

# ЧАСТЬ I

# ВВЕДЕНИЕ

**Содержание:**

- 1.0 Обзор**
  - 1.1 Меры предосторожности - Общие
  - 1.2 Меры предосторожности – Специальные
- 2.0 Общая информация**
- 3.0 Технические характеристики**
  - 3.1 Технические характеристики пружинного привода
  - 3.2 Технические характеристики цепей управления
  - 3.3 Табличка технических характеристик
- 4.0 Описание устройств**
- 5.0 Система мониторинга элегаза**
  - 5.1 Контроль плотности элегаза
  - 5.2 Датчик плотности элегаза
  - 5.3 Правила работы с элегазом
- 6.0 Утилизация отходов**

**Список рисунков:**

- Рис 1** Габаритный чертеж
- Рис 2** Табличка технических характеристик(пример)
- Рис 3** Система мониторинга элегаза
- Рис 4** Стандартный датчик плотности элегаза WIKA
- Рис 5** Кривые давления элегага 93 psi
- Рис 6** Таблица значений давления заполнения элегаза в зависимости от температуры

**ВАЖНО!**

Все значений давлений в этом руководстве измеренные.

## **1.0 Назначение**

Элегазовые выключатели DT2-550 F3 разработаны таким образом, чтобы обеспечить максимально длительные интервалы между обслуживанием. Надежность выключателей обеспечивается надлежащей эксплуатацией и тщательным выполнением всех инструкций, изложенным в настоящем руководстве.

Продукты, описанные в настоящем руководстве, отвечают требованиям соответствующих стандартов ANSI, IEEE, IEC, and NEMA действующим на момент их изготовления. При этом соответствие продукта всем федеральным и региональным нормативам не гарантируется, так как их требования в значительной степени различаются.

**Важно!**

**Приведенные ниже инструкции не претендуют на то, чтобы распространяться на все модификации настоящего продукта или на любые внештатные ситуации которые могут возникнуть во время его установки, эксплуатации и обслуживания. В том случае, если для подготовки настоящего продукта к установке или обслуживанию Вам потребуется дополнительная информация или указания, пожалуйста, свяжитесь с представителями компании AREVA по тел., (724) 483-7308 or 1-877-257-8661, Fax (724)-483-7771, Почтовый адрес: One Power Lane, Charleroi, PA 15022, U.S.A.**

### **1.1 Общие рекомендации по безопасности**

Рекомендуется строго следовать требованиям всех инструкций и указаниям по обслуживанию. Перед тем, как приступить к установке, эксплуатации или обслуживанию данного устройства, необходимо тщательно изучить инструкции и указания..

Весь персонал, выполняющий работы по установке, эксплуатации и обслуживанию силовых прерывателей, должен проходить необходимый инструктаж и проверку знаний — как в отношении общего энергетического оборудования, так и в отношении конкретной модели того оборудования, на котором они работают. При этом необходимо тщательно изучать и неукоснительно следовать инструкциям и указаниям по обслуживанию.

Программы обслуживания устройства должны быть соответствующим образом спланированы и выполняться в соответствии с опытом потребителя и рекомендациям изготовителя, включая инструкции и указания по обслуживанию. Надлежащее обслуживание необходимо для обеспечения надежности и безопасности выключателя.

Ниже приведены рекомендации, которые необходимо учитывать при разработке владельцем собственной программы безопасности. Указанные рекомендации не заменяют ответственности владельца по разработке полной программы обеспечения безопасности и не должны рассматриваться в качестве таковой. Указанные рекомендации представляют собой предложения, охватывающие наиболее важные аспекты безопасности персонала, эксплуатирующего выключателя. Компания AREVA не несет никакой ответственности за такие действия владельца, которые не выполняют указанные рекомендации. Приоритет должен всегда отдаваться нормативам в области техники безопасности, действующим в компании владельца.

## 1.2 Специальные меры предосторожности



### ОПАСНОСТЬ

- a) **НЕ ВЫПОЛНЯЙТЕ** никаких работ на выключателе, находящемся под напряжением! В случае необходимости выполнения каких-либо работ на выключателе, выведите его из работы, размокните контакты, отключите разъединители, расположенные по обеим сторонам выключателя, после чего освободите пружины и заземлите каждую.
- b) **НЕ ВЫПОЛНЯЙТЕ** никаких работ на любой части отключенного от напряжения прерывателя до тех пор, пока не будет снято напряжение со всех схем управления и нагревателей.
- c) **НЕ РАЗБИРАЙТЕ** никакие части газовой системы отключенного от напряжения выключателя, пока давление в этой части системы не будет понижено до окружающего давления при помощи соответствующего оборудования, предназначенного для работы с газом. После того, как избыточное давление газа будет сброшено до нуля, осторожно снимайте крышки, трубки, фитинги и т.п.
- d) Заполняя выключатель или добавляя в него SF<sub>6</sub>(элегаз), всегда пользуйтесь регулятором давления элегаза, чтобы предотвратить возможность создания чрезмерного давления в выключателе. Необходимо также предпринять меры, нацеленные на защиту персонала в случае случайного выброса газа в результате непреднамеренного разрушения соседних частей. Перед выполнением в системах высокого давления любых работ по подсоединению или отключению трубопроводов необходимо сбросить избыточное давление. **Никогда не заливайте жидкий элегаз в выключатель из перевернутой бутылки.** Это приведет к образованию чрезмерного давления в прерывателе и к возможному срабатыванию предохранительного устройства (клапана).
- e) К обслуживанию пружинных механизмов должен быть допущен только опытный и квалифицированный персонал. Особенное внимание следует уделять тому, чтобы персонал ясно представлял себе устройство механизмов, которые необходимо ввести или вывести из эксплуатации. Информация о конструкции указанных механизмов содержится в настоящем руководстве.  
**Примечание:** Данный выключатель включается и отключается при помощи пружин, поэтому при включенном выключателе нагружена пружина отключения, а при отключенном выключателе — пружина включения. Для того, чтобы разгрузить обе пружины, отключите управляющее напряжение с двигателя, приводящего пружины в действие, после чего отключите и / или включите выключатель, пока обе пружины — включения и отключения — не окажутся разряженными.
- f) В случае наличия каких-либо признаков ухудшения электрических характеристик выключателя с него необходимо снять напряжение путем дистанционного отключения резервного рубильника и отсоединения от цепи путем отключения разъединителей.
- g) После выполнения обслуживания выключателя необходимо произвести испытания и проверку его работоспособности, чтобы убедиться, что выключатель находится в исправном состоянии. Степень указанных испытаний и проверок должна соответствовать характеру выполненного обслуживания
- h) При вскрытии заливного отверстия для элегаза и обращении с элегазом придерживайтесь следующих инструкций.



