



# Исполнительный комитет Электроэнергетического Совета СНГ



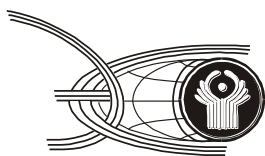
## ПРАВИЛА техники безопасности при эксплуатации элегазового оборудования

ИКЭС-ПР-051-2017

Москва  
2017



**Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств  
Исполнительный комитет ЭЭС СНГ**



---

**ПРАВИЛА  
техники безопасности при эксплуатации  
элегазового оборудования**

**ИКЭС-ПР-051-2017**

**Москва**

**2017**



**НТД разработан:** Московским Институтом Энергобезопасности и Энергосбережения совместно с Комиссией по координации сотрудничества государственных органов энергетического надзора государств-участников СНГ и Исполнительным комитетом Электроэнергетического Совета СНГ.

**НТД утвержден:** Электроэнергетическим Советом Содружества Независимых Государств (Протокол № 51 от 4 ноября 2017 года).



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	4
2.	Элегаз. Физико-химические свойства и опасные факторы	5
2.1.	Физико-химические свойства элегаза и его воздействие на организм человека	5
2.2.	Требования к газам, используемым в элементах КРУЭ	7
3.	Требования к местам установки элегазового оборудования	8
4.	Техническая документация по организации эксплуатации	10
5.	Техническое состояние КРУЭ	12
5.1.	Осмотры оборудования	12
5.2.	Оценка технического состояния	13
5.3.	Обеспечение безопасной эксплуатации элегазового оборудования	15
6.	Требования к персоналу	17
7.	Правила техники безопасности при работе с элегазом	19
7.1.	Предельно допустимые концентрации элегаза и веществ в рабочей зоне	19
7.2.	Меры безопасности при работах в помещении загрязненном элегазом и продуктами его разложения	22
7.3.	Правила оказания первой помощи при отравлении элегазом и продуктами его разложения	24
8.	Правила техники безопасности при утилизации элегазового оборудования	25
	Библиография	26



## 1. Общие положения

1.1. Настоящие **Правила техники безопасности при эксплуатации элегазового оборудования** (далее – Правила) распространяются на работников, а также на работодателей (физических и юридических лиц, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм), занятых проектированием, техническим обслуживанием действующих электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения, а также на специалистов, осуществляющих государственный энергетический надзор.

Настоящие Правила носят исключительно рекомендательный характер и рекомендуются государственным органам энергетического надзора и органам управления электроэнергетикой государств-участников СНГ для использования при разработке соответствующих национальных документов.

1.2. Для целей настоящих Правил используемые термины имеют следующие значения:

**исходные значения измеряемых параметров** - значения, указанные в паспортах и протоколах заводских испытаний и измерений;

**комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией в металлической оболочке (КРУЭ)** - комплектное распределительное устройство, заключённое в металлическую оболочку, в котором для изоляции, по меньшей мере частичной, используется элегаз или смесь элегаза с другим газом (азотом или хладоном);

**контакт** - совокупность токоведущих частей аппарата, предназначенных для установления непрерывности цепи, когда они соприкасаются, которые вследствие их взаимного перемещения во время операции размыкают или замыкают цепь или в случае скользящих или шарнирных контактов сохраняют непрерывность цепи;

**контроль качества газа** - проверка газа на соответствие его характеристик нормированным значениям для применения в КРУЭ;

**номинальное давление (или плотность) элегаза для изоляции и (или) коммутационной способности при заполнении** - давление элегаза, измеренное в Па (или плотность в  $\text{кг/м}^3$ ) для изоляции и (или) для выполнения коммутационных операций элементами КРУЭ, отнесенное к нормальным атмосферным условиям  $+20^\circ\text{C}$  и 101,3 кПа и выраженное в единицах избыточного или абсолютного давления, и до которого КРУЭ или его газоизолированные отсеки заполняются перед вводом в эксплуатацию или дозаполняются в процессе эксплуатации;

**оболочка КРУЭ** - часть КРУЭ, содержащая элегаз (газ) в предписанных условиях, необходимых для безопасного поддержания нормированного уровня изоляции, защищающая оборудование от внешних воздействий, обеспечивающая высокую степень защиты персонала и подлежащая заземлению;

**расчетное давление оболочки** - давление, на которое производится расчет на прочность оболочки КРУЭ;



**расчетная температура оболочки** - наибольшая температура, которая может возникнуть в оболочке при нормированных условиях работы КРУЭ;

**соединение** - совокупность токоведущих частей аппарата (контакт-деталей), предназначенных для обеспечения постоянной непрерывности цепи тока, отличительной особенностью которой является отсутствие взаимного перемещения контакт-деталей;

**срок службы** - продолжительность эксплуатации оборудования или её возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния;

**техническое обслуживание** - комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании;

**эффективное значение температуры окружающего воздуха** - условное значение температуры окружающего воздуха, принимаемое при расчетах и испытаниях;

**элегаз** - газообразная шестифтористая сера  $SF_6$ , обладающая высокими изоляционными и дугогасящими свойствами;

**элемент КРУЭ** - составная часть КРУЭ, выполняющая определенные функции в распределительном устройстве (например, выключатель, разъединитель, заземлитель, измерительные трансформаторы, сборные шины, ввод, шкаф управления и т.п.), включая заземляющую цепь КРУЭ;

**элегазовое оборудование** – электротехническое оборудование модульного исполнения, заключенное в герметичную оболочку, заполненную элегазом, используемым в качестве изоляции токоведущих частей и среды гашения электрической дуги;

**ячейка** - упорядоченное в соответствии с первичной электрической схемой соединение элементов КРУЭ; является законченным изделием (в полюсном или трёхполюсном исполнении), выполняющим определяемую первичной электрической схемой функцию в составе КРУЭ (линейная, секционная, шиносоединительная и др.).

## **2. Элегаз. Физико-химические свойства и опасные факторы**

### **2.1. Физико-химические свойства элегаза и его воздействие на организм человека**

2.1.1. Элегаз - электротехнический газ - представляет собой шестифтористую серу  $SF_6$  (гексофторид серы). Элегаз применяется в качестве изолирующего материала в электрооборудовании.

При рабочих давлениях и нормальной температуре элегаз представляет собой бесцветный газ, без запаха, без вкуса, не горюч, в 5 раз тяжелее воздуха (плотность элегаза 6,7 против 1,29 у воздуха), молекулярная масса также в 5 раз больше, чем у воздуха.

