

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

ТРАНСФОРМАТОР С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ



Трансформаторы Toshiba

История & Эволюция

По мере того, как росло потребление электроэнергии на городских территориях, подстанции в большинстве своем сооружались под землей, под деловыми зданиями, парками и местами общего пользования. При размещении подстанций на городской территории самым важным фактором является безопасность и недопущение возгорания. Для подстанций, сооружаемых в районах с нехваткой свободного места, требуются компактные и экономичные решения. Трансформаторы с элегазовой изоляцией вместо масляных трансформаторов представляют собой более оптимальное решение проблемы резкого роста потребности в электроэнергии в больших городах.

История силовых трансформаторов компании Toshiba

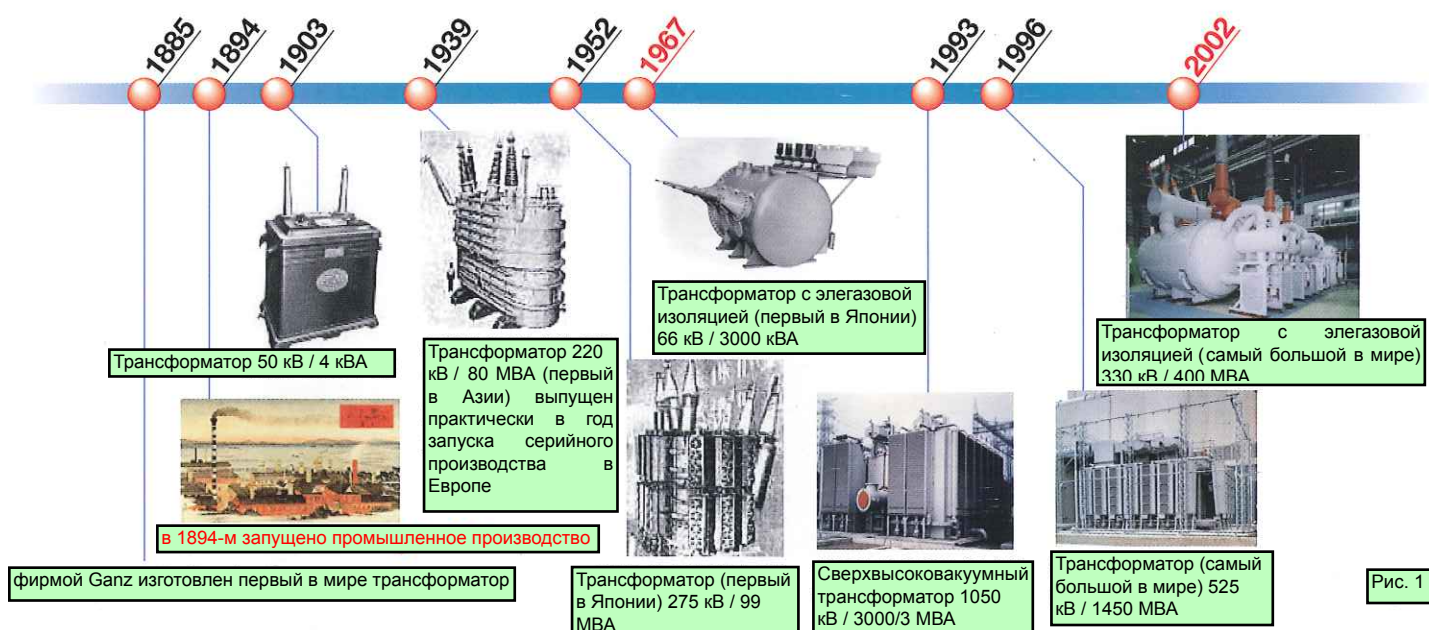
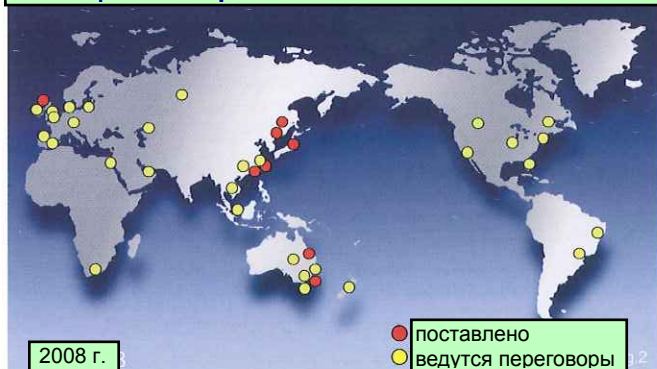


Рис. 1

Через 9 лет после того, как был изготовлен первый трансформатор в мире, в 1894 году компания Toshiba выпустила на рынок трансформаторы своего производства. С того времени Toshiba была и есть одним из мировых лидеров по новаторским разработкам в области производства трансформаторов. В 1967 году Toshiba поставила на рынок первый трансформатор с элегазовой изоляцией 66 кВ / 3 МВА, который обладает отличными характеристиками в части пожарной и экологической безопасности.

