Приложение
к приказу ПАО «РусГидро»
от 13.11.2025 № 930

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ ГИДРОГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ – РУСГИДРО»
(ПАО «РУСГИДРО»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ЭЛЕГАЗ. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ

СТО РусГидро 02.02-155-2025

Красноярск – 2025

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», а правила применения стандарта организации – ГОСТ Р.1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о Стандарте

1 РАЗРАБОТАН	Публичным акционерным обществом «Федеральная гидрогенерирующая компания – РусГидро» (ПАО «РусГидро»)
2 ВНЕСЕН	Департаментом технического регулирования ПАО «РусГидро» по рекомендации Комиссии по техническому регулированию (протокол от 04.12.2024 №66)
3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	приказом ПАО «РусГидро» от 13.11.2025 № 930
4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ	

Настоящий Стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «РусГидро»

Содержание

1. Область применения 1
2. Нормативные ссылки 2
3. Термины и определения 2
4. Сокращения 4
5. Требования к порядку обращения с элегазом 4
5.1. Приём чистого элегаза 4
5.2. Требования к помещениям, предназначенным для хранения элегаза 5
5.3. Требования к баллонам 7
5.4. Требования экологической безопасности при хранении элегаза и обращении с элегазом при эксплуатации элегазового оборудования 9
5.5. Требования пожарной безопасности при хранении элегаза 11
5.6. Требования к транспортировке элегаза 12
5.7. Порядок очистки и утилизации элегаза 14
5.8. Меры безопасности при обращении с элегазом 17
6. Требования к оборудованию для работы с элегазом 20
7. Требования к персоналу 21
8. Аварийный запас 22
Приложение А 24
Приложение Б 27

ВВЕДЕНИЕ

Стандарт организации СТО РусГидро 02.02-155-2025 «Элегаз. Требования к эксплуатации и утилизации» (далее – Стандарт) разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Стандарт является локальным нормативным актом (документом) ПАО «РусГидро» и устанавливает требования к организации процесса обращения с элегазом при эксплуатации элегазового электрооборудования электрических станций, электрических сетей, направленные на обеспечение требований надежности производственных объектов Группы РусГидро с учетом соблюдения требований охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

Стандарт предназначен для обязательного применения в ПАО «РусГидро». Подконтрольные организации применяют требования стандарта после их утверждения в установленном порядке в качестве локального нормативного документа подконтрольной организации ПАО «РусГидро».

При разработке Стандарта использованы требования нормативных правовых документов Российской Федерации в области эксплуатации и утилизации элегаза.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ПАО «РусГидро»

ЭЛЕГАЗ. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ

Дата введения – 13.11.2025 г.

1. Область применения

1.1. Стандарт организации СТО РусГидро 02.02-155-2025 «Элегаз. Требования к эксплуатации и утилизации» (далее – Стандарт) устанавливает требования к организации обращения с элегазом при эксплуатации элегазового электрооборудования электрических станций и электрических сетей, направленные на обеспечение требований надежности производственных объектов Группы РусГидро с учетом соблюдения требований охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

1.2. Требования Стандарта распространяются на работников ПАО «РусГидро».

Подконтрольные организации ПАО «РусГидро» применяют требования Стандарта после принятия в установленном порядке решения о присоединении к Стандарту и всем последующим изменениям к нему и признании Стандарта своим внутренним документом, обязательным для исполнения.

1.3. Требования Стандарта обязательны для сторонних организаций и физических лиц, выполняющих работы (оказывающих услуги) в области его применения по договорам с ПАО «РусГидро» и (или) с его филиалами, подконтрольными организациями, если такое обязательство закреплено в заключаемых с ними договорах.

1.4. Обязательность применения требований Стандарта ограничена их деятельностью на объектах, расположенных в Российской Федерации, владельцами или инвесторами (застройщиками) которых являются ПАО «РусГидро» и (или) его подконтрольные организации.

1.5. Применение требований Стандарта для целей зарубежной экономической деятельности определяется соответствующим международным соглашением.

1.6. При расхождении требований Стандарта с требованиями локальных нормативных документов (актов) ПАО «РусГидро», изданных

до его введения в действие, следует руководствоваться требованиями Стандарта.

1.7. При введении в действие (внесении изменений) в нормативные правовые и (или) нормативные технические акты, требования которых отличаются от приведенных в Стандарте, следует руководствоваться требованиями вновь введенных (измененных) документов до внесения в Стандарт соответствующих изменений.

2. Нормативные ссылки

В Стандарте использованы следующие нормативные правовые акты Российской Федерации:

Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об охране окружающей среды»;

Приказ Министерства энергетики РФ от 22 сентября 2020 г. N 796 «Об утверждении правил работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации»;

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

Правила техники безопасности при эксплуатации элегазового оборудования ИКЭС-ПР-051-2017;

РД 16.066-05 «Элегазовое электротехническое оборудование. Технические требования к производству для обеспечения качества элегаза в оборудовании и меры обеспечения санитарно-гигиенической и экологической безопасности»;

РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*) «Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий»;

СТО 17330282.27.010.001-2008 «Электроэнергетика. Термины и определения».

3. Термины и определения

В Стандарте применены термины по СТО 17330282.27.010.001-2008, а также аналогичные термины электроэнергетики с соответствующими определениями:

3.1. Группа РусГидро: ПАО «РусГидро» и его подконтрольные организации.

3.2. ДОПОГ: Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов.

3.3. закрытое распределительное устройство: Распределительное устройство оборудование которых устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами.

3.4. комплектное распределительное устройство: Распределительное устройство, заключенное в металлическую оболочку, в котором для изоляции, по меньшей мере частичной, используется элегаз или смесь элегаза с другим газом (азотом или хладоном).

3.5. н.у.к.: Вещества и изделия, не указанные конкретно в перечне опасных грузов, относятся к «обобщенной» позиции или к позиции «не указано конкретно» согласно ДОПОГ.

3.6. очистка – процесс удаления загрязняющих веществ из газа, чтобы вернуть его к первоначальному состоянию и использовать повторно.

3.7. распределительное устройство: Электроустановка, служащая для приема и распределения электрической энергии одного класса напряжения.

3.8. утилизация: Процесс, при котором использованный элегаз уничтожают с соблюдением экологических требований.

3.9. элегаз: Шестифтористая сера SF_6 – газ, обладающий высокими изоляционными и дугогасящими свойствами, применяемый для заполнения газовых отсеков элегазового оборудования. Общие сведения об элегазе представлены в приложении А.

3.10. элегазовое оборудование: Электрическое оборудование в котором в качестве изолирующей и дугогасящей среды используется элегаз.

3.11. энергообъект: Объект, непосредственно используемый в процессе производства и/или передачи электрической, тепловой энергии (электростанция, электрическая или тепловая сеть).

4. Сокращения

АЗ – аварийный запас;

АНЗ – аварийный неснижаемый запас;

ЗИП – запасные части, инструменты и принадлежности;

ЗРУ – закрытое распределительное устройство;

КРУЭ – комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией;

ПДК – предельная допустимая концентрация;

ПО – подконтрольная организация;

РУ – распределительное устройство;

ТН – трансформатор напряжения;

ТТ – трансформатор тока;

ФНП ОРПД – Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением.

