



Методы и средства непрерывного контроля SF6

Зачем нужен менеджмент элегаза

↘ Экономические причины

- *Лучше планирование обслуживания подстанции / обслуживание*
- *Повышение надежности распределительного устройства*

↘ Экологические причины

- *Потенциал сокращения выбросов через знание фактической ситуации в сети*
- *Отчетность по эмиссии элегаза может стать обязательной*

С Системой менеджмента SF-6 Вы можете...

- Измерять величину утечек низкого уровня
- Видеть точные величины выбросов конкретных выключателей
- Обнаружить утечки на ранней стадии (⇒ Прогнозы, обл по тех состоянию, SAM)
- Доказывать соотношение нормы / показатели эмиссии (для оплаты)
- Оптимизировать заполнение резервуаров (резервуары наиболее вероятно переполнены),
- Выпускать сертификаты эмиссии для прерывателей (конкурентное преимущество для лучших в классе)
- Вести торговлю квотами эмиссией (проекты «Механизм чистого развития» и т.д. ...)

Сенсор с самыми современными технологиями



■ Влажность (один встроенный датчик)

- Первопричина (Влажность / Кислород / Энергия)
- Сильное влияние на электрическую прочность
- Кислотная среда (SO₂, HF, SOF₄ ...)

■ Давление (один встроенный датчик)

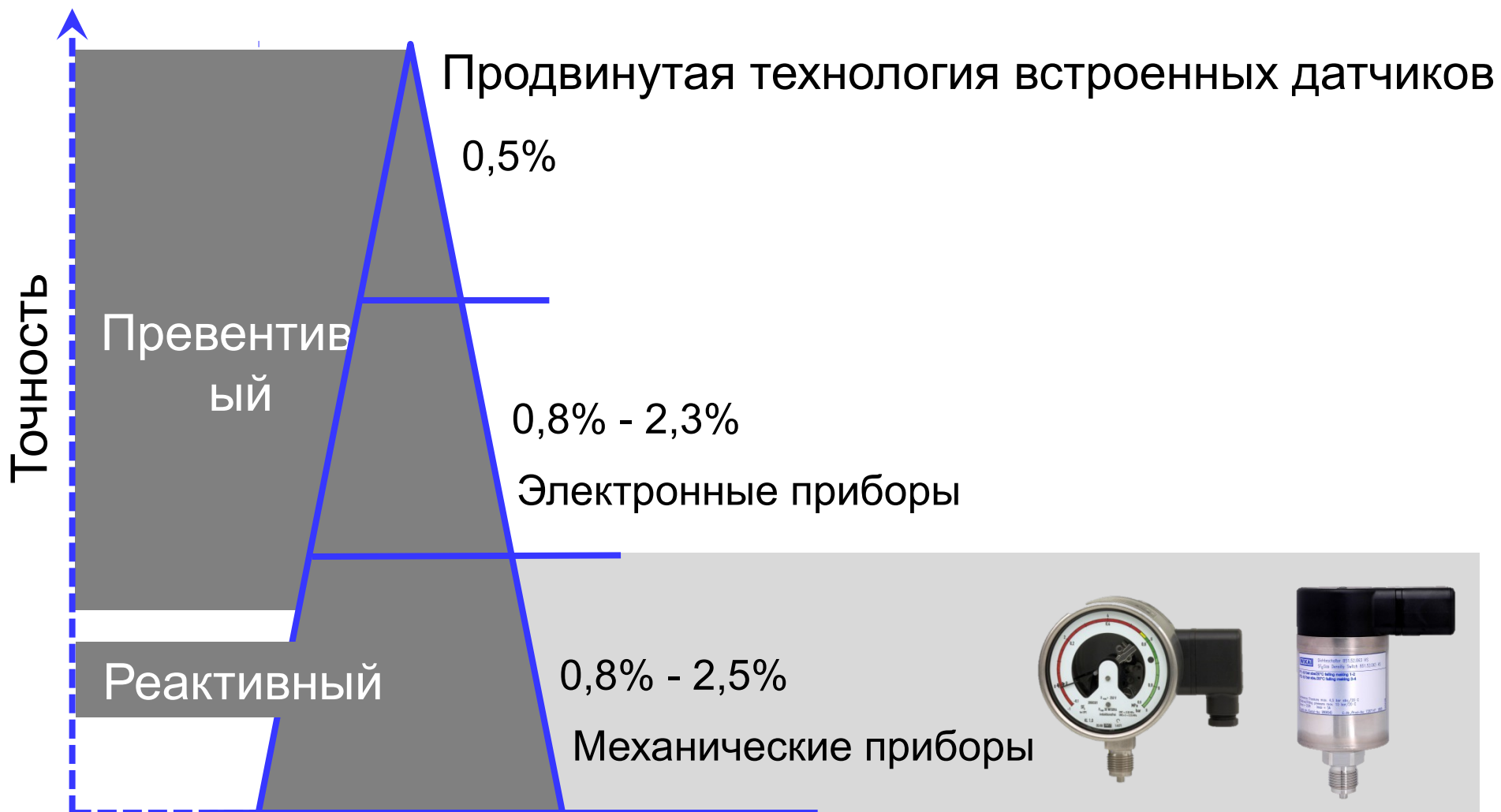
- Высокоточный датчик 0,06% диапазона
- Высокая частота дискретизации позволяет выявить баки, подверженные явлениям ЧР
- Основа для вычисления плотности