Применение трансформаторов с элегазовой изоляцией в мировых масштабах



Toshiba поставила большое количество трансформаторов с элегазовой изоляцией; в планах компании целый ряд проектов по установке трансформаторов с элегазовой изоляцией.

Подземная подстанция в здании делового комплекса



Рис. 3

Область применения: Трансформаторы с элегазовой изоляцией имеют отличные характеристики и широко применяются на подземных и закрытых подстанциях в городских районах. Трансформаторы с элегазовой изоляцией устанавливаются в экологически критических зонах, где утечка масла не допустима.

Преимущества Технологии Трансформаторов с Элегазовой Изоляцией

Трансформаторы с элегазовой изоляцией - Превосходные характеристики

Характеристики	Преимущества трансформаторов с элегазовой изоляцией
Негорючесть	В трансформаторах с элегазовой изоляцией в качестве изоляции и хладагента применяется гексафторид серы (SF_6); это делает ненужными противопожарное оборудование, маслосборники и сточные каналы вокруг трансформаторных.
Отсутствие взрывоопасности	Так как в случае внутренних неисправностей подъем давления в баке очень мал в сравнении с прочностными характеристиками бака, бак трансформатора с элегазовой изоляцией взрываться не будет, что и гарантирует безопасность оборудования на подстанции.
Компактность	Поскольку ни расширительный бак, ни устройства сброса давления не нужны, становится возможным уменьшить высоту помещения трансформаторной подстанции. В случае с трансформаторами класса 275 кВ / 300 МВА можно добиться снижения высоты примерно на 2-2,5 м.
Отличное сопряжение с элегазовой коммутационной аппаратурой	Применение трансформатора с элегазовой изоляцией совместно с элегазовой коммутационной аппаратурой обеспечивает очень компактную планировку подстанции, когда оборудование устанавливается в одном и том же помещении. Таким образом можно добиться значительного снижения затрат на строительство.

Значительного повышения давления в баке во время внутреннего повреждения не происходит благодаря характеристикам газа. Опасность взрыва бака или возгорания можно полностью исключить.

Компактность планировки подстанции благодаря трансформаторам с элегазовой изоляцией

Так как в данном случае масло не используется, трансформатор с элегазовой изоляцией и элегазовой коммутационной аппаратурой не нужно разделять противопожарной перегородкой и не нужно разносить по разным помещениям. Такое размещение позволяет обеспечить компактную планировку подстанции.

Повышение давления в результате внутренней неисправности

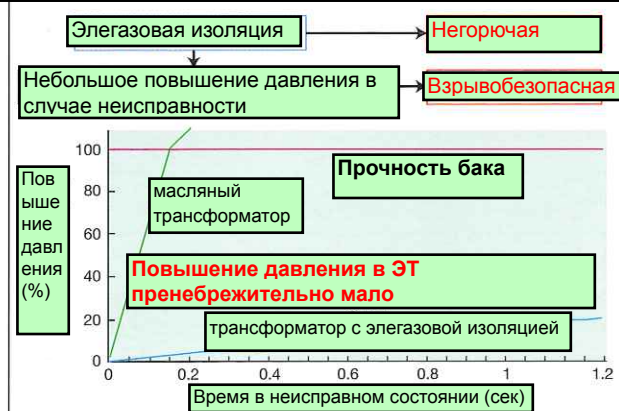
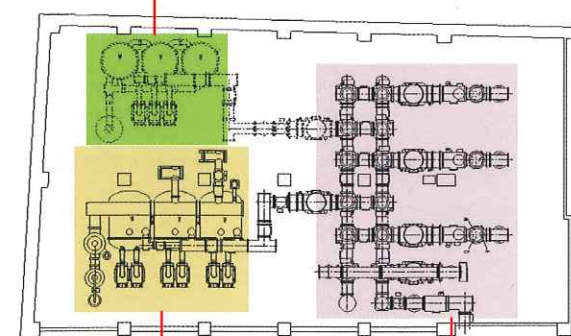


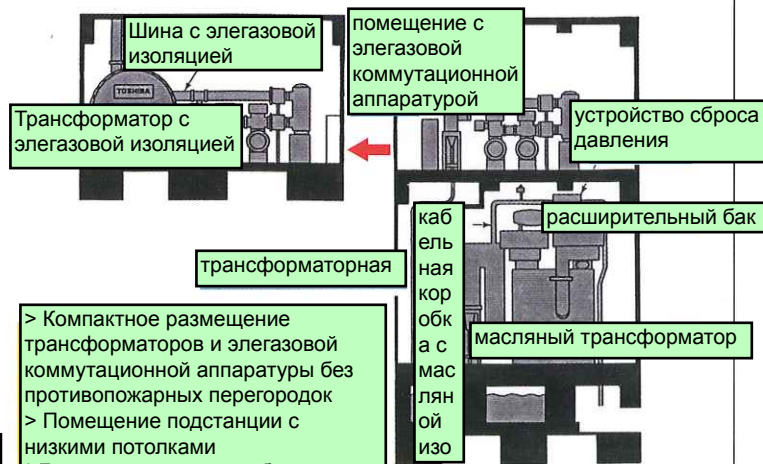
Рис. 4

Шунтирующий реактор 150 МВА/275кВ



Трансформатор 300 МВА/275кВ GIT

Элегазовая коммутационная аппаратура



> Компактное размещение трансформаторов и элегазовой коммутационной аппаратуры без противопожарных перегородок
> Помещение подстанции с низкими потолками
* Без расширительного бака и устройств сброса давления