5. Требования к порядку обращения с элегазом

5.1. Приём чистого элегаза

5.1.1. Чистый элегаз, а также другие газы предназначенные для заполнения электрооборудования (азот, тетрафторид углерода (фреон-14, хладон-14, тетрафторметан), далее – изолирующие газы), принимаемые от поставщиков, должны иметь паспорта (спецификации соответствия для импортных газов) качества и паспорта безопасности от изготовителя, определяющих технические требования к качеству газов при их производстве изготовителем.

5.1.2. Качество товарных изолирующих газов из транспортной емкости должно отвечать всем требованиям нормативных документов (международной спецификации, международным или национальным стандартам, техническим условиям, а также настоящего стандарта):

– для изолирующих газов производителей стран Европейского Союза - IEC 60376:2018;

– для элегаза российского производства ТУ 6-02-1249-83;

– для азота российского производства по ГОСТ 9293-74 (азот особой чистоты);

– для тетрафторида углерода российского производства по ТУ 301-14-78-92.

Указанные выше требования должны быть включены в технические требования на приобретение изолирующих газов.

5.2. Требования к помещениям, предназначенным для хранения элегаза

5.2.1. Хранение баллонов, наполненных элегазом, должно соответствовать требованиям Правил промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением (далее – ФНП ОРПД), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

5.2.2. Склады для хранения баллонов, наполненных элегазом, должны соответствовать проекту, разработанному в установленном порядке с учётом требований ФНП ОРПД. Здание склада должно быть одноэтажным с покрытиями легкого типа и не иметь чердачных помещений. Стены, перегородки, покрытия складов должны быть из несгораемых материалов, соответствующих проекту; окна и двери должны открываться наружу. Оконные и дверные стекла должны быть матовые или закрашены белой краской. Высота складских помещений для баллонов должна быть не менее 3,25 метра от пола до нижних выступающих частей кровельного покрытия. Полы складов должны быть ровные с нескользкой поверхностью.

5.2.3. Запрещается размещение помещений для хранения баллонов с элегазом в подвальных и полуподвальных помещениях.

5.2.4. В складах должны быть вывешены инструкции, правила и плакаты по обращению с баллонами, находящимися на складе.

5.2.5. Складское помещение для хранения баллонов должно быть разделено несгораемыми стенами на отсеки, в каждом из которых допускается хранение не более 1000 баллонов (40 литров).

5.2.6. Не допускается хранение в местах прохода людей, перемещения грузов и проезда транспортных средств.

5.2.7. Баллоны с элегазом могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе. Они должны быть защищены от воздействия солнечных лучей, атмосферных осадков и местного нагревания.

5.2.8. Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками, а также баллоны, имеющие специальную конструкцию с вогнутым днищем, должны храниться в вертикальном положении. Для предохранения от падения баллоны должны быть установлены в специально оборудованные гнезда, клетки или ограждаться барьером.

5.2.9. Баллоны, которые не имеют башмаков, могут храниться в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах. При хранении на открытых площадках разрешается укладывать баллоны с башмаками в штабеля с прокладками из веревки, деревянных брусьев, резины

или иных неметаллических материалов, имеющих амортизирующие свойства, между горизонтальными рядами.

5.2.10. При укладке баллонов в штабеля высота последних не должна превышать 1,5 метра, вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону.

5.2.11. Баллоны и технологические ёмкости с элегазом извлечённым из электрооборудования, в котором присутствовало термическое воздействие с температурой выше 500°С или возникал любой вид электрических разрядов, ввиду токсичности продуктов разложения элегаза должны храниться в отдельном прохладном, сухом закрытом помещении площадью не менее 8 $м^2$ с вытяжной вентиляцией, вдали от воспламеняющихся или взрывчатых материалов. Баллоны должны быть защищены от прямого солнечного света и температурных воздействий. Баллоны устанавливаются на чистом и ровном основании в вертикальном положении вентилем вверх и защищаются от падения. Вентиль баллона должен быть закрыт крышкой.

5.2.12. На дверях закрытых помещений для хранения всех видов элегаза должны быть в обязательном порядке установлены плакаты «Осторожно! Элегаз». Посещение данных помещений должно быть ограничено. Такие помещения должны быть оборудованы приборами контроля концентрации элегаза на высоте 10-15 см от уровня пола, а также устройствами, сигнализирующими о недопустимой концентрации элегаза и включающими приточно-вытяжную вентиляцию. Должно быть предусмотрено включение вентиляции снаружи помещения.

5.2.13. Вентиляция в помещении хранения всех видов баллонов с элегазом должна обеспечивать отсутствие превышения запыленности воздуха и допустимой концентрации элегаза в рабочей зоне распределительного устройства (при нахождении помещений для хранения элегаза рядом или в зоне РУ). Предельная допустимая концентрация элегаза в воздухе рабочей зоны, согласно требованиям безопасности, должна быть не более 5000 мг/м3 или 0,08% по объему. Запыленность воздуха должна быть не более 15 мг/м.

5.2.14. Вентиляция в помещения хранения всех видов элегаза и РУ (с применением элегаза) должна выполняться с забором воздуха от пола на всех уровнях помещения (включая кабельные каналы).

5.2.15. При наличии на объекте КРУЭ в кабельных помещениях под залами КРУЭ, помещениях для хранения баллонов с элегазом должна быть предусмотрена вентиляция с датчиком сигнализации утечки элегаза.

5.2.16. Для объектов без КРУЭ допускается хранить баллоны в прохладном, сухом, хорошо проветриваемом помещении вдали от

воспламеняющихся или взрывчатых материалов. Баллоны должны быть защищены от прямого солнечного света, установлены на чистом и ровном основании в вертикальном положении вентилем вверх и защищены от падения.

5.3. **Требования к баллонам**

5.3.1. Срок службы баллонов определяет организация-изготовитель. При отсутствии таких сведений срок службы баллона устанавливают 20 лет. Экспертизу промышленной безопасности в целях продления срока службы баллонов массового применения, объем которых 100 литров и менее, не производят, их эксплуатация за пределами назначенного срока службы не допускается, за исключением баллонов специального назначения, конструкция которых определена индивидуальным проектом и не отвечает типовым конструкциям баллонов и экспертизу (техническое диагностирование) которых проводят по истечении срока службы, а также в случаях, установленных руководством (инструкцией) по эксплуатации оборудования, в составе которого они используются.

5.3.2. Баллоны с чистым элегазом, тетрафторметаном и азотом подлежат техническому освидетельствованию каждые 10 лет. Баллоны с изоляционными газами, извлечёнными из электрооборудования, должны подвергаться техническому освидетельствованию 1 раз в 5 лет.

