Некоммерческое Партнерство «Инновации в электроэнергетике»



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 70238424.29.240.10.005-2011

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕГАЗОВЫЕ (КРУЭ) УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Дата введения – 2011-06-30

Издание официальное

Москва
2011

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов в Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Порядок разработки и применения стандартов организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Построение, изложение, оформление, содержание стандарта и принятие в нем обозначения соответствуют требованиям ГОСТ 1.5 - 2001 «Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению», ГОСТ Р 1.5 - 2004 «Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения», ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.2 - 2004 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов».

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Филиалом Открытого акционерного общества «Научно-технический центр электроэнергетики» – Научно-исследовательский центр по испытанию высоковольтной аппаратуры (Филиал ОАО «НТЦ электроэнергетики» – НИЦ ВВА)

2 ВНЕСЕН Комиссией по техническому регулированию НП «ИНВЭЛ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом НП «ИНВЭЛ» от 02.06.2011 № 54

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© НП «ИНВЭЛ», 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения НП «ИНВЭЛ»

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения ... 4
4 Общие положения ... 6
5 Классификация ... 7
6 Функциональные показатели комплектных элегазовых распределительных устройств ... 8
7 Технические требования ... 9
8 Требования к элементам комплектных элегазовых распределительных устройств ... 14
9 Требования безопасности и охраны окружающей среды (экологичности) ... 16
10 Приемка ... 18
11 Оценка и подтверждение соответствия ... 20
12 Предмонтажная подготовка и монтаж ... 20
13 Проведение монтажных работ комплектных элегазовых распределительных устройств ... 22
14 Ввод в эксплуатацию ... 23
Приложение А (справочное) Технические характеристики комплектных элегазовых распределительных устройств ведущих производителей ... 28
Приложение Б (обязательное) Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ ... 31
Приложение В (обязательное) Наибольшие допустимые значения температур и превышения температур для контактных элементов токоведущих частей в элегазе и выводов, соединяемых с внешними проводниками по ГОСТ 8024 ... 32
Приложение Г (обязательное) Диаграммы зависимости давления и плотности элегаза от температуры ... 33
БИБЛИОГРАФИЯ ... 34

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

Комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ)
Условия поставки
Нормы и требования

Дата введения – 2011-06-30

1 Область применения

Настоящий стандарт:

- устанавливает единые нормы и требования на комплектные распределительных устройства с элегазовой[1] изоляцией (КРУЭ), поставляемые на объекты электроэнергетики Единой энергосистемы России;
- распространяется на проектируемые и подлежащие техническому перевооружению и реконструкции КРУЭ.
- предназначен для применения поставщиками КРУЭ, проектными, строительно-монтажными, наладочными, эксплуатационными и ремонтными организациями, проектными, научно-исследовательскими организациями, сетевыми и генерирующими компаниями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы и стандарты:

Единый перечень продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2009 № 982

Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Федеральный закон Российской Федерации от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме»

ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.2-75 Система стандартов безопасности труда. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

[1] Здесь и далее под элегазовой изоляцией понимают электрическую изоляцию, как на основе чистого элегаза SF_6, так и на основе смессей элегаза с четырехфтористым углеродом (CF_4) или азотом (N_2). Физико-химические характеристики газовых смессей должны предоставляться производителем КРУЭ наряду с прочими эксплуатационными документами.

ГОСТ 12.2.085-2002 Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности

ГОСТ 12971-67 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

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

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

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

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 15846-2002 Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

ГОСТ 15963-79 Изделия электротехнические для районов с тропическим климатом. Общие технические условия и методы испытаний

ГОСТ 16357-83 Разрядники вентильные переменного тока на номинальные напряжения от 3,8 до 600 кВ. Общие технические условия

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17703-72 Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия Термины и определения

ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка

ГОСТ 1983-2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ Р ИСО 2859-4-2006 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Часть 4. Оценка соответствия заявленному уровню качества

ГОСТ 25215-82 Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Нормы и методы расчета на прочность (с Изменением N 1)

ГОСТ 403-73 Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Допустимые температуры нагрева частей аппаратов

ГОСТ 4.316-85 Система показателей качества продукции. Трансформаторы силовые, нулевого габарита, измерительные. Подстанции комплектные трансформаторные. Вводы высоковольтные. Номенклатура показателей

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 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции

ГОСТ Р 50599-93 Сосуды и аппараты стальные сварные высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации

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

ГОСТ Р 54522-2011 Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию

ГОСТ Р 54426-2011 Руководство по проверке и обработке элегаза (SF6), взятого из электрооборудования, и технические требования к его повторному использованию

ГОСТ Р 54828-2011 Комплектные распределительные устройства в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ) на номинальные напряжения 110 кВ и выше. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17000-2009 Оценка соответствия. Словарь и общие принципы

ГОСТ Р 53604-2009 Оценка соответствия. Система национальных стандартов в области оценки соответствия

ГОСТ Р 54008-2010 Оценка соответствия. Схемы декларирования соответствия

ГОСТ Р 54009-2010 Оценка соответствия. Применение знаков, указывающих о соответствии

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-1-2009 Оценка соответствия. Декларация поставщика о соответствии. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-2-2009 Оценка соответствия. Декларация поставщика о соответствии. Часть 2. Подтверждающая документация

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.e-ecolog.ru по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана

ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения с соответствии ГОСТ Р ИСО/МЭК 17000 и СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **ввод «воздух-элегаз»:** Конструктивное исполнение соединения конечного фидерного элемента комплектного распределительного устройства элегазового (КРУЭ) с воздушной линией электропередачи, гибкой или жесткой ошиновкой оборудования вне КРУЭ.

3.1.2 **ввод «кабель-элегаз»:** Конструктивное исполнение соединения конечного фидерного элемента КРУЭ с кабельной линией.

3.1.3 **ввод «масло-элегаз»:** Конструктивное исполнение соединения конечного фидерного элемента КРУЭ непосредственно с масляным трансформатором.

3.1.4 **цепь вспомогательная:** Токоведущая часть комплектного распределительного устройства в металлической оболочке с элегазовой изоляцией, входящие в цепь (кроме главной цепи), предназначенную для управления, измерения, сигнализации и регулирования, включая вспомогательные цепи коммутационных аппаратов.

3.1.5 **цепь главная токоведущая:** Токоведущая часть КРУЭ в совокупности представляющее собой единую цепь для передачи электрической энергии.

3.1.6 **давление срабатывания предохранительного устройства:** Избыточное давление, выбранное для защиты от аварийного повышения давления путем выпуска (сброса) рабочей среды из отсека через предохранительное устройство.

3.1.7 **испытательное давление оболочек и герметичных опорных изоляторов при приемо-сдаточных (типовых) испытаниях:** Пробное давление при гидравлических испытаниях (если иное не оговорено в документации завода-изготовителя), которым подвергаются все оболочки и герметичные опорные изоляторы КРУЭ после изготовления и при типовых испытаниях:

$$P_{пр} = 1,25P\frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}, \qquad (1)$$

где P – расчетное давление сосуда, МПа (кгс/см^2);

$[\sigma]_{20}$, $[\sigma]_t$ – допускаемые напряжения для материала оболочки или герметичных опорных изоляторов соответственно при 20°С и расчетной температуре, МПа (кгс/см^2).

3.1.8 **категория размещения:** Характеристика КРУЭ в зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде на высотах до 4300 м.

3.1.9 **исполнение климатическое:** Совокупность требований к конструкции КРУЭ в части воздействия климатических факторов внешней среды и их номинальных значений для эксплуатации, транспортировки и хранения в пределах данной географической зоны.

3.1.10 **стойкость механическая КРУЭ:** Способность конструкции составных частей КРУЭ и установленного в нем электрооборудования, частей и элементов выдерживать установленное количество циклов работы без тока в цепи главных и свободных контактов, без деформации или повреждений, препятствующих дальнейшей исправной работе КРУЭ.

3.1.11 **давление (или плотность) элегаза минимальное для выполнения операций:** Давление (или плотность), при котором происходит срабатывание устройства сигнализации о неисправности системы (устройства) управления приводами коммутационных аппаратов в отсеках КРУЭ в соответствии с 3.1.13.

3.1.12 **давление элегаза минимально допустимое для изоляции и(или) коммутационной способности (или плотность):** Давление элегаза 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).

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

3.1.14 **замыкание короткое не удаленное:** Короткое замыкание на воздушной или кабельной линии электропередачи на небольшом расстоянии от выводов выключателя, при котором условия гашения дуги ужесточаются процессами вблизи нуля тока.

Примечание – Как правило, на удалении не более нескольких километров.

3.1.15 **давление номинальное (или плотность) элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности при заполнении:** Давление газа в Паскалях (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.

