



# Анализаторы элегаза SF6

Анализ элегаза SF6

Что это?

WIKAL

Part of your business



Качество

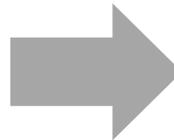


Обнаружение  
утечек/контроль  
герметичности



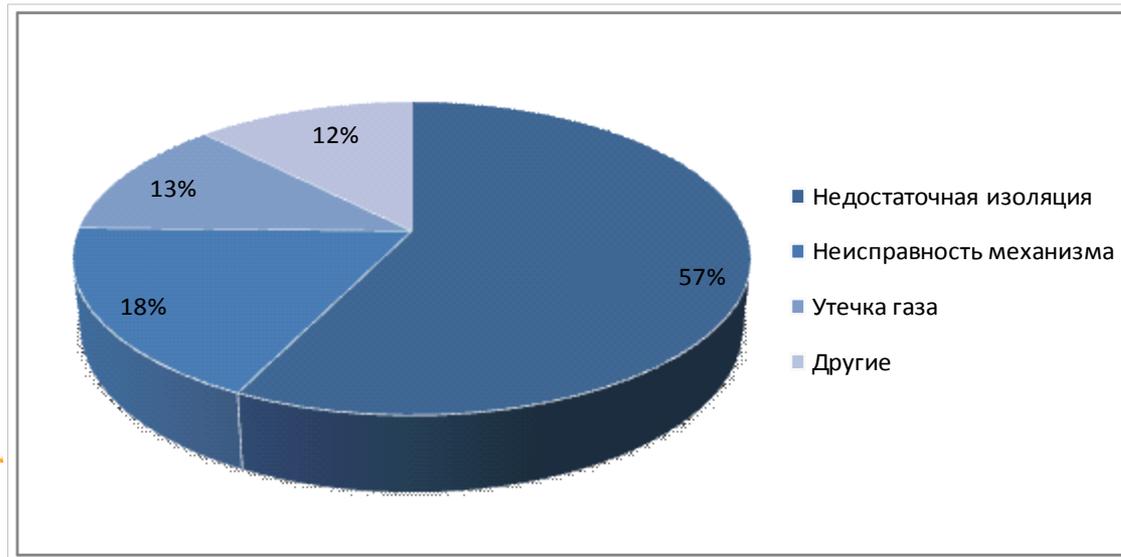
Мониторинг  
выбросов

# Для чего нужен анализ качества газа?



# Статистика отказов

Мировая статистика неисправностей элегазовых выключателей:

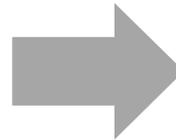


овых выключателей.

# Причины частичных разрядов

Влажность, воздух и CF4 (тетрафторметан) попадает в газовый отсек

- Причины попадания влаги и воздуха
  - ∖ Утечки
  - ∖ Неполное вакуумирование
  - ∖ Ошибки обслуживания
  - ∖ Неправильное заполнение
  
- Причины для CF4 (тетрафторметан)
  - ∖ Производственный процесс SF6
  - ∖ Распад органических веществ



## ■ Последствия

- ∖ Высокие концентрации воздуха и влаги приводят к ухудшению изоляционных свойств SF6
- ∖ Во время разрядов SF6 вступает в реакцию с воздухом и влагой, выделяя токсичные и агрессивные продукты разложения.