5.3.3. Освидетельствование (испытание) баллонов проводится организациями-изготовителями, а также специализированными организациями, имеющими наполнительные станции (пункты наполнения) и (или) испытательные пункты (пункты проверки) при наличии у них:

– производственных помещений, в соответствии с проектом, разработанным специализированной организацией, а также технических средств, обеспечивающих возможность проведения освидетельствования баллонов в полном соответствии с методиками разработчика проекта конструкции и (или) организации-изготовителя конкретного типа баллонов;

– назначенных приказом лиц, ответственных за проведение освидетельствования, из числа специалистов, аттестованных в установленном порядке, и рабочих соответствующей квалификации;

– клейма с индивидуальным шифром;

– производственной инструкции по проведению технического освидетельствования баллонов, устанавливающей объем и порядок проведения работ, составленной на основании методик разработчика проекта конструкции баллона.

5.3.4. Баллоны должны быть укомплектованы запорной арматурой (клапанами), плотно ввернутыми в отверстия горловины или в расходно-наполнительные штуцера у специальных баллонов, не имеющих горловины.

5.3.5. Баллоны вместимостью более 100 литров должны быть оснащены предохранительными клапанами.

При групповой установке баллонов допускается установка предохранительного клапана на всю группу баллонов. Пропускную способность предохранительного клапана в таких случаях подтверждают расчетом.

5.3.6. Хранение баллонов должны производиться с навернутыми колпаками, если конструкцией баллона не предусмотрена иная защита запорного органа баллона.

5.3.7. Баллон с газом на месте применения до начала использования должен быть установлен в вертикальное положение и надежно закреплен от падения в порядке, установленном производственной инструкцией по эксплуатации.

5.3.8. Выпуск (подача) газов из баллонов в сосуд, а также в технологическое оборудование с меньшим рабочим давлением, должен быть произведен через редуктор, предназначенный для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет. На входе в редуктор должен быть установлен манометр со шкалой, обеспечивающей возможность измерения максимального рабочего давления в баллоне; а на камере низкого давления редуктора должен быть установлен пружинный предохранительный клапан, отрегулированный на соответствующее разрешенное давление в сосуде или технологическом оборудовании, в которые выпускается газ, а также соответствующий данному давлению манометр. Тип манометра и предохранительного клапана определяется разработчиком проекта и изготовителем редуктора.

5.3.9. При эксплуатации баллонов не допускается расходовать находящийся в них газ полностью. Остаточное давление в баллоне устанавливается в руководстве (инструкции) по эксплуатации и должно быть не менее 0,05 МПа, если иное не предусмотрено техническими условиями на газ.

5.3.10. Баллоны, наполняемые газом, должны быть прочно укреплены и плотно присоединены к наполнительной рампе.

5.3.11. Не допускается наполнение газом баллонов, у которых:

– истек срок назначенного освидетельствования, срок службы (количество заправок), установленные изготовителем;

– истек срок проверки пористой массы;

– поврежден корпус баллона;
– неисправны вентили;
– отсутствуют надлежащая окраска или надписи;
– отсутствует избыточное давление газа;
– отсутствуют установленные клейма;
– неисправен предохранительный клапан (для баллонов вместимостью 100 литров и более).

5.3.12. Наполнение баллонов, в которых отсутствует избыточное давление газов, проводят после предварительной их проверки в соответствии с инструкцией наполнительной станции.

5.3.13. Баллоны должны иметь четкую маркировку с указанием содержания элегаза.

5.3.14. Любая ёмкость, содержащая чистый элегаз, должна быть помечена знаком в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Обозначение емкости, содержащей чистый элегаз

5.3.15. Любая ёмкость, содержащая использованный элегаз, должна иметь следующую маркировку в соответствии с рисунком 2.

5.3.16. Коэффициент заполнения баллона (от 1,04 до 1,2 кг/л), при максимальной емкости, должен соответствовать прочности баллона при температуре не выше 90 °С.

5.4. Требования экологической безопасности при хранении элегаза и обращении с элегазом при эксплуатации элегазового оборудования

5.4.1. В штатной ситуации при эксплуатации оборудования, содержащего элегаз, выброс в атмосферу, как правило, не превышает пределов допустимых норм утечек элегаза из оборудования, указанных в заводской документации. Оборудование, содержащее элегаз, не включается в перечень источников загрязнения атмосферы и не учитывается в инвентаризации выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

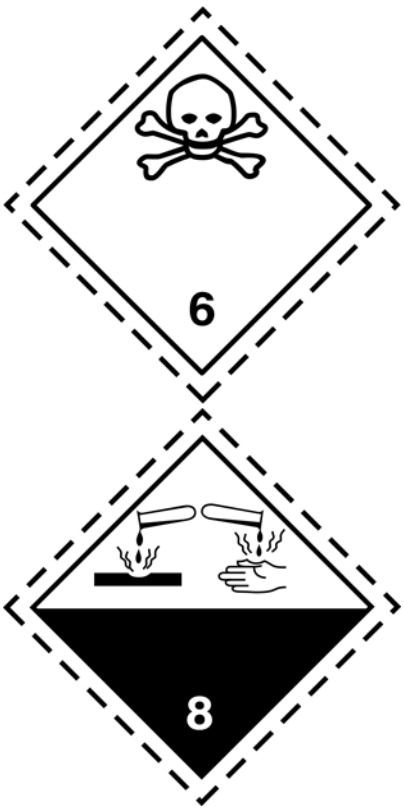


Рисунок 2 – Обозначение емкости, содержащей использованный элегаз

5.4.2. Согласно Приказу Минэнерго России от 19.04.2019 №391 «Об утверждении перечня форм предоставления в обязательном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями информации для включения в государственную информационную систему топливно-энергетического комплекса», необходимо заполнять макет 4.7. «Сведения по выбросам парниковых газов» в государственной информационной системе топливно-энергетического комплекса.

5.4.3. Продукты разложения, находящиеся в извлечённом из электрооборудования элегазе (смеси изоляционных газов), токсичны. За выброс в атмосферу вредных веществ в зависимости от причинённого окружающей природе и здоровью людей вреда предусмотрена административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

5.4.4. При техническом обслуживании элегазового оборудования необходимо:

– соблюдать меры, предотвращающие выброс (утечку) элегаза в атмосферу;

– после проведения анализа элегаза на содержание в нем сторонних примесей, при технической возможности обеспечивать очистку отработанного элегаза с обязательным повторным его использованием на объектах Группы

РусГидро (справочная информация по способам очистки, регенерации элегаза представлена в приложении Б);

– в случае невозможности очистки элегаза на объектах Группы РусГидро осуществлять очистку элегаза в сторонних организациях, исходя из экономической целесообразности (результатов сравнения стоимости нового элегаза и очищенного); если очистка экономически нецелесообразна, необходимо отправить элегаз в специализированную организацию на утилизацию;

– если невозможно повторно использовать отработанный элегаз на месте, его необходимо отправить в специализированную организацию на утилизацию;

– использовать систему мониторинга утечки элегаза в реальном времени для быстрого реагирования на аварийные ситуации (систему контроля по уровню давления элегаза в оборудовании или при помощи специальных приборов для контроля за выбросами элегаза, установленных в местах хранения элегаза и эксплуатации элегазового оборудования);

– на складах, где хранится элегаз, должны быть вывешены плакаты, указывающие на опасность, правила и инструкции обращения с элегазом, а также находиться приборы для контроля элегаза в атмосферном воздухе (в случае проведения контроля за выбросами специальными приборами).