2.1.2. Элегаз не меняет своих свойств с течением времени и может подлежать длительному хранению. При температурах примерно до  $800^{\circ}C$  элегаз инертен и нагревостоек, до температур порядка  $200^{\circ}C$  - химически не активен и не агрессивен



по отношению к металлам, применяемым в конструкции элегазовых распределительных устройств. Разлагается при температуре выше 1100°C. Газообразные продукты разложения элегаза ядовиты (Таблица 2.1) и обладают резким, специфическим запахом. Элегаз не поддерживает горения и дыхания. При накоплении его в производственных помещениях может возникнуть кислородная недостаточность.

Таблица 2.1

Газообразные побочные продукты распада  $\text{SF}_6$  и их типичная концентрация

Химическая формула	Название соединения	Экспериментальная концентрация (процент от объема)
$\text{HF}$	Фтороводород	1.0
$\text{SOF}_2(\text{SF}_4)$	Тетрафторид серы	0.5
$\text{SOF}_4$	Окись тетрафторида серы	0.085
$\text{SiF}_4$	Тетрафторид кремния	0.085
$\text{S}_2\text{F}_{10}(\text{SF}_5)$	Дисульфит декафторида	0.025
$\text{SO}_2\text{F}_2$	Сернистый фторид	0.006
$\text{SO}_2$	Двуокись серы	0.002

2.1.3. При возникновении в элегазе электрической дуги внутри электрооборудования происходит распад элегаза на низшие фториды и соединения серы. При условии присутствия внутри хотя бы малого количества влаги возникают агрессивные соединения фтороводородов, плавиковая кислота и прочие. Несмотря на это он быстро рекомбинирует и восстанавливает первоначальную диэлектрическую прочность. При вскрытии электрооборудования после срабатывания коммутационных аппаратов в воздухе ощутим запах тухлых яиц. Побочные продукты  $\text{SF}_6$ , подвергнувшись воздействию электрической дуги, проявляются в виде газов или в виде белой порошкообразной субстанции. Интенсивность образования таких продуктов и вредные последствия значительно усиливаются при наличии в элегазе примеси кислорода и особенно паров воды. Количество продуктов разложения практически линейно возрастает с увеличением влагосодержания. Продукты разложения элегаза активно взаимодействуют с металлами с образованием их фторидов ( $\text{WF}_6$ ,  $\text{CuF}_2$ ,  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{FeF}_3$ ) или соединений типа  $\text{CuS}_2$ , что, в частности, приводит к увеличению переходного сопротивления контактов и ухудшению его электроизоляционных характеристик.

2.1.4. По степени воздействия на организм элегаз, в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76, относится к 4 классу опасности, к которому принадлежат вещества малоопасные. Предельно допустимая концентрация (ПДК) элегаза в воздухе рабочей зоны производных помещений не более 5000 мг/м<sup>3</sup>.

2.1.5. В результате воздействия химических соединений, возникающих при распаде элегаза, на организм человека возможны появления раздражений глаз, кожи, носа и горла, отека легких, бронхитов и других повреждений дыхательной системы человека. Концентрированный раствор фтороводорода ( $\text{HF}$ ) может вызвать ожоги слизистых оболочек. Попадание фтороводорода внутрь организма может вызвать аритмию и привести к летальному исходу.





Сам элегаз не оказывает токсичного, генетического или канцерогенного влияния на здоровье человека. При объемной концентрации чистого элегаза 1% допускается кратковременное пребывание персонала в помещении. Если в помещении с элегазовым оборудованием понижена концентрация кислорода (ниже 13 %), то это может привести к удушью работника. Потеря сознания и дальнейшая гибель происходит без каких-либо тревожных симптомов.

2.1.6. Наиболее часто встречающимися продуктами разложения являются: **SOF<sub>2</sub>**, **SO<sub>2</sub>**, **HF**, **SF<sub>4</sub>**, **H<sub>2</sub>S**, **SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>**. Опасными для здоровья человека являются концентрации этих веществ в воздухе более 1%.

2.1.7. Воздействие на организм человека некоторых продуктов распада элегаза:

- **SF<sub>4</sub>** (тетрафторид серы) - ядовитый, бесцветный, пахнущий газ, вызывает кашель. Его максимально допустимая концентрация 0,5 мг/м<sup>3</sup>. ГОСТом ПДК не предусмотрена;

- **S<sub>2</sub>F<sub>2</sub>** (дифторид дисеры) - бесцветный, с неприятным запахом газ, при соединении с водяными парами выделяется сера и образуется туман (задымление), при электрических разрядах (искрение) в смеси с **H<sub>2</sub>** образуется **H<sub>2</sub>S** и **H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>** (фтороводород), реагируя с **O<sub>2</sub>**, образует **SO<sub>2</sub>** (сероводород);

- **SO<sub>3</sub>** (серный ангидрид) и **SF<sub>2</sub>** - даже незначительное их количество, едва уловимое обонянием, вызывает при длительном вдыхании головную боль, недомогание, при вдыхании большого количества интенсивно раздражает дыхательные пути;

- **SOF<sub>2</sub>** (тионилфторид) - бесцветный газ с удушливым запахом, основной устойчивый продукт разложения. Может привести к сильному расстройству здоровья;

- **S<sub>2</sub>F<sub>10</sub>** (декафторид дисеры) - сильно ядовитый, бесцветный газ, воздействие на человека в 20 раз сильнее фосгена. Так как **S<sub>2</sub>F<sub>10</sub>** почти полностью разлагается при выше 200°C, то эта молекула не сохраняется после мощного разряда. В низкоэнергетическом разряде температура газа является более подходящей для существования **S<sub>2</sub>F<sub>10</sub>** без разложения. Под низкоэнергетическим разрядом подразумевается: частичный разряд, корона или искрение. Газ **S<sub>2</sub>F<sub>10</sub>** существует при частичных разрядах, короне, искре, а при дуге не обнаруживается. Наиболее токсичные продукты распада, а именно **SOF<sub>2</sub>**, **SOF<sub>4</sub>** и **WF<sub>6</sub>** трансформируются в менее токсичные вещества: **HF**, **SO<sub>2</sub>** и **SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>**. Все они могут быть определены по запаху при очень низкой концентрации (за исключением **SOF<sub>4</sub>**, который всегда сопровождается **SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>**, имеющий специфический запах).

## 2.2. Требования к газам, используемым в элементах КРУЭ

2.2.1. Производитель обязан указать тип, требуемое качество, количество и плотность газа (смеси газов), используемого в элементах КРУЭ и аппаратуре управления, и дать потребителю необходимые указания по обновлению газа и поддержанию его требуемого количества и качества.