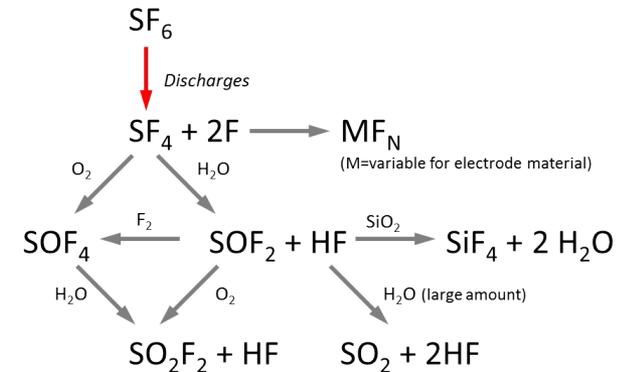


## SF6 Gas Analysis

# Распад SF6 (элегаза)

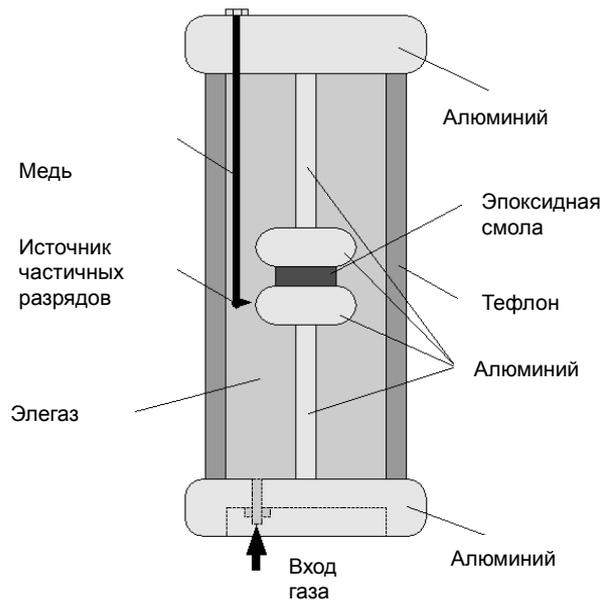
- Несмотря на свою отличную химическую стабильность элегаз будет разлагаться с такими разрядами как например: дуги, искрения и частичные разряды.
- Степень распада значительно зависит от концентрации влаги и воздуха. Причины для влаги и воздуха в выключателях:
  - Утечки газа
  - Неполное вакуумирование
  - Ошибки обслуживания
  - Неправильное заполнение
- Химические реакции продуктов разложения с изоляционными материалами ведут к коррозии и уменьшению электрической прочности изоляции.

**Впоследствии это может привести к пробоям и соответственно повреждению выключателя.**



## SF6 Gas Analysis

# Исследование влияния продуктов разложения



SF6 Элегазовая камера

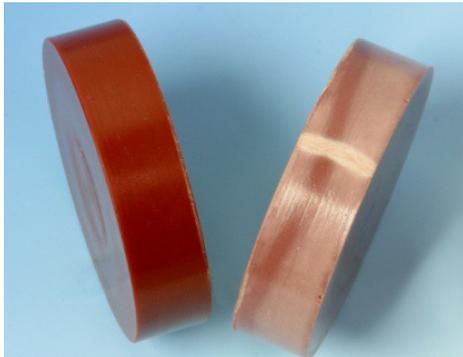


Экспериментальная конструкция

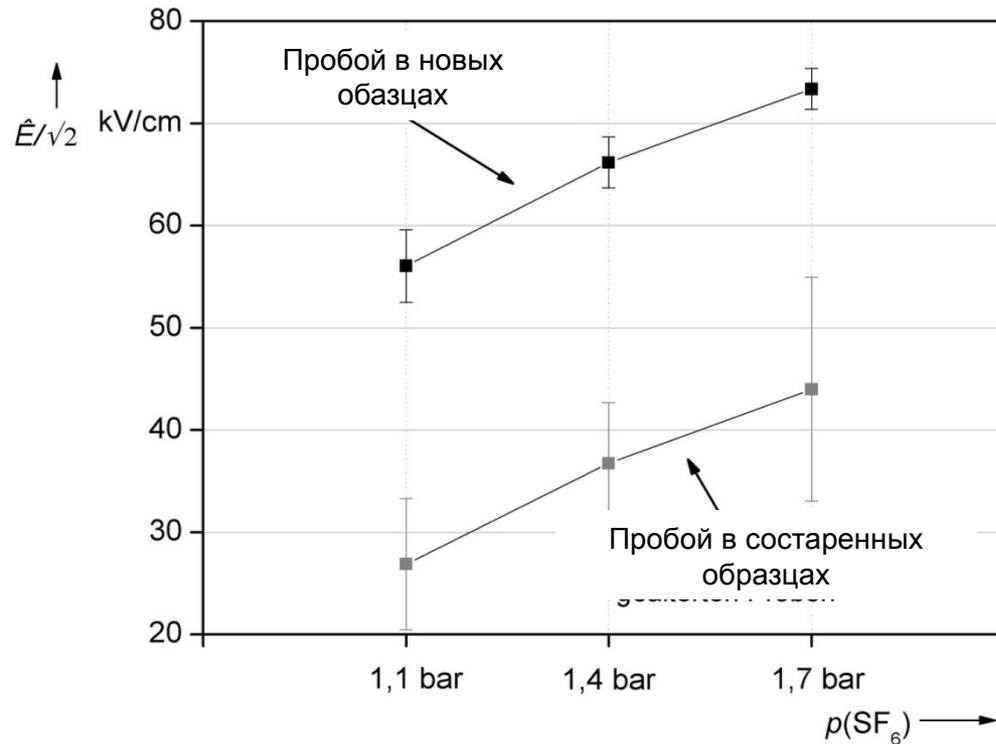
Выполнено в институте ВВ разработок и электросистем (TU Dortmund)