5.4.5. При хранении элегаза на предприятии необходимо стремиться к снижению потерь элегаза в атмосферу как в части регламентированных и случайных выбросов, так и в части снижения утечки до 0,1 %/год. Срок хранения элегаза на предприятии в случае достижения предельного срока и невозможности проведения освидетельствования баллонов с элегазом и дальнейшей эксплуатации элегаза устанавливается не более 1 года.

5.4.6. В целях очистки элегаза должны применяться специальные устройства (обычно мобильные установки).

5.5. Требования пожарной безопасности при хранении элегаза

5.5.1. Помещения, в которых хранится элегаз, должны содержаться в чистоте. Не реже 1 раза в год должна проводиться уборка коридоров от пыли.

5.5.2. В помещениях для хранения элегаза запрещается устраивать кладовые и другие подсобные сооружения, не относящиеся к элегазовому хозяйству, а также хранить электротехническое оборудование, материалы, запасные части, емкости с горючими жидкостями.

5.5.3. На подстанциях с постоянным персоналом, а также на электростанциях первичные средства пожаротушения в помещении хранения элегаза должны размещаться у входов. При делении ЗРУ на секции посты

пожаротушения должны располагаться в тамбурах или на площадках у лестничных клеток.

5.5.4. Наполненные баллоны должны храниться в отдельном помещении от пустых.

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

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

5.5.7. Запрещается приступать к огнеопасным работам в месте хранения элегаза, если:

– не выполнены противопожарные мероприятия, не подготовлены средства пожаротушения и не оформлен наряд-допуск на проведение этих работ;

– неисправна аппаратура;

– на оборудовании и вблизи строительных конструкций (менее 20 м) имеются свежеокрашенные поверхности или проводятся окрасочные работы.

Порядок подготовки и проведения огнеопасных работ на данном оборудовании должен быть регламентирован в местной инструкции энергообъекта.

5.6. Требования к транспортировке элегаза

5.6.1. Перемещение баллонов по территории энергообъектов (в местах производства работ) должно производиться на специально приспособленных для этого тележках или с помощью других устройств, конструкция которых предохраняет баллоны от тряски и ударов. Баллоны размещаются на тележке лежа.

5.6.2. Транспортировка изоляционных газов по дорогам общего пользования (за территорией энергообъекта) должна осуществляться в соответствии с российским и международным законодательством. За организацию и осуществление перевозки опасного груза (баллонов с сжиженным газом) с нарушениями требований законодательства предусмотрена административная ответственность. В зависимости от перевозимого газа (чистый элегаз, элегаз с токсичными примесями, элегаз с токсичными и агрессивными примесями) должны быть включены в

технические требования на перевозку и соблюдены определённые условия перевозки.

5.6.3. Элегаз (смесь изоляционных газов, увлажнённый элегаз и т.д.), не содержащий токсичных или агрессивных примесей, может быть заполнен в том же типе баллона, как и не бывший в употреблении. Благодаря содержанию инертных газов (N2, O2 и т. д.) коэффициент заполнения должен быть меньше, чем для нового газа.

5.6.4. Указанные в п. 5.6.3 баллоны должны быть специально окрашены в черный цвет, на верхней трети баллона должны быть нанесены зеленый пояс и желтая маркировка в виде ромба, чтобы обеспечить возможность отличить их от баллонов, содержащих новый элегаз. На баллоне должна быть указана следующая информация:

– трафаретная надпись на баллоне (обязательно): 3163 (содержит минимум два химиката, например, гексафторид серы, тетрафторид углерода или воздух, или азот);

– маркировка баллона: зеленый знак опасности 2.2;

– транспортные документы (обязательно): 3163 сжиженный газ, н.у.к. (например, гексафторид серы, тетрафторид углерода — обязательно), класс 2, классификационный код 2A по ДОПОГ.

5.6.5. Элегаз, содержащий токсичные, но неагрессивные примеси, должен храниться в баллонах, специально окрашенных в черный цвет, с нанесенными оранжевым поясом и желтой маркировкой в виде ромба. Должна быть указана следующая информация:

– трафаретная надпись на баллоне (обязательно): 3162 (содержит минимум два химиката, например, гексафторид серы, фтористый водород или все токсичные примеси).

– маркировка баллона: знак опасности 6.1;

– транспортные документы (обязательно): 3162 сжиженный газ, токсичный, н.у.к. (содержит минимум два химиката, например, гексафторид серы, фтористый водород или все токсичные примеси), класс 2, классификационный код 2T по ДОПОГ.

5.6.6. Элегаз, содержащий токсичные и агрессивные примеси, должен храниться в баллонах, специально окрашенных в черный цвет, с нанесенными на верхней трети баллона двойным оранжевым поясом и желтой маркировкой в виде ромба. Баллоны должны быть коррозионно-устойчивыми, иметь коррозионно-устойчивый вентиль и боковые соединительные устройства, отличающиеся от тех, которые используются в баллонах для нового элегаза. Должна быть указана следующая информация:

– трафаретная надпись на баллоне (обязательно): 3308 (содержит минимум два химиката, например, гексафторид серы, фтористый водород или все токсичные и агрессивные примеси);

– маркировка баллона: знак опасности 6.1+8;

– транспортные документы (обязательно): 3308 сжиженный газ, токсичный, агрессивный, н.у.к. (содержит минимум два химиката, например, гексафторид серы, фтористый водород или примеси — токсичные и агрессивные), класс 2, классификационный код 2TC по ДОПОГ.

5.7. **Порядок очистки и утилизации элегаза**

5.7.1. Перед повторным использованием элегаза для принятия соответствующего решения рекомендуется использовать приведенную на рисунке 3 блок-схему, устанавливающую порядок процедур для определения наилучшего способа использования элегаза после вывода его из эксплуатации для предполагаемой очистки. До момента отправки на очистку или утилизацию элегаз должен храниться в специально отведённом для этого месте в отдельном помещении от товарного (чистого) элегаза.

