нагреву</b>				
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		
2.4	<b>Требование к стойкости при сквозных токах короткого замыкания</b>				
2.4.1	Наибольший пик (тока электродинамической стойкости) $i_{дл}$ , 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) $t_{кз}$ , с - главные цепи - цепи заземления	3 1	ГОСТ Р 52565, п. 6.5.1 Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		



1	2	3	4	5	6
2.5	<b>Требование по стойкости к воздействию дуги при внутреннем коротком замыкании</b>				
2.5.1	Ток короткого замыкания, кА Время воздействия дуги, с: $I_{o,ном} = 31,5$ кА $I_{o,ном} \geq 40$ 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	<b>Требования к конструкции, изготовлению и материалам</b>				
2.6.1	Тип конструкции	однофазная или трехфазная			
2.6.2	Тип ввода	Указывается изготовителем			
2.6.3	Рабочее давление газа при 20 °С, МПа - в отсеке выключателя - в отсеке трансформатора 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»		
2.6.5	Механический указатель положения коммутационных аппаратов Цвет указателей положения: - «В» (включено)  - «О» (отключено)	Обязательно  красный на белом фоне  зелёный на белом фоне	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.6	На присоединениях ТН к сборным шинам необходимо иметь между отсеками разъединителя и ТН демпферный элегазовый блок для возможности демонтажа/монтажа ТН при оставшихся под напряжением сборных шинах.	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.7	Реле для цепей сигнализации, блокировок,	Обязательно	Требование		

1	2	3	4	5	6
	<p>управления в шкафу управления должны иметь не менее 2-х НО контактов для передачи информации о состоянии блокировок в АСУ ТП.</p> <p>Элементы блокировок КРУЭ (промышленное реле блокировок разъединителя/заземлителя, контакторы разъединителя/заземлителя) выполненных заводом изготовителем, должны иметь дополнительные блок-контакты состояния для сбора в контроллеры присоединения в виде дискретных сигналов информации о состоянии указанных элементов.</p> <p>В цепях электрической блокировки КРУЭ должны быть предусмотрены реле блокировки с нормально замкнутыми контактами, для реализации дополнительных условий блокировки (программные блокировки в контроллерах присоединений).</p>		ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.8	Площадка обслуживания аппаратов КРУЭ	По согласованию с заказчиком	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.9	Материал оболочки и корпуса - алюминий или алюминиевый сплав	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.10	Наличие изолированного заземлителя	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.6.11	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 доку-	Да	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	ментацией CIGRE для СВЧ методов (TF 15/33.03.05)				
2.6.12	Плотномеры индикаторного типа с блок-контактами для сигнализации о снижении давления в объемах и запрещения оперирования выключателем (да, нет) с возможностью визуального осмотра уровня плотности элегаза и демонтажа под давлением элегаза и их тип	Да	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7	<b>Требования по надёжности</b>				
2.7.1	Срок службы до среднего ремонта, лет, не менее	15	В соответствии с руководством по эксплуатации		
2.7.2	Срок службы, лет, не менее	30	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.7.3	Гарантийный срок эксплуатации, лет, не менее	5 лет со дня ввода в эксплуатацию	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8	<b>Требования безопасности</b>				
2.8.1	Мембрана сброса давления	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
2.8.2	Датчик плотности	Датчик плотности индикаторного типа	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	<b>Требования к маркировке, упаковке, транспортированию, условиям хранения</b>				
2.9.1	Наличие таблички с данными: - условное обозначение; - номинальное напряжение; - номинальный ток;	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- номинальный ток отключения выключателя;</li> <li>- ток термической стойкости;</li> <li>- степень защиты;</li> <li>- масса.</li> </ul>				
2.9.2	Упаковка должна обеспечивать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- исключение механических повреждений, защиту изоляционных частей от воздействия внешней среды при транспортировании</li> </ul>	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, п.10.1		
2.10	<b>Требования к комплектности поставки</b>				
2.10.1	К комплекту КРУЭ должна прикладываться следующая документация: <ul style="list-style-type: none"> <li>- паспорт на каждую ячейку КРУЭ - на русском языке - 1 экз.;</li> <li>- техническое описание и инструкция по эксплуатации на КРУЭ на русском языке – 3 экз.;</li> </ul>	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»  ГОСТ 2.610, ГОСТ 2.601		