Для предотвращения конденсации наибольшее допустимое содержание влаги внутри элементов КРУЭ, заполненных газом при номинальной плотности  $\rho_z$ , должно быть таким, чтобы точка росы была не выше, чем минус 5°C при измерении при



температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  и при номинальной плотности  $\rho_{\text{ЭН}}$ . Соответствующая поправка должна быть сделана для измерения, выполненного при других температурах.

2.2.2. Производитель должен указать требования к новому и использованному газу, применяемому в КРУЭ. Новый элегаз для применения в КРУЭ должен соответствовать межгосударственным стандартам. Для обеспечения необходимого качества элегаза в течение всего установленного срока эксплуатации необходимо руководствоваться национальными требованиями по эксплуатации элегазового оборудования.

2.2.3. Изготовитель устанавливает рабочее давление элегаза исходя из условия обеспечения нормированной электрической прочности изоляции. Заполнение элегазом производится до номинальной плотности. Для определения плотности элегаза необходимо использовать график зависимости (Рис.2.1), который позволяет определить давление элегаза в оборудовании при его заполнении в зависимости от температуры окружающей среды.

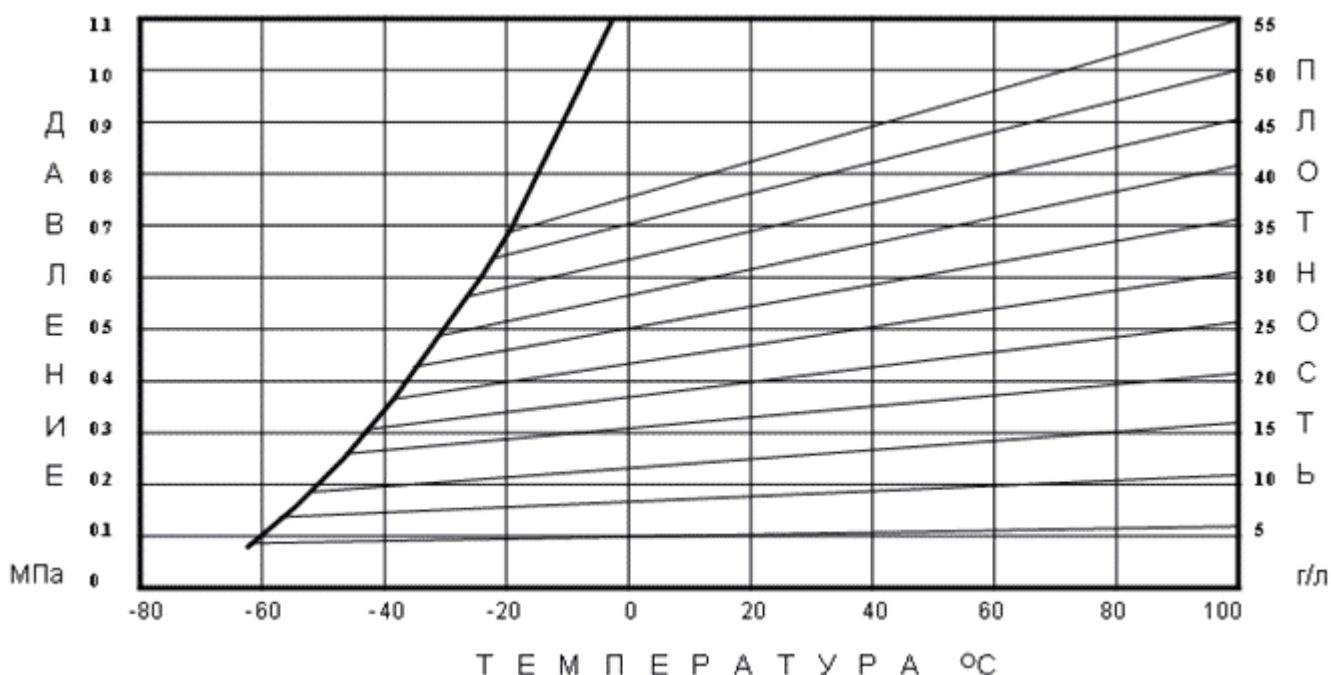


Рис.2.1 Диаграмма зависимости давления и плотности элегаза от температуры

### 3. Требования к местам установки элегазового оборудования

3.1. На дверях помещений, которые могут быть подвержены заполнению элегазом, должны быть в обязательном порядке установлены плакаты «Осторожно элегаз». Посещение данных помещений должно быть ограничено.

3.2. Помещения закрытых подстанций с комплектными элегазовыми распределительными устройствами (КРУЭ) должны оснащаться датчиками обнаружения элегаза.

3.3. В здании подстанции должны быть предусмотрены следующие помещения: помещение для хранения баллонов с элегазом (площадь не менее  $8 \text{ м}^2$ ) с вытяжной вентиляцией; помещение для хранения запасных частей и приспособлений площадью



не менее  $10 \text{ м}^2$ ; помещение для ремонтного и наладочного персонала площадью не менее  $30 \text{ м}^2$  с естественным и искусственным освещением.

3.4. Помещение КРУЭ, по возможности, должно располагаться на нулевой отметке подстанции. Расположение зала ниже отметки «0» не допускается. Температура в помещении КРУЭ должна поддерживаться в диапазоне от  $+5^\circ\text{C}$  до  $+40^\circ\text{C}$ .

3.5. Ширина прохода вдоль полюсов ячеек для транспортировки газотехнологического оборудования должна быть не менее 3 метров для РУ 110 кВ и 4 метра - для РУ 220 кВ и выше. Для размещения высоковольтной испытательной установки и производства технологических работ на оборудовании в зале КРУЭ должна быть предусмотрена площадка. При этом, должна быть обеспечена возможность демонтажа и транспортировки КРУЭ.

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

3.7. 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 требований безопасности должна быть не более  $5000 \text{ мг/м}^3$  или 0,08% по объему. Запыленность воздуха должна быть не более  $15 \text{ мг/м}^3$ .

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

3.9. Хранение баллонов, заполненных элегазом, должно соответствовать требованиям действующих в отрасли национальных стандартов. Баллоны следует хранить в отдельном от зала КРУЭ прохладном, сухом, хорошо проветриваемом помещении, вдали от воспламеняющихся или взрывчатых материалов.

3.10. Баллоны должны быть защищены от прямого солнечного света и температурных воздействий. Устанавливаются баллоны на чистом и ровном основании в вертикальном положении вентиляем вверх и защищаются от падения. Вентиль баллона должен быть закрыт крышкой.

3.11. Баллоны должны иметь четкую маркировку с указанием содержания элегаза. Баллоны с товарным элегазом должны быть отделены от баллонов с бывшим в употреблении элегазом.