■ Температура (три встроенных датчика)

- 2 температурных датчика непосредственно погружены в элегаз
- 1 температурный датчик измеряет температуру окружающего воздуха
- Тепловое изображение (термодинамика)

■ Плотность (вычисл; плотность $\rho = F(p, t)$)

SF6 Эмиссия Пирамида



Реактивный мониторинг сегодня – ручные расчеты

Начальное давление с
компенсацией : 6.212 бар = 90.1 PSI

Фактическое давление с
Компенсацией : 6.112 бар = 88.6 PSI

Начальная масса газа 100%: 11.520 kg

Объем бака: 0.240 м³

Плотность @ 6.212 баров

Плотность @ 6.112 баров

Различие: 0.75 кг/м³

Масса потерь SF₆: 0.75 кг/м³ · 0.240 м³

Масса потерь SF₆ : 0.180 kg

По прошествии 3 Лет, заключение таково:
1.6% через 3 Года - потеря 0.53% массы газа ежегодно

⇒ Резервуар потерял 61 г / год

SF₆-gas

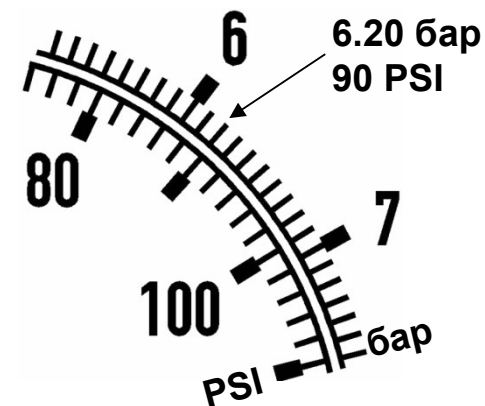
What is known ?
☒ pressure
☐ density

language
☐ german
☒ english

Theorie by
☒ Döring
☐ Bier

☐ absolute pressures

	temperature [°C]	pressure [bar]	density [kg/m ³]	spec. vol. [m ³ /kg]
kompensation point :	20,0	6,212	48,00	0,0208
fluidisation :	-26,6			
			pressure difference	
lower values :	-20,0	4,876	-1,336	[bar] 2,592
upper values :	60,0	7,469	1,257	