1	2	3	4	5	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- электрические схемы главных цепей - 1 экз.;</li> <li>- электрические схемы вспомогательных цепей - 2 экз.;</li> <li>- эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов - 1 экз.;</li> <li>- ведомость ЗИП - 1 экз.;</li> <li>- газовая схема – 1 экз.</li> </ul>				
2.10.2	<p>В комплект КРУЭ должны входить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ячейки КРУЭ;</li> <li>- токопроводы;</li> <li>- составные части и детали;</li> <li>- запасные части;</li> <li>- принадлежности и монтажные материалы;</li> <li>- элегаз;</li> <li>- совместно с КРУЭ должны поставляться адаптеры для пристыковки высоковольтных испытательных установок (согласно опросным листам).</li> </ul>	Обязательно	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
<b>3</b>	<b>Параметры и характеристики элементов КРУЭ</b>				
<b>3.1</b>	<b>Требования к техническим характеристикам выключателя</b>				
<b>3.1.1</b>	<b>Основные параметры и технические характеристики</b>				
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		

1	2	3	4	5	6
3.1.2	<b>Требования к механической работоспособности</b>				
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		
	Собственное время включения, мс, не более	Указывается изготовителем в ТУ или спецификации			
	Минимальное напряжение срабатывания включающих устройств, не более, В	$0,85U_{п.ном}$			
	Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств при питании постоянным током, в диапазоне, В	$0,55 - 0,7U_{п.ном}$			
	Минимальное напряжение срабатывания отключающих устройств при питании переменным током через выпрямительное устройство, не более, В	$0,65U_{п.ном}$			
	Разница между моментами замыкания контактов полюсов при включении, мс, не более	5,0			
	Разница между моментами размыкания контактов полюсов выключателей при отключении, мс, не более	3,3			
	Мощность электромагнитов управления, не менее, Вт	450			
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, кол-во циклов: «B-t <sub>п</sub> -O-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{min}$ ; «B-t <sub>п</sub> -O-t <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{max}$ ;	10 000	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.13		
		2500			
		2500			

1	2	3	4	5	6
	«В-т <sub>п</sub> -О-т <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{ном}$ ; «О-т <sub>бп</sub> -ВО-т <sub>п</sub> -В-т <sub>п</sub> » - при $U_{п} = U_{ном}$ .	2500 1250			
3.1.2.3	Номинальное напряжение цепей управления (постоянный ток), В	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 двигателя завода пружин, % от номинального значения	От 85 до 110	ГОСТ Р 52565, п. 6.4.6.1		
3.1.2.7	Напряжение срабатывания реле, действие которых может привести к ложному срабатыванию коммутационных аппаратов (например, выходные реле защит, РКВ, РКО и т.д.), должно быть $(0,6-0,7)U_{ном}$ , В	132-154	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.1.3	<b>Требования к коммутационной способности</b>				
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	<b>Режим Т10</b> - ток отключения, кА - последовательность операций - число операций «О», не менее <i>Параметры ПВН</i> u <sub>c</sub> , кВ t <sub>з</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(0,08÷0,12) I <sub>о.ном</sub> «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6	
	592 85 13 7	857 122 18 7			
3.1.3.3	<b>Режим Т30</b> - ток отключения, кА	(0,24÷0,36) I <sub>о.ном</sub>		ГОСТ Р 52565, п. 6.6	

1	2	3		4	5	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательность операций</li> <li>- число операций «О», не менее</li> </ul> <i>Параметры ПВН</i> u <sub>c</sub> , кВ t <sub>3</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	«О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6				
		592	857			
		118	171			
		18	26			
		5	5			
3.1.3.4	<b>Режим Т60</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ток отключения, кА</li> <li>- последовательность операций</li> <li>- число операций «О», не менее</li> </ul> <i>Параметры ПВН</i> u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(0,54÷0,66) I <sub>о.ном</sub> «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	<b>Режим Т100s</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ток отключения, кА</li> <li>- ток включения, кА</li> <li>- пик тока включения</li> <li>- последовательность операций</li> <li>- число операций «О», не менее</li> </ul> <i>Параметры ПВН</i> u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,1) I <sub>о.ном</sub> (1,0÷1,1) I <sub>в.н.</sub> (1,0÷1,1) i <sub>в.н.</sub> «О-0,3с-ВО-180с-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	<b>Режим T100a<sup>13</sup></b> - ток отключения, кА - последовательность операций - число опытов, не менее - нормированное содержание апериодической составляющей, % <i>Параметры ПВН</i> u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(1,0÷1,05) I <sub>о.ном</sub> «О» 3 (1,0÷1,05) β <sub>н</sub>	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	289 144 538 576 2-40 2			
3.1.3.7	<b>Режим Tcr1<sup>14</sup></b> I <sub>о</sub> , кА  Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	(0,76÷0,84) I <sub>о.ном</sub> (0,43÷0,47) I <sub>о.ном</sub> «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
	u <sub>1</sub> , кВ t <sub>1</sub> , мкс u <sub>c</sub> , кВ t <sub>2</sub> , мкс t <sub>d</sub> , мкс S, кВ/мкс	289 96 577 576 2-29 3			
3.1.3.8	<b>Режим Tcr2<sup>15</sup></b> I <sub>о</sub> , кА	(0,43÷0,47) I <sub>о.ном</sub>	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> Режим Tcr1 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T60 по сравнению с режимом T100s.