### Внимание!

**Преднамеренный выброс элегаза в атмосферу не допускается.**

**(Более подробно об элегазе в Части 4.)**

- Гексафторид серы ( $SF_6$ ) представляет собой бесцветный газ, не имеющий запаха. Чистый  $SF_6$  не является ядовитым, поэтому при обращении с ним отсутствует необходимость в соблюдении мер предосторожности, распространяющихся на вредные вещества. Более полная информация по данному вопросу содержится в документе Material Safety Data Sheet (Спецификации на безопасность материала, см Часть 4.).
- Максимальная концентрация  $SF_6$  в воздухе рабочей зоны (в предположении, что рабочий проводит в ней 8 часов в день) составляет 1000 объемных частей на миллион (или 0.1%). Это очень низкое значение представляет собой стандартный предел, распространяющийся на все газы, которые считаются безвредными, но обычно отсутствуют в атмосфере.
- Под воздействием на  $SF_6$  электрической дуги образуются продукты разложения, некоторые из которых являются токсичными.
- Продукты разложения  $SF_6$  имеют различную токсичность. Они могут раздражать слизистую оболочку, дыхательный тракт и другие незащищенные участки кожи. Наличие в воздухе продуктов разложения  $SF_6$  (даже в небольших количествах) определяется практически сразу по характерному резкому запаху серы.
- Обслуживающий персонал должен соблюдать указанные меры безопасности в дополнение к остальным правилам техники безопасности, установленным работодателем.
- Сразу после открытия выключателя (полюса) удалите продукты разложения  $SF_6$ , чтобы предотвратить их реакцию с атмосферной влагой.
- Для этого воспользуйтесь подходящим пылесосом, оснащенным фильтром для улавливания пыли. После этого удалите остатки продуктов разложения  $SF_6$  при помощи тряпочки, не оставляющей волокон.
- Без необходимости не перемешивайте продукты разложения  $SF_6$ .
- Для нейтрализации отходов, загрязненных продуктами разложения  $SF_6$  (под воздействием электрической дуги), например, осушителя и использованной тряпочки, произведите их обработку в 3%-ом растворе соды в течение 24-х часов, либо направляйте их на утилизацию как вредные.



**ОПАСНОСТЬ**

- Прием пищи, питье или курение в помещениях, где имеются установки с элегазом, не рекомендуется. Это правило особенно применимо во время выполнения ремонтных работ со вскрытием камер выключателя.
- Необходимо избегать непосредственного контакта кожи с частями, находящимися в контакте с элегазом.
- Не допускайте попадания на незащищенные части тела порошкообразных продуктов разложения элегаза.
- Обеспечьте соответствующую вентиляцию помещения.
- В рабочей зоне должен находиться только тот обслуживающий персонал, который непосредственно занят в выполнении работ.
- При обращении с элегазом, бывшим в употреблении, обслуживающий персонал должен быть применять следующую экипировку.
  - ☞ Соответствующий респиратор или дыхательное оборудование. Рекомендуется использовать полностью закрытый респиратор, либо респиратор, дыхательное оборудование и герметичные защитные очки.
  - ☞ Пыленепроницаемую (одноразовую) верхнюю одежду.
  - ☞ Резиновые или одноразовые перчатки.
  - ☞ Резиновую или одноразовую обувь.
  - ☞ После завершения работ тщательно промойте респиратор и дыхательное оборудование, защитные очки, резиновую обувь и резиновые перчатки водой питьевого качества

## 2.0 Общие сведения

Предусмотреть любую случайность, которая может иметь место во время эксплуатации механического устройства, невозможно. . Вследствие этого при возникновении ситуаций, не отраженных в настоящем устройстве, обращайтесь в компанию AREVA . Для всего персонала, напрямую или косвенно вовлеченного в установку, эксплуатацию и обслуживание выключателя и сопутствующего оборудования, должны быть разработаны соответствующие процедуры обслуживания.