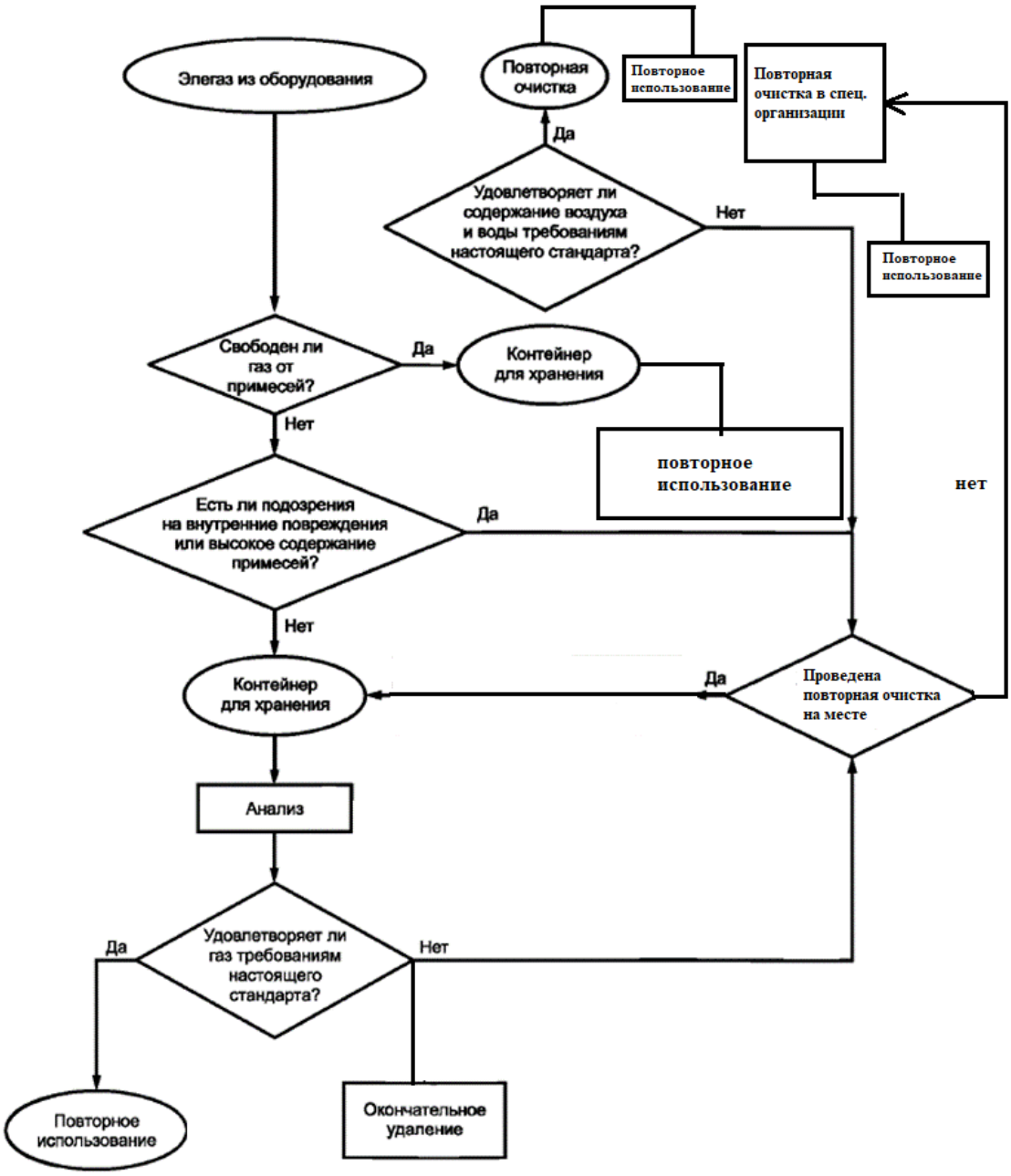


Рисунок 3 — Блок-схема для принятия решений по размещению или удалению элегаза

5.7.2. Максимально допустимые уровни примесей для повторного использования элегаза приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Максимально допустимые уровни примесей (по ГОСТ Р 54426-2011)

Примеси	Максимально допустимые значения	
	Номинальное абсолютное давление < 200 кПа[1)]	Номинальное абсолютное давление > 200 кПа[1)]
Воздух и/или CF_4	3 % объема[2)]	3 % объема[2)]
H_2O	95 мг/кг[3)'4)]	25 мг/кг[4)'5)]
Минеральное масло	20 мг/кг[6)]	
Общее количество прореагировавших газообразных продуктов разложения	50 мл/л в целом или 12 мл/л для ($S0_2$ + SOF_2) или 25 мл/л HF	

[1)] Во всем диапазоне повторно используемых давлений, охватывающих все возможные применения (системы изоляции высокого и среднего напряжения, а также все выключатели), диапазон низких давлений повторного использования (давление ниже 200 кПа) был определен для специального выделения систем изоляции с низким давлением (в основном применяемым для оборудования на среднем напряжении).

[2)] При наличии смесей SF_6 уровни для этих газов должны быть установлены производителями оборудования.

[3)] 95 мг/кг массовой доли соответствует 750 мл/л объемной доли и точке росы минус 23 °С, измеренной при 100 кПа и 20 °С.

[4)] При преобразованиях до массовой миллионной доли эти уровни также должны применяться для смесей до тех пор, пока данная мера останется востребованной.

[5)] 25 мг/кг массовой доли соответствует 200 мл/л объемной доли и точке росы минус 36 °С, измеренной при 100 кПа и 20 °С.

[6)] Если газ регулируется оборудованием (насос, компрессор), содержащим масло, то может потребоваться измерение содержания масла в элегазе. Если же все оборудование, контактирующее с элегазом, свободно от масла, то при этом нет необходимости замерять содержание масла.

5.7.3. В случае наличия в элегазе примесей воды или продуктов разложения решение о возможности его очистки на месте принимается в зависимости от наличия соответствующих фильтров. Если элегаз нельзя

очистить на месте, то его необходимо вернуть производителю или направить в специализированную компанию, осуществляющую очистку элегаза.

5.7.4. В случае наличия в элегазе примесей воздуха и CF_4 вопрос о возможности его очистки должен быть рассмотрен отдельно. Если концентрация воздуха и CF_4 достигнет максимально допустимого уровня и если в резервуаре, из которого был произведен отбор, находился элегаз в сжиженном состоянии, то элегаз, находящийся в газовой фазе, должен быть перемещен во второй резервуар. Передача должна продолжаться до тех пор, пока пробы газа из первого резервуара не станут удовлетворять максимально допустимому уровню. Содержимое второго резервуара не может быть очищено на месте. Для любого резервуара, в котором элегаз не содержится в сжиженном состоянии (а только в газовой фазе), требуется выполнение анализа только одного отбора на воздух или CF4 для определения допустимости повторного использования элегаза или невозможности очистки на месте.

5.8. Меры безопасности при обращении с элегазом

5.8.1. При аварийном выбросе элегаза из аппарата, в случае, если объём воздуха в помещении соизмерим с объёмом выброшенного элегаза, необходимо включить аварийную вентиляцию и продолжить вентилировать до значительного снижения специфического запаха.

5.8.2. 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. Место выхлопа должно быть обозначено сигнальной маркировкой, по возможности ограждено.

5.8.3. Для обеспечения безопасной эксплуатации элегазового оборудования на энергообъекте должны быть выполнены следующие требования:

– ограничен доступ персонала к элегазовому оборудованию;

– обеспечено проведение инструктажей по технике безопасности, техническому обслуживанию КРУЭ, пожарной безопасности оперативного и другого персонала относительно риска производства работ и требований к безопасности их выполнения;

– оборудованы помещения, в которых проводятся работы с элегазом, приточно-вытяжной вентиляцией, причем вытяжная труба должна быть установлена на нижнем уровне от пола;

– помещения оборудованы приборами контроля концентрации элегаза на высоте 10-15 см от уровня пола, а также устройствами, сигнализирующими о недопустимой концентрации элегаза;

– использовано при эксплуатации оборудования дистанционное управление и обеспечена соответствующая работа систем блокировки;

– выбрано оборудование, которое снижает риск нежелательного для персонала оперирования (например, быстродействующие заземлители, исполнительные механизмы с дистанционным управлением);

– отчетливо маркировано оборудование для визуального определения отдельных устройств и газовых отсеков; маркировка должна быть выполнена предельно просто;

– помещения, которые могут быть подвержены заполнению элегазом, должны быть в обязательном порядке установлены плакаты «Осторожно! Элегаз»; посещение данных помещений должно быть ограничено.