3.1.16 **давление номинальное для выполнения операций (или плотность):** Давление в Па, отнесенное к нормальным атмосферным условиям +20°С и 101,3 кПа, (или плотность) выраженное в единицах избыточного или абсолютного давления, до которого устройство управления заполняется перед вводом в эксплуатацию и дозаполняется в эксплуатационных условиях.

3.1.17 **напряжение испытательное нормированное:** Испытательное напряжение, нормированное по значению, длительности и форме.

3.1.18 **скорость утечки газа относительная:** Абсолютное значение утечки газа в единицу времени, отнесенное к общему количеству газа в системе при номинальном давлении (или плотности) при заполнении, выраженное в процентах в год.

3.1.19 **отсек (КРУЭ):** Часть КРУЭ, содержащая элементы главной цепи (шины, разъединители, выключатели, трансформаторы тока) с опорной изоляцией

и предназначенная для соединения со смежными частями КРУЭ и аппаратурой управления, контроля и сигнализации.

3.1.20 **температура оболочки расчетная:** Наибольшая температура поверхности оболочки в рабочих условиях. Как правило, это верхний предел температуры окружающего воздуха, увеличенный за счет превышения температуры, вызванного протеканием номинального тока (для категории размещения 1 с учетом солнечной радиации).

3.1.21 **термическая стойкость КРУЭ:** Способность конструкции выдерживать воздействие наибольшего действующего значения тока короткого замыкания в течение 1 или 3 с, без нагрева токоведущих частей до температур, превышающих допустимые при токах короткого замыкания, и без повреждений, препятствующих дальнейшей исправной работе КРУЭ.

3.1.22 **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).

3.2 Обозначения и сокращения

КРУЭ – комплектное элегазовое распределительное устройство;
ОПН – ограничитель перенапряжения;
$U_{ном}$ – номинальное напряжение главных цепей КРУЭ;
$U_{н.р}$ – наибольшее рабочее напряжение главных цепей КРУЭ;
$I_{ном.отв}$ – номинальный ток отводов ячейки КРУЭ;
$I_{ном.сб}$ – номинальный ток сборных шин;
$I_{о.ном}$ – номинальный ток отключения выключателя;
$i_д$ – ток электродинамической стойкости (наибольший пик);
$I_т$ – ток термической стойкости;
$t_{к.з}$ – время протекания тока термической стойкости;
$P_{SF_6 н}$ – номинальное давление элегаза при нормальной температуре;
$U_{вт.н}$ – номинальное напряжение вторичных цепей;
$Q_н$ – допустимое значение утечек элегаза в диапазоне температур от +5ºС до +20ºС.

4 Общие положения

4.1 КРУЭ должно обеспечивать:

- работоспособность и надежность электрических станций и сетей с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- высокую надежность работы с минимальным объемом профилактических работ;
- высокую ремонтопригодность при минимальных затратах на восстановление;
- экологическую безопасность.

4.2 Надежность КРУЭ обеспечивается:

- высокой стойкостью к внешним механическим и климатическим воздействиям;
- оснащенностью устройствами мониторинга с высокой информативностью и степенью точности измеряемых параметров;
- независимостью характеристик внутренней изоляции от непосредственного воздействия внешней среды;
- высокими механическими и коммутационными ресурсами коммутационных аппаратов;
- защищенностью контактных соединений от атмосферного воздуха и осадков;
- повышенной безопасностью для обслуживающего персонала, благодаря нахождению частей под высоким потенциалом внутри заземленных оболочек.

4.3 Экологическая безопасность обусловлена:

- герметичностью конструкции, обладающей высокой степенью надежности, практически исключающей утечки элегаза;
- сниженным уровнем шума при работе коммутационных аппаратов, благодаря размещению в металлических оболочках;
- небольшим отчуждением земельных площадей по сравнению с распределительными устройствами традиционного исполнения.

5 Классификация

5.1 При определении требуемых параметров поставки, КРУЭ классифицируют по:

- категории размещения;
- количеству и расположению полюсов;
- расположению выключателя;
- конструктивному исполнению фидерной связи;
- исполнению первичной схемы соединений ячеек;
- исполнению первичной схемы соединений элементов в ячейке;
- виду привода коммутационных аппаратов.

5.2 Категории размещения принимают по ГОСТ 15150:

- для работы в помещениях (категории размещения 2, 3, 4);
- для работы на открытом воздухе (категория размещения 1).

5.3 Количество и расположение полюсов:

- трехполюсное исполнение – с тремя полюсами в общей оболочке;
- однополюсное исполнение – с полюсами, размещенными, каждый в отдельной оболочке.

5.4 Конструктивное расположение выключателя:

- с вертикальное;
- с горизонтальное.

5.5 Исполнение первичной схемы соединений ячеек – по требованиям, согласованным с конечным пользователем.

5.6 Конструктивное исполнение фидерной связи:

- с вводом «воздух-элегаз»;
- с вводом «кабель-элегаз».

5.7 Исполнение первичной схемы соединений элементов в ячейке:
- линейная;
- ввод трансформатора;
- шиносоединительная (обходная);
- секционная;
- измерительного трансформатора напряжения.

5.8 Вид привода коммутационных аппаратов:
- электромагнитный (электродвигательный);
- пневматический (газовый);
- гидравлический;
- пружинный.

6 Функциональные показатели комплектных элегазовых распределительных устройств

6.1 К основным параметрам КРУЭ относятся:
- номинальное напряжение – $U_{ном}$;
- наибольшее рабочее напряжение – $U_{н.р}$;
- частота 50 Гц
- номинальный ток главных цепей:
  а) отводов - $I_{ном.отв}$;
  б) сборных шин - $I_{ном.сб}$.
- номинальный ток отключения выключателя – $I_{о.ном}$;
- ток электродинамической стойкости (наибольший пик) – $i_д$;
- ток термической стойкости – $I_т$;
- время протекания тока термической стойкости – $t_{к.з.}$

Значения основных номинальных параметров КРУЭ должны выбираться из числа стандартных значений, приведенных в таблице1.

Таблица 1- Стандартные значения номинальных параметров КРУЭ

Обозначение параметра	Значение параметра					
$U_{ном}$, кВ	110	150	220	330	500	750
$U_{н.р}$, кВ	126	172	252	363	525	787
$I_{ном.отв}$, А, $I_{ном.сб}$, А	800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12500; 16000					
$I_{о.ном}$, кА	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100					
$i_д$, кА	31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 158; 200; 250					
$I_т$, кА	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100					
$t_{к.з}$, с	1; 2; 3					

6.2 Дополнительные функциональные показатели:
- номинальное напряжение вторичных цепей $U_{вт.н}$, не более

220 В постоянного тока;
400 В переменного тока;

- номинальное давление элегаза P_{SF_6n} (изб.) в пределах от 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) до 1,0 МПа (10,0 кгс/см²);

- допустимое значение расхода элегаза на утечки в зоне нормальной температуры (от плюс 5°С до плюс 20°С) $Q_н$ – не более 1 % в год от общей массы элегаза.

6.3 К потребительским свойствам КРУЭ относятся:

- массогабаритные показатели;
- многофункциональность;
- надежность;
- экологичность;
- срок службы назначенный.

6.4 Технические характеристики ячеек КРУЭ ведущих производителей элегазового оборудования на международном рынке представлены в приложении А.

7 Технические требования

7.1 Общие технические требования

7.1.1 Параметры КРУЭ должны удовлетворять условиям работы, как при нормальных режимах, так и при коротких замыканиях, перенапряжениях и нормированных перегрузках.

7.1.2 Технические характеристики КРУЭ должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и (или) техническим условиям на КРУЭ конкретных типов, согласованных между потребителем и изготовителем.

7.1.3 Требования по стойкости КРУЭ к воздействию климатических факторов внешней среды и климатическому исполнению применяют в соответствии с ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1.

Для КРУЭ категории размещения 1 нижнее значение температуры среды при эксплуатации следует принимать:

- для регионов Европейской части, южных районов Урала, Сибири, Дальнего Востока климатическое исполнение У, ТУ: минус 45 ^{0}С;

- для районов северного Урала, Сибирь: климатическое исполнение УХЛ, ХЛ: минус 60°С.

Для КРУЭ климатического исполнения У, категории размещения 3 нижнее значение температуры внешней среды при эксплуатации следует принимать минус 25°С.

По согласованию с заказчиком, допускается устанавливать для КРУЭ категории 3 нижнее значение температуры внешней среды при эксплуатации минус 5°С.

7.1.4 КРУЭ категории размещения 1, имеющих открытые подвижные части и (или) открытые размыкаемые контакты, должны быть пригодны для работы в условиях гололеда при толщине льда до 20 мм и скорости ветра, не превышающей 15 м/с. Работоспособность этих частей КРУЭ при отсутствии гололеда должна обеспечиваться при максимальной скорости ветра 40 м/с.