Компания AREVA сохраняет за собой право вносить в настоящие инструкции любые изменения, вызванные постоянным совершенствованием конструкции выключателей. Претензии на основе положений, иллюстраций и описаний, содержащихся в настоящей инструкции, не принимаются.

Никакая часть настоящего руководства не может быть передана третьей стороне без предварительного получения письменного разрешения компании AREVA.

Термин «Элегазовый выключатель» (“SF<sub>6</sub> circuit breaker”) включает в себя все вспомогательное оборудование, смонтированное на раме и основании выключателя.

Обслуживание и ремонт должны выполняться в соответствии с указаниями, содержащимися в настоящем руководстве.

Рекомендованное обслуживание и ремонт распространяются только на те части, которые подвержены износу или старению.

При разработке программ обслуживания и ремонта необходимо учитывать местный климат и условия эксплуатации выключателей, в частности, такие факторы, как колебания температуры окружающего воздуха, номинальный ток, количество срабатываний, тип отключающей нагрузки, а также специфические условия эксплуатации — коррозионная атмосфера или большое количество насекомых. Программы обслуживания, разработанные компанией AREVA , учитывают указанные факторы путем установления соответствующих интервалов между осмотрами, обслуживанием и ремонтами прерывателей.

В случае, когда оборудование эксплуатируется в жестких окружающих условиях, рекомендуется сокращать интервалы между повторными осмотрами и обслуживаниями. К числу указанных условий относятся, например, следующие:

- Постоянно высокая температура окружающего воздуха.
- Наличие в атмосфере абразивной пыли.
- Повышенное содержание пыли в атмосфере.
- Постоянно высокая влажность окружающего воздуха
- Присутствие в атмосфере коррозионных газов или паров

В силу использования высоконадежных самосмазывающихся компонентов с сухой смазкой, пружинные механизмы выключателей в нормальных условиях эксплуатации не нуждаются в дополнительном обслуживании.

**Примечание:** Крупное обслуживание или ремонты рекомендуется доверять специалистам компании AREVA. Кроме этого компания AREVA предлагает свои услуги по обучению обслуживающего персонала на специальных курсах.



В конструкции данного выключателя применяются нагруженные пружины и элегаз, находящийся под высоким давлением. Перед тем, как выполнять на данном оборудовании любое обслуживание, прочитайте соответствующие разделы инструкции — в частности, раздел «Меры безопасности».

В тексте данного руководства по эксплуатации применяются специальные обозначения, выделенные следующим образом:



Опасность, уже присутствующая в данный момент. Возможные последствия: гибель или нанесение серьезных травм.