– в помещении комплектного распределительного устройства элегазового (КРУЭ) обязательно должна располагаться схема, отображающая конфигурацию газовых пространств.

5.8.4. Выполнение работ по ликвидации последствий выброса продуктов разложения элегаза в помещении сводится к удалению вредной пыли и производится посредством сухой (пылесосами) или мокрой обработки после продолжительной вентиляции. При этом должны быть использованы легкий защитный костюм, перчатки, очки и респиратор. При мокрой уборке дополнительно используются резиновые перчатки и сапоги.

5.8.5. Выполнение работ по ликвидации последствий выброса продуктов разложения элегаза в помещении проводится персоналом объекта.

5.8.6. При необходимости экстренного выполнения работ в помещении, воздух которого загрязнен продуктами разложения элегаза, необходимо вместо респиратора воспользоваться противогазом.

5.8.7. Для измерения концентрации загрязнения продуктами разложения элегаза в воздухе помещения применяют газоанализаторы. Оценка наличия (отсутствия) загрязнения основывается на определении содержания продуктов разложения, указанных в п. А.5 Приложения А.

5.8.8. В случае аварийного выброса элегаза, содержащего продукты разложения, необходимо незамедлительно включить вентиляцию до периода времени, при котором снижение концентрации выброса будет в пределах предельной допустимой концентрации (далее – ПДК).

5.8.9. ПДК элегаза в воздухе рабочей зоны, согласно требованиям безопасности, должна быть не более 5000 мг/м^3 или 0,08% по объему. Запыленность воздуха должна быть не более 15 мг/м.

5.8.10. Безопасность эксплуатации элегазового оборудования при эксплуатации обеспечивается соблюдением соответствующих требований. Специалистами подразделения по охране труда эксплуатирующей организации во время проведения производственного контроля, должны быть проверены:

– выполнение требований СНиП, Правил техники безопасности (ИКЭС-ПР-048-2016), правил пожарной безопасности;

– эксплуатационные инструкции, инструкции по охране труда, оперативные схемы, техническая документация по учету и отчетности;

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

– укомплектованность и качество подготовки персонала с проведением проверки знаний;

– подготовленные и испытанные средства защиты, инструмент, материалы.

5.8.11. Безопасность эксплуатации элегазового оборудования при строительно-монтажных и пусконаладочных работах обеспечивается соблюдением соответствующих требований. На стадии приемки комиссией эксплуатирующей организации совместно с надзорными органами должны быть проверены:

– выполнение указаний по монтажу заводов-изготовителей КРУЭ;

– выполнение инструкций по монтажу оборудования;

– работы по заполнению оборудования с элегазом;

– проведенные пусконаладочные 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.

6. Требования к оборудованию для работы с элегазом

6.1. Требования к оборудованию, инструментам и приспособлениям, необходимым для работы с элегазом, должны быть описаны заводом-изготовителем в комплекте поставки.

6.2. Организация, занимающаяся эксплуатацией элегазового оборудования, должна иметь следующее минимально необходимое материально-техническое обеспечение:

- устройство для откачивания и заполнения элегазом;
- эталонный манометр;
- устройство для измерения влажности элегаза;
- устройство для определения продуктов распада элегаза (SO_2, HF);
- течеискатель;
- газовые адаптеры.

6.3. Допускается не приобретать указанное в п. 6.2 оборудование при наличии в договоре на техобслуживание и/или ремонт элегазового оборудования с подрядной организацией (дочерним зависимым обществом) требований наличия у подрядной организации всего указанного оборудования или его недостающей части. Договор этот должен содержать требования (аварийное приложение) по устранению аварийных дефектов со сроком реагирования не более 4 часов.

6.4. Устройство для откачивания и заполнения элегазом должно иметь возможность хранения элегаза под давлением. Такое оборудование должно обладать высокими газоперекачивающими свойствами, позволяющими откачивать максимальное количество газа из резервуара. Оборудование для откачивания и заполнения элегазом, должно быть оснащено средствами, позволяющими удалить элегаз с минимальной утечкой в атмосферу, и содержать средства по очистке использованного элегаза. Такое оборудование должно включать в себя вакуумный насос, фильтрующий элемент, компрессор, соответствующие средства для управления потоком элегаза и резервуара.

6.5. Эталонный (контрольный) манометр предназначен для выполнения измерений при заполнении элегазом или для периодического контроля давления в элегазовом оборудовании. Диапазон показаний контрольного манометра должен быть в пределах (1,5 … 2,5) значений номинального рабочего давления. Номинальное рабочее давление указывается в эксплуатационной документации завода-изготовителя.

Применяемые контрольные манометры должны быть поверены и откалиброваны в установленном порядке. Измерение давления заполнения

элегазом (смесью) и температуры, по которой будет производиться приведение давления к температуре плюс 20°С, допускается производить контрольным манометром классом точности не ниже 0,6 и термометром с пределом допустимой погрешности ±1 °С или электронным манометром, имеющим температурную компенсацию с аналогичными показателями точности измерений.

6.6. Устройство для измерения влажности элегаза должно применяться для определения содержания влаги как в газоизолированных отсеках оборудования, так и элегаза, предназначенном для заправки или дозаправки элегазового оборудования. Устройство должно позволять производить количественную оценку влажности газа (проценты относительной влажности, температура выпадения росы – точка росы (°С), абсолютная влажность (г/м^3), объемное влагосодержание (в объемных процентах или миллионных долях – ppm).

6.7. Течеискатель (детектор наличия элегаза) должен применяться для контроля герметичности элегазового оборудования. Чувствительность течеискателя к элегазу должна быть не менее 10 Па·см^3/с (20 г/год)

6.8. Газовые адаптеры должны применятся при работе с элегазом для минимизации выбросов (утечки) элегаза в атмосферу.

6.9. В случае наличия требований производителей конкретного элегазового оборудования дополнительного технического оснащения для обслуживания, не вошедшего в указанный в настоящем разделе Стандарта перечень, следует руководствоваться требованиями завода-изготовителя.

7. Требования к персоналу

7.1. Подготовка персонала, должна проводиться в соответствии с действующим Порядком проведения работы с персоналом в ПАО «РусГидро».

7.2. Инженерно-технический работник, назначенный ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования под давлением (баллонов), должен быть аттестован в области промышленной безопасности в объёме требований промышленной безопасности, необходимых для исполнения трудовых обязанностей в соответствии со статьей 14.1 Федерального закона N 116-ФЗ, знать положения распорядительных документов, инструкций и иных нормативных документов, принятых в организации для обеспечения промышленной безопасности, относящихся к выполняемым обязанностям, и выполнять установленные в них требования в процессе выполнения работ.