3.12. Помещение КРУЭ, за исключением КТП и КТПБ, а также ремонтные зоны и зоны технического обслуживания должны быть изолированы от других помещений и улицы и соответствовать требованиям действующих правил технической эксплуатации. В помещении КРУЭ должна быть предусмотрена кран-балка, перекрывающая всю площадь зала, в том числе и монтажный проем.

Грузоподъемность кран-балки должна соответствовать транспортной единице элегазового оборудования с наибольшей массой, которое будет установлено в зале КРУЭ.



3.13. Конструктивное оформление и оснащение помещений КРУЭ, компоновка элегазового оборудования - ячеек КРУЭ и внутриподстанционных токопроводов, ремонтные зоны и площадки для обслуживания - должны удовлетворять требованиям ПУЭ. Стены, пол и потолок должны быть защищены от образования пыли.

3.14. Здания, сооружения, конструкции и оборудование подстанций, находящихся на территории с повышенным уровнем сейсмичности (6 баллов и более), должны проектироваться на требуемый уровень сейсмичности в соответствии с действующими в государствах-участниках СНГ требованиями.

#### **4. Техническая документация по организации эксплуатации**

4.1. Эксплуатация КРУЭ должна осуществляться в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя и действующих в отрасли нормативных технических и правовых документов.

4.2. Техническое обслуживание КРУЭ должно производиться в соответствии со стандартами и действующими техническими документами. Периодичность контроля технического состояния КРУЭ и сроки его проведения устанавливаются техническим руководителем объекта с учётом рекомендаций завода изготовителя, условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы КРУЭ.

4.3. На каждом энергообъекте, оснащённом КРУЭ, должна быть техническая документация в следующем объеме:

- паспорт на КРУЭ;
- руководство по эксплуатации на КРУЭ;
- паспорт сосуда, работающего под давлением;
- электрические схемы главных цепей;
- электрические схемы вспомогательных цепей;
- документация по монтажу и вводу в работу;
- эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на аппаратуру конкретных типов;
- ведомость запасных частей и приспособлений (ЗИП);
- паспорта на комплектующие изделия;
- газовая схема КРУЭ;
- журнал контроля утечек элегаза и журнал контроля концентрации элегаза в рабочем помещении закрытой распределительной установки (ЗРУ).

4.4. Все рабочие места должны быть снабжены необходимыми инструкциями: производственными, эксплуатационными, должностными, по технике безопасности и мерах пожарной безопасности.

4.5. Каждая ячейка КРУЭ должна иметь табличку. Содержание таблички должно отражать следующие характеристики:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение типа КРУЭ и (или) типоразмера;



- 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.

4.6. Руководство по эксплуатации, выпущенное изготовителем, должно содержать следующую информацию:

- а) перечень необходимого оборудования;
- б) меры безопасности при работе с оборудованием, о работе блокировок и запирающих устройств;
- в) порядок действий, которые необходимо произвести с оборудованием при отключении, заземлении, обслуживании и испытаниях;
- г) объем и периодичность обслуживания, при котором должны быть учтены следующие факторы:
  - коммутационные операции (величина тока и число операций);
  - общее число операций;
  - время нахождения в эксплуатации;
  - условия окружающей среды;
  - измерения и диагностические испытания (если проводились);
- д) подробное описание работ по обслуживанию:
  - рекомендуемое место для работ по обслуживанию (в помещении, на заводе, на месте установки и т.д.);
  - методики осмотра, диагностических испытаний, проверки, ремонта;
  - ссылки на чертежи;
  - ссылки на номера частей;
  - использование специального оборудования или инструментов;
  - меры предосторожности, которые необходимо соблюдать;
  - процедуры смазки;
  - чертежи деталей коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления, необходимые для обслуживания;



- предельные значения и допуски, которые при их превышении вызывают необходимость оперативных действий;
- величины давления и плотности изоляционного газа;
- резисторы и конденсаторы (главной цепи);
- времена включения и отключения аппаратов;
- сопротивление главных цепей и схема участков, на которых необходимо производить измерения;
- характеристики изоляционного газа или жидкости;
- количество и качество газа или жидкости;
- допустимая эрозия деталей, подвергаемых износу;
- важнейшие размеры.

## **5. Техническое состояние КРУЭ**

### **5.1. Осмотры оборудования**

5.1.1. Периодичность осмотров оборудования КРУЭ без отключения от сети устанавливается в соответствии с рекомендациями заводов - изготовителей или действующими в отрасли требованиями.

5.1.2. При периодических осмотрах элегазового оборудования персонал обязан проверять соблюдение следующих требований:

- отсутствие посторонних шумов, запахов и других признаков ненормальной работы оборудования;
- отсутствие внешних повреждений элементов оборудования и строительных конструкций здания;
- соответствие температуры воздуха в помещении КРУЭ эксплуатационным требованиям;
- контроль доступа посторонних лиц в помещение КРУЭ;
- вести запись числа пусков насосов;
- вести запись числа коммутационных операций.

5.1.3. При обнаружении нарушений нормальной работы оборудования необходимо немедленно сообщить об этом непосредственному начальнику или его заместителю и сделать запись в оперативном журнале и журнале дефектов.

5.1.4. Плотность элегаза непрерывно контролируется при помощи измерителей-сигнализаторов плотности, которые при недопустимом уменьшении плотности должны подавать аварийные сигналы.

5.1.5. Если утечка элегаза составляет менее 0,5% в год, то достаточно просто подкачать элегаз. Если оборудование требует ремонта для устранения утечки элегаза, то оборудование следует отключить.

5.1.6. В помещении КРУЭ температура воздуха должна соответствовать требованиям эксплуатационной технической документации завода-изготовителя, но



не выше 40°C в летнее время и не ниже 5 °С в зимнее время.

5.1.7. При осмотрах элегазового оборудования необходимо обращать внимание на возможное возникновение коррозии. Болтовые или резьбовые соединения оболочки должны оставаться легко разбираемыми, при этом должна учитываться гальваническая коррозия, которая может привести к потере герметичности.

5.1.8. Указательные устройства должны быть маркированы следующим образом:

- включенное положение - В (белая буква на красном фоне);
- отключенное положение - О (белая буква на зелёном фоне).

Определение отключенного положения коммутационных аппаратов обеспечивается выполнением одного из условий:

- виден изоляционный промежуток между контактами;
- положение подвижного контакта, гарантирующее изоляционное расстояние или промежуток, показывается визуальным индикаторным устройством (механическим указателем гарантированного положения контактов).

## **5.2. Оценка технического состояния**

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

5.2.2. Контроль технического состояния оборудования КРУЭ должен производиться оперативным и оперативно-ремонтным персоналом энергообъекта в соответствии с действующими национальными нормативными техническими документами.