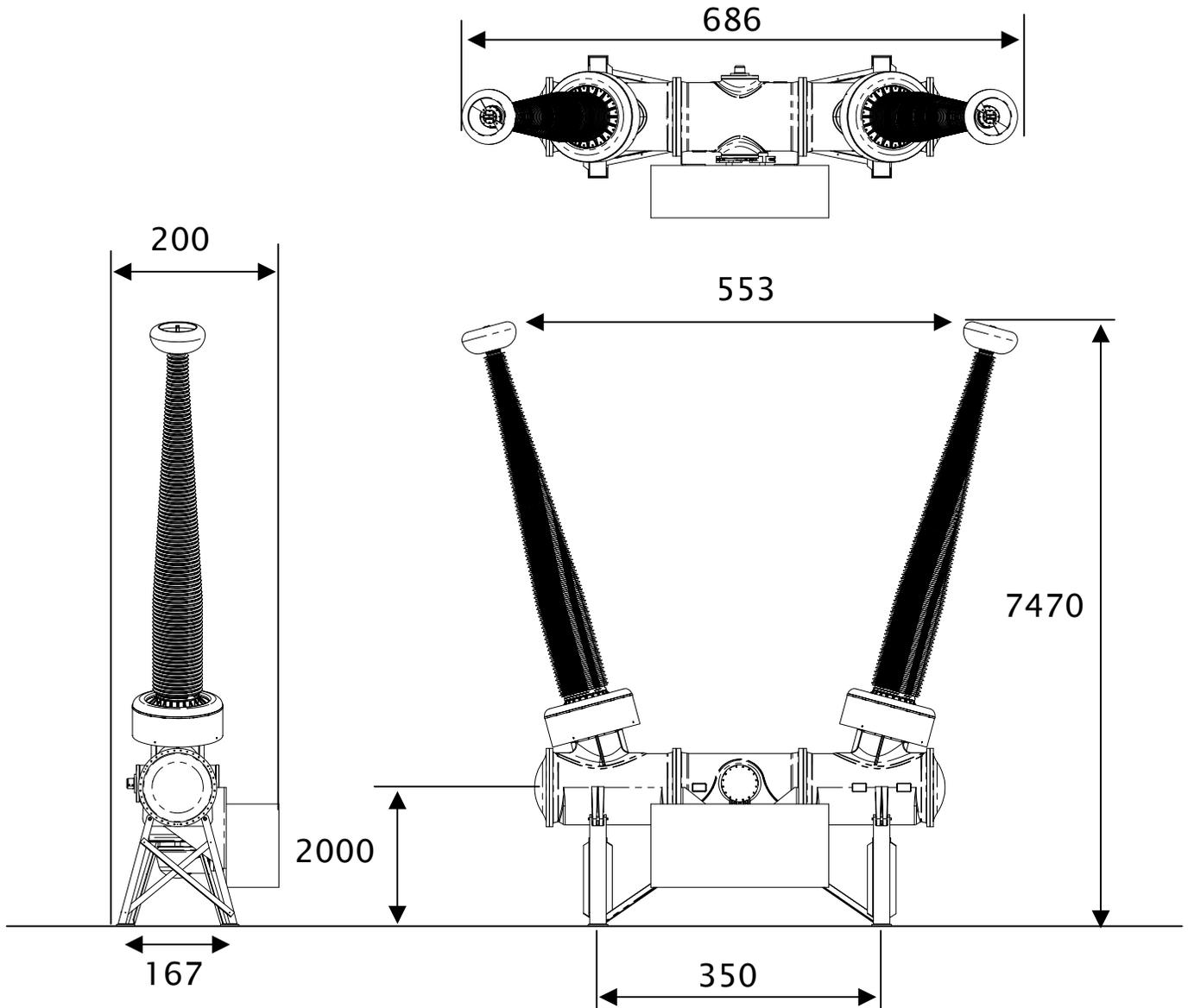


Опасная ситуация. Возможные последствия: незначительные травмы или травмы средней тяжести. Может быть поврежден сам продукт или нечто, расположенное поблизости.

**Важная информация:**

Рекомендации и полезная информация.

**Габаритный чертеж выключателя:**



**Рис 1. Габаритный чертеж выключателя.**

**3.0 Технические характеристики элегазового выключателя DT2-550 F3 550 кВ.**

Тип		DT2-550 F3
Номинальное напряжение	кВ	550
Номинальный ток	А	3000 / 4000
Номинальная частота	Гц	50/60
Одноминутное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (1) на землю (2) Между контактами	кВ кВ	860 860 + 25%
Испытательное напряжения грозового импульса 1.2/50 мс (1) на землю (2) Между контактами	кВ кВ	1800 1800 + 25%
Усеченный импульс 2 мс	кВ	2320
Усеченный импульс 3 мс	кВ	2070
Номинальный ток отключения К.З. (1) Действующее значение (2) периодическая составляющая	кА %	До 63 кА 64
Коэффициент первого гасящего полюса		1.6
Характеристики ПВН (1) пиковое значение (2) скорость нарастания	кВ кВ/мкс	817 2.0
Неудаленное К.З. (1) Волновое сопротивление (2) коэффициент амплитуды	Ом	450 1.0
Ток динамической стойкости (пик)	кА	163
Ток отключения в условиях рассогласования фаз	кА	12.6
Продолжительность тока К.З.	с	3
Последовательность цикла коммутаций		O-BO-15c-BO
Емкостной ток отключения воздушных линий	А	500
Емкостной ток отключения кабельных линий	А	500
Собственное время отключения при номинальном напряжении	мс	25
Полное время отключения	мс	50
Время включения	мс	100
Вес выключателя (приблизительно)	кг	14,000
Вес элегаза (приблизительно)	кг	455

### 3.1 Технические характеристики привода FKF3-12



**Внимание:** перед выполнением операций в положении «местное управление» убедитесь, что:

- a) давление газа находится выше красной зоны. (80 psig/5.8bar при 20°C)
- b) Все инструменты убраны и персонал находится на удалении от привода.
- c) Напряжение питания цепей управления снято.
- d) Рукоятка ручного взвода пружин используется при снятом напряжении цепей управления.

Если вышеперечисленное не соблюдено, выполнение местных операций невозможно. Рукоятка ручного взвода пружин может быть использована только при снятом напряжении цепей управления выключателя.

Примечание: Выполнение операций «включение» и «отключение» при значениях давления ниже указанных выше может повлечь за собой повреждение элементов дугогасящей камеры. The following warning is presented on the mechanism and should be observed.



**Опасность:** Подвижные элементы. Все операции по техническому обслуживанию и ремонту оборудования должны выполняться при снятом напряжении цепей управления. Строго соблюдайте правила техники безопасности

<b>Двигатель</b>		
Номинальное напряжение (пост.)	В	48/ 110/ 125/ 250
Номинальное напряжение 50 Гц	В	120/ 208 /240
Отклонение напряжения питания двигателя	%	72 – 112
Потребляемая мощность - Пост/Перем	Вт / ВА	1600/ 2000
Время взвода пружины „включения“	с	< 15
<b>Напряжение цепей управления (пост)</b>		
Напряжение питания соленоидов включения и отключения	В	48/ 125/ 250
Уровень отклонения питания соленоидов отключения	%	56 – 112
Уровень отклонения питания соленоидов включения	%	72 – 112
Потребляемая мощность соленоидов включения и отключения	Вт	410
Минимальное значение импульса	мс	10
<b>Запас энергии пружин для выполнения цикла</b>		О-ВО
<b>Вспомогательные цепи:</b>		
Продолжительный ток	А	10
<b>Дополнительные контакты:</b>		
Продолжительный ток	А	30
при 250 пост В, L/R = 20 мс	А	10
При 240 В , 50/60 Гц	А	15
<b>Противоконденсационный обогрев:</b>		
Номинальное напряжение, 50 Гц	В	120 / 240
Потребляемая мощность	Вт	100

### 3.2 Параметры испытаний вторичных цепей

Испытательное напряжение цепей двигателя (1 мин, 50/60 Гц)	В	900
Испытательное напряжение дополнительных контактов и цепей управления (1 мин, 50/60 Гц)	В	1500
Испытательное напряжение цепей ТТ (1 мин, 50/60 Гц)	В	2500