7.3. Работники, непосредственно осуществляющие работы по заполнению, извлечению элегаза из оборудования и/или технологических и транспортных ёмкостей (баллонов), и работники, принимающие результат указанных работ, и лица, их замещающие, должны знать и выполнять требования производственных, технологических и иных инструкций (документов), определяющих порядок и безопасные методы выполнения работ, к которым работник допущен, и не иметь медицинских противопоказаний.

7.4. Указанные в п 7.3 курсы могут быть организованы на базе организаций дополнительного образования и на базе предприятий-изготовителей элегазового оборудования или оборудования по работе с элегазом.

7.5. Для работников, эксплуатирующих элегазовое оборудование, объем знаний для проверки по каждой должности (профессии) должен определяться на основании должностных обязанностей (трудовых функций), руководитель организации должен определить объем проверки знаний, действующих в отрасли эксплуатационных документов и производственных инструкций, а также обеспечить ее своевременное проведение с дальнейшей выдачей удостоверений о допуске к самостоятельной работе.

7.6. 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.

8. Аварийный запас

8.1. На энергообъекте должен храниться аварийный запас элегаза и других изоляционных газов в соответствии с действующими нормативными требованиями Российской Федерации (далее – АЗ).

8.2. Рекомендуемое количество АЗ изоляционных газов рассчитывается исходя из суммарного количества изоляционных газов, необходимых для заполнения по одной единице каждого вида из установленного на энергообъекте оборудования, либо из расчёта объёма наиболее вместительного отсека КРУЭ на энергообъекте.

8.3. Вместе с запасом изоляционных газов на энергообъекте должен быть аварийный неснижаемый запас (далее – АНЗ) указанных в заводской документации уплотняющих материалов газовых трубопроводов (прокладки, герметики, смазки и т.п.,) также из расчёта, как минимум, по одному комплекту на каждый тип установленного оборудования.

8.4. Допускается создавать групповой АНЗ для нескольких энергообъектов при условии доставки изоляционных газов и уплотняющих материалов к месту применения в срок не более чем 1 сутки.

Приложение А
(справочное)
Общие сведения об элегазе

А.1. Элегаз – электротехнический газ – представляет собой шестифтористую серу SF_6 (гексафторид 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 составляет 6,7 против 1,29 у воздуха), молекулярная масса также в 5 раз больше, чем у воздуха.

А.2. Элегаз не меняет своих свойств с течением времени и может подлежать длительному хранению. При температурах примерно до 800°С элегаз инертен и нагревостоек, до температур порядка 200°С – химически не активен и не агрессивен по отношению к металлам, применяемым в конструкции элегазовых распределительных устройств. Разлагается при температуре выше 1100°С. Газообразные продукты разложения элегаза ядовиты (Таблица А.1) и обладают резким, специфическим запахом. Наиболее часто встречающимися продуктами разложения являются: SOF_2, SO_2, HF, SF_4, H_2S, SO_2F_2. Опасными для здоровья человека являются концентрации этих веществ в воздухе более 1%.

Таблица А.1 – Газообразные побочные продукты распада SF_6 и их типичная концентрация

Химическая формула	Название соединения	Экспериментальная концентрация (процент от объема)
HF	Фтороводород	1,0
$SOF_2(SF_4)$	Тетрафторид серы	0,5
SOF_4	Окись тетрафторида серы	0,085
SiF_4	Тетрафторид кремния	0,085
$S_2F_{10}(SF_5)$	Дисульфит декафторида	0,025
SO_2F_2	Сернистый фторид	0,006
SO_2	Двуокись серы	0,002

А.3. Элегаз не поддерживает горения и дыхания. При накоплении его в производственных помещениях может возникнуть кислородная недостаточность.

А.4. 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 фторводородов, 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 SF_6, подвергшегося 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 (WF_6, CuF_2, $A1F_3$, FeF_3) или соединений типа CuS_2, что, в частности, приводит к увеличению переходного сопротивления контактов и ухудшению его электроизоляционных характеристик.

А.5. Воздействие на организм человека некоторых продуктов распада элегаза:

– SF_4 (тетрафторид серы) – ядовитый, бесцветный, пахнущий газ, вызывает кашель. Предельно допустимая концентрация (ПДК) 0,3 мг/м3. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) составляет 0,005 мг/м³;

– S_2F_2 (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_2 образуется H_2S и H_2F_2 (фтороводород), реагируя с O_2, образует SO_2 (сероводород);

– SO_3 (серный ангидрид) и SF_2 – даже незначительное их количество, едва уловимое обонянием, вызывает при длительном вдыхании головную боль, недомогание, при вдыхании большого количества интенсивно раздражает дыхательные пути. ПДК составляет 1 мг/м^3;

– SOF_2 (тионилфторид) – бесцветный газ с удушливым запахом, основной устойчивый продукт разложения. Может привести к сильному расстройству здоровья;

– S_2F_{10} (декафторид дисеры) – сильно ядовитый, бесцветный газ, воздействие на человека в 20 раз сильнее фосгена. Так как S_2F_{10} почти полностью разлагается при выше 200°С, то эта молекула не сохраняется после мощного разряда. В низкоэнергетическом разряде температура газа является более подходящей для существования S_2F_{10} без разложения. Под низкоэнергетическим разрядом подразумевается: частичный разряд, коронный разряд или искрение. Газ S_2F_{10} существует при частичных разрядах, короне, искре, а при дуге не обнаруживается. Наиболее токсичные продукты распада, а именно SOF_2, SOF_4 и WF_6 трансформируются в менее токсичные вещества: HF, SO_2 и SO_2F_2. Все они могут быть определены по запаху при очень низкой концентрации (за исключением SOF_4, который всегда сопровождается SO_2F_2, имеющий специфический запах). ПДК составляет 0,1 мг/м³.

Помимо продуктов разложения элегаза, в составе элегаза, извлекаемого из оборудования могут встречаться: воздух, вода, тетрафторид углерода, азот, минеральное масло.

А.6. Элегаз и тетрафторметан не являются газами, разрушающими озоновый слой. При этом оба эти газа чрезвычайно сильно влияют на парниковый эффект. Потенциал глобального потепления элегаза (далее – GWP) равен 24 900. Для сравнения GWP углекислого газа – основного парникового газа принят равным 1. Из-за небольших объёмов изготовления элегаза, его вклад в глобальное потепление не превышает 0,2 %. Выбросы элегаза регламентируются Киотским протоколом. Потенциал глобального потепления тетрафторметана тоже очень велик (GWP тетрафторметана равен 7 390).

А.7. Одной из опасных особенностей элегаза является его способность заполнять различные закрытые пространства из-за высокой плотности, вытесняя воздух, тем самым создавая атмосферу, неблагоприятную для дыхания. При значительных выбросах элегаза в зоне нахождения рабочего персонала, существует вероятность большого снижения кислорода. При содержании кислорода в воздухе ниже 16 % будет существовать опасность удушья для персонала, находящегося в этих зонах. Это особенно ощутимо будет

проявляться в зонах, находящихся ниже уровня земли, слабо вентилируемых или в которых вентиляция полностью отсутствует, например, в кабельных каналах, траншеях, смотровых колодцах и дренажных системах. Тем не менее, со временем, в зависимости от степени циркуляции воздуха и вентиляции, элегаз станет смешиваться с воздухом в рабочей зоне, и его местная концентрация снизится до допустимых уровней.