Порядок контроля устанавливается производственными и должностными инструкциями.

5.2.3. Замеры концентрации элегаза в помещениях КРУЭ должны производиться с помощью измерителей-газоанализаторов на высоте 10-15 см от уровня пола.

Приборы контроля концентрации элегаза в помещении КРУЭ должны находиться в кабельных каналах или на нулевой отметке помещения с выводом сигнала оперативному персоналу на рабочее место.

5.2.4. 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.

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

5.2.6. 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.

Результаты измерений параметров оборудования КРУЭ должны быть занесены в паспорта на каждую ячейку КРУЭ.

5.2.7. Температура нагрева и соответствующие превышения температуры токоведущих частей КРУЭ при длительной работе в нормальном режиме должны соответствовать данным, приведенным в Таблице 5.1.





Таблица 5.1.

## Нормы нагрева частей оборудования

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
4. Токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические части, не изолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами.	120	80

\*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.

## 5.2.8. 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°С;



- не доступных для прикосновения, в нормальных условиях обслуживания оборудования - 80°C.

5.2.9. Система диагностики КРУЭ может предусматривать контроль основных технических характеристик оборудования, а именно:

- состояния главной токопроводящей цепи (степень нагрузки по току и нагрев элементов КРУЭ);
- состояния изоляции главных цепей, уровень частичных разрядов;
- состояния газовой системы (давление/плотность элегаза, степень увлажнения элегаза, примеси в элегазе);
- состояния блокировок коммутационных аппаратов;
- соответствия механических параметров коммутационных аппаратов (скоростные и временные характеристики, конечные положения подвижных частей, параметры приводов);
- ресурсных характеристик коммутационных аппаратов (механическая наработка, коммутационный ресурс);
- состояния вторичных цепей измерительного оборудования и цепей управления, включая контроль оперативных цепей и системы обогрева.

### **5.3. Обеспечение безопасной эксплуатации элегазового оборудования**

5.3.1. Монтаж элементов КРУЭ осуществляют по проекту, согласованному в соответствии с национальными требованиями.

5.3.2. Безопасность эксплуатации элегазового оборудования обеспечивается соблюдением соответствующих требований. Должны быть проверены:

- выполнение требований СНиП, Правил техники безопасности (ИКЭС-ПР-048-2016), Правил пожарной безопасности и других нормативных, технических и правовых документов;
- выполнение указаний по монтажу заводов-изготовителей КРУЭ;
- выполнение инструкций по монтажу оборудования;
- работы по заполнению оборудования с элегазом;
- проведенные пуско-наладочные испытания отдельных узлов оборудования;
- работоспособность оборудования и технологических схем;
- настройки всех систем контроля и управления, устройств защиты, блокировки и сигнализации;
- мероприятия по проведению комплексного опробования оборудования;
- укомплектованность и обученность персонала с проведением проверки знаний;
- эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда, оперативные схемы, техническая документация по учету и отчетности;
- подготовленные и испытанные средства защиты, инструмент, материалы;



- введенные в эксплуатацию средства связи, сигнализации, пожаротушения и вентиляции.

5.3.3. Для эксплуатации элегазового оборудования должно быть получено разрешение органов энергетического и санитарно-эпидемиологического надзора.

5.3.4. При проведении пусконаладочных работ результаты измерений, проверок и испытаний отражаются в протоколах испытаний. Объем проверок и испытаний при пусконаладочных работах определяется национальными стандартами и техническими условиями завода-изготовителя КРУЭ.

Заключение о пригодности КРУЭ к эксплуатации выдается на основании сравнения результатов испытаний и измерений с их значениями, указанными в паспортах и протоколах заводских испытаний и измерений, а также по совокупности результатов всех проведенных испытаний, измерений и осмотров.

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

5.3.6. Для обеспечения безопасной эксплуатации КРУЭ выполняются следующие виды 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.

Результаты измерений и проверок должны оформляться протоколами и храниться у оперативного персонала на энергообъекте.

5.3.7. Запрещается нахождение обслуживающего персонала в зоне действия выхлопных и предохранительных устройств элегазового оборудования, находящейся под избыточным давлением. Выхлоп с защитной мембраной должен быть направлен в зону, где нахождение работников маловероятно.

5.3.8. Текущий и средний ремонты элегазового оборудования должны проводиться в сроки, указанные в технической документации заводов-изготовителей. Периодичность последующих ремонтов может быть изменена техническим руководителем организации на основании статистики неисправностей на данный вид оборудования.



5.3.9. Для обеспечения безопасной эксплуатации элегазового оборудования на предприятии электрических сетей должны быть выполнены следующие требования:

- ограничить доступ персонала к элегазовому оборудованию;
- обеспечить проведение инструктажей по технике безопасности оперативного и другого персонала относительно риска производства работ и требований к безопасности их выполнения;
- использовать при эксплуатации оборудования дистанционное управление и обеспечивать соответствующую работу систем блокировки;
- выбирать оборудование, которое снижает риск нежелательного для персонала оперирования (например, быстродействующие заземлители, исполнительные механизмы с дистанционным управлением);
- отчетливо маркировать оборудование для визуального определения отдельных устройств и газовых отсеков. Маркировка должна быть выполнена предельно просто.

## **6. Требования к персоналу**

6.1. К работе с элегазовым оборудованием допускаются лица с профессиональным образованием, а по управлению такими электроустановками - с опытом работы в профессии и соответствующей группой по электробезопасности.

6.2. Работники, не имеющие соответствующего профессионального образования или опыта 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).

6.3. На объектах электроэнергетики, эксплуатирующих элегазовое оборудование, должна быть организована подготовка персонала к выполнению возложенных на них обязанностей и система непрерывного повышения квалификации, при этом следует учитывать особенности изготовления и комплектации КРУЭ у каждого изготовителя.

6.4. Для обеспечения требуемого профессионального уровня подготовки персонала должно проводиться обучение. Обучение рекомендуется проводить в специализированных образовательных учреждениях/организациях (учебно-курсовой комбинат, центр подготовки персонала, центр обучения организаций производителей оборудования и др.).

6.5. Подготовка персонала по новой должности проводится по планам и программам, утверждаемым руководителем организации. В зависимости от категории персонала в программах обучения должны учитываться требования по обязательным формам подготовки, а также требования органов государственного надзора.

6.6. Элегазовое оборудование имеет особенности у каждого изготовителя, поэтому должно быть организовано обучение эксплуатационного персонала техническому обслуживанию КРУЭ. Программа обучения реализуется на рабочей площадке по монтажу оборудования или предварительно в учебных центрах завода изготовителя. Программа должна содержать меры безопасности при работе с оборудованием, техническое обслуживание, а также действия обслуживающего



персонала при неисправной работе оборудования КРУЭ.