# Действие (влияние) продуктов разложения

- Уменьшение поверхностного сопротивления вследствие разложения веществ



Образец «до» и «после» эксперимента



# Влияние продуктов разложения

- ↘ Влияние на организм человека в низких концентрациях
  - ↘ *Раздражение*
  - ↘ *Жжение*
  - ↘ *Вдыхание может значительно повлиять на здоровье*

Продукты разложения	Стабильность на воздухе	Конечный продукт	Токсичность ПДК / ppmv	Запах
SF4 Тетрафторметан	Быстрый распад	HF, SO2	3,6	Резко кислый
S2F10 Декафторид дисеры	Стабилен	SF4, SF6	0,26	
SOF2 Фтористый тионил	Медленный распад	HF, SO2	2,5	Тухлых яиц
SOF4 Thionyltetrafluorid	Быстрый распад	SO2F2	0,5	Кислый
SO2F2 Sulfuryl	Стабильно		2,4	Нет
SO2 Sulfur dioxide	Стабильно		0,5	Резкий
HF Hydrogen fluoride	Стабильно		1,0	Кислый
SiF4 Silicon tetrafluoride	Быстрый распад	SiO2, HF	0,8	Кислый

## SF6 Gas Analysis

# Максимально допустимые уровни примесей

## 3 критерия качества SF6, которые указаны в МЭК и СИГРЭ (CIGRÉ)

### Чистота SF6

Макс. / Повторное использование: >97%, соответствует 3% O2 и/или CF4

### Влажность / точка росы

Максимум: -5°C

Повторное использ.: -36°C т.р. при >2бар для высокого напр.  
-23°C т.р. при <2бар для среднего напр.

### Продукты разложения

Максимум: 2,000 ppmv  
500 SO2

Повторное использ.: 50 ppmv  
12 ppmv SO2



# Определение качества газа

## Влажность

### Охлаждаемое зеркало(физический принцип измерения)

В этом приборе газ SF6 поступает на зеркало, которое охлаждается до температуры точки росы газа SF6 с помощью теплового насоса Пелетье. Температура точки росы будет достигнута, когда будет зафиксирован конденсат/иней на поверхности зеркала. Температура точки росы зависит от содержания влаги.

### Электронное устройство измерения точки росы(емкостный принцип)

Основан на абсорбции молекул воды в веществе, действующем как диэлектрик в конденсаторе (керамика, оксид алюминия или полимер). Изменение емкости конденсатора пропорционально уровню влажности. Изменение емкости преобразовывается в значение влажности с помощью электронных вычислений.

## GA40 - SF6-Гигрометр

Точность:  $\pm 0.1$  °C т.р.



## GA11 - SF6-Анализатор качества/ GA20 - SF6-Влагомер

Точность:  $\pm 2$  °C т.р. (t -40...+20 °C)  
 $\pm 4$  °C т.р. (t < -40°C)



## Определение качества газа

### Процентное содержание воздуха и CF4 / SF6

#### Измерение скорости звука

В основе этого метода лежит сравнение скорости звука в разных газах. Скорость звука в воздухе составляет около 330 м/с, в то время как в среде чистого элегаза она составляет лишь около 130 м/с. Измеренная скорость звука будет преобразована с учетом температурной компенсации и переведена в % содержание SF6 с помощью микроконтроллера.