А.8. При быстром выбросе сжатого элегаза его внезапное расширение уменьшает окружающую температуру воздуха. При этом температура газа может упасть ниже 0 °С.

А.9. 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.

А.10. Элегаз внутри коммутационного оборудования и внутри оборудования, в котором возможны частичные разряды, содержит продукты разложения, токсичные для человека. При нормальной эксплуатации элегаз остается внутри электрооборудования и продукты разложения с устойчивой токсичностью поглощаются адсорбентами или выделяются на внутренней поверхности корпуса.

А.11. Риск здоровью может возникнуть в случае, если продукты разложения будут присутствовать в большом количестве в окружающем рабочем пространстве в сочетании с определенной длительностью воздействия.

А.12. Выход элегаза из электрооборудования может происходить четырьмя путями:

– при утечке;
– при ненадлежащей эксплуатации;
– при повреждении корпуса;
– при срабатывании выхлопных и предохранительных устройств элегазового оборудования.

А.13. Процессы, в результате которых возможно образование примесей в элегазе:

– неправильное обращение с элегазом;
– разложение при электрических разрядах;
– накопление примесей в оборудовании; примеси могут быть в газе, которым первоначально наполнено оборудование, или возникать в результате электрической дуги.

Приложение Б
(справочное)
Обзор методов определения качества, состава элегаза, его очистки, утилизации

Б.1. Опасными для аппаратов примесями в элегазе являются влага, кислород, масла и механические примеси определённого размера. Опасными для человека примесями в элегазе являются продукты разложения элегаза. Среди них SOF-соединения, металлофториды (FeF_3, CuF_3, NiF_3), SF_4, S_2F_2, S_2F_{10}. Примеси можно определять как на специальном аналитическом оборудовании с точным указанием примеси каждого вида, так и с помощью индикаторов по группам примесей.

Б.2. Наиболее важной информацией по качеству нового элегаза перед подачей его в аппарат является содержание в нём влаги. Для определения влаги используются специальные устройства – измерители влажности газов. При измерении влажности элегаза в баллонах необходимо помнить, что влагосодержание паровой фазы элегаза несколько выше аналогичного показателя в жидкости. Поэтому истинная влажность элегаза в полном баллоне должна измеряться при отборе пробы из жидкой фазы.

Б.3. Анализ фтористых соединений в элегазе можно выполнять, используя метод титрования. В условиях неоснащённой лаборатории наличие фтористых соединений в элегазе можно обнаружить, используя индикатор «бромкрезоловый пурпуровый».

Для применения его растворяют в спирте, затем раствор наносят на алюмогель или цеолиты. Они при этом окрашиваются в жёлто-коричневый цвет. Затем их сушат и помещают в стеклянную трубку. При продувке элегаза через окрашенный сорбент цвет сорбента меняется на красный, что свидетельствует о наличии активных фторидов в газе.

Обязательным условием анализа является наличие вытяжного шкафа, поскольку среди фтористых соединений, отличающихся по составу от элегаза, могут быть и ядовитые. Наличие запаха у элегаза – первый признак его опасности для человека. Вдыхание такого газа может привести к отравлению.

Б.4. Методы очистки и порядок действий на месте эксплуатации.

Методика очистки на месте эксплуатации основывается на абсорбции примесей. Отработанные загрязнения должны быть уже абсорбированы в блоке фильтров потребителя. Такие фильтры являются составной частью установленного элегазового оборудования или должны быть доступными в качестве отдельных фильтрационных блоков.

Б.4.1. Метод фильтрации. Требования к фильтрации.

Фильтры должны соответствовать следующим требованиям:

– надежное извлечение указанных загрязнений;

– кассетный тип фильтра для несложного и безопасного удаления;

– вход и выход должны быть оснащены самовосстанавливающимися связями;

– замена не должна требовать разборки каких-либо установок, трубопроводов или других связей, которые могут способствовать возникновению вероятных утечек;

– замена фильтра проводится при каждой операции по очистке.

Б.4.2. Рекомендуемые методы очистки в зависимости от загрязняющего вещества

Все имеющиеся загрязнения образуются в нормальных режимах работы и могут быть удалены на местах. В таблице Б.1 приведены типы загрязнений и методы, рекомендуемые для удаления примесей.

Таблица Б.1 – Рекомендуемые методы по очистке

Загрязнения	Влажность (водяные пары)	Газообразные продукты разложения	Твердые продукты разложения	Смесь элегаза с другими газами (воздухом или CF_4)	Загрязнения минеральными маслами
Метод восстановления	Абсорбция через молекулярное сито (ультрафильтр)	Абсорбция с помощью активированного оксида алюминия	Сепарация с применением фильтров для отделения механических примесей	Устройство для сепарации элегаза	Фильтр из активированного угля

Различные типы адсорбентов, пригодные для удаления загрязнений и элегаза, приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 – Типичные адсорбенты для различных примесей элегаза

Адсорбенты	Удаляемые загрязнения
Молекулярное сито 4А	Вода SO_2, SOF_2, SF_4
Молекулярное сито 13Х	Вода SO_2, SOF_2, SF_4 (адсорбируется также некоторое количество SF_6)
Активированный оксид алюминия	Вода, SO_2, SOF_2, SF_4, HF
Натриевая известь (CaO – NaOH)	Вода, SO_2F_2, HF
Активированный уголь	Пары масел

С помощью соответствующего управления обслуживаемыми устройствами газ очищается и поверяется. Если газ удовлетворяет требованиям к повторному использованию, в электроустановках требуется наличие средств непосредственного удаления, заправки и дозаправки для обеспечения нормального функционирования электрооборудования.

Если поверка газа указывает на наличие неприемлемого уровня продуктов разложения по сравнению с требованиями настоящего Стандарта, решение, касающееся метода, который должен быть применен, зависит от уровня и типа загрязнений. В целом повторная очистка газа на месте с помощью средств эксплуатации и устройств сепарации должна быть осуществлена наиболее выгодным способом. Однако если повторное использование газа не представляется возможным, необходимо его уничтожение. В этом случае газ должен быть отправлен производителю элегаза или на утилизацию в специализированную организацию.

Также одним из методов очистки элегаза является регенерация – процесс восстановления свойств газа с целью его повторного использования в электрооборудовании. Цель регенерации – удалить загрязняющие вещества и вернуть элегаз к первоначальной чистоте. Ввиду дороговизны и сложности метод регенерации нецелесообразен и используется редко.

Б.4.3. Для утилизации элегаза (гексафторида серы, SF_6) в основном используются термические методы:

– Термическое разложение. При температуре свыше 500°C элегаз начинает распадаться на составные элементы. Этот процесс усиливается при наличии металлических поверхностей за счёт каталитических реакций.

– Сжигание. Если элегаз не может быть очищен, его сжигают при высоких температурах. Однако этот метод требует значительных затрат энергии и не считается экологически безопасным, так как при сжигании элегаз и его компоненты попадают в атмосферу.