6.7. Центры по подготовке персонала должны быть оснащены оборудованием в соответствии с действующими в отрасли требованиями, иметь в своем составе полигоны, учебные классы, лаборатории, оборудованные техническими средствами обучения и укомплектованные специалистами.

6.8. Организация работы с работниками энергообъектов должна предусматривать следующие обязательные формы подготовки:

- предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования);
- подготовка по новой должности или профессии с обучением на рабочем месте (стажировка);
- обучение по охране труда и пожарной безопасности/пожарно-техническому минимуму;
- учебные противопожарные тренировки;
- обучение работников, не имеющих профессиональной подготовки, для работы в электроустановках (до допуска к самостоятельной работе, по решению руководителя);
- предэкзаменационная подготовка;
- проверка знаний норм и правил в области электроэнергетики, технических регламентов, требований технологических процессов выполнения работ, должностных инструкций, правил охраны труда, правил пожарной и промышленной безопасности по утвержденному перечню нормативных документов, знание которых необходимо по занимаемой должности с участием представителя органа государственного контроля (надзора) в случаях определенных межгосударственным стандартом, нормативными правовыми актами государства нахождения энергообъекта;
- аттестация;
- вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи по охране труда и пожарной безопасности;
- дублирование (для оперативного и оперативно-ремонтного персонала);
- специальная подготовка;
- контрольные тренировки;
- обучение правилам оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- профессиональное дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации;
- коллективные формы работы;
- психофизиологические обследования функционального состояния (рекомендуется, по решению руководителя).

6.9. Содержание работы с различными категориями работников, программы



подготовки, сроки обучения, формы документов, подтверждающих результаты обучения, осуществляются в соответствии с требованиями национального законодательства.

6.10. Персонал, эксплуатирующий КРУЭ, должен быть аттестован на знание соответствующих правил, определяющих порядок безопасной эксплуатации, в перечень которых должны входить как государственные законодательные акты, так и отраслевые нормы и требования.

6.11. Для работников, эксплуатирующих элегазовое оборудование, руководитель организации должен определить объем проверки знаний действующих в отрасли эксплуатационных документов. При определении объема знаний следует учитывать должностные обязанности и характер производственной деятельности работника, а также требования тех нормативных документов, обеспечение и соблюдение которых входит в его служебные обязанности. Объем знаний по технике безопасности для всех категорий рабочих определяется утвержденной руководителем предприятия инструкцией.

6.12. Работники, имеющие перерыв в работе более 6 месяцев или вновь принятые на работу, до допуска к самостоятельной работе обязаны пройти инструктаж по технике безопасности, обучение (стажировку) и проверку знаний, дублирование (для оперативного и оперативно-ремонтного персонала) в объеме действующих в отрасли требований. Лица, допускаемые к работам, связанным с эксплуатацией элегазового оборудования, не должны иметь медицинских противопоказаний для выполнения этих работ.

## 7. Правила техники безопасности при работе с элегазом

### 7.1. Предельно допустимые концентрации элегаза и веществ в рабочей зоне

7.1.1. По степени воздействия на организм элегаз относится к вредным веществам четвертого класса опасности, то есть к веществам малоопасным. Эти вещества характеризуются показателям, приведенными в Таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование показателя	Нормы для класса опасности
	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Менее 3



7.1.2. Опасность работы с элегазом заключается в том, что элегаз, являясь тяжелее воздуха, при утечке из оборудования заполняет любые углубления (приямки, кабельные каналы, неветилируемые помещения и т. д.), вытесняя из них воздух и создавая атмосферу непригодную для дыхания.

После разгерметизации элегазового оборудования в результате аварии или ошибочных действий персонала при выполнении работ, в случае обнаружения в воздухе неприятного запаха (подобного сероводороду), указывающего на присутствие газообразных продуктов разложения элегаза, следует немедленно покинуть помещение.

7.1.3. Запрещается входить без средств защиты в помещения, где ожидается потенциально опасная концентрация элегаза:

- распределительные элегазовые устройства;
- помещения, расположенные ниже уровня зала, в котором установлено элегазовое оборудование и связанное с ним коридорами и паттернами;
- кабельные каналы и коллекторы.

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

При коммутациях, выполняемых на элементах КРУЭ, происходит появление внутри оборудования вредных для здоровья человека газообразных и твердых веществ.

Контакт персонала энергообъекта с элегазом и продуктами его разложения может возникнуть при заполнении оборудования, техническом обслуживании, ремонте, его утилизации, а также в случае разгерметизации в результате аварии.

7.1.5. При выбросе элегаза и продуктов его разложения из оборудования автоматически должна быть включена приточно-вытяжная вентиляция. Вентиляция должна продолжаться до тех пор, пока результаты замеров в воздушной среде не покажут объемное содержание кислорода не менее 17%., а концентрация вредных веществ в помещении не должна превышать допустимых норм, указанных в Таблице 7.2.

Таблица 7.2

Предельно допустимые концентрации веществ в рабочей зоне

Название веществ, краткая характеристика	Формула	Токсикологическая характеристика	ПДК <sub>р.з.в</sub> России, мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>р.з.в</sub> в других странах
Шестифтористая сера, газ без цвета и запаха	SF <sub>6</sub>	Безвредна	5000	1000 ppm-об. (6000 мг/м <sup>3</sup> )*
Четырехфтористая сера, резкий характерный запах	SF <sub>4</sub>	Подобен SOF <sub>2</sub>	-	0,1 ppm-об. 0,4 мг/м <sup>3</sup>