SF₆ Газ онлайн контроль

Краткий обзор Реактивный Контроль

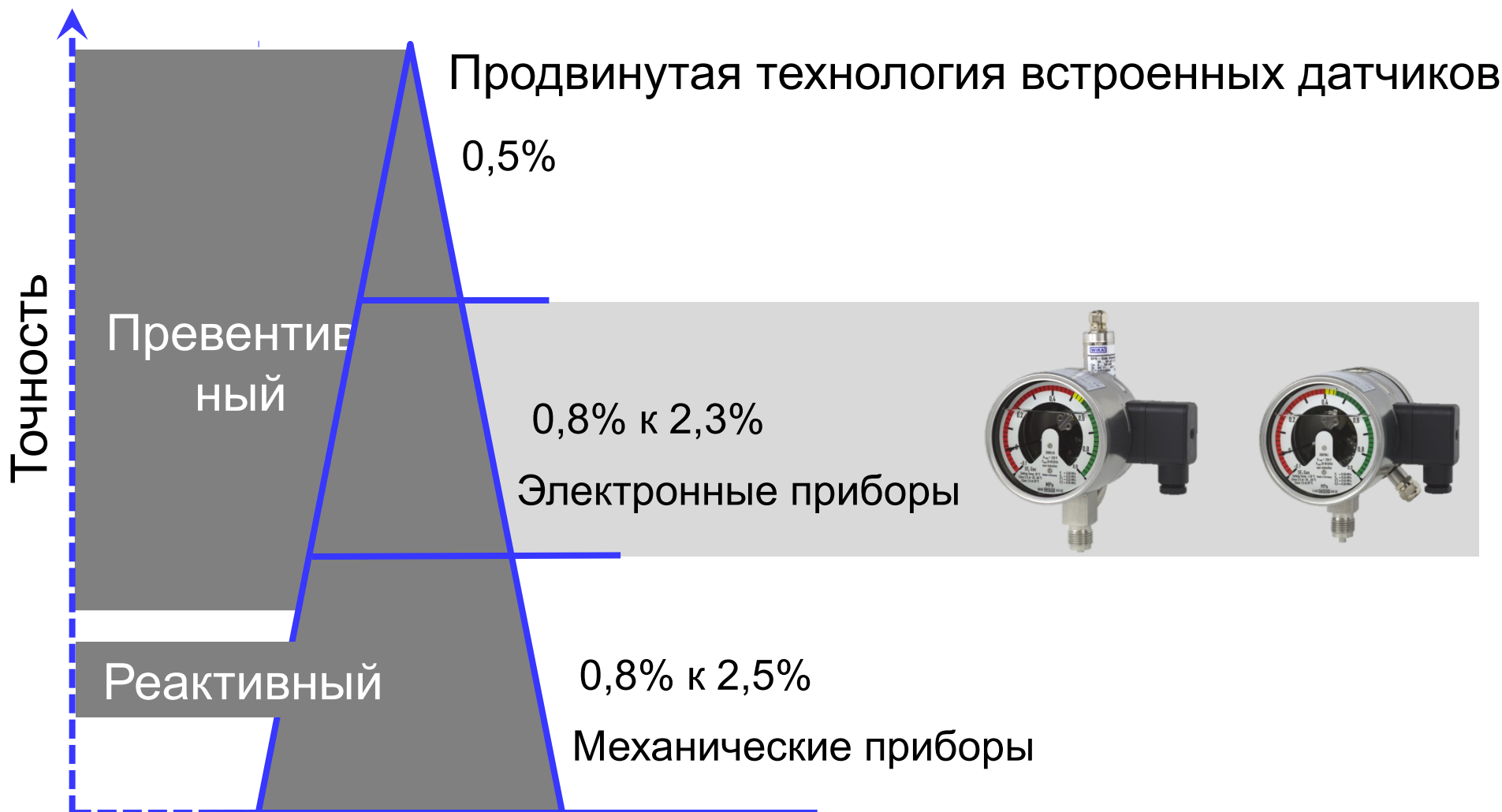
- Инфракрасная камера
- Детекторы утечки
- Массовый баланс (материальные запасы)
- Измерение потока
- Давление с температурной компенсацией (плотность)