<sup>15</sup> Режим Tcr2 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме T30 по сравнению с режимом T60.

1	2	3	4	5	6										
	Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: $u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	$(0,19 \div 0,21) I_{0,НОМ}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6 <hr/> <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	<b>Режим Тсг3<sup>16</sup></b> $I_0$ , кА Последовательность операций Количество операций «отключения» Параметры ПВН: $u_c$ , кВ $t_3$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	$(0,19 \div 0,21) I_{0,НОМ}$ $(0,047 \div 0,052) I_{0,НОМ}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» 6 <hr/> <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	ГОСТ Р 52565, п. 6.6				
592	857														
85	122														
13	18														
7	7														
3.1.3.1 0	<b>Режим L90</b> $I_0$ , кА Последовательность операций Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс	$(0,9 \div 0,92) I_{0,НОМ}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6 <hr/> <table border="1"> <tr> <td>222</td> <td>321</td> </tr> <tr> <td>111</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>414</td> <td>599</td> </tr> <tr> <td>444</td> <td>642</td> </tr> <tr> <td>2-40</td> <td>2-59</td> </tr> </table>	222	321	111	160	414	599	444	642	2-40	2-59	ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
222	321														
111	160														
414	599														
444	642														
2-40	2-59														

<sup>16</sup> Режим Тсг3 выполняют при увеличении минимального времени дуги на 10 мс или более в режиме Т10 по сравнению с режимом Т30.

1	2	3		4	5	6
	<p><math>S</math>, кВ/мкс</p> <p>Со стороны линии:</p> <p><math>Z</math>, Ом</p> <p><math>U_{\text{лин}}</math>, кВ</p> <p><math>t_{\text{лин}}</math>, мкс:</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 31,5</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 40</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 50</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 63</math> кА</p> <p><math>S_{\text{лин}}</math>, кВ/мкс</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 31,5</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 40</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 50</math> кА</p> <p><math>I_{\text{о,ном}} = 63</math> кА</p>	2	2			
		450	450			
		47,4	68,6			
		8,4	12,1			
		6,6	9,5			
		5,3	7,6			
		4,2	6			
		5,7	5,7			
		7,2	7,2			
		9	9			
		11,3	11,3			
3.1.3.1 1	<p><b>Режим L75</b></p> <p><math>I_{\text{о}}</math>, кА</p> <p>Последовательность операций</p> <p>Количество операций «О»</p> <p>Параметры ПВН</p> <p>Со стороны источника:</p> <p><math>u_1</math>, кВ</p> <p><math>t_1</math>, мкс</p> <p><math>u_c</math>, кВ</p> <p><math>t_2</math>, мкс</p> <p><math>t_d</math>, мкс</p> <p><math>S</math>, кВ/мкс</p> <p>Со стороны линии:</p> <p><math>Z</math>, Ом</p>	<p><math>(0,72 \div 0,78) I_{\text{о,ном}}</math></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		
		222	321			
		111	160			
		414	599			
		444	642			
		2-40	2-59			
		2	2			
		450	450			