Двухфтористая сера	$SF_2$		-	5 ppm-об. 18 мг/м
Однофтористая сера	$S_2F_2$		-	0,5 ppm-об. 2,5 мг/м <sup>3</sup>
Димер пятифтористой серы, газ без цвета и запаха	$S_2F_{10}$	Вызывает отек легких	-	0,025 ppm-об. (0,28 мг/м <sup>3</sup> ) 0,25 мг/м <sup>3</sup>
Окись димера пятифтористой серы	$S_2F_{10}O$		-	0,01 ppm-об.** (0,11 мг/м <sup>3</sup> ) 0,5 ppm-об. (6 мг/м <sup>3</sup> )
Фтористый тионил, характерный запах	$SOF_2$	Головная боль, недомогание, раздражение дыхательных путей	-	3 ppm-об. 0,6 ppm-об. (2,1 мг/м <sup>3</sup> ) 2,5 мг/м <sup>3</sup> (0,7 ppm-об.) 1,6 ppm-об.** (5,66 мг/м <sup>3</sup> )
Фтористый сульфурил, газ без цвета и запаха	$SO_2F_2$	Депрессия, отек легких, удушье, конвульсант	-	20 мг/м <sup>3</sup> 5 ppm-об.
Четырехфтористый тионил	$SOF_4$	Подобен $SOF_2$	-	2,5 мг/м <sup>3</sup>
Серный ангидрид	$SO_3$		1	-
Сернистый газ	$SO_2$	Раздражение дыхательных путей, спазм бронхов	10	2 ppm-об.** 12 мг/м <sup>3</sup> 5 ppm-об. 13 мг/м <sup>3</sup>
Четырехфтористый углерод	$CF_4$		-	2,5 мг/м <sup>3</sup> 10 ppm-об. 39 мг/м <sup>3</sup>
Сероуглерод, жидкость с приятным запахом, но разлагается с неприятным запахом	$CS_2$	Наркотическое воздействие	1	10 ppm-об. 30 мг/м <sup>3</sup>
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 <sup>3</sup>
Шестифтористый вольфрам	$WF_6$	Подобен $SOF_2$	-	-





Четырехфтористый кремний	$\text{SiF}_4$		-	2,5 мг/м <sup>3</sup> 0,6 ppm-об.
Диметил-дифторсилан	$(\text{CH}_3)_2\text{SiF}_2$		-	1 мг/м <sup>3</sup>
Фтористый алюминий	$\text{AlF}_3$		0,5	2,5 мг/м <sup>3</sup>
Фтористая медь	$\text{CuF}_2$		2,5	2,5 мг/м <sup>3</sup>
Фтористое железо	$\text{FeF}_2$		2,5	2,5 мг/м <sup>3</sup>
Сульфид железа	$\text{FeS}$		-	1 мг/м <sup>3</sup>
* В скобках приводятся пересчитанные значения. ** Значения, принятые в МЭК 1634 [6.4] .				

7.1.6. После вентиляции производственного помещения уборка территории электроустановки от продуктов разложения элегаза проводится с применением индивидуальных средств защиты (защитный костюм, перчатки, очки и респиратор).

7.1.7. При выполнении аварийно-восстановительных работ в помещении с элегазовым оборудованием, воздух которого загрязнен продуктами разложения элегаза, необходимо применять изолирующий противогаз.

## 7.2. Меры безопасности при работах в помещении загрязненном элегазом и продуктами его разложения

7.2.1. Перед выполнением работ в закрытом помещении, аппарате или кабельном коллекторе (канале) необходимо включить приточно-вытяжную вентиляцию и провести приборную проверку рабочей зоны, убедившись в том, что воздушная среда пригодна для дыхания человека. Методы определения пригодности воздушной среды для дыхания определяются местными инструкциями по технике безопасности. Работы в помещениях, заполненных элегазом, выполняются персоналом в изолирующих противогазах.

7.2.2. Персоналу, обслуживающему элегазовое оборудование, следует помнить, что при быстром выбросе сжатого элегаза его внезапное расширение уменьшает окружающую температуру воздуха. При этом температура газа может упасть ниже 0°C. Персонал, случайно подвергнувшийся воздействию струи газа, например при заполнении газом оборудования, рискует получить серьезное обморожение участков тела при отсутствии защитной одежды и средств защиты глаз.

7.2.3. При выполнении планово предупредительных работ на оборудовании, заполненном элегазом (заполнение объемов, отбор проб на анализ и т.д.), должна быть постоянно включена вентиляция.

7.2.4. Единоличный вход в помещение, в котором может накапливаться элегаз, запрещается. При необходимости срочного проведения работ по оперативному обслуживанию или ремонту оборудования, находящегося в загрязненной территории, персонал обязан использовать средства защиты: изолирующий противогаз, защитный костюм, защитная обувь и перчатки.



7.2.5. В помещении с элегазовым оборудованием запрещается курить, использовать нагревательные приборы и открытое пламя (газовые горелки, паяльные лампы и т.д.).

7.2.6. При ликвидации последствий выброса твердых продуктов разложения элегаза необходимо избегать поднятия пыли в воздух. Выполнение работ по ликвидации последствий выброса твердых продуктов разложения элегаза сводится к удалению вредной пыли со всех поверхностей помещения посредством сухой (пылесосами) или мокрой обработки. Протирку полов, стен и внешних поверхностей оборудования осуществляют ветошью смоченной в растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (карбонат натрия) — кальцинированной соды (5-7 кг кальцинированной соды на 50-60 л воды). Работы производятся составом смены энергообъекта. Состав бригады при выполнении данной работы должен быть одет в пыленепроницаемый комбинезон (защитный костюм), органы дыхания должны быть защищены противопылевым фильтрующим респиратором или изолирующим противогазом, а глаза должны быть защищены защитными очками. При влажной уборке дополнительно используются резиновые перчатки и сапоги.

7.2.7. По окончании работ и снятии средств индивидуальной защиты работник обязан тщательно промыть лицо, шею, руки, кисти и другие участки тела мылом с большим количеством воды.

Средства индивидуальной защиты, используемые при уборке помещения, после окончания работ подлежат машинной стирке или утилизируются принятым в отрасли порядке.

7.2.8. Спецодежду, обувь и другие предметы из тканевых материалов, подверженных воздействию продуктов распада элегаза, необходимо подвергнуть обработке в нейтрализационном растворе. Состав раствора: на каждые 50 л воды 5 кг карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) или 2,5 кг гидроксида натрия ( $\text{NaOH}$ ), или гидроксида калия ( $\text{KOH}$ ). Нейтрализация проводится не менее 1-го часа, при этом необходимо периодически помешивать раствор так, чтобы раствор достиг загрязнённых частей предметов. После нейтрализации предметы одежды необходимо прополоскать в чистой проточной воде и простирать в обычных стиральных растворах.

7.2.9. Нейтрализующий раствор следует слить в стояк для сточных вод и промыть тару обильной струёй воды. Помещение для хранения защитной одежды должно быть оснащено вентиляцией, иметь магистрали с кранами холодной воды и контейнеры для хранения использованных средств индивидуальной защиты (костюмы, перчатки, обувь и т.д.). В помещениях для хранения защитной одежды запрещается принимать пищу, пить воду и курить, а также хранить штатскую одежду повседневной носки. Запрещено в этом помещении хранить материалы, загрязнённые фторидами.