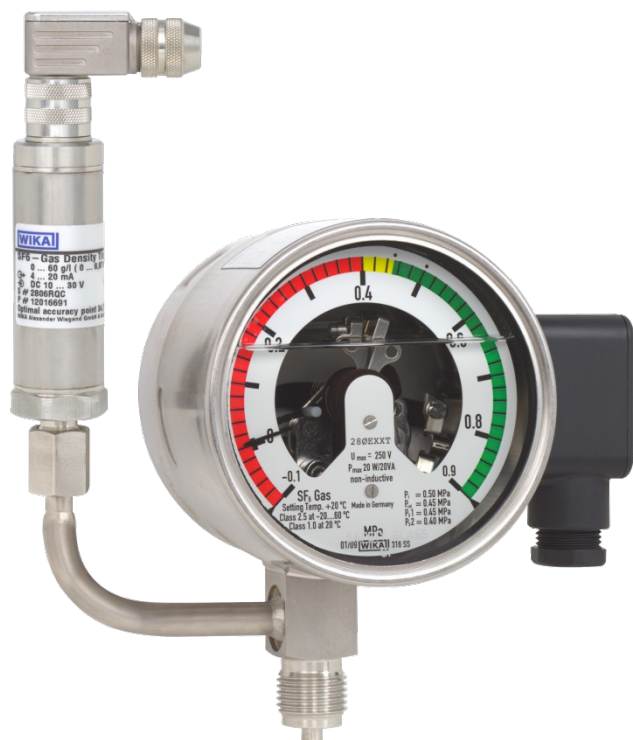
Решения для контроля эмиссии – Реактивные



- Измерение: *в баке или в шкафу управления*
- Когда измеряется: *Постоянно, но показания снимаются вручную, когда потребуется*
- Стоимость
 - *Нет затрат на материалы (необходим герметичный и с температурной компенсацией монитор/индикатор),*
 - *Непрерывные затраты на персонал/разные расходы*
- Доводы "за"/доводы "против"
 - Приборы уже установлены в элегазовых выключателях
 - Можно использовать программу вычисления утечки, чтобы определить количество эмиссии
 - Малобюджетные либо без инвестиций
 - **Шкала как правило показывает давление с температурной компенсацией, а не плотностью (преобразование вручную или автоматически через программное обеспечение)**



Решения для контроля эмиссии - Автоматизированные



- Измерения: *В баке с дистанционным сигналом (плотность)*
- Передача информации *за пределы бака*
- Анализ *исходного сигнала сделан вручную*
- Когда измеряется: *Постоянно*
- Стоимость (новая & модификация)
 - *Низкая, только изменение спецификации прибора*
+
изменения инфраструктуры (питание/монтаж/связь)
- Доводы "за"/доводы "против"
 - Информация считывается удаленно
 - Лучшее планирование обслуживания
 - Возможность сокращения выбросов, используя знание фактического состояния сети
 - **Определение количества эмиссии требует личного анализа или специального программного обеспечения**
 - **Необходимо изменение технической спецификации**