1	2	3		4	5	6
	$U_{\text{лин}}$ , кВ $t_{\text{лин}}$ , мкс: $I_{0,\text{ном}} = 31,5$ кА $I_{0,\text{ном}} = 40$ кА $I_{0,\text{ном}} = 50$ кА $I_{0,\text{ном}} = 63$ кА $S_{\text{лин}}$ , кВ/мкс $I_{0,\text{ном}} = 31,5$ кА $I_{0,\text{ном}} = 40$ кА $I_{0,\text{ном}} = 50$ кА $I_{0,\text{ном}} = 63$ кА	118,6	171,5			
3.1.3.1 2	<b>Режим L60<sup>17</sup></b> $I_0$ , кА Последовательность операций  Количество операций «О» Параметры ПВН Со стороны источника: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс  Со стороны линии: $Z$ , Ом $U_{\text{лин}}$ , кВ	$(0,55 \div 0,65) I_{0,\text{ном}}$ «О-0,3с-ВО-180с-ВО» или «О-180с-ВО-180с-ВО» 6		ГОСТ Р 5256, п. 6.6		
	$u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс  $Z$ , Ом $U_{\text{лин}}$ , кВ	222 111 414 444 2-40 2	321 160 599 642 2-59 2			

<sup>17</sup> 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
	$t_{\text{лин}}$ , мкс: $I_{0,\text{ном}} = 31,5 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 40 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 50 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 63 \text{ кА}$ $S_{\text{лин}}$ , кВ/мкс $I_{0,\text{ном}} = 31,5 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 40 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 50 \text{ кА}$ $I_{0,\text{ном}} = 63 \text{ кА}$	50,2 39,5 31,6 25,1	72,6 57,1 45,7 36,3			
3.1.3.1 3	<b>Режим ОР2</b> $I_0$ , кА Последовательность операций Параметры ПВН: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	(0,25÷0,275) $I_{0,\text{ном}}$ 2«O», «BO»		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
		444 288 740 576-1152 2-29 1,54	642 417 1070 836-1672 2-42 1,54			
3.1.3.1 4	<b>Режим T1ph (в условиях однофазного КЗ)</b> $I_0$ , кА Последовательность операций Количество операций Параметры ПВН: $u_1$ , кВ $t_1$ , мкс $u_c$ , кВ $t_2$ , мкс $t_d$ , мкс $S$ , кВ/мкс	(1,0÷1,05) $I_{0,\text{ном}}$ «O» 1		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
		222 111 414 444 2-40 2,0	321 160 599 642 2-59 2,0			
3.1.4	<b>Коммутационная способность при отключении и включении емкостных токов ненагруженных воздушных линий и батарей конденса-</b>					

1	2	3	4	5	6								
	<b>торов</b>												
3.1.4.1	<b>Коммутация токов ненагруженных линий<sup>18</sup></b> <b>Режим 1</b> $I_o, A$ $U_{п}$ $P_{\text{полюса}}$ Количество операций «О» <b>Режим 2</b> $I_o, A$ , не менее $U_{п}$ $P_{\text{полюса}}$ Количество операций: - «О» - «ВО»	<table border="1"> <tr> <td>31,5-126</td> <td>50-200</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <math>U_{п.макс}</math>  <math>P_{\text{полюса мин}}</math>            48         </td> </tr> <tr> <td>315</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <math>U_{п.макс}</math>  <math>P_{\text{полюса.ном}}</math>            24            24         </td> </tr> </table>	31,5-126	50-200	$U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса мин}}$ 48		315	500	$U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса.ном}}$ 24 24		ГОСТ Р 52565, п. 6.6		
31,5-126	50-200												
$U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса мин}}$ 48													
315	500												
$U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса.ном}}$ 24 24													
	<b>Коммутация конденсаторных батарей.</b> Класс C2 <sup>19</sup> . <b>Режим 1</b> $I_o, A$ $U_{п}$ $P_{\text{полюса}}$ Количество операций «О» <b>Режим 2</b> $I_o, A$ $U_{п}$	$(0,1-0,4) I_{нор.}$ $U_{п.макс}$ $P_{\text{полюса мин}}$ 48  $I_{нор.}$ $U_{п.макс}$	ГОСТ Р 52565, п. п. 6.8, 9.7.9										

<sup>18</sup> В дополнение к испытаниям в нормальном режиме отключения ненагруженной воздушной линии должны быть проведены испытания на отключение ненагруженной трехфазной линии при наличии короткого замыкания на землю в одной или двух фазах.

При однофазных испытаниях напряжение на выключателе непосредственно перед отключением должно быть увеличено в 1,4 от наибольшего рабочего напряжения, деленного на  $\sqrt{3}$ . Нормированный ток отключения увеличивают в 1,25 раза.