7.2.10. Нейтрализации также подлежат:

- утилизируемые материалы, которые были в контакте с продуктами разложения элегаза. Данные материалы нейтрализуются в растворе, составленном из 5-7 кг карбоната натрия (стиральная сода) примерно в 50 л воды или в растворах  $\text{KOH}$  и  $\text{NaOH}$  (на 10-12 л 0,5 кг  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$ ). Время нейтрализации 24 часа. В дальнейшем материалы помещаются в двойные пластиковые мешки и



утилизируются в порядке, установленном местными инструкциями. Использованный нейтрализующий раствор слить в стояк для сточных вод. Твёрдые продукты разложения элегаза, собранные в бумажном фильтре пылесоса для нейтрализации, погружаются на 24 часа в нейтрализующий раствор. Фильтр в дальнейшем использованию не подлежит и выбрасывается в мусоросборник.

- детали и узлы элегазового оборудования, соединительные шланги и арматура, используемая для перекачки элегаза с продуктами его разложения: шланги пылесоса и тканевый пылесборник; механические фильтры, щётки, ветошь. Время нейтрализации – 24 часа. Обработанные узлы и детали, шланги и запорная арматура, механические фильтры, инструмент и т.д. промываются водой, сушатся и могут быть использованы в дальнейшей работе. Инструменты, приспособления, монтажные столы, средства индивидуальной защиты (очки, перчатки, фартук) промываются водой, сушатся и могут использоваться в дальнейшей работе. Свободный выброс продуктов разложения элегаза недопустим, т.к. продукты разложения токсичны, поэтому на выходе системы вентиляции необходимы специальные фильтры-поглотители газообразных и твёрдых продуктов разложения.

### **7.3. Правила оказания первой помощи при отравлении элегазом и продуктами его разложения**

7.3.1. При кратковременном контакте с продуктами разложения работник обязан немедленно промыть открытые поверхности кожи мыльным раствором с большим количеством воды.

7.3.2. В случае потери сознания работником вследствие удушья в помещении, заполненном элегазом, пострадавшему необходимо дать кислородную подушку, а затем немедленно вынести его на свежий воздух. Категорически запрещается для восстановления жизненных функций производить искусственное дыхание. В дальнейшем вызвать карету скорой помощи и продолжать контролировать состояние пострадавшего.

7.3.3. Попадание твердых продуктов разложения элегаза на поверхностные покровы вызывает сильное раздражение кожи или ее ожог. В этом случае необходимо быстро удалить их с пораженного участка. Для этого необходимо пораженный участок кожи обильно промыть проточной водой (не менее 20 минут), слабым раствором аммиака или раствором пищевой соды. При обработке ожогов поверхностных покровов кожи запрещается использование жиров и масел. Обожженную поверхность необходимо накрыть чистой салфеткой и поверх нее положить сухой холод (на 20-30 минут).

7.3.4. При попадании твердых продуктов элегаза в глаза, их необходимо обильно промыть водой, а затем 3% раствором борной кислоты. Струя холодной воды должна быть, направлена так, чтобы она стекала от носа кнаружи.

В случае отравления (попадания в желудок) продуктов разложения элегаза необходимо промыть желудок большим количеством воды.

7.3.5. В каждом помещении с элегазовым оборудованием должна быть аптечка, для оказания первой помощи укомплектованная в соответствии с национальными требованиями.



**7.3.6. СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ, ЧТО ПРИ ЛЮБОМ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ МЕДИЦИНСКУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШЕМУ ОКАЗЫВАЮТ МЕДИЦИНСКИЕ РАБОТНИКИ ВЫЗВАННОЙ БРИГАДЫ СКОРОЙ ПОМОЩИ.**

**8. Правила техники безопасности при утилизации элегазового оборудования**

8.1. Вывод элегазового оборудования из эксплуатации должен производиться в сроки, указанные в годовых графиках его ремонта, согласованных с эксплуатирующей организацией. Вывод из эксплуатации осуществляется на основании анализа статистических данных, полученных по результатам технического освидетельствования, в случае повреждений, при выходе параметров за установленные нормы, выявленные при техническом обслуживании, а также по причине физического износа.

8.2. Утилизация элементов оборудования КРУЭ производится согласно указаниям предприятия-изготовителя. Перед началом проведения работ по демонтажу элегазового оборудования в электропомещениях необходимо включить вентиляцию и убедиться в наличии среды, подходящей для дыхания. Персонал, выполняющий работы в заполненном элегазом электропомещении, обязан использовать изолирующие противогазы.

8.3. Перед вскрытием элегазовое оборудование должно быть освобождено от элегаза и/или остатков газообразных продуктов распада элегаза путем откачки газа и последующего вакуумирования (в случае загрязненного продуктами распада элегаза с барботажем через щелочной раствор 0,1 кг едкого натра или карбоната натрия на 10-12 л воды). После вакуумирования элегазовое оборудование заполняется азотом или воздухом.

8.4. При выполнении работ по удалению элегаза из оборудования необходимо принять меры по предотвращению его выброса в атмосферу или рабочую зону помещения. Извлечение элегаза должно производиться с помощью газоизвлекающего оборудования специально разработанного для работы с элегазом и обеспеченного средствами регенерации при удалении газообразных и твердых продуктов разложения. Оно должно иметь возможность хранения элегаза под давлением.

8.5. Персонал, выполняющий работу по извлечению элегаза, как и персонал энергообъекта, обслуживающий элегазовое оборудование, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты. Инструкции по технике безопасности производителей элегазового оборудования и организаций эксплуатирующих его должны содержать требования, учитывающие извлечение газа в каждой из ситуаций:

- а) давление газа увеличивается в герметически закрытых системах;
- б) необходимо перемещение газа из оболочки (закрытого резервуара) для обслуживания, ремонта или расширения;
- в) необходимо удаление газа из оборудования в конце его жизненного цикла;
- г) необходимо выполнение отбора газа или измерение его давления по временным связям измерительного прибора.



8.6. Персонал, осуществляющий извлечение элегаза из оборудования, должен быть ознакомлен с вредными и опасными свойствами продуктов разложения элегаза и осознавать опасность угрозы своему здоровью в результате нарушения требований безопасности.

8.7. Нулевые показания манометров и/или сигнализаторов плотности элегаза (элегазовой смеси), установленные на газовых отсеках элегазового оборудования, не могут служить достоверным признаком отсутствия давления в резервуаре.



## БИБЛИОГРАФИЯ

1. ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.35.184-2014 Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией в металлической оболочке (КРУЭ) 110 кВ и выше. Общие технические условия.
2. ГОСТ Р 54828-2011 Комплектные распределительные устройства в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ) на номинальные напряжения 110 кВ и выше. Общие технические условия.
3. ГОСТ 8024-90 Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний.
4. ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.028-2009 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС).
5. Техническая политика ОАО "МРСК Центра", 2010.