7.1.5 КРУЭ категории размещения 1 должны допускать тяжение проводов, подключаемых к вводам «воздух - элегаз», с учетом влияния ветра и гололеда, а

также возможность вывода линии под углом в пределах значений, указанных в технических условиях на КРУЭ конкретных типов.

7.1.6 Если условия эксплуатации требуют нормирования внешних механических воздействий, то группу этих воздействий определяют по ГОСТ 17516.1 и указывают в технических условиях на КРУЭ конкретных типов.

7.1.7 Требования к КРУЭ исполнения Т применяют в соответствии с ГОСТ 15963, ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1.

7.2 Требования к электрической прочности изоляции

7.2.1 Требования к изоляции главных цепей КРУЭ, с частичной или полной изоляцией элегазом, цепей управления, вспомогательных цепей и вторичных обмоток измерительных трансформаторов применяют в соответствии с ГОСТ 1516.3 (раздел 13).

7.2.2 Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ классов напряжений 110-750 кВ приведены в приложении Б.

7.2.3 Изоляция цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ относительно земли должна выдерживать испытательное кратковременное (одноминутное) переменное напряжение в соответствии с ГОСТ 1516.3 (глава 4.14).

7.2.4 Требования к изоляции вторичных обмоток ТТ – по ГОСТ 7746 (главы 9.2), вторичных обмоток ТН – по ГОСТ 1983 (главы 6.12).

7.2.5 Изоляция КРУЭ должна быть испытана на уровень частичных разрядов в соответствии с ГОСТ 1516.3 (раздел 4.10). Изоляцию считают выдержавшей испытание, если интенсивность частичных разрядов при напряжении $1{,}1U_{н.р.}/\sqrt{3}$ не превысила значения 10^{-11} Кл.

7.2.6 Внешняя изоляция вводов «воздух - элегаз» должна быть испытана на:

- отсутствие короны - по ГОСТ 1516.3 (раздел 4.11);
- длину пути утечки внешней изоляции для категории размещения 1 - по ГОСТ 9920.

Значения длины пути утечки изоляции в зависимости от степени загрязнения приведены в приложении Б.

7.2.7 Испытания внутренней изоляции вводов «масло - элегаз» и «кабель - элегаз» в части электрической прочности масляной и твердой изоляции по ГОСТ 1516.3, для значений нормированных испытательных напряжений по отношению к земле.

7.3 Требования к нагреву

7.3.1 Требования к КРУЭ в части нагрева оборудования высокого напряжения, при длительной работе в нормальном режиме применяют в соответствии с ГОСТ 8024.

В приложении В приведены нормы нагрева главных токоведущих частей КРУЭ.

7.3.2 Допустимые превышения температуры нагрева вторичных цепей оборудования КРУЭ - по ГОСТ 403, для электродвигателей приводов коммутационных аппаратов КРУЭ – в соответствии с национальными стандартами на применяемые электродвигатели серии «Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия».

7.3.3 Температура нагрева частей оболочек КРУЭ не должна превышать:

- доступных для прикосновения, в нормальных условиях обслуживания оборудования – 50°С. В отдельных случаях, когда ограничение температуры нагрева связано со значительными материальными затратами, допускается нагрев частей оболочек до 70 ^{0}С;
- не доступных для прикосновения, в нормальных условиях обслуживания оборудования – 80°С.

7.4 Требования к стойкости при сквозных токах короткого замыкания

7.4.1 КРУЭ во включенном положении должны выдерживать воздействие сквозных токов короткого замыкания, без повреждений, препятствующих его дальнейшей исправной работе.

Предельно допустимые значения температур нагрева токоведущих частей при протекании сквозных токов короткого замыкания не должны превышать допустимых значений - по ГОСТ 10434.

7.4.2 Параметры, характеризующие стойкость к сквозным токам короткого замыкания ($I_т$ – ток термической стойкости и $i_д$ – ток электродинамической стойкости) должны выбираться из значений номинальных рядов (п.6.1.).

Значение тока электродинамической стойкости ($i_д$), должно быть не менее $2{,}5 \cdot I_т$.

7.4.3 Нормированное время протекания тока термической стойкости 1, 2 или 3с устанавливается в технических требованиях заказчика.

При иной длительности протекания тока термической стойкости соотношение между током и временем находят по формуле:

$$I_1^2 \cdot t_1 = I_2^2 \cdot t_2, \qquad (2)$$

где I_1 — ток термической стойкости, соответствующий времени 1, 2 или 3с, кА;

t_1 — время протекания тока термической стойкости, равное 1, 2 или 3с;

I_2 — ток термической стойкости, соответствующий времени протекания t_2, кА;

t_2 — время протекания тока термической стойкости, с.

7.4.4 Цепи заземления КРУЭ должны быть устойчивы к воздействию сквозных токов короткого замыкания при длительности протекания тока термической стойкости, равной 1с.

Допускается возникновение остаточных деформаций в цепях заземления при условии, что это не приводит к разрыву цепи заземления.

7.5 Требования к конструкции

7.5.1 Конструктивное исполнение (включая характеристики) КРУЭ определяют исходя из особенностей использования:

- для наружной и внутренней установки;
- при разнообразных компоновочных решениях;
- в различных схемах первичных соединений распределительных устройств;
- на подстанциях с выходом на воздушные линии электропередачи и кабельные линии;
- на ограниченных пространством и площадями объектах (в крупных городах и промышленных центрах);
- в подземных сооружениях;

- на передвижных установках.

7.5.2 Конструкция КРУЭ должна предусматривать возможность применения в ячейках следующих элементов: выключателей, разъединителей, заземлителей, быстродействующих заземлителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения, вводов «воздух-элегаз», «масло-элегаз», «кабель-элегаз», ограничителей перенапряжений.

7.5.3 В ячейках КРУЭ одного типоисполнения должны быть предусмотрены взаимозаменяемость элементов одного наименования и унифицированное соединение элементов между собой.

7.5.4 Для компенсации изменения размеров ячейки вследствие колебаний температуры, а также, вызванных отклонениями при изготовлении и монтаже должны быть предусмотрены компенсационные устройства для обеспечения соединений смежных ячеек и, при необходимости, элементов внутри ячейки.

7.5.5 Конструкция КРУЭ должна допускать его расширение без изменения конструкции ранее установленных ячеек.

Компоновка газовых отсеков КРУЭ должна позволять замену любого газового отсека без необходимости полного обесточения всего КРУЭ.

7.5.6 Оболочки смежных отсеков КРУЭ должны быть электрически соединены.

7.5.7 Оболочки элементов КРУЭ должны быть рассчитаны по нормам и методами расчета по ГОСТ Р 54522 и ГОСТ 25215, в части испытаний и контроля основного материала оболочки и сварных соединений должны соответствовать ГОСТ Р 50599 и требованиям главы 4 ПБ 03-576-03 [1].

7.5.8 Каждый герметичный отсек ячейки должен быть снабжен предохранительным устройством от чрезмерного повышения давления элегаза отвечающий требованиям безопасности ГОСТ 12.2.085.

Давление срабатывания предохранительного устройства должно быть выбрано с учетом обеспечения целостности оболочки отсека при максимально возможном повышении давления.

7.5.9 Элементы КРУЭ по стойкости к воздействию дуги при внутреннем перекрытии, в части значений номинального тока короткого замыкания, длительности тока и критериев оценки должны соответствовать указанным в таблице 2

Таблица 2 – Значения параметров тока короткого замыкания и критерии оценки

Значение номинального тока короткого замыкания (кА действ.)	Длительность тока (в секундах)	Критерии соответствия
< 40	0,2 с	Отсутствие внешнего эффекта за исключением связанного с действием защиты от чрезмерного давления
≥ 40	0,1 с	Отсутствие внешнего эффекта за исключением связанного с действием защиты от чрезмерного давления

Время, при котором допускается проявление внешнего эффекта при внутреннем перекрытии с возникновением дуги, устанавливается изготовителем по согласованию с потребителем на основании результатов испытаний.

7.5.10 Каждый отсек ячейки должен быть снабжен датчиком плотности элегаза и клапанами для заполнения и опорожнения отсека элегазом. Конструкция должна предусматривать возможность проверки датчиков плотности в эксплуатации без удаления элегаза из отсека.

7.5.11 Элементы схем управления ячеек должны быть размещены в шкафах:

- распределительный шкаф – для управления и сигнализации, должен иметь сборку контактных выводов для присоединения вспомогательных цепей коммутационных аппаратов и цепей от трансформаторов тока;
- шкаф трансформаторов напряжения, содержащий выводы от трансформаторов напряжения и вспомогательных цепей коммутационных аппаратов, связанных с трансформаторами напряжения;
- шкаф ячейки – должен иметь сборку контактных выводов для присоединения вспомогательных цепей коммутационных аппаратов и цепей трансформаторов тока ячейки, указатели плотности (давления) элегаза, элементы контроля и сигнализации.

В шкафах должны быть предусмотрены выводы для цепей централизованного управления.

7.5.12 В ячейках КРУЭ прокладка вспомогательных цепей должна производиться изолированным проводом (кабелем) непосредственно по металлическим панелям или другим конструкциям, защищенным от коррозии. В местах закрепления проводов под металлические крепежные детали (скобы, хомуты и т. д.) должны быть подложены изолирующие ленты.

7.5.13 Монтаж вспомогательных цепей КРУЭ по условиям механической прочности должен выполняться проводами с медными жилами сечением не менее:

1,5 мм^2 – для проводов, присоединяемых к винтовым зажимам;

0,5 мм^2 – для однопроволочных проводников, присоединяемых пайкой;

0,35 мм^2 – для многопроволочных проводников, подсоединяемых пайкой или под винт с помощью специальных наконечников.

Присоединение однопроволочных проводников допускается только к неподвижным элементам аппаратуры. Присоединение проводников к подвижным элементам аппаратуры должно производиться гибкими (многопроволочными) проводниками.

7.5.14 Указатели плотности (давления) элегаза должны иметь выводы на сигнализацию и блокировку, а параметры настройки срабатывания указывающие на:

- плотность (давление) элегаза (давление сигнализации) при котором устройство контроля давления падает сигнал снижения давления элегаза» и требует подкачки газа в возможно короткий срок;
- минимально допустимую плотность (давление) элегаза (давление блокировки), при котором устройство контроля давления блокирует работу элемента КРУЭ.

7.5.15 Состав и химические свойства элегаза для КРУЭ определены заводом-изготовителем.

В приложении Г представлена диаграмма зависимости давления и плотности элегаза от температуры.

Порядок проверки и обработки элегаза (SF6), взятого из

электрооборудования, а также технические требования к его повторному использованию приведены в ГОСТ Р 54426.

7.5.16 Наружные металлические поверхности оболочек КРУЭ должны быть покрыты эмалью. Класс покрытия для наружных поверхностей — не ниже IV - по ГОСТ 9.032.

7.5.17 Общие технические условия КРУЭ на номинальные напряжения 110 кВ и выше приведены в ГОСТ Р 54828.

7.5.18 Внутренние и наружные поверхности оболочек должны иметь покрытия и окраску, защищающие их от внешних и внутренних воздействий, стойких к разрушению в результате воздействия элегаза и продуктов дугового разряда и не оказывающих влияния на изолирующие свойства элегаза.

7.5.19 Назначенный срок службы КРУЭ должен быть не менее 30 лет.

8 Требования к элементам комплектных элегазовых распределительных устройств

8.1 Общие сведения

На элементы распределительных устройств высокого напряжения, применяемые в КРУЭ и использующие элегаз в качестве изоляционной и дугогасящей среды, распространяются общие технические требования раздела 7 настоящего стандарта. Общие технические требованиях к КРУЭ на номинальные напряжения 110 кВ и выше приведены в ГОСТ Р 54828, а кроме этого заказчик вправе определить дополнительные требования к элементам КРУЭ.

8.2 Выключатели

8.2.1 Основные параметры выключателей должны соответствовать ГОСТ Р 52565.

8.2.2 Выключатели должны пройти испытания по ГОСТ Р 52565.

8.2.3 Ресурс выключателей по коммутационной стойкости до среднего ремонта должен быть указыван в технических условиях (требованиях, спецификациях) на поставку и в эксплуатационных документах.

8.3 Разъединители

8.3.1 Общие технические условия на разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним приведены в ГОСТ Р 52726.

8.3.2 Нормируемый номинальный нагрузочный ток перевода со сборных шин должен составлять 80% нормального номинального тока, но не более 1600 А. Нормируемые номинальные нагрузочные токи перевода со сборных шин более 1600 А могут быть установлены изготовителем.

Нормируемые номинальные напряжения при переводе нагрузки со сборных шин, для классов напряжений:

- до 150 кВ включительно – 10 В действ.;
- от 220 до 330 кВ включительно – 20 В действ.;
- от 330 (исключительно) до 750 кВ – 40 В действ.

8.3.3 Разъединители КРУЭ должны включать и отключать зарядные токи воздушных и кабельных линий. Значения этих токов должны быть указаны в

эксплуатационной документации на конкретные типы разъединителей.

8.3.4 Разъединители КРУЭ должны включать и отключать емкостные токи сборных шин.

8.3.5 Нормируемые параметры включающей и отключающей способности разъединителей коммутировать емкостной ток сборных шин представлены в таблице 3:

Таблица 3 – Нормируемые параметры включающей и отключающей способности разъединителей

Наименование параметра	Соответствующие значения					
Класс напряжения, кВ	110	150	220	330	500	750
Емкостной ток, $А_{действ.}$	0,1	0,1	0,25	0,5	0,5	0,5

8.4 Заземлители и быстродействующие заземлители

8.4.1 Основные номинальные параметры заземлителей и быстродействующих заземлителей должны соответствовать настоящему стандарту и ГОСТ Р 52726.

8.4.2 Требования к способности быстродействующих заземлителей включаться на токи короткого замыкания и коммутировать наведённые токи применяют в соответствии с ГОСТ Р 52726.

8.4.3 Номинальный ток включения быстродействующих заземлителей должен быть равен значению тока электродинамической стойкости. По степени коммутационной износостойкости быстродействующие заземлители подразделены на три класса, которые характеризуются способностью включаться на номинальный ток включения:

- класс Е0 – заземлители, не обладающие включающей способностью на токи короткого замыкания;
- класс Е1 – быстродействующие заземлители, способные выполнить два включения на номинальный ток включения;
- класс Е2 – быстродействующие заземлители, способные выполнить 5 операций включения на номинальный ток включения.

8.4.4 Быстродействующие заземлители КРУЭ должны быть способны коммутировать наведённые электромагнитными и электростатическими полями токи. По способности коммутировать наведённые токи при облегчённых и более жестких параметрах воздействующих напряжений и токов быстродействующие заземлители характеризуются двумя классами – А и В.

Нормируемые значения коммутируемых наведённых токов и напряжений преведены в таблице 4:

Таблица 4 - Нормируемые значения коммутируемых наведённых токов и напряжений

Класс напряжения, кВ	Электромагнитная связь				Электростатическая связь			
	Номинальный наведённый ток, А действ		Номинальное наведённое напряжение, кВ действ		Номинальный наведённый ток, А действ		Номинальное наведённое напряжение, кВ действ	
	Класс		Класс		Класс		Класс	
	А	В	А	В	А	В	А	В
110	50	80	0,5	2	0,4	2	3	6
150	50	80	1	2	0,4	3	3	8
220	80	80	1,4	2	1,25	3	5	12
330	80	160	2	10	1,25	18	5	17
500	80	160	2	20	2	25	8	25
750	80	160	2	20	3	25	12	32

8.5 Измерительные трансформаторы тока и напряжения

8.5.1 Основные номинальные параметры трансформаторов тока должны соответствовать ГОСТ 7746.

8.5.2 Применение трансформаторов не электромагнитного типа (емкостные, оптоэлектронные) и требования к ним согласовываются изготовителем с потребителем.

8.6 Ограничители перенапряжений встраиваемые

8.6.1 Основные номинальные параметры ограничителей перенапряжений (ОПН) должны соответствовать ГОСТ Р 52725.

8.6.2 Уровни изоляции КРУЭ для классов напряжений от 110 до 750 кВ определяют в соответствии с ГОСТ 1516.3, а для оксидно-цинковых ОПН определяют с учётом характеристик приведенных в технических условиях изготовителей.

8.7 Вводы

8.7.1 Номенклатура показателей высоковольтных вводов комплектных трансформаторных подстанций, силовых и измерительных трансформаторов приведены в ГОСТ 4.316

8.7.2 Основные номинальные параметры, технические характеристики, типы и размеры герметичных конденсаторных вводов на номинальные напряжения 110 кВ и выше приведены в ГОСТ 23865, а общие технические условия – в ГОСТ 10693.

8.7.3 Основные номинальные параметры и технические характеристики вводов «воздух-элегаз», «масло-элегаз» и «кабель-элегаз» должны соответствовать настоящему стандарту.

9 Требования безопасности и охраны окружающей среды (экологичности)

9.1 Требования безопасности к конструкции КРУЭ применяют в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.2.007.3.

9.2 Изоляция цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ согласно

п.7.2.3 настоящего стандарта.

9.3 Ячейка КРУЭ должна обладать локализационной способностью. Оболочки модулей КРУЭ должны быть оснащены устройствами сброса давления и патрубками, направляющими струю газа в безопасное для персонала и оборудования направление.

9.4 Пожаробезопасность обеспечивается применением термически стойких и негорючих материалов.

9.5 При снятом напряжении с главных цепей должна быть возможность безопасного обеспечения ремонтов без нарушений нормальной работы в отсеках соседних ячеек.

9.6 Должна быть обеспечена возможность безопасного обслуживания вспомогательных цепей и аппаратуры (выключателей, разъединителей и др.).

9.7 Рукоятки приводов, аппаратура управления, приборы измерения, учета и сигнализации должны быть расположены в местах удобных для проверок и снятия показаний.

9.8 Коммутационные аппараты КРУЭ (выключатели, разъединители) должны иметь надежные механические указатели гарантированного положения их контактов, обеспечивающих однозначную оценку положения аппарата.

9.9 Элементы КРУЭ должны иметь приспособления для подъема (рым-болты, крюки, др.).

9.10 В ячейках КРУЭ должны быть предусмотрены блокировки:

- не допускающие включение или отключение разъединителей при включенном выключателе первичной цепи;

- между разъединителем и заземлителем, недопускающую включение разъединителей при включенных заземлителях, либо включение заземлителей при включенных разъединителях;

- исключающие работу электродвигателей приводов разъединителей и заземлителей при оперировании ими с помощью рукоятки.

Кроме того, должны быть предусмотрены сигнализация и блокирование работы выключателя при снижении плотности (давления) изолирующего газа до соответствующих минимальных значений.

9.11 Приводы заземлителей должны иметь указатели положения и приспособления для запирания в конечных положениях. Ножи заземления должны быть рассчитаны на токи короткого замыкания, установленные для данной ячейки КРУЭ. Непрерывность цепей заземления должна обеспечиваться с учетом термических и электрических воздействий, вызываемых токами, протекающими через эти цепи.

9.12 Конструкция зажимов заземления КРУЭ - по ГОСТ 21130 (разд.1). Требования безопасности к защитному заземлению – по ГОСТ 12.007.0. Способ подключения КРУЭ к контуру заземления должен быть указан в эксплуатационной документации.

9.13 Конструкция ячейки КРУЭ должна обеспечивать возможность крепления ее к металлическим деталям фундамента сваркой либо иметь незакрашенную площадку для присоединения шины сечением не менее 25х4 мм. На этой площадке должен быть установлен болт для заземления диаметром не менее 10 мм.

9.14 Заземляемые элементы в пределах ячейки КРУЭ до места подключения

к корпусу внешних заземляющих проводников должны быть рассчитаны на полный ток короткого замыкания на землю. Все подлежащие заземлению части аппаратов и приборов, установленных в ячейке КРУЭ, должны иметь электрический контакт с корпусом ячейки КРУЭ. Значение сопротивления между каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью КРУЭ, которая может оказаться под напряжением, и местом подключения корпуса ячейки к заземляющей магистрали (заземляющим болтом) не должно превышать 0,1 Ом.

9.15 Рукоятки приводов заземлителей должны быть окрашены в красный цвет. При съемных рукоятках полоса красного цвета шириной не менее 20 мм должна быть нанесена также на привод заземлителей или должен быть окрашен элемент привода.

9.16 Элементы ячеек КРУЭ, находящиеся под избыточным давлением, должны быть выполнены в соответствии с Правилами ПБ 03-576-03 [1]. Утечки элегаза не должны превышать значений, указанных в нормативном документе на конкретный аппарат, но не более 1 % в год. В воздухе рабочей зоны ПДК для чистого элегаза1 (SF_6) – 5000 мг/м³.

9.17 Конструкция КРУЭ должна обеспечивать защиту персонала от случайного прикосновения к токоведущим частям, заключенным в оболочки, проникновения твердых тел (степени защиты оболочек). Степень защиты внешних оболочек - по ГОСТ 14254.

9.18 Установка коммутационных аппаратов рубящего типа должна исключать возможность самопроизвольного включения под действием силы тяжести. Подвижные токоведущие части этих аппаратов в отключенном положении не должны быть под напряжением.

9.19 Экологическая безопасность обеспечивается:

9.19.1 Подтверждением Поставщиком чистоты элегаза (соблюдение технологии изготовления элегаза, биологический контроль).

9.19.2 Запретом преднамеренного сброса элегаза в атмосферу.

9.19.3 Снижением утечек элегаза до значений не превышающих 1 % в год.

9.19.4 Применением в коммутационных аппаратах КРУЭ специальных встраиваемых фильтров, поглощающих токсичные продукты разложения элегаза.

9.19.5 Утилизация в кратчайшие сроки твердых продуктов разложения элегаза и использованных, при работе с элегазом, материалов.

9.19.6 Соблюдение требований изготовителя при работе с элегазом и утилизации.

10 Приемка

10.1 Общие сведения

От организаций осуществляющих транспортирование приемку КРУЭ осуществляют комиссионно, при этом проверяют соответствие упаковки, комплектности и маркировки нормативным и сопроводительным документам.

10.2 Упаковка

10.2.1 Элементы КРУЭ на монтажную площадку должны быть доставлены в заводской упаковке. После разгрузки должна быть проведена визуальная проверка

целостности упаковочной тары, а после извлечения изделия из упаковки целостность самого изделия. Факт повреждений изделия должен быть зафиксирован документально.

10.2.2 Вид упаковки, условия хранения и транспортирования – по ГОСТ 15150, ГОСТ 23216, ГОСТ 15846 и должны указываться в технических условиях на КРУЭ конкретных типов.

10.2.3 По согласованию между заказчиком и изготовителем транспортирование КРУЭ может производиться в облегченной упаковке по ГОСТ 23216 или в контейнерах без упаковки в транспортную тару, при этом должно предусматриваться, по возможности, полное использование грузоподъемности и вместимости контейнеров.

10.2.4 Дополнительные указания по упаковке и консервации в соответствии с условиями транспортирования и хранения, в том числе способ формирования грузовых мест, их количество, размеры и масса должны предусматриваться в технических условиях или конструкторской документации на КРУЭ конкретных типов.

10.2.5 Эксплуатационная и сопроводительная документация КРУЭ должна быть упакована в соответствии с требованиями ГОСТ 23216.

10.3 Комплектность

10.3.1 В комплект КРУЭ должны входить: ячейки КРУЭ, токопроводы, составные части и детали, а также запасные части, принадлежности и монтажные материалы, предусматриваемые в технических условиях на конкретные типы КРУЭ, и элегаз[1], необходимый для заполнения.

10.3.2 К комплекту КРУЭ должны быть приложены следующие документы:

- паспорт на каждую ячейку КРУЭ;
- руководство по эксплуатации на КРУЭ;
- электрические схемы главных цепей;
- электрические схемы вспомогательных цепей;
- эксплуатационные документацы на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов;
- ведомость ЗИП.

10.4 Маркировка

10.4.1 Каждая ячейка КРУЭ должна иметь табличку по ГОСТ 12971. Состав таблички, содержание, место расположения, способы выполнения и качество маркировки должны соответствовать ГОСТ 18620.

В табличке указывают:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение типа КРУЭ и (или) типоисполнения;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дату изготовления (год);
- номинальное напряжение в киловольтах;
- номинальный ток главных цепей КРУЭ (сборных шин и отводов) в амперах;
- номинальный ток отключения выключателя в килоамперах;
- номинальное избыточное давление элегаза в мегапаскалях в отсеках

выключателя, трансформатора напряжения и других элементах;

- массу в килограммах;
- обозначение технических условий;
- технические данные в соответствии с требованиями ПБ-03-576-03 [1];
- другие технические данные конструкции КРУЭ по усмотрению предприятия-изготовителя.

10.4.2 Способ нанесения надписей на табличках и материал табличек должны обеспечивать ясность надписей на все время эксплуатации КРУЭ. Таблички должны устанавливаться в удобном для чтения месте.

10.4.3 Транспортная маркировка – по ГОСТ 14192, при этом на ящиках, кроме основных и дополнительных надписей, должны быть нанесены:

- информационные надписи: масса и габаритные размеры (кроме случаев, оговоренных ГОСТ 14192, когда один из размеров менее 1м);
- манипуляционные знаки: «Места строповки», «Верх не кантовать!» и, при необходимости, «Осторожно, хрупкое», «Тропическая упаковка»;
- при высоте ящика более 1 м – знак «Центр тяжести».

10.4.4 Маркировка элементов КРУЭ должна соответствовать требованиям стандартов на общие технические условия этих элементов.

10.4.5 Все надписи на элементах КРУЭ должны быть выполнены на русском языке.

11 Оценка и подтверждение соответствия

11.1 КРУЭ перечислены в Едином перечне продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2009 № 982.

11.2 Схемы декларирования соответствия приведены в ГОСТ Р 53604, а формы принятия декларации о соответствии приведены в ГОСТ Р 54008.

11.3 Декларация поставщика о соответствии и подтверждающая документация должны соответствовать ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-2.

Декларация поставщика о соответствии должна соответствовать общим требованиям приведенным в ГОСТ Р ИСО/МЭК 17050-1.

11.4 Знаки, указывающие о соответствии должны соответствовать ГОСТ Р 54009.

11.5 Оценку соответствия отечественного и импортируемого высоковольтного оборудования осуществляют по одним и тем же правилам и схемам ГОСТ Р 53604 в соответствии с ГОСТ Р ИСО 2859-4.

12 Предмонтажная подготовка и монтаж

12.1 Общие сведения

12.1.1 До начало монтажных работ должны быть выполнены все строительные и монтажные работы объектов открытого и/или закрытого распределительного устройства, включая:

- внутренние подъездные дороги;
- контуры заземления объекта;

- системы водоснабжения, канализации и теплоснабжения;
- грузоподъемные механизмы (тельферы, лебедки и пр.);
- системы вентиляции помещений;
- монтажу и вводу в эксплуатацию источников постоянного и переменного напряжения 0,4 кВ;
- устройства обогрева.

12.1.2 Факт принятия вышеперечисленных работ должен быть удостоверен оформленными актами рабочих комиссий согласно СНиП 3.01.04-87 [2].

12.2 Требования к подготовке полов распределительных устройств

При проектировании зданий КРУЭ должны быть учтены нагрузки на фундамент, возникающие при работе выключателя с приводом во время операции отключения.

Поверхность пола помещения, где устанавливается КРУЭ, должна быть гладкой, отклонение от горизонтали не должно превышать 1мм/м. Покрытие полов должно быть таким, чтобы не происходило образования цементной пыли. Ежедневно, во время производства монтажных работ должна проводиться влажная уборка помещения КРУЭ.

12.3 Требования к системе вентиляции

Вентиляция РУ должна обеспечивать отсутствие превышения запыленности воздуха и допустимой концентрации элегаза в рабочей зоне распределительного устройства. Предельная допустимая концентрация элегаза в воздухе рабочей зоны согласно ГОСТ 12.1.005 должна быть не более 5000 мг/м^3 или 0,08% по объему. Запыленность воздуха должна быть не более 15 мг/м^3.

Воздухообмен в помещении КРУЭ должен обеспечиваться трехкратной - общеобменной вентиляцией. Аварийная вентиляция должна быть восьмикратная. Воздух приточной вентиляции должен проходить через фильтры, предотвращающие попадание в помещение пыли.

12.4 Требования к контуру заземления и системе заземления комплектных элегазовых распределительных устройств

12.4.1 Контур заземления должен иметь сопротивление не более 0,5 Ом. Система заземления КРУЭ должно быть спроектирована так, чтобы элементы системы заземления были частично предусмотрены в конструкции КРУЭ, а частично должны выполняться в контуре заземления распределительного устройства.

12.4.2 Для обеспечения заземления все корпуса элементов токоведущего контура в пределах КРУЭ должны быть электрически соединены между собой и заземлены. Выбор сечения шин заземления, а также шин, расположенных в контуре заземления КРУЭ, производят по току термической стойкости.

12.4.3 Во избежание ответвлений токов, корпуса элементов ячеек и трубки, идущие от них к аппаратному шкафу, должны быть изолированы от опорных конструкций.

12.4.4 Для ограничения шагового напряжения и напряжения касания при длине токопровода более 10 м, промежуточные шины заземления, отходящие к контуру заземления КРУЭ, должны быть установлены на расстоянии от 6 до 10 м.

12.4.5 Заземление полюсов КРУЭ должно производиться на концах сборных шин, на вводах и на нижних фланцах кабельных муфт. Закорачивание полюсов производится в точках заземления заземлителей и короткозамыкателей. Шины заземления разных полюсов КРУЭ должны быть объединены в контуре заземления распределительного устройства общей заземляющей шиной.

13 Проведение монтажных работ комплектных элегазовых распределительных устройств

13.1 Подготовка аппаратов для проведения монтажных работ на месте эксплуатации

Ячейки транспортируются в собранном виде, заполненными элегазом или азотом при избыточном давлении 0,03-0,05 МПа (0,3-0,5 кгс/см^2)[2]. В отдельных случаях, по согласованию с заказчиком, допускается транспортировка ячеек в частично разобранном виде (герметичными отсеками).

На месте эксплуатации после установки и монтажа элегазового оборудования для обеспечения качества элегаза необходимо осуществить следующие работы:

- дозаполнение элегазом до номинальной плотности;
- подготовка стыковочных узлов и их заполнение.

Работы по сборке этого оборудования на монтажной площадке следует выполнить с соблюдением следующих технических требований:

- обеспечение чистоты монтируемого узла,
- согласование времени монтажа (от снятия транспортировочной крышки до начала вакуумирования собранного узла) с атмосферной влажностью,
- вакуумирование до остаточного давления не более 10 кПа,
- проверкой натекания;
- заполнение азотом до расчетного давления;
- повторное вакуумирование до остаточного давления не более 5 кПа;
- последующее заполнение элегазом[1] до номинальной плотности.

13.2 Вакуумирование элегазового оборудования

Для удаления из элегазового оборудования воздуха и влаги должно быть проведено вакуумирование. Откачка воздуха осуществляется вакуум-насосом. Если глубокая откачка воздуха вызывает большие трудности, то ее можно прекратить при достижении остаточного давления в пределах от 5 до 10 кПа.

13.3 Определение герметичности

В целях обеспечения регламентированной герметичности оборудования, перед тем, как наполнить его азотом, необходимо провести измерение герметичности натеканием в вакуум. Подтверждением отсутствия грубых нарушений герметичности служит факт сохранения вакуума в системе в течение 15 минут после остановки вакуум-насоса. Если натекание выше 0,4 кПа за 1 час, то измерение герметичности следует повторить при удалении азота.

[2] Точка росы элегаза должна быть не выше минус 35°С, а точка росы азота - не выше минус 45°С.

13.4 Заполнение оборудования азотом

Эта операция выполняется от баллонной рампы со стандартными баллонами с целью промывки аппарата. Для более эффективного удаления влаги со стенок аппарата азот можно подогревать при заполнении. Заполнение азотом выполняется до атмосферного давления, с учетом возможной минусовой погрешности прибора. Удаление азота вакуумированием следует выполнять до меньшего остаточного давления – 5 кПа.

13.5 Заполнение элегазом[1]

Заполнение элегазом[1] производится до номинальной плотности. Для определения этой величины, расчет может осуществляться по температуре и давлению. Для удобства проверки точности выполнения процедуры заполнения элегазом[1] до номинальной плотности в приложении Г предлагается таблица, которая позволяет определить давление элегаза, до которого необходимо заполнить оборудование в зависимости от температуры окружающей среды (газа при заполнении).

13.6 Утечка элегаза[1]

Доля теряемого элегаза[1] от его общего количества в замкнутом объеме за год должна быть не более 1 %.

Для обеспечения герметичности при монтаже элегазового оборудования следует обратить внимание на отсутствие шероховатости на поверхности уплотнительной канавки и полимерного кольца, отсутствие механических повреждений и микротрещин на них, и чистоту поверхности деталей собираемого узла.

Проверка утечек должна проводиться с помощью течеискателя.

14 Ввод в эксплуатацию

14.1 Размещение элементов КРУЭ осуществляют по проекту согласованному в установленном порядке.

Перед вводом в эксплуатацию должны быть проверены и проведены:

- проверка выполнения СНиП 3.01.04-87, СанПиН 2.2.4.548-96, ПОТ РМ-016-2001, ПБ 03-576-03, Федеральных законов Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» и Постановления Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме»;
- проверка выполнения указаний по монтажу заводов-изготовителей КРУЭ;
- проверка выполнения инструкций по монтажу оборудования;
- завершены работы с элегазом;
- проведены пуско-наладочные испытания отдельных узлов оборудования;
- проверена работоспособность оборудования и технологических схем;
- проведена настройка всех систем контроля и управления, устройств защиты, блокировки и сигнализации;
- проведено комплексное опробование оборудования;
- укомплектован и обучен персонал (с проверкой знаний);

- разработаны и утверждены эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда, оперативные схемы, техническая документация по учету и отчетности;

- подготовлены и испытаны защитные средства, инструмент, материалы;

- введены в действие средства связи, сигнализации, пожаротушения и вентиляции;

- получено разрешение органов Госэнергонадзора, Государственного санитарно-эпидемиологического надзора РФ.

14.2 Результаты измерений, проверок и испытаний в процессе пуско-наладки должны отражаться в специальных протоколах. Объем проверок и испытаний при пусконаладочных работах определяется настоящим стандартом и техническими условиями завода-изготовителя КРУЭ.

КРУЭ должны быть подвергнуты следующим видам проверок и испытаний:

- испытания электрической прочности изоляции главных и вспомогательных цепей;

- измерения сопротивления главных и вспомогательных цепей;

- испытания на герметичность (уровень утечки элегаза);

- проверка соответствия сборок чертежам и требованиям изготовителя;

- проверка герметичности всех узлов, затяжки болтов и зажимов;

- проверка соответствия цепей вторичной коммутации схемам;

- проверка надлежащей работы электрических, механических и других блокировок;

- проверка надлежащей работы обогрева и освещения;

- определение содержания влаги и других параметров, характеризующих качество элегаза[1].

14.3 Приемку оборудования осуществляют, как правило, комиссионно, оценку и подтверждение соответствия осуществляют в соответствии с разделом 11 настоящего стандарта, а аттестацию – в соответствии с Положением об аттестации оборудования, технологий и материалов в «ОАО ФСК ЕЭС» [3].

14.3.1 Проверка выключателей

Программа пуско-наладочных испытаний выключателей должна проводиться по методике ГОСТ Р 52565 в следующем объеме:

- визуальный осмотр, проверка маркировки и соответствия требованиям сборочного чертежа;

- контроль и проверка устройства обогрева привода;

- проверка характеристик работы механизма выключателя (привода) и испытание на исправность его действия;

- испытание изоляции главных цепей одноминутным напряжением промышленной частоты (80% от нормы);

- испытание изоляции вспомогательных цепей и цепей управления;

- проверка электрического сопротивления главных цепей;

- проверка электрического сопротивления обмоток электромагнитов управления;

- проверка тока потребления цепей управления;

- испытание блокировочных устройств;

- проверка позиции индикатора коммутационного положения в конечных положениях коммутационных аппаратов;

- проверка отсутствия утечек элегаза[1] (определение количественной утечки газа);

- измерение уровня частичных разрядов в элегазе[1] и на поверхности изоляторов;

- измерение временных характеристик включения и отключения выключателя.

14.3.2 Проверка разъединителей и заземлителей

Программа пуско-наладочных испытаний разъединителей и заземлителей должна проводиться по методике ГОСТ Р 52726 в следующем объеме:

- визуальный осмотр, проверка маркировки и соответствия требованиям сборочного чертежа;

- контроль и проверка устройства обогрева моторного привода;

- проверка исправности действия механизмов и электропривода путем пятикратного включения и отключения разъединителей и заземлителей вручную и при помощи моторного привода с проверкой легкости хода системы рычагов и тяги привода;

- испытание изоляции главных цепей одноминутным напряжением промышленной частоты (80 % от нормируемого);

- испытание изоляции вспомогательных цепей и цепей управления;

- проверка электрического сопротивления главных цепей;

- испытание блокировочных устройств;

- проверка позиции индикатора коммутационного положения в конечных положениях коммутационных аппаратов;

- проверка отсутствия утечек элегаза[1] (определение количественной утечки газа);

- определение уровня частичных разрядов в элегазе[1] и на поверхности изоляторов.

14.3.3 Проверка трансформаторов тока

Программа пуско-наладочных испытаний трансформаторов тока должна проводиться по методике ГОСТ 7746 в следующем объеме:

- визуальный осмотр, проверка маркировки и соответствия требованиям сборочного чертежа;

- испытание электрической прочности изоляции первичной обмотки одноминутным напряжением промышленной частоты (80% от нормы);

- испытание междусекционной изоляции секционированных обмоток;

- испытание электрической прочности изоляции вторичных обмоток одноминутным напряжением промышленной частоты;

- измерение уровня частичных разрядов в элегазе[1] и на поверхности изоляторов;

- испытание межвитковой изоляции;

- измерение сопротивления изоляции обмоток (если это указано в заводской инструкции);

- проверка полярности;

- определение токовых и угловых погрешностей;

- определение тока намагничивания вторичных обмоток;

- измерение сопротивления вторичных обмоток постоянному току (если это указано в заводской инструкции);

- проверка отсутствия утечек элегаза[1] (определение количественной утечки газа).

14.3.4 Проверка трансформатора напряжения

Программа пуско-наладочных испытаний трансформаторов напряжения должна проводиться по методике ГОСТ 1983 в следующем объеме:

- визуальный осмотр, проверка маркировки и соответствия требованиям сборочного чертежа;
- измерение сопротивления изоляции обмоток (если это указано в заводской инструкции);
- испытание электрической прочности изоляции первичной обмотки одноминутным напряжением промышленной частоты (80% от нормы);
- измерение тока холостого хода;
- проверка группы соединения обмоток;
- измерения напряжения на вводах разомкнутого треугольника дополнительных вторичных обмоток трехобмоточного трансформатора при симметричном номинальном напряжении и при замыкании одной из фаз на землю;
- измерение уровня частичных разрядов в элегазе[1] и на поверхности изоляторов;
- измерение сопротивления вторичных обмоток постоянному току (если это указано в заводской инструкции);
- проверка отсутствия утечек элегаза[1] (определение количественной утечки газа).

14.3.5 Проверка ограничителей перенапряжений

Программа пуско-наладочных испытаний ОПН должна проводиться по методике ГОСТ Р 52725 в следующем объеме:

- визуальный осмотр, проверка маркировки и соответствия требованиям сборочного чертежа;
- измерение сопротивления;
- измерение тока проводимости;
- тепловизионный контроль;
- проверка элементов, входящих в комплект приспособления для измерения тока проводимости ОПН под рабочим напряжением.

14.4 Дефекты и недоделки, выявленные в ходе функциональных испытаний, должны быть устранены строительными, монтажными организациями и предприятиями-изготовителями до начала комплексного опробования. Функциональные испытания проводятся с привлечением персонала заказчика.

14.5 При пробном пуске должна быть проверена работоспособность оборудования, безопасность его эксплуатации, проведены проверка и настройка всех систем контроля и управления, в том числе устройств защит и блокировок, устройств сигнализации контрольно-измерительных приборов.

14.6 КРУЭ в целом перед вводом в эксплуатацию должен пройти пуско-наладочные испытания в объеме указанном в технической документации на изделие.

14.7 Комплексное опробование проводится по программе составленной представителями завода-изготовителя, монтажных и пуско-наладочных организаций и утвержденной заказчиком. При комплексном опробовании должна

быть проверена совместная работа основных агрегатов и всего вспомогательного оборудования под нагрузкой. Комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы под нагрузкой оборудования КРУЭ в течение 72 часов.

14.8 После комплексного опробования и устранения выявленных дефектов и недоделок оформляется акт приемки в эксплуатацию оборудования с относящимися к нему зданиями и сооружениями.

Приложение А
(справочное)
Технические характеристики комплектных элегазовых распределительных устройств ведущих производителей

Таблица А.1 – Технические характеристики КРУЭ 110 кВ

Фирма. Тип КРУЭ. Uн, кВ	Технические характеристики КРУЭ					
	Шаг, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Ном. ток, А отводов/ сб. шин	Ном.ток отключ. выключ., кА
Три фазы в одной оболочке						
Alstom B 312 72,5-145	1200	4400	3000	4000	2000/3150	40
Xian ZF-126/ T2000-40 126	870	4168	2770	-	2000	40
Końćar 123	-	4625	2852 с тр.напр 3725	-	3150	31,5/40
ABB EXK-0 123 ELK 0 72,5-170	800-1000 1200	3200 4400	2175 3600	2500 4500	800-2500 2000/ 3150	31,5/40 25-40
Siemens 8DN8 145	800	3300	2850	2800	2500/ 3150	40
Toshiba G3A 72,5-145	900	3900	3800	-	1250 – 3150	31,5/40
Одна фаза в оболочке						
Siemens 8DN9 до 170	1200	5000	3200		до2500/ до 3150	до 40
Hitachi до 132	1400	7200	4200		3150/4000	40-63
Alstom B 65 72,5-145	1200	3400	2900	3200	2500/ 3150	40