SF6 Газ онлайн контроль

Автоматизированный контроль эмиссии - пример

WIKAI

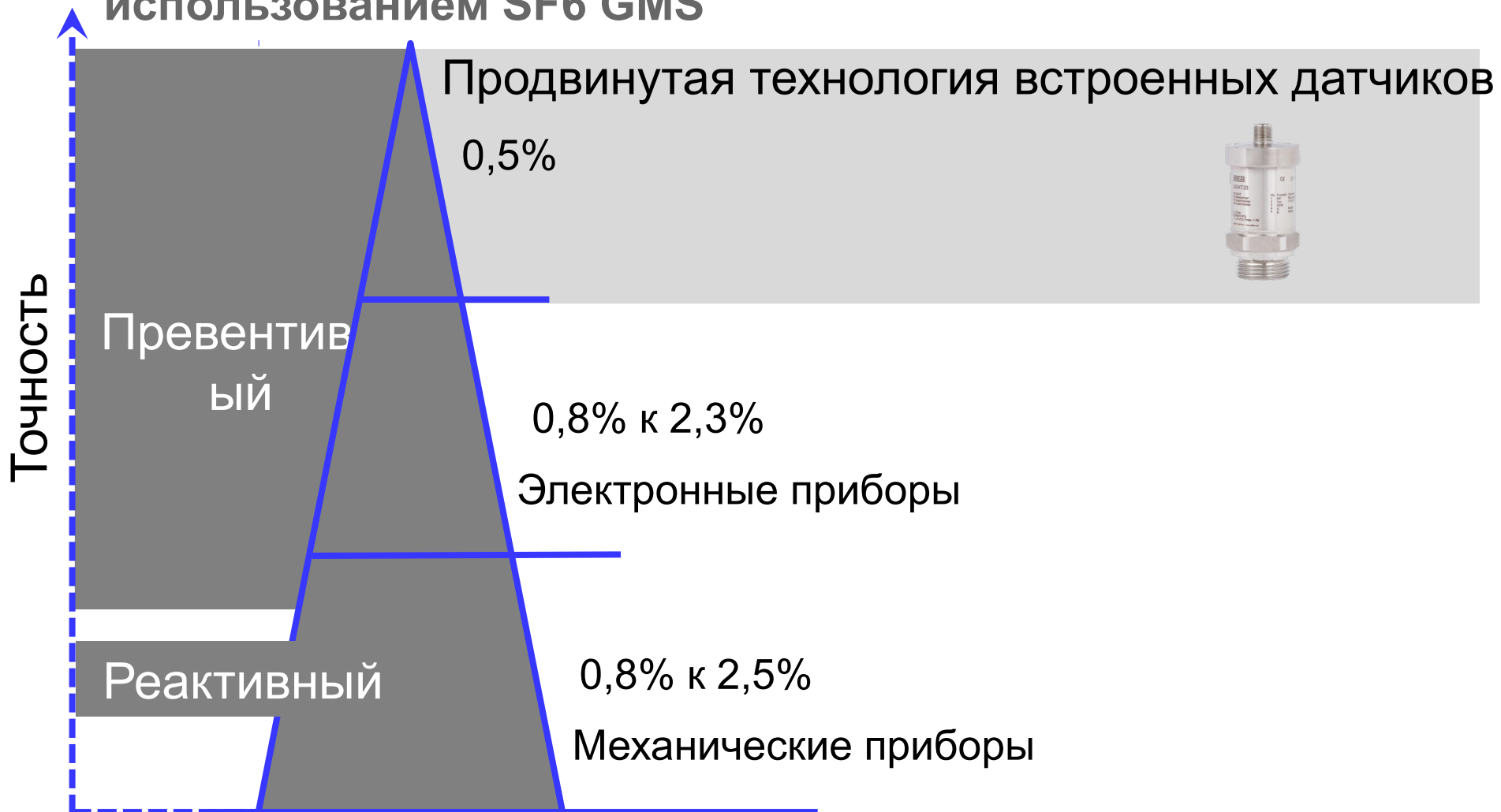
Part of your business



SF6 GAS Density [kg.f/cm ²]		
CB	Section	5.62
Main Bus	Section	5.06
상부ES	Section	5.29
하부DS/ES	Section	5.11

SF6 Газ онлайн контроль

Превентивный контроль с использованием SF6 GMS



Преимущества SF6 онлайн контроля как части превентивной стратегии

■ Предсказуемое обслуживание помогает

- Содержать оборудование в безопасном состоянии
- Превентивные стратегии обслуживания в отличие от реактивных стратегий гарантируют, что распределительное устройство находится в безопасном состоянии
- Обнаружить проблемы во время гарантийного срока и добиться их устранения
- Подготовить Pareto профили по утечкам, чтобы оптимизировать стратегии обслуживания и избежать любых потенциальных проблем отсутствия переключений