Рис. 5

Конструктивное Решение

Трансформатор с элегазовой изоляцией - характеристики

Масляный трансформатор (МТ)



Трансформатор с элегазовой изоляцией (ЭТ)

1 (1) Изоляция / охлаждение

Изоляционное трансформаторное масло



Гексафторид серы (SF_6)
Давление 0,14 или 0,43 МПа-г (20 С)

2 Твердый изоляционный материал

Промасленная бумага, плиточный картон



ПЭТФ-пленка, ПФС-пленка, арамидная бумага,
плиточный картон

3 Расширительный бак

Необходим



Не требуется

4 Переключатель выходных обмоток трансформатора под нагрузкой

Отводной переключатель

Переключение дуг в масле



Вакуумный прерыватель

Устройство переключения ответвлений

Скользящий контакт



Роликовый контакт

Конструкция трансформатора с элегазовой изоляцией по существу не отличается от конструкции масляного трансформатора, за исключением изоляционного материала и охлаждающей среды. Следовательно, широкий опыт технологии масляных трансформаторов можно применить в проектировании, производстве и техническом обслуживании трансформаторов с элегазовой изоляцией.

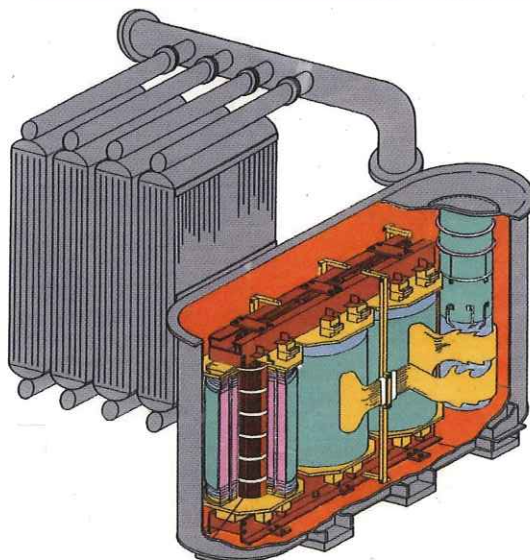
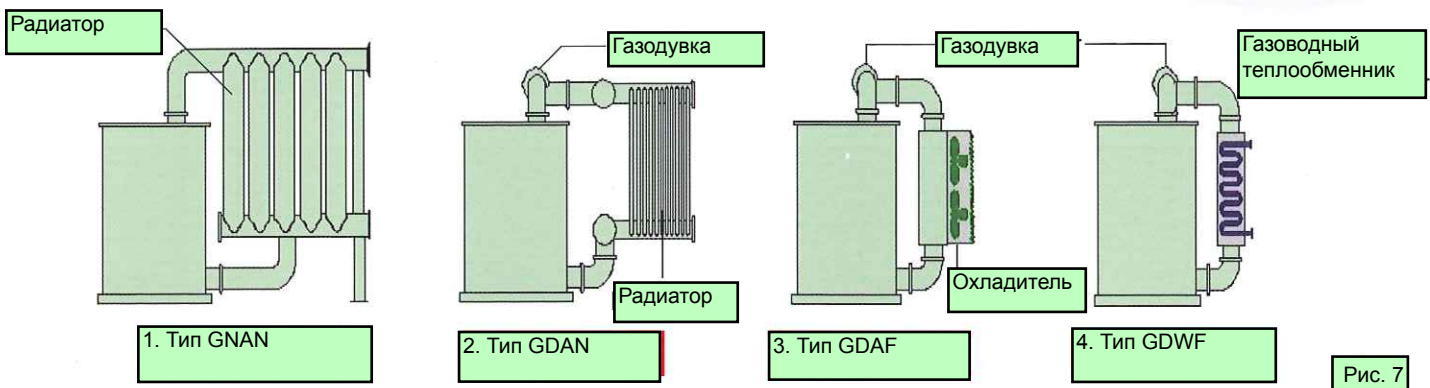