### 3.3 Табличка, прикрепляемая к шкафу управления

⊕	Type:	Serial no.:	⊕
	Rated max voltage:	BIL:	
	Rated continuous current:	Rated interrupting time:	
	Rated short-circuit current:	Rated K factor:	
	Rated frequency:		
	Rated switching-impulse withstand voltage terminal to terminal:		
	terminal to ground:		
	Rated closing switching surge factor:		
	SF6 Operating pressure at 20°C:	Weight of gas:	
	Low pressure alarm:		
	Lock-out pressure:		
	Capacitance current switching		
	Rated overvoltage transient factor:		
	Rated open-wire line charging current:		
	Rated isolated shunt capacitor bank current:		
	Rated back-to-back shunt capacitor bank current:		
	Rated transient inrush current, peak:		
	Rated transient inrush current frequency:		
	Rated out-of-phase switching current:		
	Mechanism type:		
	Closing control:	Motor:	
	Tripping control:	Heater:	
	Parts list:	Total weight:	
	Instruction manual:	Temp. range:	
	Wiring diagram:	Manufacture date:	
⊕			⊕

**В случае поставки в РФ таблица выполняется на русском языке**

#### **4.0 Описание устройств выключателя**

##### **Отключающая камера**

- Каждый полюс заключён в цилиндрическом баке по горизонтальной оси с выводом для крепления трансформаторов тока в верхней части бака. Соединения к вводам расположены по обоим концам бака ( над штатными местами установки ТТ). Отключающие камеры (баки) эксплуатируются при 98.6/93 psig (6.8/6.4 бар) давления элегаза (SF<sub>6</sub>) при 68° F (20° C).
- Изолированная отключающая тяга контактов изготовлена из армированного волокнами композиционного полиэстера, покрытого специальным составом, устойчивым как к температуре, так и к продуктам горения дуги .

##### **Ввода**

- На каждый полюс устанавливаются два заполненных элегазом ввода. Газ, находящийся в вводах имеет общий объём с баками. Ввода могут иметь разное исполнение, как выполненные из фарфора, так и из композитного материала. Оба типа вводов поставляются вместе с фланцами для крепления к баку и установки пластины для крепления аппаратных зажимов. Полость центрального проводника ввода присоединена к нижней части пластины для крепления аппаратных зажимов. Центральный проводник проходит вниз к основанию ввода через изоляцию (используемую для предотвращения коронного электрического разряда) и присоединяется опресованным контактом к верхней части неподвижной части контактной системы выключателя .

##### **Трансформаторы тока устанавливаемые на вводах**

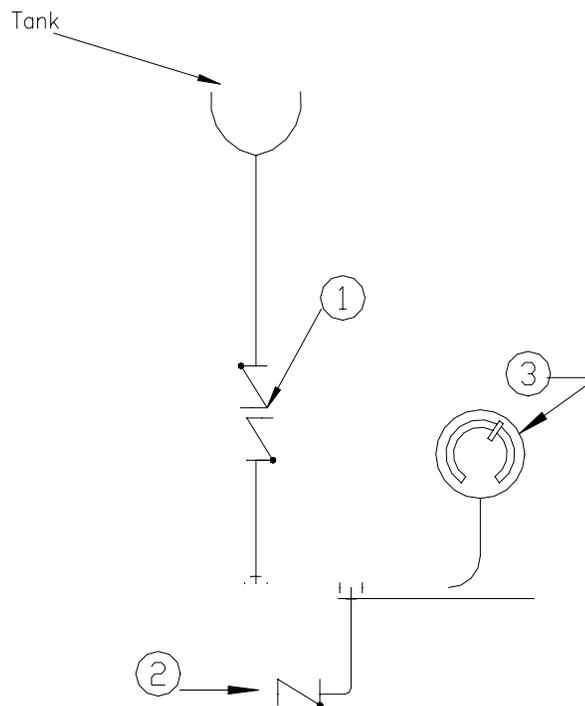
- Трансформаторы тока производятся согласно стандартам ANSI C57.13, BS3938, или МЭК185. ТТ могут располагаться с обеих сторон отключающих камер (баков). ТТ имеют различные параметры согласно требованиям Заказчика. Место установки ввода выключателя. Защищены алюминиевыми крышками.