<sup>19</sup> Объем испытаний для выключателей класса C1:

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

1	2	3	4	5	6
	Р полюса Количество операций «ВО»	Р полюса.ном 120			
3.1.5	<b>Режим отключения шунтирующего реактора</b>				
3.1.5.1	Режим отключения шунтирующего реактора <sup>20</sup> : - нормированный ток, А - минимальный ток, А - число опытов при нормированном токе - число опытов при минимальном токе Параметры ПВН на нагрузке: - U <sub>c</sub> кВ, не менее - t <sub>3</sub> при нормированном токе, мкс - t <sub>3</sub> при минимальном токе, мкс	315±63 100±20 20 20		ГОСТ Р 52565, п. п. 6.9, 9.8	
		560      813 202      243 359      432			
3.1.6	<b>Требования по надежности</b>				
3.1.6.1	Ресурс по коммутационной стойкости: - количество операций «О» при токе отключения <sup>21</sup> : - 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	20 15 12 8  10 8 6		ГОСТ Р 52565, п. 6.6.4, таблица 13	

<sup>20</sup> В случае однополюсных испытаний дополнительно проводят испытания при минимальном токе; должно быть сделано 18 отключений при тех значениях длительности дуги, при которых имели место повторные зажигания дуги.

<sup>21</sup> 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).

1	2	3	4	5	6
	- 63 кА	4			
<b>3.2</b>	<b>Требования к техническим характеристикам разъединителя</b>				
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	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 - постоянное	127; 230; 400 100; 220 220	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		
3.2.3	Коммутационная способность				
3.2.3.1	Коммутационная способность при коммутации уравнительного тока сборных шин: - ток отключения, А; - уравнительное напряжение, В	1600 <sup>22</sup>		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	
<b>3.3</b>	<b>Требования к техническим характеристикам заземлителя</b>				
<b>3.3.1</b>	<b>Требования к техническим характеристикам заземлителя ТО</b>				
3.3.1.1	2.3.1. Ресурс по механической стойкости,	1000	ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2		

<sup>22</sup> Свыше 1600 А – по согласованию с заказчиком.



1	2	3	4	5	6
	«В-т <sub>п</sub> -О-т <sub>п</sub> », не менее				
<b>3.3.2</b>	<b>Требования к техническим характеристикам быстродействующего заземлителя</b>				
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  1,25/18 5/17	80 / 160 2 / 20  2 / 25 8 / 25	ГОСТ Р 52726, п. 5.8	
3.3.2.2	Способность включать номинальный ток включения короткого замыкания. I <sub>в</sub> , кА i <sub>в</sub> , кА Количество операций включения	31,5; 40; 50; 63 80; 100; 125; 158 2		ГОСТ Р 52726, п. 5.8.3	
3.3.2.3	Ресурс по механической стойкости, «В-т <sub>п</sub> -О-т <sub>п</sub> », не менее	1000		ГОСТ Р 52726, п. 5.5.2	
<b>3.4</b>	<b>Требования к техническим характеристикам трансформатора тока</b>				
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	3		ГОСТ 7746, п. 6.3.4	

1	2	3	4	5	6
	ты вторичных обмоток, кВ				
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	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.3.2	Класс точности	0.2S	ГОСТ 7746, п. 6.4		
3.4.4	Обмотка для измерений				
3.4.4.1	Номинальная нагрузка, ВА	5÷20	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.4.2	Класс точности	0.2	ГОСТ 7746, п. 6.4		
3.4.5	Обмотки для защиты				
3.4.5.1	Номинальная нагрузка каждой обмотки, ВА	30	ГОСТ 7746, п. 5.2		
3.4.5.2	Класс точности	5P; 10P	ГОСТ 7746, п. 6.4		
3.4.5.3	Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты	5 ÷ 30	ГОСТ 7746, п. п. 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»		
3.4.5.5	Коэффициент безопасности приборов обмоток для учёта и измерений, не более	5	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
3.5	<b>Требования к техническим характеристикам трансформатора напряжения</b>				
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	100/√3	ГОСТ 1983, п. п. 5.6÷5.8		