Рис. 6

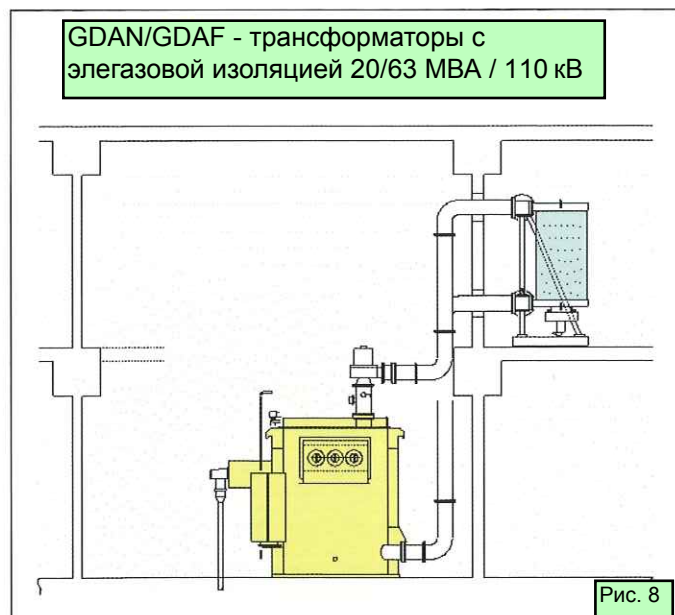
Система Охлаждения

Конструкция системы охлаждения для трансформаторов с элегазовой изоляцией

Конструктивное решение системы внешнего охлаждения для трансформаторов с элегазовой изоляцией практически идентично случаю с масляными трансформаторам; по этой причине возможно применение различных типов систем охлаждения.

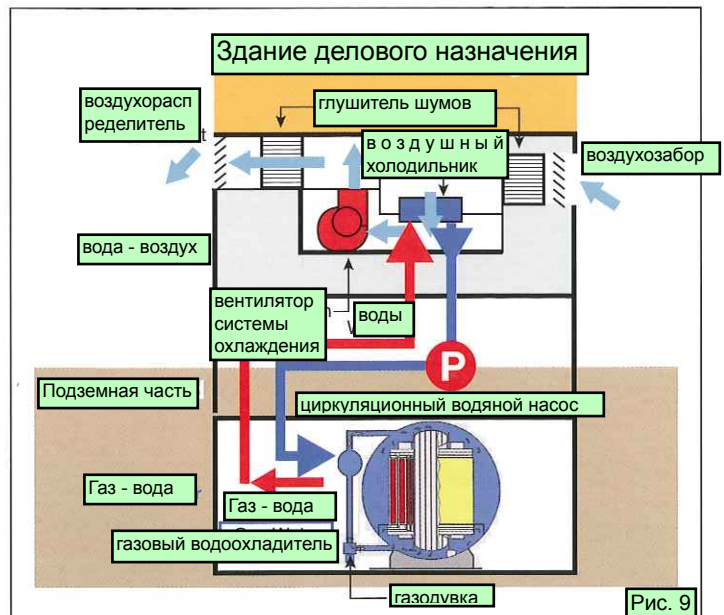


Гибкость конструктивного решения подстанции



Так как нагнетательное давление гексафторида серы (SF_6) как рабочей среды пренебрежительно мало, аппаратуру системы охлаждения можно разместить выше уровня установки трансформатора с элегазовой изоляцией аналогично схеме выше. Трансформаторы с элегазовой изоляцией обеспечивают отличную гибкость планировки при размещении таких компонентов как радиаторы или охладители.

Система водяного охлаждения для городских подстанций



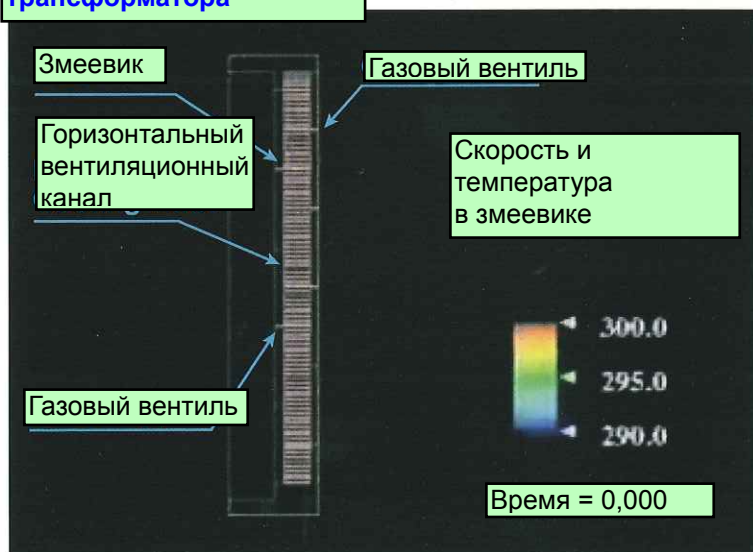
Система водяного охлаждения широко применяется в подстанциях подземного или закрытого типа. Тепло, вырабатываемое трансформатором с элегазовой изоляцией, эффективно передается на водно-воздушные теплообменники потоком воды. Система охлаждения обычно размещается на верхнем этаже здания подстанции.