## 5.0 SF<sub>6</sub> Система контроля плотности элегаза

### 5.1 Контроль плотности элегаза

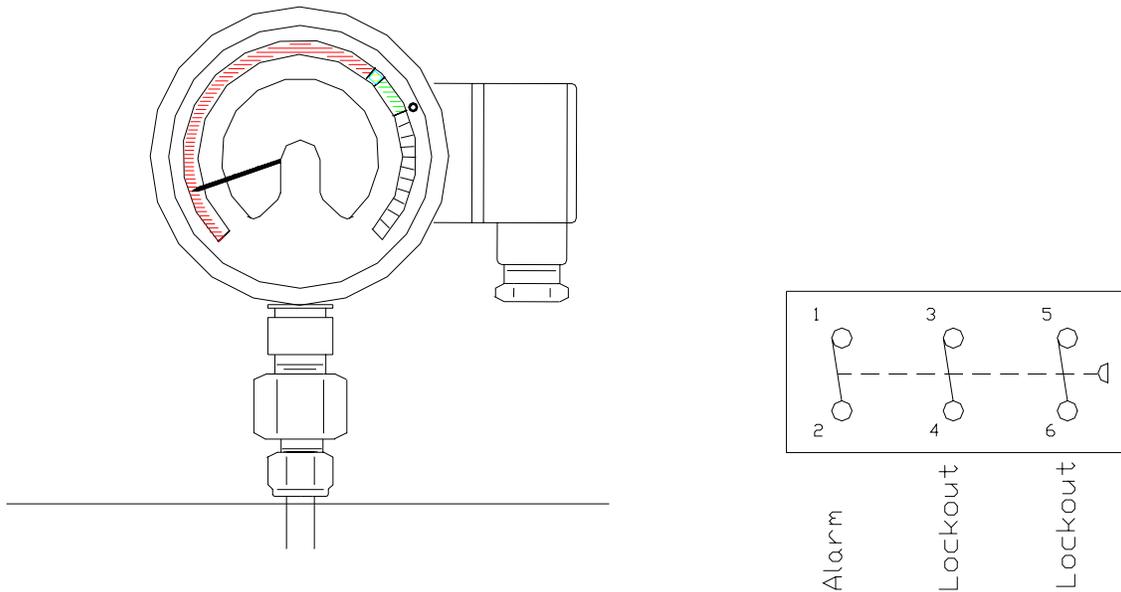
Плотномер ( устройство контроля плотности элегаза рис. 3 и рис. 4) – устройство постоянного измерения плотности элегаза (SF<sub>6</sub>) в выключателе. Чтобы обеспечить гашение дуги и, впоследствии, восстанавливающегося напряжения, плотность газа не должна падать ниже определённого уровня. Характеристики прилагаются в части 5 данной инструкции по эксплуатации.

В выключателях AREVA используются плотномеры с температурной компенсацией - WIKA (рис 4). Плотномер выдаёт сигнализацию о снижении давления до 85 psig (5.8 бар) при 20°C (жёлтая зона) и выдаёт сигнал на блокировку выключателя при 80 psig (5.5 бар) при 20°C (красная зона).



**Рис 3: Система контроля плотности элегаза**

1. Двойной клапан
2. Заправочный элемент Dilo DN8
3. WIKA плотномер
4. Tank - бак



На рисунке : Alarm- сигнализация о снижении плотности элегаза  
Lockout- блокировка

#### Рис 4: Плотномер WIKA

Является необслуживаемым устройством (проверка порогов срабатывания производится согласно графикам техобслуживания один раз в 5 лет). В случае отказа или повреждении должен быть заменён на новый.

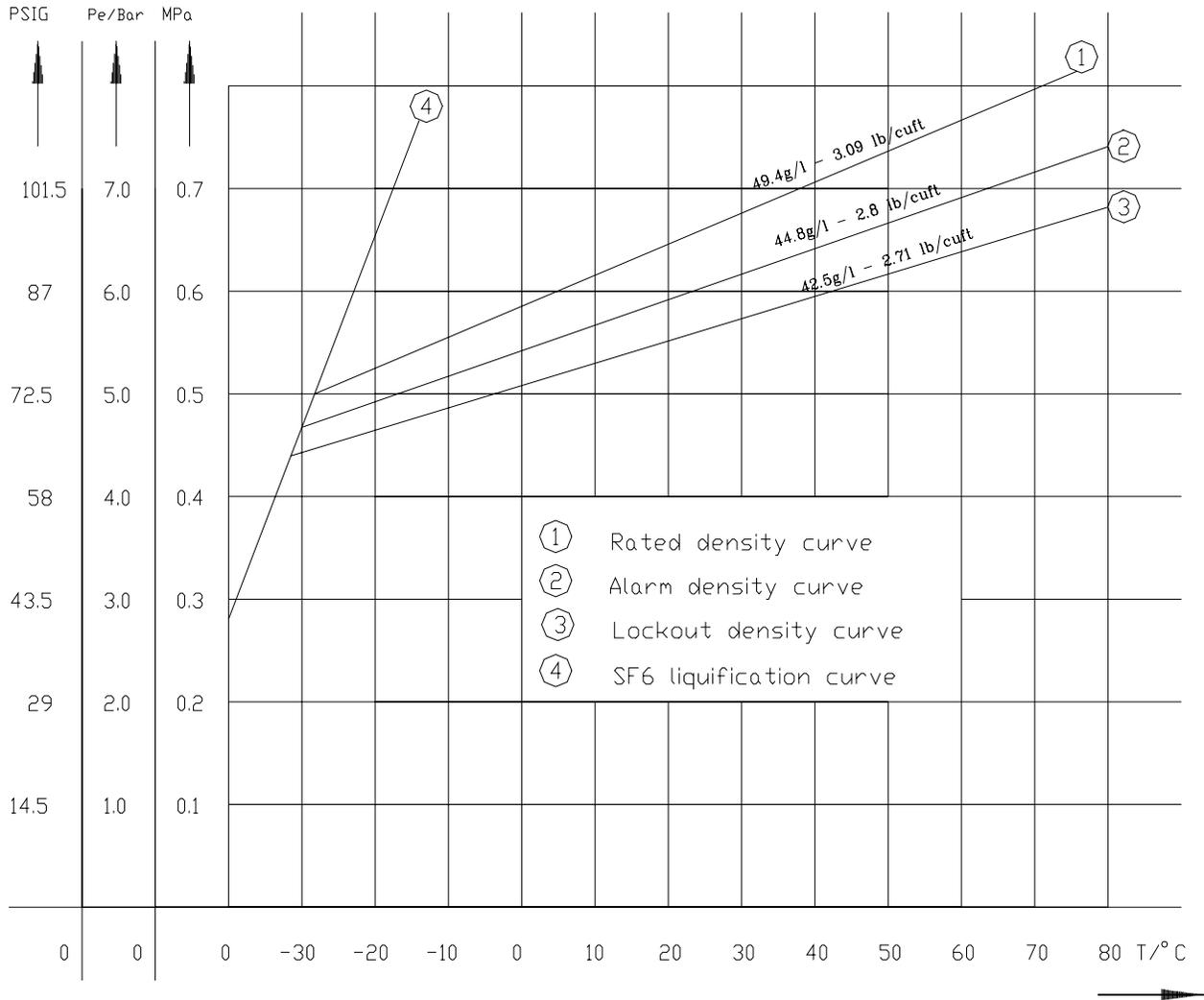
Плотномеры WIKA производятся в стандартном исполнении, шкала отградуирована посредством цветной индикации (зелёный-жёлтый-красный), снабжены тремя контактами сигнализации. Уставки контактов произведены на заводе-изготовителе и не требуют калибровки по месту установки.

## 5.2 Контроль плотности элегаза

### Смотри раздел 5 для расчёта номинальной плотности

Система контроля плотности элегаза с температурной компенсацией позволяет определить снижение плотности и выдать сигнализацию, когда плотность в отключающих камерах (баках) снижается ниже 44.8 г/л, [85 psig (5.8 бар) при 20° C.] и блокировку выключателя при 42.5 г/л, [80 psig (5.5 бар) при 20° C.] Ниже 80 psig (5.5 бар), выключатель должен быть выведен из эксплуатации и исследован на предмет утечек. При выявлении утечек, они должны быть устранены посредством замены прокладок или затяжки элементов крепления, или выполнения других ремонтных работ. Далее, необходимо произвести дополнение газом до номинальной плотности при 20° до того, как выключатель будет введён в эксплуатацию.

- Изменения состояния элегаза ( SF<sub>6</sub> ) при изменении температуры показаны на кривых.



**Рис 6: Кривые давления элегаза (93)**

	Давление Psig	Температура °F	Плотность lb/cu ft
<b>Номинальное</b>	93	68	3.09
<b>Сигнализация</b>	85	68	2.80
<b>Блокировка</b>	80	68	2.71

	Давление Бар	Температура °C	Плотность г/л
<b>Номинальное</b>	6.4	20	49.4
<b>Сигнализация</b>	5.8	20	44.8
<b>Блокировка</b>	5.5	20	42.5

Давление заполнения DT2-550 F3			
Температура		Давление	
° C	° F	Бар	psig
-34	-29.2	3.36	48.72
-32	-25.6	3.68	53.36
-30	-22	4.02	58.29
-28	-18.4	4.38	63.51
-26	-14.8	4.76	69.02
-24	-11.2	5.15	74.68
-22	-7.6	5.41	78.45
-20	-4	5.48	79.46
-18	-0.4	5.54	80.33
-16	3.2	5.61	81.35
-14	6.8	5.68	82.36
-12	10.4	5.74	83.23
-10	14	5.81	84.25
-8	17.6	5.87	85.12
-6	21.2	5.94	86.13
-4	24.8	6	87.00
-2	28.4	6.07	88.02
0	32	6.14	89.03
2	35.6	6.2	89.90
4	39.2	6.27	90.92
6	42.8	6.34	91.93
8	46.4	6.4	92.80
10	50	6.47	93.82
12	53.6	6.54	94.83
14	57.2	6.6	95.70
16	60.8	6.67	96.72
18	64.4	6.73	97.59
20	68	6.8	98.60
22	71.6	6.87	99.62
24	75.2	6.93	100.49
26	78.8	7	101.50
28	82.4	7.07	102.52
30	86	7.13	103.39
32	89.6	7.2	104.40
34	93.2	7.26	105.27
36	96.8	7.33	106.29
38	100.4	7.4	107.30
40	104	7.46	108.17

Shaded area shows SF<sub>6</sub> liquefaction stage. DO NOT FILL OR TOP UP AT THESE TEMPERATURES

### 5.3 Свойства элегаза SF6

Гексафторид серы (SF6) широко применяется в газообразном виде в ячейках высокого напряжения производимых концерном AREVA, высоковольтных выключателях, компактных распределительных устройствах.

SF6 является промышленным продуктом получаемым в результате прямого синтеза флуоресцирующих агентов и серы в жидком состоянии.

Полученный продукт очищается и сжижается под давлением для устранения как твёрдых элементов, так и кислорода, азота четырёхфтористого углерода.

SF6 поставляется в сжиженном под давлением виде при окружающей температуре в стальных емкостях (баллоны, сферические баллоны, цилиндрические контейнеры...) которые испытаны давлением 70 бар и их объемы могут быть от 3 до 500 дм<sup>3</sup>. Максимальный коэффициент закачки может составлять 1.04 кг/дм<sup>3</sup> когда температура ёмкости остаётся ниже 50° C или 0.75 кг/дм<sup>3</sup> когда температура ёмкости остаётся ниже 57° C.