#### Теплопроводность

Определение теплопроводности посредством непрерывного измерения теплопроводности SF6. Поэтому сравнение измеренного значения с теплопроводностью чистого SF6 позволит вывести уравнение. Разность температур будет преобразована в % содержание SF6 вычислением.

### GA50 - SF6 - Концентрация Точность: $\pm 0.5$ %



### GA11 - SF6-Анализатор качества Точность: $\pm 0.5$ %



# Определение качества газа

## Продукты разложения

Детекторные трубки

Определение содержания SO<sub>2</sub> и HF

Определение SO<sub>2</sub> с помощью электрохимических сенсоров

ИК-Фурье спектрометр для лабораторного анализа

Инфракрасный спектрометр и газовый хроматограф.

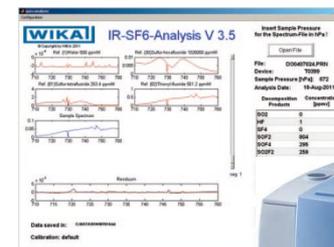
## Детекторные трубки для SO<sub>2</sub>



## GA11 - SF<sub>6</sub>-Анализатор качества/ GA25 – Кислотомер SF<sub>6</sub>



## ИК-Фурье спектрометр



# Определение качества газа

## Продукты разложения

Спектрометрия подвижности ионов

Определение общей концентрации продуктов разложения

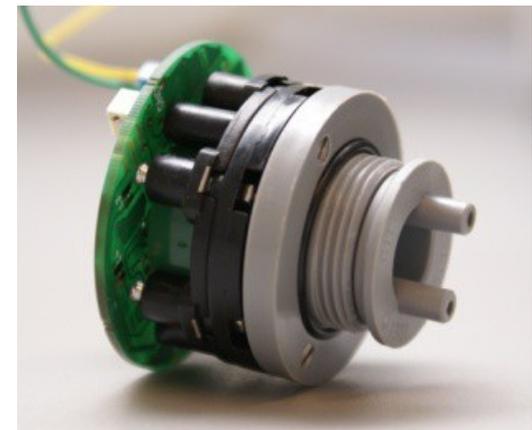
Электрохимические сенсоры

Например определение продуктов разложения SO<sub>2</sub> и HF

## Измеритель для SO<sub>2</sub>



## Электрохимический сенсор



SF6 Gas Analysis

# Стратегия анализа

WIKAL

Part of your business



Восстановление /Заправка



Контроль качества



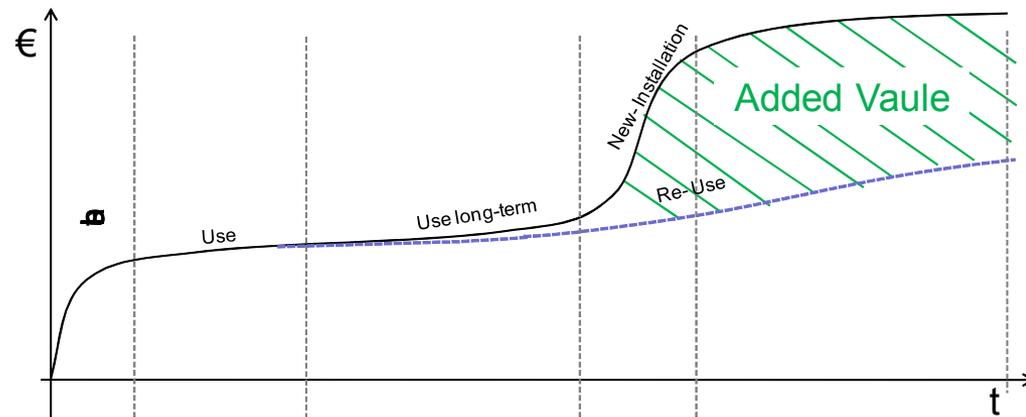
Проверка утечек



Мониторинг выбросов

# Преимущества для потребителя

- Выявление электрических неисправностей на ранней стадии
- Смена стратегии обслуживания: по реальному техническому состоянию
- Обеспечение безопасной работы
- Увеличение срока эксплуатации оборудования
- Снижение потребления элегаза и времени обслуживания
- Документированные результаты измерений





 Part of your business