1	2	3	4	5	6
	- дополнительная (№ 2), В - обмотка для учёта электроэнергии (№ 3), В	100 100/√3			
3.5.1.3	Класс точности, / номинальные нагрузки обмоток, ВА: - основная (№ 1) - дополнительная (№ 2) - обмотки для измерения и учёта электроэнергии (№ 3)	0.2/100 3Р/100 0,2/50	ГОСТ 1983, п. п. 5.1, 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		
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 ёмкостных ТН): при холостом ходе: через 0,02 с при нагрузке 500 ВА: через 0,02 с	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, рассчитанная под конкретные параметры схемы ПС с предоставлением расчётов	Обязательно	ГОСТ 1983, п. 6.13, Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
	Обеспечение возможности (конструктивное исполнение) проведения поверки/калибровки в процессе эксплуатации ТТ,	Да	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		

1	2	3	4	5	6
	ТН				
<b>3.6</b>	<b>Требования к техническим характеристикам ОПНЭ<sup>23</sup></b>				
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 изготовителем		ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.3, 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. п. 6.2.4, 9.4.2	
3.6.5	Остающиеся напряжения				
3.6.5.1	Остающееся напряжение кВ, не более, при			ГОСТ Р 52725,	

<sup>23</sup> В случае, если ОПНЭ предусмотрен предприятием изготовителем.

1	2	3		4	5	6
	грозовом импульсе тока 8/20 мкс с амплитудой, А 5000 10000 20000	680 725 785	1020 1080 1160	п. п. 6.2.1, 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 2000	580 600 630	885 915 950	ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.1, 9.3.4 ТУ изготовителя		
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. п. 6.2.1, 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. п. 6.2.1, 9.3.3, ТУ изготовителя		
3.6.6.2	Остающееся напряжение на ОПН при коммутационном импульсе тока, кВ не более с амплитудой, А 1000 2000	630 620	- 950	ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.1, 9.3.4, ТУ изготовителя		
3.6.7	Характеристика напряжение-время					
3.6.7.1	Допустимые повышения напряжения на нагретом до 60 °С ОПН после приложения двух импульсов тока пропускной способности кВ в течение длительности, с 1200 10 1	Указывается изготовителем		ГОСТ Р 52725, п. п. 6.2.2, 9.6, ТУ изготовителя		
3.6.8	Рабочие испытания (совокупность эксплуатационных воздействий, моделируемых рабочими испытаниями) ГОСТ Р 52725 п. 9.5.5					

1	2	3		4	5	6
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		
3.6.8.3	Два импульса тока 4/10 мкс с амплитудой, кА	100		ГОСТ Р 52725, п. 6.2.6		
<b>3.7</b>	<b>Шкаф управления ячейки</b>					
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	0,6-0.7U <sub>п.ном</sub> (см. п. 3.1.2.7)		Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
<b>3.8</b>	<b>Требования к техническим характеристикам высоковольтного ввода</b>					
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	ГОСТ 10693, п. 2.25		
		3150	5000			
3.8.3	Нижнее значение температуры при эксплуатации ввода категории размещения 1, °С: - для климатического исполнения У; - для климатического исполнения УХЛ1	-45	-60	ГОСТ 15150, п. 3		
<b>3.9</b>	<b>Требования к вспомогательным цепям</b>					
3.9.1	Номинальное напряжение вспомогательных цепей переменного тока, В, не более	400/230		ГОСТ 14693, п. 2.8.14.1		

1	2	3	4	5	6
3.9.2	Номинальное напряжение вспомогательных цепей постоянного (выпрямленного) тока, В, не более	220	ГОСТ 14693, п. 2.8.14.1		
<b>4</b>	<b>Требования к средствам измерений (СИ)</b>				
4.1	Наличие свидетельства об утверждении типа СИ (с описанием типа)	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 русском языке)	Соответствие	Требование ОАО «ФСК ЕЭС»		
<b>5</b>	<b>Требования к сервисным службам</b>				
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.	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				

1	2	3	4	5	6
	потребителей закреплённого региона.	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.			
5.6	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 20 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.				



## Библиография

1. МЭК 62271-102 (2001) Устройство комплектное распределительное высоковольтное. Часть 102. Разъединители и грозовые переключатели переменного тока (IEC 62271-102 (2001) High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches).
2. МЭК 62271-203 (2003) Высоковольтное комплектное распределительное устройство. Часть 203. Распределительные устройства с элегазовой изоляцией в металлическом кожухе, рассчитанные на номинальные напряжения свыше 52 кВ (IEC 62271-203 (2003) High-voltage switchgear and controlgear - Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV).