Некоммерческое партнерство “ИНВЭЛ”

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

НП “ИНВЭЛ”

СТО 70238424.29.240.10.006-2011

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕГАЗОВЫЕ (КРУЭ)

Организация эксплуатации и технического Обслуживания 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 национальных стандартов 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 и определения 2
4 Требования к организации эксплуатации КРУЭ 7
4.1 Общие положения 7
4.2 Нормы и технические требования 8
4.2.1 Требования к ведению технической документации по организации эксплуатации на всех этапах жизненного цикла электрооборудования РУ 8
4.2.2 Требования и правила работы с эксплуатационным персоналом 9
5 Требования к организации технического обслуживания и ремонту КРУЭ 9
5.1 Требования к техническому обслуживанию и ремонту 9
5.2 Контроль технического состояния оборудования 10
5.3 Требования к ремонту оборудования 10
5.4 Комплекс мероприятий по метрологическому обеспечению 11
5.5 Нормы и методы мониторинга и диагностики КРУЭ 11
5.6 Требования к персоналу, проводящему монтаж, наладку и сервисное обслуживание КРУЭ 12
6 Требования безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании 14
6.1 Санитарно-гигиеническое и экологическое обеспечение безопасной эксплуатации КРУЭ 14
6.2 Основные правила безопасной работы с элегазом 14
6.3 Хранение баллонов с элегазом 15
6.4 Меры безопасности при работе с чистым элегазом 15
6.5 Меры безопасности при работе с элегазом, загрязненном продуктами разложения 16
6.6 Техника безопасности при плановом ремонте 16
7 Нормы и требования по обеспечению пожарной безопасности 17
8 Транспортирование и хранение 18
9 Вывод из эксплуатации 18
10 Требования к утилизации 19
Приложение А (обязательное) Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ 20
Приложение Б (обязательное) Предельно допустимые концентрации веществ в рабочей зоне 21
Приложение В (обязательное) Наибольшие допустимые значения температур превышения температур для контактных элементов токоведущих частей в элегазе и выводов, соединяемых с внешними проводниками 23

Приложение Г (обязательное) Абсолютное давление элегаза, МПа, при температуре заполнения для обеспечения нормальной плотности 24
Приложение Д (обязательное) Диаграмма зависимости давления и плотности элегаза от температуры 25
Библиография 26

Введение

Существующая нормативно-техническая база по нормам и требованиям к организации эксплуатации и технического обслуживания комплектных распределительных элегазовых устройств не совершенна.

Целями разработки настоящего стандарта организации «Комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ). Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» являются:

- установление современных норм и требований к организации эксплуатации и технического обслуживания КРУЭ;
- повышение надежности работы КРУЭ;
- снижение эксплуатационных издержек и ремонтного обслуживания;

Нормы и требования к организации эксплуатации и технического обслуживания КРУЭ разработаны на основе анализа существующих нормативно-технических документов, актуализации существующих норм и требований, отвечающих интересам электроэнергетики России, достижений науки и техники за последние годы.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕГАЗОВЫЕ (КРУЭ)

Организация эксплуатации и технического обслуживания Нормы и требования

Дата введения - 2011-06-30

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает единые нормы и требования к организации эксплуатации и технического обслуживания комплектных распределительных устройств с элегазовой[1] изоляцией (КРУЭ), обеспечивающие их бесперебойную работу в нормальных и послеаварийных режимах.

Положения настоящего стандарта предназначены для применения проектными, строительно-монтажными, наладочными, эксплуатационными и ремонтными организациями.

Действие стандарта распространяется на следующие субъекты электроэнергетики:

- Сетевые компании;
- Генерирующие компании;
- Научно-исследовательские, проектные организации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

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

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

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

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

[1] Здесь и далее под элегазовой изоляцией понимается изоляция, как на основе чистого элегаза SF_6, так и на основе смесей элегаза с четырехфтористым углеродом (CF_4) или азотом (N2). Физико-химические характеристики газовых смесей должны предоставляться производителем КРУЭ наряду с прочей эксплуатационной документацией.

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 18620-86 Изделия электротехнические. Маркировка

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

СТО 70238424.27.010.001-2008 Электроэнергетика. Термины и определения

СТО 70238424.29.240.10.005-2011 Комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ). Условия поставки. Нормы и требования

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 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 и определения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **безотказность КРУЭ:** Свойство составных частей КРУЭ непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени или заданной наработки при соблюдении условий эксплуатации в соответствии с требованиями документации завода-изготовителя.

3.1.2 **блокировка КРУЭ:** Устройство КРУЭ, предназначенное для предотвращения или ограничения выполнения операций одними частями КРУЭ при определенных состояниях или положениях других частей КРУЭ в целях предупреждения возникновения в нем недопустимых состояний или исключения доступа к его частям, находящимся под напряжением.

3.1.3 **ввод «воздух-элегаз»:** Конструктивное исполнение соединения конечного фидерного элемента КРУЭ с воздушной линией электропередачи, гибкой или жесткой ошиновкой оборудования вне КРУЭ.

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

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

3.1.6 **внешняя изоляция:** Воздушные промежутки и поверхность твердой изоляции в атмосферном воздухе, которые подвергаются влиянию атмосферных и других внешних факторов (загрязнение, увлажнение, воздействие животных).

3.1.7 **внутренняя изоляция:** Твердая, жидкая, газообразная изоляция (или их комбинация) внутренних частей электрооборудования, не подвергающаяся непосредственному влиянию атмосферных и других внешних факторов (загрязнение, увлажнение, воздействие животных).

3.1.8 **вспомогательная цепь:** Все токоведущие части 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.

3.1.9 **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 анормальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание.

3.1.10 **выключатель элегазовый:** Выключатель, контакты которого размыкаются и замыкаются в элегазе (шестифтористой сере) [1].

3.1.11 **герметичный опорный изолятор:** Опорный изолятор для соединения токоведущих частей герметично разделенных соседних отсеков КРУЭ.

3.1.12 **главная токоведущая цепь:** Токоведущие части КРУЭ в совокупности представляющие собой единую цепь для передачи электрической энергии.

3.1.13 **сигнал о неисправности системы (устройства) управления приводами коммутационных аппаратов:** Срабатывание устройства сигнализации при достижении давления (или плотности) рабочей среды в газовом или гидравлическом приводе, а также натяжения рабочих пружин в пружинном приводе, препятствующих его нормальному функционированию и требующих восстановления нормированных значений давления, отнесенного к нормальным атмосферным условиям +20ºС и 101,3 кПа, (или плотности) рабочей среды, или усилия натяжения рабочих пружин.

3.1.14 **сигнал неисправности от системы (устройства) контроля давления (или плотности) элегаза (смеси газов) в отсеках КРУЭ:** Срабатывание устройства сигнализации при достижении давления, отнесенного к нормальным атмосферным условиям +20ºС и 101,3 кПа, (или плотности) элегаза (смеси газов) в отсеках КРУЭ предельного уровня по условиям электрической прочности изоляции или коммутационной способности дугогасящей среды и требующих восстановления нормированных значений.

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

3.1.16 **долговечность КРУЭ:** Свойство составных частей КРУЭ сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

3.1.17 **зона обслуживания:** Пространство вокруг КРУЭ, включая коридоры управления и обслуживания для КРУЭ внутренних установок, необходимое для обслуживания электрооборудования и элементов КРУЭ.

3.1.18 **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:

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

где Р – расчетное давление сосуда, МПа (кгс/см2);

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

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

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

3.1.21 **климатическое исполнение:** 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.

3.1.22 **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.

3.1.23 **комплектное распределительное устройство в металлической оболочке:** Сборка аппаратов, полностью заключенная в металлическую оболочку (за исключением внешних присоединений), предназначенную для приема и распределения электрической энергии на одном напряжении, корпус которой должен иметь электрическую связь с основным контуром заземления электроустановки не менее чем в 2-х точках.

3.1.24 **комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией, в металлической оболочке:** Распределительное устройство в металлической оболочке, в котором для изоляции, по меньшей мере частичной, используется элегаз[1].

3.1.25 **механическая стойкость 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.

3.1.26 **минимальное давление (или плотность) 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.

3.1.27 **минимальное допустимое давление элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности (или плотность):** Давление газа в мегапаскалях (абсолютное или избыточное), приведенное к нормальным атмосферным условиям (температура плюс 20ºС, 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).

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

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

Примечание – Как правило это расстояние составляет не более нескольких километров.

3.1.30 **номинальное давление (или плотность) элегаза для изоляции и(или) коммутационной способности при заполнении:** Давление газа в Па (абсолютное или избыточное), значение которого указано в заводской документации на конкретное КРУЭ для изоляции и (или) выполнения коммутационных операций аппаратами КРУЭ, отнесенное к нормальным атмосферным условиям (температура плюс 20ºС, давление 101,3 кПа,) до которого КРУЭ или его отсеки заполняются перед вводом в эксплуатацию или дозаправляются в эксплуатационных условиях.

3.1.31 **номинальное давление для выполнения операций (или плотность):** Давление в Па, отнесенное к нормальным атмосферным условиям +20ºС 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.

3.1.32 **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.

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

3.1.34 **оболочка (КРУЭ):** Часть или совокупность частей КРУЭ, содержащая элегаз в условиях, сохраняющих высокий изоляционный уровень, защищающая оборудование от внешних воздействий и обеспечивающая высокую степень защиты персонала.

3.1.35 **опорные изоляторы:** Изоляторы, предназначенные для изоляции и крепления токоведущих частей в электрических аппаратах, отсеках КРУЭ.

3.1.36 **относительная скорость утечки газа:** Абсолютная утечка газа в единицу времени, отнесенная к общему количеству газа в системе при номинальном давлении (или плотности) при заполнении, выраженная в процентах за год.

3.1.37 **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.

3.1.38 **переходное восстанавливающееся напряжение (ПВН):** Напряжение, появляющееся на контактах одного полюса выключателя после погасания 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.

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

3.1.40 **срезанный импульс напряжения:** Импульс, у которого скорость снижения напряжения существенно больше скорости изменения напряжения в момент времени непосредственно предшествующий моменту среза.

3.1.41 **привод выключателя:** Устройство, предназначенное для создания и передачи силы, воздействующей на подвижные части выключателя для выполнения его функций, а также для удержания выключателя в конечных положениях.

3.1.42 **полный разряд:** Электрический разряд, полностью шунтирующий изоляцию между электродами и вызывающий снижение напряжение между электродами практически до нуля.

Полный разряд в газовом диэлектрике – Перекрытие

Полный разряд в твердом диэлектрике – Пробой

3.1.43 **распределительное устройство:** Электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии одного класса напряжения и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики, телемеханики, связи и измерений.

3.1.44 **расчетная температура оболочки:** 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).

3.1.45 **расчетное давление герметичного опорного изолятора:** Избыточное давление, на которое производится расчет на прочность герметичного опорного изолятора.

3.1.46 **расчетное давление оболочки:** Избыточное давление, на которое производится расчет на прочность оболочки.

3.1.47 **ремонтопригодность КРУЭ:** Свойство составных частей КРУЭ, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

3.1.48 **сохраняемость КРУЭ:** Свойство составных частей КРУЭ сохранять значение показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после его хранения и (или) транспортирования.

3.1.49 **срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации до перехода в предельное состояние.

3.1.50 **степень защиты:**

- Степень защиты главных цепей - требования для главной цепи и частей, непосредственно присоединяемых к ней, в настоящем стандарте не устанавливаются;

- Степень защиты вспомогательных цепей - для вспомогательных цепей степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями должна определяться обозначениями, приведенными в ГОСТ 14254-96.

3.1.51 **стойкость КРУЭ к токам короткого замыкания:** Способность КРУЭ при включенном положении коммутационных аппаратов в главной цепи выдерживать воздействие токов короткого замыкания без приваривания контактов, выбрасывания ножей разъединителей и разъемных контактных соединений, а также без превышения нормированных температур токоведущих частей, превышения механических напряжений в материале и без других повреждений, препятствующих исправной работе КРУЭ.

3.1.52 **стойкость КРУЭ при сквозных токах короткого замыкания определяется следующими величинами:** Током электродинамической стойкости (амплитудой); током термической стойкости (кратковременным током); временем протекания тока короткого замыкания.

3.1.53 **температура окружающего воздуха:** Температура воздуха, окружающего внешнюю оболочку комплектного распределительного устройства с газовой изоляцией, определенная при заданных условиях.

3.1.54 **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

3.1.55 **ток короткого замыкания:** Ток в ветвях электроустановки, возникающий при всяком случайном или преднамеренном, не предусмотренным нормальным режимом работы, электрическом соединении различных точек разных фаз электроустановки между собой или с землей в электросетях с заземленной нейтралью.

3.1.56 **транспортный узел:** Часть КРУЭ, пригодная для погрузки без проведения разборки.

3.1.57 **условия рассогласования фаз:** Анормальные условия в цепи, возникающие при потере или отсутствии синхронизма между частями электрической сети с

разных сторон коммутационного оборудования, при которых в момент оперирования выключателя фазовый угол между вращающимися векторами, представляющими электродвижущие силы на обеих сторонах, превышает нормальное значение и может достигнуть 180° (противофаза).

3.1.58 **элегаз:** Шестифтористая сера SF_6 – газ, обладающий высокими изоляционными и дугогасящими свойствами, применяемый для заполнения газовых отсеков КРУЭ.

3.1.59 **элемент (КРУЭ):** Неотъемлемая часть главной токоведущей или заземляющей цепи КРУЭ, выполняющая определенные функции в распределительном устройстве (например, выключатель, разъединитель, заземлитель, измерительные трансформаторы, сборные шины, ввод и т.п.).

3.1.60 **ячейка:** Упорядоченное, в соответствии с первичной электрической схемой соединение элементов КРУЭ. На кожухах КРУЭ должны быть поясняющие надписи, указывающие расположение элементов ячейки.

3.2 Обозначения и сокращения

$U_{ном}$ - 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

$P_{SF6н}$ - номинальное давление элегаза при нормальной температуре

$U_{вт.н}$ - номинальное напряжение вторичных цепей

$Q_н$ - допустимое значение утечек элегаза в диапазоне температур от +5°С до +20°С

4 Требования к организации эксплуатации КРУЭ

4.1 Общие положения

4.1.1 Эксплуатация комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией должна вестись в полном соответствии с требованиями следующей нормативно-технической документации:

- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, принятые Минэнерго РФ [1];
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, принятые Минэнерго РФ [2];
- Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, принятые Минтруда России и Минэнерго РФ[3];
- Правила пожарной безопасности в Российской Федерации, принятые МЧС РФ [4];
- Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ, принятые Минэнерго РФ [5];
- О выводе объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации, принятые Правительством РФ [6];
- правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением, принятые Госгортехнадзором РФ [7];
- СанПиН Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, принятые Госкомсанэпиднадзором РФ [8];
- СТО 70238424.29.240.10.005-2011;
- Заводские инструкции по эксплуатации КРУЭ;

- Местные инструкции по эксплуатации КРУЭ;

- Местные инструкции по охране труда.

4.1.2 Помещение КРУЭ, а также помещения для их ремонта и технического обслуживания должны быть изолированы от других помещений и улицы. Стены, пол и потолок должны быть окрашены пыленепроницаемой краской. Уборка помещений КРУЭ должна производиться мокрым или вакуумным способом. Помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с отсосом воздуха снизу. Воздух приточной вентиляции должен проходить через фильтры, если отсутствуют требования завода-изготовителя КРУЭ. Помещения КРУЭ должны быть оборудованы устройствами, сигнализирующими о недопустимой концентрации элегаза и включающими приточно-вытяжную вентиляцию.

4.1.3 Температура воздуха в помещение КРУЭ должна быть в пределах требований эксплуатационной технической документации изготовителя, но не выше 40^0С в летнее время и не ниже 5^0С в зимнее время.

4.1.4 Концентрация элегаза в помещении не должна превышать допустимых норм, указанных в приложение Б.

4.1.5 Все основное и вспомогательное оборудование, в том числе системы и секции сборных шин, а также ячейки КРУЭ должно быть пронумеровано.

4.2 Нормы и технические требования

4.2.1 Требования к ведению технической документации по организации эксплуатации на всех этапах жизненного цикла электрооборудования РУ

4.2.1.1 На каждом энергообъекте, оснащенном КРУЭ, должна быть техническая документация в следующем объеме:

- паспорт на каждую ячейку КРУЭ;

- руководство по эксплуатации на КРУЭ;

- электрические схемы главных цепей;

- электрические схемы вспомогательных цепей;

- эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов;

- ведомость ЗИП;

- журнал контроля утечек элегаза и журнал контроля концентрации элегаза в рабочем помещении ЗРУ.

4.2.1.2 Каждая ячейка КРУЭ должна иметь табличку - по ГОСТ 12971.

Содержание таблички - по ГОСТ 18620:

- 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;

- другие технические данные конструкции КРУЭ по усмотрению предприятия-изготовителя.

4.2.1.3 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.

Все надписи на элементах КРУЭ должны быть на русском языке.

4.2.1.4 Маркировка элементов КРУЭ должна соответствовать требованиям к маркировке стандартов на общие технические условия этих элементов.

4.2.1.5 Все рабочие места должны быть снабжены необходимыми инструкциями: производственными, эксплуатационными, должностными, по охране труда и мерах пожарной безопасности. У дежурного персонала должна находиться оперативная документация согласно п.1.8 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» [2].

4.2.1.6 При вводе коммутационного оборудования в эксплуатацию, его замене, смене места установки, списании должны быть составлены акты, подписанные руководством предприятия.

4.2.2 Требования и правила работы с эксплуатационным персоналом

4.2.2.1 К работе на энергообъектах, оснащенных КРУЭ, допускаются лица с профессиональным образованием, а по управлению энергоустановками также с соответствующим опытом работы и соответствующей группой допуска.

4.2.2.2 Лица, не имеющие соответствующего профессионального образования или опыт работы, как вновь принятые, так и переводимые на новую должность должны пройти обучение по действующей в отрасли форме обучения (в том числе подготовка персонала на предприятиях изготовителя).

4.2.2.3 На энергообъектах эксплуатирующих КРУЭ должна быть организована работа с персоналом обеспечивающая постоянный контроль готовности работников к выполнению возложенных на них функций и непрерывное повышение квалификации.

4.2.2.4 Для обеспечения требуемого профессионального образовательного уровня в каждой организации должны функционировать специализированные образовательные учреждения (учебно-курсовой комбинат, центр (пункт) тренажерной подготовки и др.)

Объекты для подготовки персонала должны быть оборудованы полигонами, учебными классами, мастерскими, лабораториями, оснащены техническими средствами обучения и тренажа, укомплектованы кадрами и иметь возможность привлекать к преподаванию высококвалифицированных специалистов.

4.2.2.5 Права, обязанности и ответственность руководителя организации, руководящих работников, руководителей структурных подразделений, специалистов, рабочих должны устанавливаться распорядительными документами, должностными и производственными инструкциями.

4.2.2.6 Организация работы с различными категориями работников должна предусматривать следующие обязательные формы работы:

- подготовка по новой должности;
- стажировка;
- проверка знаний норм и правил ;
- дублирование;
- допуск к самостоятельной работе;
- инструктажи по безопасности труда;
- контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки;
- специальная подготовка;
- повышение квалификации;
- обходы, осмотры рабочих мест.

4.2.2.7 Содержание работы с различными категориями работников, объемы, сроки, формы документов согласно Правилам работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ, принятым Минэнерго РФ [5].

5 Требования к организации технического обслуживания и ремонту КРУЭ

5.1 Требования к техническому обслуживанию и ремонту

5.1.1 Для обеспечения надежной работы КРУЭ должно проводиться техническое обслуживание и ремонт в порядке и объемах согласно Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, принятым Минэнерго РФ, п.1.6 [1].

5.1.2 При эксплуатации должна проводиться оценка и контроль технического состояния КРУЭ в порядке и объемах предусмотренных пп. 5.2 и 5.5 настоящего стандарта.

5.1.3 В случае появления отдельных неисправностей или отказов КРУЭ выполняются ремонтные работы в объеме, необходимом для их устранения.

5.1.4 Эксплуатация КРУЭ включает в себя техническое обслуживание и следующие ремонты: текущий, средний, капитальный.

При ремонтах необходимо:

1) пользоваться специальными инструментами и принадлежностями, которые поставляет предприятие-изготовитель;

2) использовать комплект ЗИП, поставляемый с КРУЭ;

5.1.5 Текущий, средний и капитальный ремонт проводится в сроки, установленные предприятием-изготовителем и указанные в руководстве по эксплуатации на конкретный тип КРУЭ.

5.2 Контроль технического состояния оборудования

5.2.1 КРУЭ должно проходить осмотр, контроль технического состояния, устранение мелких дефектов, проверку работоспособности.

5.2.2 Контроль технического состояния КРУЭ должен производиться оперативным и оперативно-ремонтным персоналом энергообъекта.

5.2.3 Порядок контроля устанавливается местными производственными и должностными инструкциями.

5.2.4 Контроль концентрации элегаза в помещении КРУЭ должен производиться с помощью специальных приборов на высоте 10-15 см от уровня пола.

Прибор контроля концентрации элегаза в помещении КРУЭ должен находиться в кабельных каналах или на нулевой отметке помещения с выводом сигнала на проблесковый маячок.

5.2.5 Периодичность контроля технического состояния КРУЭ, если она не указана в руководстве по эксплуатации, устанавливается техническим руководителем энергообъекта с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы оборудования.

5.2.6 Техническое состояние КРУЭ определяется путем сравнения результатов конкретных испытаний с нормируемыми значениями, а также по совокупности результатов всех проведенных испытаний, осмотров и данных эксплуатации.

5.2.7 Значения, полученные при испытаниях, во всех случаях должны быть сопоставлены с результатами измерений на других фазах электрооборудования и (или) на однотипном оборудовании при схожих режимах.

5.3 Требования к ремонту оборудования

5.3.1 Текущий, средний и капитальный ремонт КРУЭ должен проводиться в сроки, указанные в технической документации предприятий-изготовителей. Периодичность последующих средних ремонтов может быть изменена исходя из опыта эксплуатации. После исчерпания ресурса должен производиться средний ремонт оборудования независимо от продолжительности его эксплуатации.

5.3.2 Условия и порядок вывода в ремонт КРУЭ, включенных, в соответствии с Правилами оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 27.12.04 № 854, в перечень объектов диспетчеризации (порядок разработки годовых и месячных графиков ремонта, сроки подачи заявок, их рассмотрения, согласования и утверждения, порядок внесения из-

менений в утвержденные графики, порядок вывода в ремонт объектов, требующих незамедлительного отключения (или отключившегося автоматически) защиты), согласно Правилам «О выводе объектов электротехники в ремонт и из эксплуатации», принятым Правительством РФ [6].

5.3.3 Организация ремонтного производства, разработка ремонтной документации, планирование и подготовка к ремонту, производство ремонта, а также приемка и оценка качества ремонта оборудования должны осуществляться в соответствии с правилами организации технического обслуживания и ремонта оборудования, установленных Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, принятыми Минэнерго РФ [2].

5.3.4 Объемы ремонтных работ должны быть предварительно согласованы с организациями-исполнителями. Приемка оборудования из капитального и среднего ремонта должна производиться комиссией по согласованной программе.

5.3.5 Для контроля технического состояния КРУЭ после ремонтных работ должны проводиться испытания в объеме, установленном в руководстве по эксплуатации.

5.3.6 При приемке оборудования из ремонта должна производиться оценка качества ремонта, а именно:

- оценка качества отремонтированного оборудования;
- оценка качества выполненных ремонтных работ;
- оценка уровня пожарной безопасности;

Оценки качества устанавливаются:

Предварительно – по окончании приемо-сдаточных испытаний;

Окончательно – по результатам месячной подконтрольной эксплуатации.

5.4 Комплекс мероприятий по метрологическому обеспечению

5.4.1 Приборы и средства измерений (СИ) оборудования КРУЭ, должно проходить периодическую поверку погрешностей с целью выявления возможной нестабильности классов точности.

5.4.2 До ввода в эксплуатацию КРУЭ, измерительные каналы информационно-измерительных систем (ИИС) подлежат метрологической аттестации и/или утверждению типа в соответствии с государственными и отраслевыми нормативными документами.

5.4.3 Поверка метрологических характеристик приборов и СИ оборудования КРУЭ должна проводиться специализированными организациями.

5.4.4 Результаты поверки СИ удостоверяются поверительным клеймом и/или свидетельством о поверке, форма которых и порядок нанесения устанавливаются государственными стандартами России.

5.4.5. Периодичность поверки определяется действующим законодательством.

5.5 Нормы и методы мониторинга и диагностики КРУЭ

5.5.1 Технические требования к системе диагностики и контроля (СДК) сводятся к следующим основным положениям:

- система диагностики и контроля КРУЭ предназначена для диагностики, контроля и прогнозирования состояния комплекса оборудования и вспомогательных систем вторичной коммутации КРУЭ, для измерения и вычисления параметров и характеристик, определяющих работоспособность отдельных ячеек, аппаратов и устройств вторичной коммутации КРУЭ, для регистрации положения аппаратов и сигнализации о состоянии всего оборудования КРУЭ;

- диагностика состояния технических средств должна предусматривать контроль по границам допускаемого изменения параметров путем измерения и вычисления параметров и характеристик, определяющих работоспособность отдельных ячеек, аппаратов и устройств вторичной коммутации КРУЭ и периодического сравнения данных с установочными значениями или сравнения показателей работы с дублирующим (мажорированным) устройством;

- должна предусматриваться возможность диагностики путем опробования технических средств автоматизации, включая цепи и аппараты от первичных датчиков до исполнительных механизмов.

5.5.2 Система диагностики и контроля КРУЭ должна быть реализована на современной базе.

СДК должна обеспечивать автоматизацию процесса локального выявления отказов основного оборудования КРУЭ, не снижая надежности его работы.

В СДК должны контролироваться следующие параметры оборудования КРУЭ:

- плотность элегаза в отсеках элегазовых ячеек;
- отдельно давление и температура в отсеках элегазовых ячеек (Приложение В);
- величина частичных разрядов любыми методами (акустическим, электрическим, СВЧ-системой и т.п.);
- величина механических импульсов (акустическим датчиками);
- данные по коммутационному ресурсу выключателя ячейки с определением величины протекаемого тока к.з. и расчетом коммутационного ресурса;
- данные по механическому ресурсу выключателя с определением работоспособности привода;
- данные о состоянии приводов по параметрам скорости и хода;
- данные о включенном и отключенном состоянии высоковольтных аппаратов КРУЭ;
- токи в фазах с помощью измерительных трансформаторов тока ячейки;
- напряжения на сборных шинах с помощью измерительных трансформаторов напряжения.

5.5.3 Система, включая по возможности полный комплект датчиков для диагностики, прогнозирования и контроля основных параметров оборудования КРУЭ, должна быть открытой для подключения любых других типов датчиков.

5.5.4 Система СДК КРУЭ должна быть двухуровневой.

5.5.4.1 Первый, или нижний уровень, - уровень элегазовой ячейки. На этом уровне с помощью контролера или другого микропроцессорного средства ведется сбор и обработка информации на уровне ячейки. Кроме того должна быть предусмотрена возможность передачи информации во внешние устройства.

5.5.4.2 Второй, или верхний уровень, - уровень подстанции. На этом уровне должны осуществляться сбор и обработка информации со всего оборудования КРУЭ, а также вычисления и расчеты по отдельным параметрам для прогнозирования.

5.5.5 Диагностический контроль состояния оборудования осуществляется двумя способами:

- посредством непрерывного слежения за наиболее ответственными параметрами (*мониторинг*) параллельно двумя типами датчиков (акустическим и СВЧ);
- посредством эпизодического определения наиболее важных параметров (*диагностика*).

5.5.6 Для создания каналов информации должны быть использованы датчики обеспечивающие высокий уровень точности и чувствительности.

Максимальный интервал между датчиками, устанавливаемыми для мониторинга, не должен превышать длины, при которой происходит заметное снижение чувствительности датчика (для СВЧ- датчика примерно 10 м).

5.5.7 Автоматическая система контроля элегазового оборудования предназначается для решения задач управления, учета и диагностического контроля и должна располагать следующими информационными каналами:

- измерение давления элегаза (необходимо для расчета плотности, для регистрации его резкого падения, для контроля верхнего предела давления с целью защиты оборудования от разрушения);

- канал контроля давления воздуха в системе привода (необходим для включения источника сжатого воздуха для пополнения его запаса, дублируя или заменяя стандартную систему включения компрессора).

5.5.8 Для измерения давления элегаза применяется датчик абсолютного давления элегаза в диапазоне 0-0,6 МПа с погрешностью не хуже 0,15%. Диапазон рабочей температуры от минус 50^0С до плюс 60^0С.

Для измерения давления воздуха в системе привода применяется датчик давления воздуха в диапазоне 0-2,5 МПа с погрешностью не хуже 2,5%. Диапазон рабочей температуры от минус 50^0С до плюс 60^0С.

5.5.9 Измерение температуры корпусов (необходимо для определения места перегрева токоведущих элементов и прилегающих к ним изоляторов для их защиты от перегрузок).

5.5.10 Измерение влажности воздуха в системе пневматического привода (необходимо для определения превышения от нормативного значения влажности воздуха и для принятия решения по замене или регенерации элементов системы очистки).

5.5.11 Измерение частичных разрядов в твердой изоляции (необходимо для определения срока службы элегазового оборудования и для определения объема работ по капитальному ремонту).

Измерение частичных разрядов в элегазе осуществляется при пуске оборудования в эксплуатацию, а в процессе эксплуатации можно не проводить, если этого не требует завод-изготовитель.

5.5.12 Измерение тока утечки внешней изоляции (осуществляется для оценки состояния внешней изоляции). Наличие этого канала исключает необходимость проведения регламентных работ по очистке внешней изоляции (необходимость выполнения этих работ будет определена системой автоматического контроля).

5.5.13 В элегазовом выключателе необходимо для оценки его работоспособности контролировать:

- автоматический контроль (измерение) протекающего тока (отключение, включение);
- ведение счета (отключений, включений выключателя, компрессора, операций приводов и др.);
- контроль положения движущихся частей, блокировок;
- скорости перемещения движущихся частей с определением синхронности по полюсам;
- контроль питания вспомогательных цепей;
- контроль сопротивления цепей подогрева;
- измерение частоты включения, времени работы компрессоров;
- контроль уровня жидкости в гидроприводе.
- плотность (давление) элегаза;
- время включения и отключения;
- параметры привода: ход (скорость, ускорение), время натяжения пружины, максимальное и минимальное давление энергоносителя и т.п. в зависимости от типа привода;
- число осуществленных коммутаций с определением коммутационного и механического ресурсов;
- продолжительность покоя между коммутациями.

5.5.14 Контроль работоспособности ограничителей перенапряжений.

Контроль работоспособности ограничителей перенапряжений включает в себя измерение токов проводимости, сопротивления, тепловизионный контроль ограничителей перенапряжений и оценку ресурса по количеству его срабатываний.

5.6 Требования к персоналу, проводящему монтаж, наладку и сервисное обслуживание КРУЭ

5.6.1 Монтаж или реконструкция КРУЭ должны выполняться специализированными организациями.

Специалисты, занятые реконструкцией, монтажом, наладкой, ремонтом, диагностикой и эксплуатацией КРУЭ, должны быть аттестованы на знание Межотраслевых правил по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, определяющих порядок их монтажа, притом в перечень этих правил должны входить как государственные законодательные акты, так и отраслевые нормы и требования потребителя.

5.6.2 Выбор организаций, обеспечивающих монтаж, наладку, сервисное обслуживание объекта, осуществляется заказчиком на тендерной основе. Для проведения тендера заказчик направляет запрос установленной формы в организации претендующих на участие в работах по монтажу, наладке и сервисному обслуживанию КРУЭ.

5.6.3 Ремонтные организации, осуществляющие ремонт объектов, подведомственных органам государственного контроля и надзора, должны иметь разрешение (лицензию) на право производства ремонтных работ в случаях предусмотренных действующим законодательством Российской Федерации.

5.6.4 Обслуживающий КРУЭ персонал должен располагать схемами и указаниями по допустимым режимам работы электрооборудования в нормальных и аварийных режимах, а также требованиями по обслуживанию данного оборудования, представленных в местных инструкциях по эксплуатации КРУЭ.

6 Требования безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании

6.1 Санитарно-гигиеническое и экологическое обеспечение безопасной эксплуатации КРУЭ

В сферу санитарно-гигиенических задач входит обеспечение безопасных условий работы персонала в течение всего рабочего времени и обеспечение безопасного проживания населения за пределами санитарной зоны предприятия.

Требования к санитарно-гигиеническому обеспечению подстанций с КРУЭ применяют в соответствии с ГОСТ 12.1.005 в части:

- санитарных норм чистоты воздуха в рабочих помещениях ($ПДК_{р.з}$);
- правил безопасной работы, санитарных норм чистоты воздуха в населенных местах ($ПДК_{м.р.}$);
- технических данных оборудования и строительной конструкции (помещения);

СанПиН 2.2.4.548-96, принятые Госкомсанэпиднадзором [8] в части:

- общих требований и показателей микроклимата;
- оптимальных и допустимых условий микроклимата;
- требований к организации контроля и методам измерения микроклимата (в том числе требования к измерительным приборам).

6.2 Основные правила безопасной работы с элегазом

6.2.1 Эксплуатация КРУЭ должна вестись с учетом физико-химических свойств элегаза (Приложение Д).

6.2.2 Завод-изготовитель на основе биологического контроля партии должен гарантировать отсутствие токсичных примесей. Элегаз поставляется в баллонах объемом 40 л в количестве до 41,6 кг в баллоне в жидком состоянии под давлением до 2,2 МПа (при 20 °С) и используется в качестве изолирующей и дугогасящей среды высоковольтных электротехнических установок. Класс опасности 4 - по ГОСТ 12.1.007.

6.2.3 Опасность работы с чистым элегазом обусловлена особенностью элегаза заполнять углубления (траншеи, кабельные каналы, закрытые помещения), вытесняя из них воздух, создавая атмосферу непригодную для дыхания. Предельно допустимая

концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны производственных помещений ПДК $_{р.з}$ = 5000 мг/м ^{3}.

6.2.4 Элегаз обладает высокой термической устойчивостью. Диссоциация элегаза, приводящая к образованию вредных для здоровья человека веществ, начинается только при 1600 °С.

В присутствии примесей в элегазе, конструкционных металлических и полимерных материалов его разложение может происходить при температуре от 200 °С. В результате действия дугового, искрового, тлеющего, коронного и частичных разрядов, а также под влиянием сварочных работ, работ с открытым пламенем элегаз разлагается с образованием низших фторидов серы, оксифторидов серы, фторидов и сульфидов металлов.

Токсичные свойства продуктов разложения элегаза определяются как самими низшими фторидами, так и продуктами их гидролиза. Низшие фториды серы и продукты их гидролиза токсичны, обладают резким специфическим запахом и, в связи с этим, их наличие ощущается в концентрациях значительно более низких, чем опасные.

6.2.5 Персонал, ощутив характерный запах, должен покинуть помещение, в воздухе которого появились токсичные продукты, и принять меры по вентиляции помещения.

Нормальная работа коммутационного элегазового аппарата приводит к образованию газообразных низших фторидов серы и твердых продуктов, выделяющихся в виде пыли.

Контакт с элегазом и продуктами его разложения может возникнуть при заполнении оборудования, его обслуживании, при плановом или аварийном ремонте оборудования, при утилизации оборудования, а также в случае аварийного выброса продуктов разложения в помещение подстанции.

6.3 Хранение баллонов с элегазом

6.3.1 Хранение баллонов заполненных элегазом должно соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, принятым Госгортехнадзором РФ [7].

6.3.2 Баллоны следует хранить в отдельном от зала КРУЭ прохладном, сухом, хорошо проветриваемом помещении, вдали от воспламеняющихся или взрывчатых материалов.

6.3.3 Баллоны должны быть защищены от прямого солнечного света и температурных воздействий, установлены на чистом и ровном основании в вертикальном положении вентилем вверх и защищены от падения. Вентиль баллонов должен быть закрыт крышкой.

6.3.4 Баллоны должны иметь четкую маркировку с указанием содержания элегаза. Баллоны с товарным элегазом должны быть отделены от баллонов с использованным (бывшем в употреблении) элегазом.

6.3.5 Коэффициенту заполнения (от 1,04 до 1,2 кг/л), при максимальной емкости, соответствует прочность баллона при температуре не выше 90 °С.

6.4 Меры безопасности при работе с чистым элегазом

6.4.1 В помещении, где производятся работы с элегазом и элегазовым оборудованием, должна быть установлена приточно-вытяжная вентиляция с забором воздуха из нижнего уровня.

6.4.2 Помещения, где возможно затопление элегазом, должны быть специально помечены плакатом и вход в них должен быть ограничен.

6.4.3 За счет высокой плотности элегаз способен заполнять углубления, закрытые помещения, вытесняя из них воздух, создавая среду с пониженной концентрацией кислорода, непригодной для дыхания. Пребывание человека в среде с пониженной

концентрацией кислорода (ниже 13 %) может привести к удушью и потери сознания без каких-либо тревожных симптомов.

6.4.4 Прежде чем приступить к работе в аппарате, траншее, кабельном канале или закрытом помещении, необходимо включить вентиляцию и убедиться, что там имеется среда, подходящая для дыхания. Методы определения пригодности воздуха для дыхания должны быть указаны в местных инструкциях. При необходимости выполнения работ в заполненном элегазом помещении или углублении следует пользоваться изолирующим противогазом. При организации работ в траншее, кабельном канале, колодцах и пр. необходимо присутствие наблюдающего, в поле зрения которого будут находиться все работающие.

6.4.5 При выбросе чистого элегаза немедленно должна быть включена аварийная вентиляция на срок, обеспечивающий снижение концентрации до ПДК. Категорически запрещается оставлять открытыми сосуды заполненные элегазом.

6.4.6 При выполнении каких-либо работ с элегазом (заполнение, дозаполнение, отбор пробы на анализ и т.д.) в помещении запрещается курить, пользоваться нагревательными приборами и открытым пламенем.

6.5 Меры безопасности при работе с элегазом, загрязненном продуктами разложения

6.5.1 При электрическом пробое изоляции элегазового оборудования, а также при коммутации в первичных цепях КРУЭ происходит накопление вредных для здоровья человека газообразных (фтор, фтористый водород, низшие фториды серы и продукты их гидролиза) и твердых (фториды, сульфиды и другие соединения металлов, на которых горела дуга) веществ. Эти продукты разложения элегаза ядовиты и обладают резким, специфическим запахом. При аварийном выбросе элегаза из аппарата (в результате разрыва мембраны, прожога оболочки) необходимо включить аварийную вентиляцию.

6.5.2 Работы по ликвидации последствий выброса продуктов разложения элегаза производится после вентиляции производственного помещения с применением индивидуальных средств защиты (защитный костюм, перчатки, очки и респиратор). При влажной уборке дополнительно используются резиновые перчатки и сапоги.

6.5.3 При необходимости экстренного выполнения работ в помещении, воздух которого загрязнен продуктами разложения элегаза, необходимо воспользоваться изолирующим противогазом: если выброс элегаза в расчете на объем помещения не превышает 1 % по объему и в помещение отсутствует углубление, предрасположенное к затоплению, то для работы может быть использован фильтрующий противогаз. Ревизия коммутационных аппаратов осуществляется в ремонтной мастерской, оснащенной местной вентиляцией, позволяющей осуществить отсасывание газов из вскрытого аппарата. Перед вскрытием элегазовый аппарат должен быть освобожден от элегаза с применением дополнительного адсорбционного фильтра-поглотителя для удаления продуктов разложения и отвакуумирован.

6.6 Техника безопасности при плановом ремонте

6.6.1 Плановый ремонт КРУЭ, как правило, осуществляется посредством замены элементов КРУЭ на резервные. Перед вскрытием элегазовый аппарат должен быть отвакуумирован с выхлопом в вентиляцию или за пределы помещения с барботажем через щелочной затвор (0,1 кг едкого натра или карбоната натрия на 10-12 л воды).

6.6.2 КРУЭ могут быть вскрыты по истечении 48 часов после последней коммутации. Вскрытый КРУЭ должен быть оставлен для проветривания до значительного ослабления запаха, но не более чем на сутки.

6.6.3 Удаление твердых продуктов разложения элегаза из аппарата должно производится пылесосом с дополнительным бумажным фильтром. Адсорбент должен быть нейтрализован водой или щелочью. Хлопчатобумажные средства защиты подлежат машинной стирке.

7 Нормы и требования по обеспечению пожарной безопасности

7.1 При установке КРУЭ в закрытых распределительных устройствах (ЗРУ) и РУ подстанций должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности к этим энергообъектам:

- помещения должны содержаться в чистоте. Не реже 1 раза в год, а в необходимых случаях и чаще, должна проводиться уборка коридоров от пыли;
- электротехнические оборудование ЗРУ необходимо чистить по утвержденному графику с обязательным выполнением организационных и технических мероприятий по действующим правилам охраны труда;
- в помещениях и коридорах ЗРУ запрещается устраивать кладовые и другие подсобные сооружения, не относящиеся к распределительному устройству, а также хранить электротехническое оборудование, материалы, запасные части, емкости с горючими жидкостями и баллоны с различными газами;
- для очистки электротехнического оборудования от грязи и отложений должны использоваться пожаробезопасные моющие составы и препараты.

В исключительных случаях при невозможности по техническим причинам использовать специальные моющие средства допускается применение горючих жидкостей (растворителей, бензина и др.) в количествах, не превышающих при разовом использовании 1 л. При этом следует применять только закрытую тару из небьющегося материала.

7.2 На подстанциях с постоянным персоналом, а также на электростанциях первичные средства пожаротушения в помещении ЗРУ должны размещаться у входов. При делении ЗРУ на секции посты пожаротушения должны располагаться в тамбурах или на площадках у лестничных клеток.

В РУ должны быть определены места хранения защитных средств для пожарных подразделений при ликвидации пожара и их необходимое количество. Применение этих средств для других целей не допускается.

7.3 В помещениях склада естественная или искусственная вентиляция должна находиться в работоспособном состоянии.

7.4 Заполненные баллоны должны храниться в вертикальном положении, для чего открытые и закрытые склады оборудуются «гнездами» или барьерами, предохраняющими баллоны от падения. Наполненные и пустые баллоны должны храниться отдельно.

7.5 Баллоны с газом, установленные в отапливаемых помещениях, должны находиться от радиаторов отопления на расстоянии не менее 1м, а от других интенсивных источников излучения тепла и очагов с открытым огнем (при ремонтных работах) – на расстоянии не менее 5м.

7.6 Установленный противопожарный режим на энергетическом предприятии является обязательным для персонала подрядных, ремонтных, строительно-монтажных и наладочных организаций и должен строго выполняться.

7.7 При ремонтных работах для обмывки и обезжиривания деталей технологического оборудования должны применяться пожаробезопасные моющие средства.

7.8 Запрещается приступать к огнеопасным работам:

- если не выполнены противопожарные мероприятия, не подготовлены средства пожаротушения и не оформлены наряд-допуск на временное проведение этих работ.
- если неисправна аппаратура.
- если на оборудовании и вблизи строительных конструкций (менее 20м) имеются свежеокрашенные поверхности или проводятся окрасочные работы.

Порядок подготовки и проведения огнеопасных работ на данном оборудовании конкретизировать в местной инструкции.

7.9 Производственные, административные, складские и вспомогательные здания, помещения и сооружения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (ручными и передвижными): огнетушителями, ящиками с песком (при необходимости), войлочными покрывалами и др. по нормам согласно «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации», принятым МЧС РФ [4].

8 Транспортирование и хранение

8.1 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).

8.2 Транспортирование ячеек и комплектов ЗИП может производиться железнодорожным (на специальных платформах) транспортом на любые расстояния. Допускается использование автомобильного транспорта (трейлеров) для доставки груза к пунктам погрузки на указанный вид транспорта и вывозка его с пунктов разгрузки.

8.3 Условия транспортирования ячеек и комплектов ЗИП в части воздействия механических факторов – по ГОСТ 23216.

8.4 Условия транспортирования ячеек и комплектов ЗИП в части воздействия климатических факторов внешней среды при перевозках - по группе условий хранения 7 (ЖІ) ГОСТ 15150.

8.5 Срок сохраняемости в упаковке и консервации изготовителя в условиях, указанных в п. 6.11.6: ячеек-2 года, а ЗИП - 3 года. По истечении этих сроков ячейки и ЗИП должны быть подвергнуты осмотру и, при необходимости, повторной консервации.

8.6 Условия хранения ячеек до их монтажа и ЗИП в части воздействия климатических факторов внешней среды -по группе условий хранения І (Л), но с нижним значением температуры минус 5°С.

9 Вывод из эксплуатации

9.1 Вывод КРУЭ из эксплуатации должен производиться на основании Протокола заседания комиссии о выводе из эксплуатации оборудования после проведения технико-экономического анализа, по результатам технического освидетельствования, а также в случае повреждений при технологических нарушениях, при выходе параметров за установленные нормы, выявленные при техническом обслуживании, по причине физического износа.

Порядок и задачи технического освидетельствования, сроки и объемы согласно Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, принятым Минэнерго РФ [1] гл. 1.5.

9.2 По результатам осмотра КРУЭ, изучения статистических данных, актов и заключений органов ведомственного надзора комиссия принимает решение о выводе из дальнейшей эксплуатации коммутационного оборудования.

9.3. Вывод из эксплуатации КРУЭ, включенных, в соответствии с Правилами оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 27.12.04 № 854, в перечень объектов диспетчеризации, осуществляется по согласованию с Федеральным агентством по энергетике.

9.4 Согласование вывода из эксплуатации объекта диспетчеризации осуществляется на основании согласованной с системным оператором заявки на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации.

---

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

9.5 Заявка на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации подается в уполномоченный диспетчерский центр не позднее чем за 6 месяцев до планируемого заявителем вывода объекта из эксплуатации.

Системный оператор в течение 30 дней после получения заявки на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации рассматривает ее, принимает по результатам рассмотрения решение о ее согласовании и уведомляет заявителя о принятом решении непосредственно после рассмотрения заявки. Заявитель выводит объект диспетчеризации из эксплуатации после получения от уполномоченного диспетчерского центра подтверждения разрешения на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации в согласованные сроки.

9.6 Системный оператор непосредственно после рассмотрения заявки на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации в соответствии с пунктом 9.5, направляет в Федеральное агентство по энергетике заключение о возможности вывода объекта диспетчеризации из эксплуатации.

9.7 Федеральное агентство по энергетике в течение 30 дней с даты получения заключения системного оператора о возможности вывода объекта диспетчеризации из эксплуатации или о необходимости отказа в выводе объекта диспетчеризации из эксплуатации рассматривает его и в течение 7 дней с даты принятия соответствующего решения направляет его заявителю и в уполномоченный диспетчерский центр.

Уполномоченный диспетчерский центр на основании полученного решения о согласовании вывода объекта диспетчеризации из эксплуатации подтверждает разрешение на вывод объекта диспетчеризации из эксплуатации в установленные в решении сроки.

9.8 Вывод из работы отработавший свой ресурс элегазового оборудования производится с соблюдением Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, принятым Минтруда России и Минэнерго РФ [3] и Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, принятым Минэнерго РФ [1].

9.9 В соответствии с СТО 70238424.29.240.10.005-2011 должно производиться списание основных средств с баланса энергообъекта.

10 Требования к утилизации

10.1 Утилизация агрегатов КРУЭ должно производиться согласно указаниям предприятия- изготовителя.

10.2 Отработавший элегаз должен быть отобран в баллоны после предварительной его нейтрализации.

Приложение А
(обязательное)

Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ

Т а б л и ц а А.1 - Нормированные испытательные напряжения главных цепей КРУЭ

Нормированные испытательные напряжения КРУЭ классов напряжения от 110 до 220 кВ по ГОСТ 1516.3

Класс напряжения, кВ	Кратковременное (одноминутное) переменное испытательное напряжение, кВ		
	относительно земли и между полюсами	между контактами	
		выключателей	разъединителей
110	230	230	265
150	325	325	375
220	395	395	460

Нормированные испытательные напряжения КРУЭ классов напряжения от 330 до 750 кВ по ГОСТ 1516.3

Класс напряжения, кВ	Кратковременное (одноминутное) переменное испытательное напряжение, кВ		
	Относительно земли		Между контактами выключателей и разъединителей
	КРУЭ	Измерительные трансформаторы и вводы, испытываемые отдельно	
330	450	510	575
500	620	630	815
750	830	880	1240

Приложение Б
(обязательное)

Предельно допустимые концентрации веществ в рабочей зоне

Т а б л и ц а Б.1 - Предельно допустимые концентрации веществ в рабочей зоне, не оказывающие влияние на здоровье человека при воздействии каждый день по восемь часов весь производственный цикл

Название веществ, краткая характеристика	Формула	Токсикологическая характеристика	$ПДК_{рз}$ России, мг/м^3	$ПДК_{рз}$ в других странах
Шестифтористая сера, газ без цвета и запаха	SF_6	Безвредна	5000	1000 ppm-об. (6000 мг/м^3)*
Четырехфтористая сера, резкий характерный запах	SF_4	Подобен SOF_2	-	0,1 ppm-об. 0,4 мг/м^3
Двухфтористая сера	SF_2		-	5 ppm-об. 18 мг/м^3
Однофтористая сера	S_2F_2		-	0,5 ppm-об. 2,5 мг/м^3
Димер пятифтористой серы, газ без цвета и запаха	S_2F_{10}	Вызывает отек легких	-	0,025 ppm-об. (0,28 мг/м^3) 0,25 мг/м^3
Окись димера пятифтористой серы	$S_2F_{10}O$		-	0,01 ppm-об.** (0,11 мг/м^3) 0,5 ppm-об. (6 мг/м^3)
Фтористый тионил, характерный запах	SOF_2	Головная боль, недомогание, раздражение дыхательных путей	-	3 ppm-об. 0,6 ppm-об. (2,1 мг/м^3) 2,5 мг/м^3 (0 ,7 ppm-об.) 1,6 ppm-об.** (5,66 мг/м^3)
Фтористый сульфурил, газ без цвета и запаха	SO_2F_2	Депрессия, отек легких, удушье, конвульсант	-	20 мг/м^3 5 ppm-об.
Четырехфтори-	SOF_4	Подобен SOF_2	-	2,5 мг/м^3

стый тионил				

Окончание таблицы Б.1

Серный ангидрид	SO_3		1	-
Сернистый газ	SO_2	Раздражение дыхательных путей, спазм бронхов	10	2 ppm-об.** 12 мг/м^3 5 ppm-об. 13 мг/м^3
Четырехфтористый углерод	CF_4		-	2,5 мг/м^3 10 ppm-об. 39 мг/м^3
Сероуглерод, жидкость с приятным запахом, но разлагается с отвратительным запахом	CS_2	Наркотическое воздействие	1	10 ppm-об. 30 мг/м^3
Сероокись углерода, без цвета и запаха	COS	Поражение центральной нервной системы	-	-
Фтористый водород	HF	Раздражение дыхательных путей	0,05	3 ppm-об.** 2 мг/м^3
Шестифтористый вольфрам	WF_6	Подобен SOF_2	-	-
Четырехфтористый кремний	SiF_4		-	2,5 мг/м^3 0,6 ppm-об.
Диметилдифторсилан	$(CH_3)_2 SiF_2$		-	1 мг/м^3
Фтористый алюминий	AlF_3		0,5	2,5 мг/м^3
Фтористая медь	CuF_2		2,5	2,5 мг/м^3
Фтористое железо	FeF_2		2,5	2,5 мг/м^3
Сульфид желе-	FeS		-	1 мг/м^3

за				

* В скобках приводятся пересчитанные значения
** Значения, принятые в МЭК 1634 [6.4]

Приложение В
(обязательное)

Наибольшие допустимые значения температур и превышения температур для контактных элементов токоведущих частей в элегазе и выводов, соединяемых с внешними проводниками

Таблица В.1 - Наибольшие допустимые значения температур и превышения температур для контактных элементов токоведущих частей в элегазе и выводов, соединяемых с внешними проводниками (ГОСТ 8024, табл.1)

Наименование частей аппаратов и материалов, из которых они изготовлены	Наибольшая допустимая температура нагрева	Допустимое превышение температуры над эффективной темпера турой окружающего воздуха 40°С
	°С	
1 Контакты		
1.1 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 3.1 Выводы аппаратов из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей: - без покрытия; - с покрытием оловом, никелем или серебром [3]	 90 105	 50 65
4 Токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические, части не изолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами	120	80

[3] 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

Приложение Г
(обязательное)

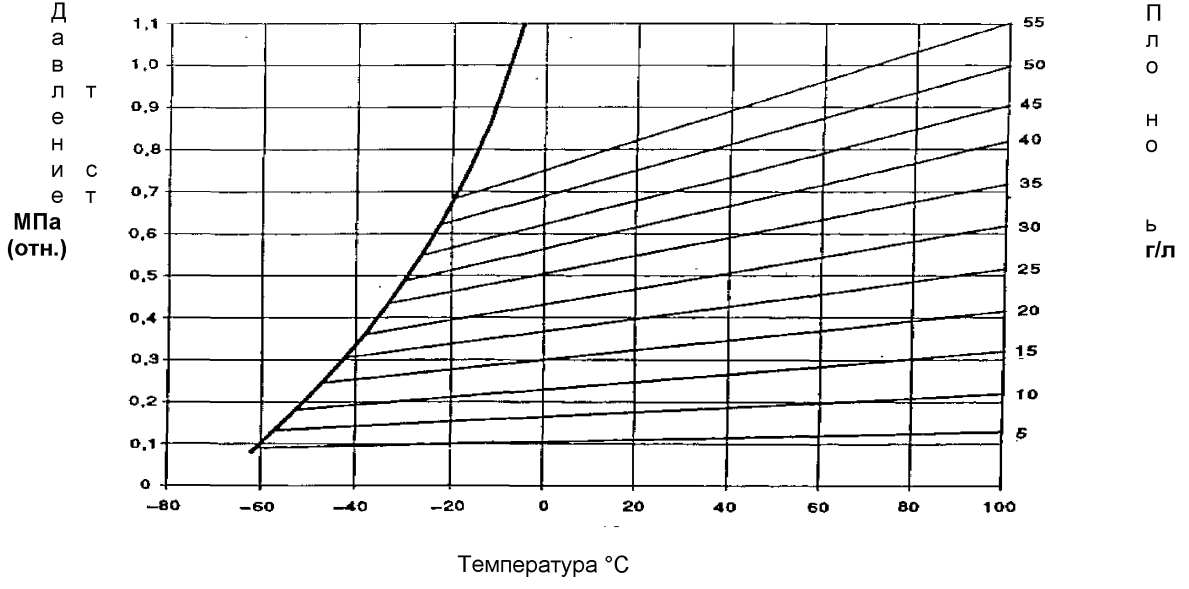
Абсолютное давление элегаза, МПа, при температуре заполнения для обеспечения нормальной плотности

Т а б л и ц а Г.1 - Абсолютное давление элегаза, МПа, при температуре заполнения для обеспечения нормальной плотности

Температура заполнения, ^{0}С	Плотность элегаза, кг/м3, (в скобках давление при 20^{0}С) (ниже – давление, МПа, и температура ^{0}С, конденсации элегаза данной плотности)										
	15,49 (0,25) (0,181, - 54,5)	18,69 (0,3) (0,220, - 50,8)	21,93 (0,35) (0,270, - 47,0)	25,20 (0,40) (0,300, - 44,0)	28,52 (0,45) (0,340, - 41,0)	31,88 (0,50) (0,385, - 37,5)	35,28 (0,55) (0,425, - 34,5)	38,73 (0,60) (0,470, - 31,5)	42,24 (0,65) (0,520, - 29,0)	45,82 (0,7) (0,560, - 26,5)	49,47 (0,75) (0,607, - 24,1)
-45	0,188	0,224	0,259	-	-	-	-	-	-	-	-
-30	0,202	0,242	0,231	0,320	0,358	0,397	0,435	0,473	-	-	-
-20	0,212	0,254	0,295	0,336	0,377	0,418	0,458	0,498	0,539	0,579	0,619
-15	0,217	0,260	0,302	0,344	0,386	0,428	0,470	0,511	0,553	0,595	0,636
-10	0,222	0,263	0,309	0,352	0,396	0,439	0,482	0,525	0,567	0,610	0,653
-8	0,224	0,268	0,312	0,356	0,399	0,443	0,486	0,530	0,573	0,616	0,659
-6	0,226	0,270	0,315	0,359	0,403	0,447	0,491	0,535	0,579	0,622	0,666
-4	0,227	0,272	0,317	0,362	0,407	0,451	0,496	0,540	0,584	0,628	0,672
-2	0,229	0,275	0,320	0,365	0,410	0,455	0,500	0,545	0,590	0,634	0,678
0	0,231	0,277	0,323	0,368	0,414	0,459	0,505	0,550	0,595	0,640	0,685
2	0,233	0,279	0,326	0,372	0,418	0,464	0,509	0,555	0,601	0,646	0,692
4	0,235	0,282	0,328	0,375	0,421	0,468	0,514	0,560	0,606	0,652	0,698
6	0,237	0,284	0,331	0,378	0,425	0,472	0,519	0,565	0,612	0,658	0,705
8	0,239	0,286	0,334	0,381	0,429	0,476	0,523	0,570	0,617	0,664	0,711
10	0,241	0,289	0,337	0,384	0,432	0,480	0,528	0,575	0,623	0,670	0,717
12	0,243	0,291	0,339	0,387	0,436	0,484	0,532	0,580	0,628	0,676	0,723
13	0,243	0,292	0,341	0,389	0,438	0,486	0,534	0,582	0,631	0,679	0,728
14	0,244	0,293	0,342	0,391	0,439	0,488	0,537	0,585	0,634	0,682	0,731
15	0,245	0,294	0,343	0,392	0,441	0,490	0,539	0,588	0,636	0,685	0,734
16	0,246	0,295	0,345	0,394	0,443	0,492	0,541	0,590	0,639	0,688	0,737
17	0,247	0,297	0,346	0,395	0,445	0,494	0,543	0,593	0,642	0,691	0,740
18	0,248	0,298	0,347	0,397	0,446	0,496	0,546	0,595	0,645	0,694	0,744
19	0,249	0,299	0,349	0,398	0,448	0,498	0,548	0,598	0,647	0,697	0,747
20	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750
21	0,251	0,301	0,351	0,402	0,452	0,502	0,552	0,603	0,653	0,703	0,753
22	0,252	0,302	0,353	0,403	0,454	0,504	0,555	0,605	0,655	0,706	0,756
23	0,253	0,303	0,354	0,405	0,456	0,506	0,557	0,607	0,658	0,709	0,760
24	0,254	0,305	0,355	0,406	0,457	0,508	0,559	0,610	0,661	0,712	0,763
25	0,255	0,306	0,357	0,408	0,459	0,10	0,561	0,612	0,664	0,715	0,766
26	0,256	0,307	0,358	0,409	0,461	0,512	0,563	0,615	0,666	0,718	0,769
27	0,257	0,308	0,359	0,411	0,463	0,514	0,566	0,617	0,669	0,721	0,772
28	0,258	0,309	0,361	0,413	0,464	0,516	0,568	0,620	0,672	0,724	0,775
29	0,258	0,310	0,362	0,414	0,466	0,58	0,570	0,622	0,674	0,726	0,779
30	0,259	0,311	0,364	0,416	0,468	0,520	0,572	0,625	0,677	0,729	0,782
40	0,268	0,323	0,377	0,431	0,485	0,540	0,694	0,649	0,704	0,758	0,813

Приложение Д
(обязательное)

Диаграмма зависимости давления и плотности элегаза от температуры



Библиография

[1] Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (Утверждены приказом Минэнерго России от 19.06.03, № 229).

[2] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. (Утверждены Минэнерго России 13.06.03, № 6).

[3] ПОТ РМ-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. Утверждены Министерством труда и социального развития Российской Федерации от 05.01.2001 г. № 3 и Министерством энергетики Российской Федерации от 27.12.2002 г., № 163.

[4] ППБ 01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. (Утверждены Министерством РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий от 08.06.03 № 313).

[5] Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики (Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 19.02.00, № 49).

[6] Правила «О выводе объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации. (Утверждены Постановлением Правительства РФ от 26.07.07, № 484).

[7] Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением ПБ 03-576-03 (Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России 11.06.2003, № 91)

[8] СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (Утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзор РФ от 01.10.1996 г. № 21).

[9] Правила Оперативно-диспетчерского Управления в электроэнергетике (Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2004 года № 854).

УДК 621.316.37.027.3 : 006.354 ОКС 29.240.99, 29.240.10 ОКП 34 1470

Ключевые слова: комплектное распределительное устройство, нормы, требования, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание, техническая документация, ремонт, персонал, контроль, мониторинг, диагностика, безопасность, элегаз

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