Таблица А.2 – Технические характеристики КРУЭ 220 кВ

Фирма. Тип КРУЭ. Uн, кВ	Технические характеристики КРУЭ					
	Шаг, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Ном. ток, А отводов/ сб. шин	Ном.ток отключ. выключ., кА
однофазное исполнение оболочек						
Alstom B 212 B 105 245	2000 1850	3400 4600	3400 3700	5700 6800	3150 2000-4000	40 40(50)
Toshiba G1B 169-252	2000	5200	3600	-	3150/ 4000	40
Hitachi 220	3200	7600	4700	-	6000/ до 6000	40 – 63
ABB ELK 1 ELK 14 до 300	2400 1680	5000 5070	3700 3620	до 8500	3150/ 4000 4000	40-63 50
Siemens 8DN9 245	1200/ 1500	4740	3470	-	3150/ 3150	до 50

Таблица А.3 – Технические характеристики КРУЭ 330 кВ

Фирма. Тип КРУЭ. Uн, кВ	Технические характеристики КРУЭ					
	Шаг, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Ном. ток, А отводов/ сб. шин	Ном.ток отключ. выключ., кА
Однофазное исполнение оболочек						
ABB ELK 2 до 362	2700	6500	3600	до 10000	3150/ 4000	40-63
Toshiba G1D 362-420	3000	5200	4350	-	3150/ 4000	40-63
Hitachi 345-525	4500	12600	5600		до 8000/8000	40-63

Таблица А.4 – Технические характеристики КРУЭ 500 кВ

Фирма. Тип КРУЭ. Uн, кВ	Технические характеристики КРУЭ					
	Шаг, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Ном. ток, А отводов/ сб. шин	Ном.ток отключ. выключ., кА
однофазное исполнение оболочек						
ABB ELK 3 до 550	3200	7000	6000	до 14000	4000/ 6300	63
Hitachi 345-525	4500	12600	5600		до 8000/ 8000	40 – 63
Siemens 8DQ1 до 550	3600	5170	4480		до 4000/ до 6300	до 63

Таблица А.4 – Технические характеристики КРУЭ 750 кВ

Фирма. Тип КРУЭ. *U*н, кВ	Технические характеристики КРУЭ					
	Шаг, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг	Ном. ток, А отводов/ сб. шин	Ном. ток отключ. выключ., кА
однофазное исполнение оболочек						
ABB ELK 4 750-800	6000	7800	6300	до 30000	5000/ 6300	40/50
Hitachi 800	-	-	-	-	до 12000/ 12000	40 – 63
Siemens 8DR1 до 800	4500	7450 (11200)	8800	-	до 5000/ до 8000	до 63

Приложение Б
(обязательное)
Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ

Таблица Б.1 – Нормированные испытательные напряжения КРУЭ классов напряжения от 110 до 220 кВ по ГОСТ 1516.3

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ					
	полный грозовой импульс			кратковременное (одноминутное) переменное		
	относительно земли и между полюсами	между контактами		относительно земли и между полюсами	между контактами	
		выключателей	разъединителей		разъединителей	разъединителей
110	550	550	630	230	230	265
150	750	750	860	325	325	375
220	950	950	1050	395	395	460

Таблица Б.2 – Нормированные испытательные напряжения КРУЭ классов напряжения от 330 до 750 кВ

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ						
	Полный грозовой импульс		Коммутационный импульс		Кратковременное (одноминутное) переменное		
	относительно земли	между контактами выключателей и разъединителей	относительно земли	между контактами выключателей и разъединителей	относительно земли		между контактами выключателей и разъединителей
					КРУЭ	измерительные трансформаторы и вводы, испытываемые отдельно	
330	1175	1380 (1175+205)	950	1095 (800+295)	450	510	573
500	1425	1725 (1425+300)	1175	1330 (900+430)	620	630	815
750	2100	2550 (2100+450)	1425	2000 (1360+640)	830	880	1240

Таблица Б.3 – Длина пути утечки внешней изоляции по ГОСТ 9920

Номинальное напряжение сети, кВ	Наибольшее рабочее напряжение сети, кВ	Длина пути утечки внешней изоляции, в зависимости от степени загрязнения, см, не менее		
		I	**II***	**IV**
		1,6 см/кВ	2,25 см/кВ	3,1 см/кВ
110	126	200	280	390
150	172	270	390	535
220	252	405	570	790
330	363	580	800	1120
500	525	840	1180	1630
750	787	1260	1770	2440

Приложение В
(обязательное)
Наибольшие допустимые значения температур и превышения температур для контактных элементов токоведущих частей в элегазе и выводов, соединяемых с внешними проводниками по ГОСТ 8024

Таблица В.1 –

Наименование частей аппаратов и материалов, из которых они изготовлены	Наибольшая допустимая температура нагрева	Допустимое превышение температуры над эффективной температурой окружающего воздуха 40°С
	°С	
1 Контакты из меди и медных сплавов:		
- без покрытий;	90	50
- с накладными пластинами из серебра;	120	80
- с покрытием серебром или никелем;	105	65
- с покрытием оловом	90	50
2 Соединения		
2.1 Из меди, алюминия и их сплавов:		
- без покрытий;	105	65
- с покрытием оловом	105	65
2.2 Из меди и медных сплавов:		
- с покрытием серебром;	115	75
- с покрытием никелем.	115	75
2.3 Из алюминия и его сплавов:		
- с покрытием серебром или никелем	115	75
3 Выводы аппаратов из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей:		
- без покрытия;	90	50
- с покрытием оловом, никелем или серебром*	105	65
Примечание – *Указанное значение температуры относится только к случаю отсутствия серебряного покрытия на контактной части внешнего проводника. При наличии на контактной части внешнего проводника серебряного покрытия наибольшую допустимую температуру нагрева вывода принимают равной 120°С.		
4 Токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические, части не изолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами	120	80

Приложение Г
(обязательное)
Диаграммы зависимости давления и плотности элегаза от температуры

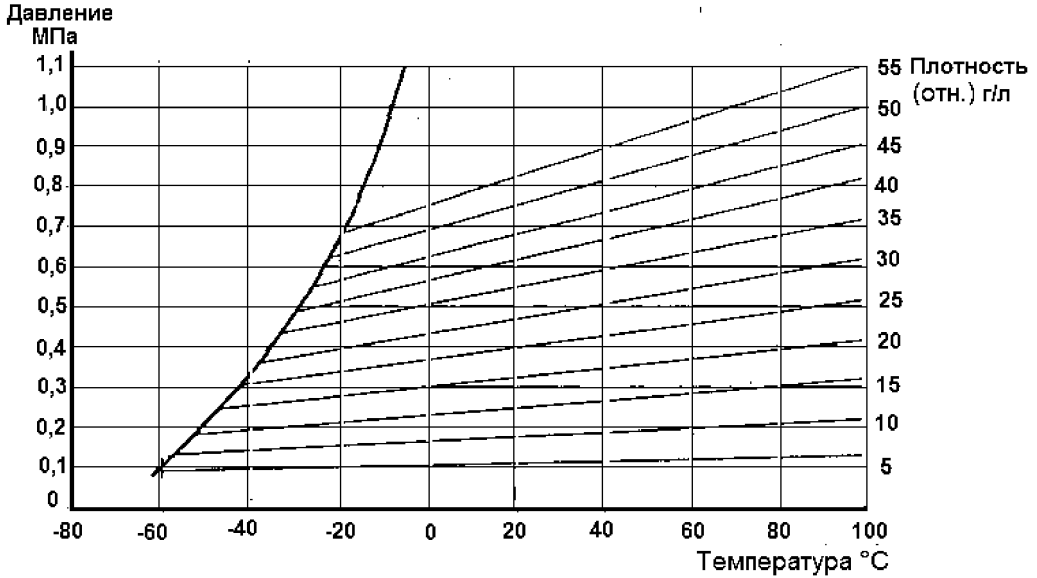


Рисунок Г.1 – Зависимости давления и плотности элегаза от температуры

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.2003 № 91

[2] СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Утв. Постановлением Государственного строительного комитета СССР от 21.04.87 № 84.)

[3] Положение об аттестации оборудования, технологий и материалов в ОАО «ФСК ЕЭС», г. Москва, 2008

УДК 621.316.37.027.3 : 006.354 ОКС 29.240.99, 29.240.10 ОКП 34 1470

Ключевые слова: комплектное распределительное устройство элегазовое, ячейка, выключатели, разъединители, заземлители, измерительные трансформаторы тока и напряжения, ограничители перенапряжений, вводы

РАЗРАБОТЧИК

Филиал открытого акционерного общества «Научно-технический центр электроэнергетики» - Научно-исследовательский центр по испытанию высоковольтной аппаратуры (Филиал ОАО «НТЦ Электроэнергетики» – НИЦ ВВА)

Заместитель Генерального директора
- Директор Филиала ОАО «НТЦ
электроэнергетики» - НИЦ ВВА А.В.Малышев

Руководитель разработки:

Заведующий лабораторией
больших мощностей О.Ц.Оганесян

Исполнитель:

Старший научный сотрудник,
Эксперт С.И.Ровинский

gost.e-ecolog.ru