Система Автоматизированного Проектирования

Температурный анализ для проектирования трансформаторов с элегазовой изоляцией и соображения по помещениям элегазовых подстанций

При проектировании системы охлаждения обмотки трансформатора или здания подстанции могут применяться системы автоматизированного проектирования. На этапе проектирования здания подстанции большую пользу приносят расчеты воздушных потоков внутри и/или снаружи здания, выполненные с помощью систем САПР, очень полезны.

Охлаждение обмотки трансформатора



Радиаторное охлаждение

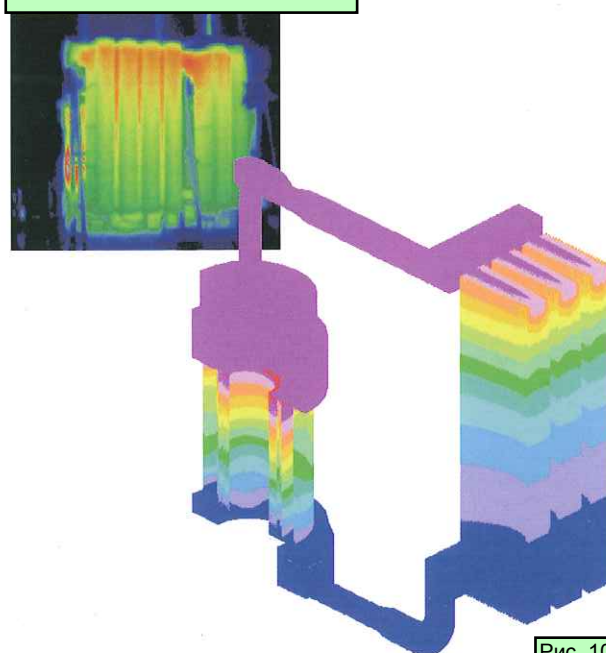


Рис. 10

Охлаждение трансформаторной

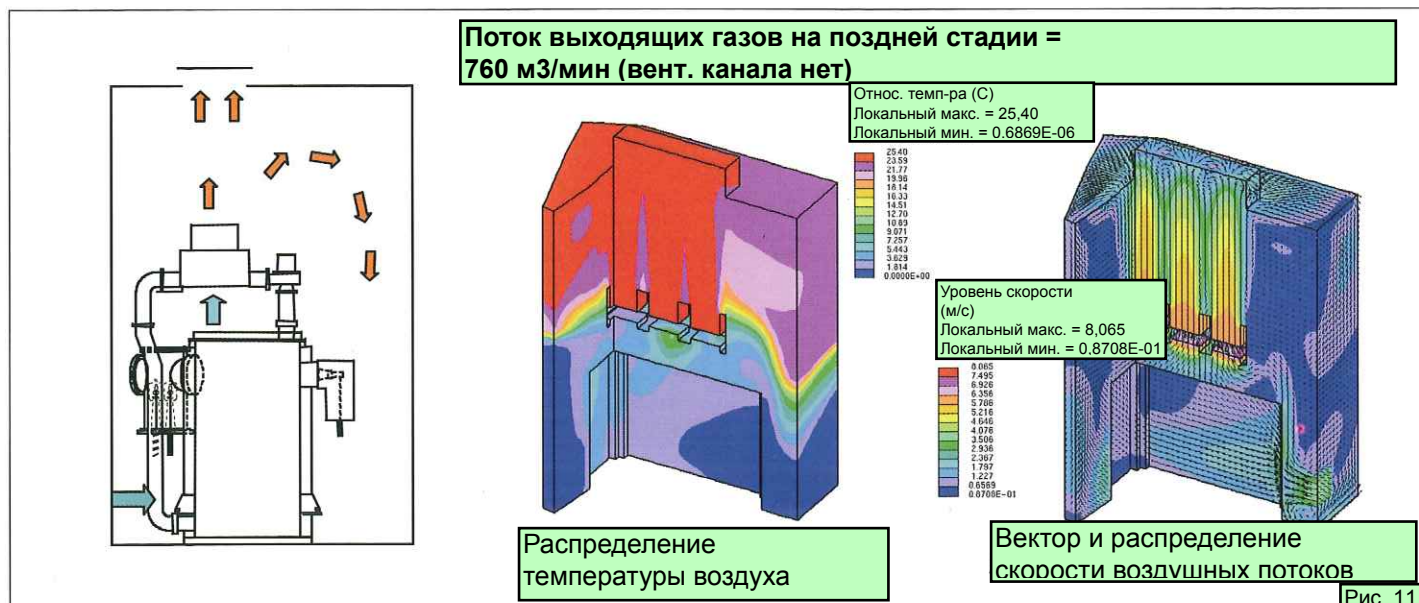
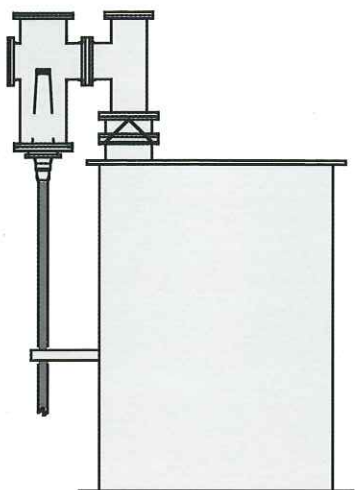


Рис. 11

Результаты расчетов, использованных на схеме, показывают, что размещение аппаратуры охлаждения наверху годится в отношении эффективного охлаждения подстанции в данном случае. Положения охладителей можно рассчитать с помощью анализа САПР с учетом планировки подстанции.

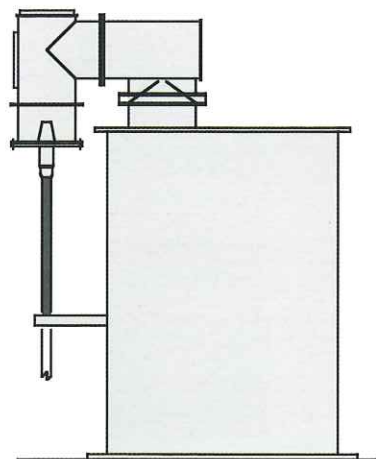
Сопряжение с другим оборудованием подстанции

Существуют различные типы планировки оконечных устройств для области применения трансформаторов с элегазовой изоляцией. Для снижения площади, требующей для размещения устройств-потребителей, вместо воздушных вводов широко применяется кабельное подключение или прямое подключение шины с элегазовой изоляцией, особенно для подземных подстанций или подстанций в зданиях.



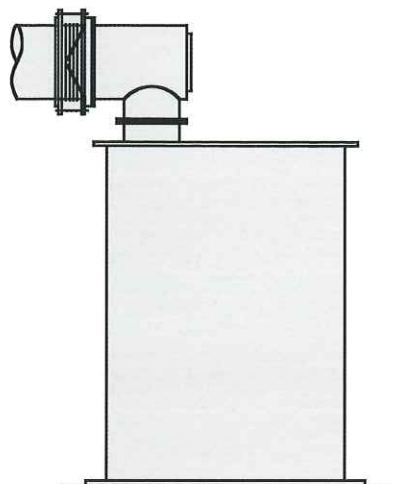
Кабельное подключение

Конструкция кабельного сопряжения хорошо определена и оконечные подключения устройств-потребителей могут быть выполнены надежным и безопасным образом в соответствии с международными стандартами (IEC или др.).



Сопряжение через штекерные разъемы

В случае штекерного соединения во время монтажа газоподготовительные устройства в кабельном отсеке не требуются. Штекерные соединения обычно применяются только для маломощных трансформаторов с элегазовой изоляцией низкого напряжения из-за наличия штекерного разъема.



Прямое подключение шины с элегазовой изоляцией

Трансформаторы с элегазовой изоляцией можно устанавливать вместе с шинами с элегазовой изоляцией или элегазовой коммутационной аппаратурой в одном и том же помещении путем прямого подключения указанных шин или аппаратуры (см. рис. 5, стр. 2)

Рис. 12

Переключатель выходных обмоток трансформатора под нагрузкой и принадлежности

Компоновка выходных обмоток трансформатора под нагрузкой для трансформаторов с элегазовой изоляцией

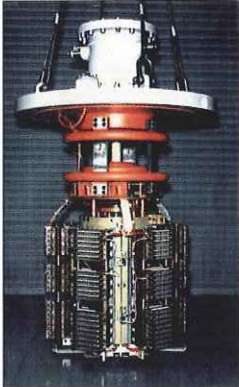
Тип	GVT-D100AL	GVT-M100CL	GVT-100DH	
Фото				
Ступенчатое изменение напряжения	1200V	1500V	2500V	
Номинальный ток	380A	600A	870A	

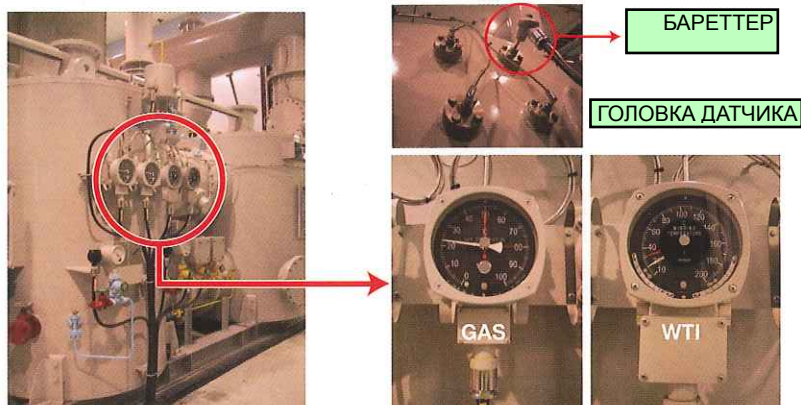
Рис. 13

Реле скачков газового давления



Рис. 14

Индикация температуры



ТЕРМОМЕТР ЦИФЕРБЛАТНОГО ТИПА

Рис. 15

Сравнение принадлежностей для трансформаторов с элегазовой изоляцией и масляных трансформаторов

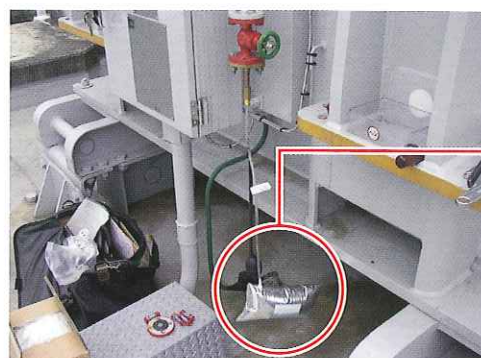
Компонент		Трансформаторы с элегазовой изоляцией	Масляные трансформаторы
Предохранительные устройства и оборудование	Температура	Индикатор температуры газа Индикатор температуры обмотки	Индикатор температуры газа Индикатор температуры обмотки
	Утечки	Реле плотности газа Мановакуумметр	Датчик уровня масла
	Защита	Реле скачков давления газа (переключатель выходных обмоток трансформатора под нагрузкой)	Газовое реле, реле обнаружения газа, устройство сброса давления
	Прочее	—	Система консервирования масла Влагопоглотитель
Воздушная вентиляция		Вентиляция с вытяжкой на улицу	Вентиляция с противопожарными задвижками на улицу

Табл. 1

Диагностика неисправностей и техническое обслуживание

Диагностика Трансформатора с элегазовой изоляцией

Проверка исправности трансформаторов с элегазовой изоляцией и анализ причины неисправности может проводиться методом газовой хроматографии. Простая газовая индикаторная трубка позволяет проверить исправность трансформатора с элегазовой изоляцией прямо на месте установки.



Мешок для отбора проб



Газовая индикаторная трубка

Рис. 16

Типовая программа технического обслуживания трансформатора с элегазовой изоляцией

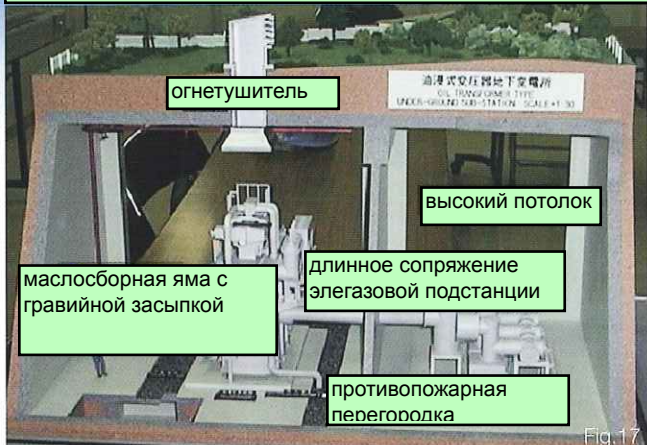
NO.	Компонент технического обслуживания	Периодичность обслуживания						В случае неисправности
		Раз в 2 года	Раз в 3 года	Раз в 5 лет	Раз в 10 лет	Раз в 15 лет	Раз в 30 лет	
1	Газовый анализ	✓						
2	Добавка смазки подшипника газодувки		✓					
3	Подшипники газодувки				✓			
4	Газодувка теплообменника					✓		
5	Индикаторные и предохранительные устройства				✓			
6	Датчик газового давления теплообменника			✓				
7	Втулка теплообменника						✓	
8	Проводка, сигнальный кабель теплообменника						✓	
9	Осмотр переключателя выходных обмоток трансформатора под нагрузкой			✓				
10	Замена охладителя							✓
11	Замена уплотнительного кольца							✓
12	Текущее устранение незначительных утечек газа							✓

Регламент технического обслуживания - компоненты трансформатора с элегазовой изоляцией

Табл. 2

Типовые области применения

Применение масляных трансформаторов и элегазовой коммутационной аппаратуры



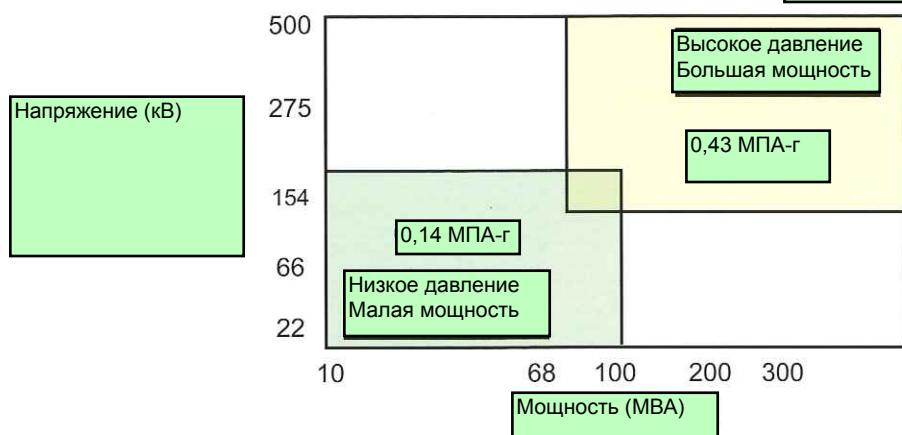
В зависимости от степени пожарной опасности, масляный трансформатор и элегазовая подстанция должны разделяться противопожарной перегородкой или устанавливаться в разных помещениях в зависимости от степени пожарной опасности.

Применение трансформаторов с элегазовой изоляцией и элегазовой коммутационной аппаратуры



Так как в элегазовой коммутационной аппаратуре и на элегазовой подстанции масло не применяется, противопожарные перегородки и отдельные помещения не требуются. Размещение элегазовой коммутационной аппаратуры и трансформатора с элегазовой изоляцией в одном помещении обеспечивают компактность подстанции.

Приложенное напряжение, мощность и газовое давление



Toshiba предлагает широкую номенклатуру трансформаторов с элегазовой изоляцией с технологией газа низкого давления и газа высокого давления

Рис. 19

Трансформатор с элегазовой изоляцией 15/50 МВА-110кВ на подземной подстанции

Решение с газом низкого давления 0,14 МПа-г



Рис. 20

Трансформатор с элегазовой изоляцией 400 МВА на подземной подстанции

Решение с газом высокого давления 0,43 МПа-г



Применена система водяного охлаждения

Рис. 21

Экологическая безопасность

Трансформатор 39МВА-132кВ с элегазовой изоляцией рядом с национальным парком (Австралия)



Рис. 22

Гидроэлектростанция (на снимке выше) расположена в регионе с влажным тропическим климатом на территории заповедника мирового значения, охраняемого государством. На данной ГЭС для исключения опасности утечки масла предусмотрен трансформатор с элегазовой изоляцией.

Контроль над выбросами гексафторида серы (SF_6) в атмосферу

Выбросы гексафторида серы (SF_6) на оборудования с элегазовой изоляцией (Япония)

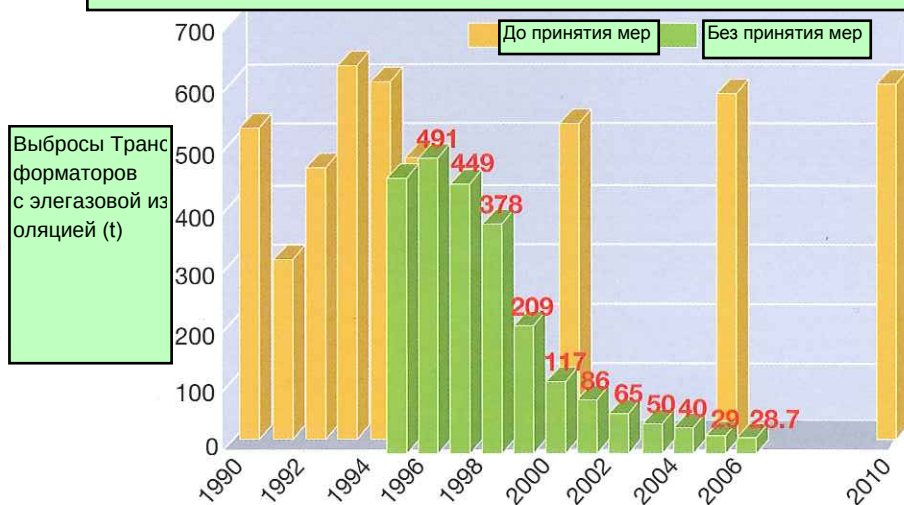
Испытания на утечку газа на заводе-производителе трансформаторов



Fig.24

Для подтверждения отсутствия утечки газа из бака трансформатора, на заводе-изготовителе все баки трансформаторов проходят проверку на герметичность. На месте проверка на герметичность (утечку газа) проводится при каждой новой установке компонентов оборудования с элегазовой изоляцией.

Рис. 23



Электроэнергетические компании и производители электрооборудования в Японии предприняли огромные усилия, чтобы свести к минимуму утечку гексафторида серы (SF_6) на согласованной договорной основе. Ввиду тщательного соблюдения регламента газоподготовки и установки систем полного улавливания/утилизации гексафторида серы, объем выбросов газа на оборудовании с элегазовой изоляцией был сильно снижен, как показано зелеными столбиками.

Если бы соответствующие меры не были приняты, объем выбросов газа гексафторида серы (SF_6) продолжал бы расти, как показано оранжевыми столбиками.

КОРПОРАЦИЯ TOSHIBA

1-1, СИБАУРА 1-КОМЕ, МИНАТО-КУ, ТОКИО 105-8001, ЯПОНИЯ
ТЕЛ. +81-3-3457-3759 ФАКС +81-3-5444-9169

* Данные в настоящем проспекте могут быть изменены без уведомления.

Напечатано в Японии 5011-12 '08-08TD1