Рекомендуется хранить баллоны в вертикальном положении в затемнённых помещениях.

SF6 отличный диэлектрик. При сравнении при одних и тех же условиях, диэлектрическая прочность элегаза более чем в два раза лучше воздуха (см. фиг.4). Это свойство по существу напрямую связано с электроотрицательной природой молекул SF6 захватывающих свободные электроны и сдерживает эффект лавины который инициирует дугу. SF6 так же отличная дугогасительная среда по следующим трём причинам :

- SF6 высокая энергия диссоциации эффективно охлаждает дугу,
- ионы агентов получавшихся при диссоциации высоко электроотрицательны и быстро поглощают свободные электроны,

Быстрая рекомбинация диссоциированных молекул определяет параметры восстанавливающегося напряжения

#### а) Примеси

Коммерчески доступный SF6 газ содержит малые количества примесей, которые строго ограничены нормами, так как могут отразиться на его свойствах.

Эти нормы (см. приложенную таблицу) обозначены в нормах 376 Международной Электротехнической Комиссии.

ПРИМЕСИ И ГРУППЫ ПРИМЕСЕЙ	МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ  (МАССОВАЯ ДОЛЯ)
ТЕТРАФТОРИД УГЛЕРОДА (CF <sub>4</sub> )	0.05 %
Кислород + азот, воздух	0.05 %
Вода	15 ppm
Кислота, выраженная как HF	0.3 ppm
Гидролизаты фторидов, выраженные как HF	1 ppm
Минеральное масло	10 ppm

**b) Запах**

Чистый элегаз не имеет запаха. Некоторые примеси (в основном кислотные) имеют запах, однако количества этих примесей в газе соответствующие стандартам МЭК недостаточны для появления запаха, определяемого обычным обонянием.

**c) Токсичность**

Чистый элегаз нетоксичен. Некоторые примеси, образующиеся в процессе производства SF<sub>6</sub> токсичны, но уровень концентрации этих примесей в полученном газе гораздо ниже уровня, установленного как дозволительно токсичного. Тем не менее, требования МЭКа устанавливают проведение биологического исследования с пятью лабораторными мышами : по истечении 24 часов нахождения в атмосфере , состоящей из 79 % SF<sub>6</sub> и 21 % кислорода, мыши должны оставаться в нормальном состоянии и сохранять все жизненные функции без изменений.

**d) Сертификаты**

По просьбе Заказчика, Поставщик SF<sub>6</sub> предоставляет сертификат, что поставляемый газ полностью соответствует нормам и стандартам МЭК.

**e) Поставщики элегаза**

Элегаз доступен во многих странах; основные поставщики :

ALLED CHEMICAL (США)  
 ASAHI GLASS (Япония)  
 KALI-CHEMIE (Германия)  
 IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (Великобритания)  
 MONTECATINI EDISON (Италия)  
 PECHINEY (Франция)  
 PRODELEC (Франция)

***Давление и эквиваленты***

- Международная единица: Паскаль: Pa
- Практически используемая: мегапаскаль 1 МПа = 10<sup>6</sup> Pa
- Ранее используемая: бар: 1 bar = 0.1 МПа

- Нормальное атмосферное давление:  
1 атмосфера = 0.1013 МПа = 1.013 бар = 760 мм
- Номинальное относительное давление: PN

## **Рекомендации по обращению с SF6**

### ***Основное***

В обычных условиях эксплуатации, элегаз находится в газообразной форме.

Он без цвета, запаха, вкуса. Не токсичен, не представляет угрозы для жизни.

Это тяжёлый газ, плохо распространяющийся в атмосферном воздухе.

Элегаз используется в ячейках КРУЭ, поскольку является отличным диэлектриком и прекрасно справляется с гашением дуги.

### ***Основные инструкции по обращению с элегазом***

## **Инструкции по обращению с емкостями**

SF6 поставляется в емкостях (баллоны, сферы, цилиндрические баки) под давлением 22 бар и 20°C. При таких условиях он сжижен.

К использованию таких емкостей применимы все правила, что и для баллонов со сжатым воздухом.

Следующие правила обязательны к соблюдению :

- Хранить ёмкости далеко от источников тепла.
- Закачка газа в оборудование должна осуществляться только с использованием специнструмента

Долговременное хранение газа в ёмкостях

Ёмкости должны храниться в специальных складских помещениях, как и в цехах производства.

В процессе перекачки газа в складской контейнер, необходимо проконтролировать, чтобы вес газа в складских контейнерах (1) :

- В регионах с умеренным климатом : был бы ниже, чем объём контейнера, выраженный в кубических дециметрах. Максимальное количество SF6 125 см<sup>3</sup> ёмкости будет эквивалентно :

$$125 \times 1.04 = 130 \text{ кг.}$$

- В условиях тропиков : ниже чем в 0.75 раз ёмкость в куб.дц. Количество газа в 125 dm<sup>3</sup> будет эквивалентно :  $125 \times 0.75 = 93 \text{ кг.}$

(1) Смотри публикацию 376 Международной Электротехнической Комиссии первый выпуск 1971 "Спецификация и приёмка нового элегаза".

AREVA гарантирует, что утечки не превышают 1% в год от общего количества элегаза в выключателе