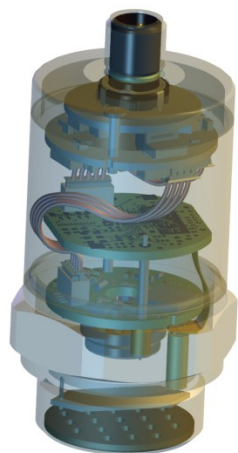
■ Упрощенная отчетность по эмиссии

- Точные данные использования газа SF6 во всем баке онлайн обеспечивают полностью прозрачную систему
- Процесс отчетности также помогает предотвратить последствия человеческой ошибки или плохой калибровки сервисного оборудования
- Улучшение окружающей среды и экологического положения
- Знайте точно, сколько газа необходимо, чтобы заполнить любой данный бак (не меньше и не больше)

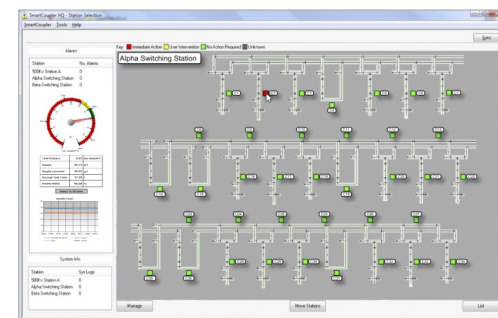
■ Многопараметрические датчики- основа превентивной стратегии CBM

- Преобразователи со встроенными датчиками давления, температуры & влажности минимизируют общие

Превентивный контроль эмиссии



- 1 Permanent Measurement
- 2 Data Acquisition & Communication
- 3 Computer Aided Signal Analysis

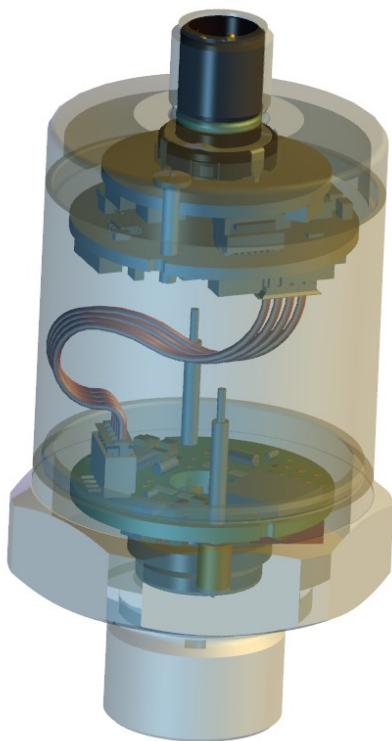


- Преобразователь плотности газа и влажности, цифровой, MODBUS, (опция: DNP 3.0) - RS485
- Высокоточный сигнал плотности 0,5% от полной шкалы в широком диапазоне температур
- Превосходная долгосрочная стабильность
- Раннее обнаружение утечек (Эксплуатационная Безопасность)
- Тренды по утечкам (Отчеты по обслуживанию и эмиссии)
- Раннее обнаружение влаги в элегазе (Эксплуатационная Безопасность)

Спецификация GDT-20 MODBUS

Размеры:

- Диаметр: 48 mm
- Высота: 103 мм
- Вес: < 360 г
- Технологическое соединение: G 1/2"
- Электрическое соединение: Один M12-штепсель



Датчики:

- Давление
- Температура

Сигналы:

- Плотность: 0 ... 60 г/л $\pm 0,75\%$ (-40 °C ... < 0 °C)
 - $\pm 0,6\%$ (0°C ... +80 °C)
- Давление: 0 ... 16 баров $\pm 0,2\%$ (-40 °C ... < 0 °C)
 - $\pm 0,06\%$ (0 °C ... +80°C)
- Температура: - 40 ... 80 °C $\pm 1\text{ K}$ (-40 °C ... 80 °C)

Коммуникации:

- Интерфейс: RS 485
- Протокол: MODBUS

Спецификация GDHT-20 MODBUS

Размеры:

- Диаметр: 48 mm
- Высота: 103 мм
- Вес: < 400 g
- Технологическое соединение: G 1 дюйм
- Электрическое соединение: Один M12-штепсель

Датчики:

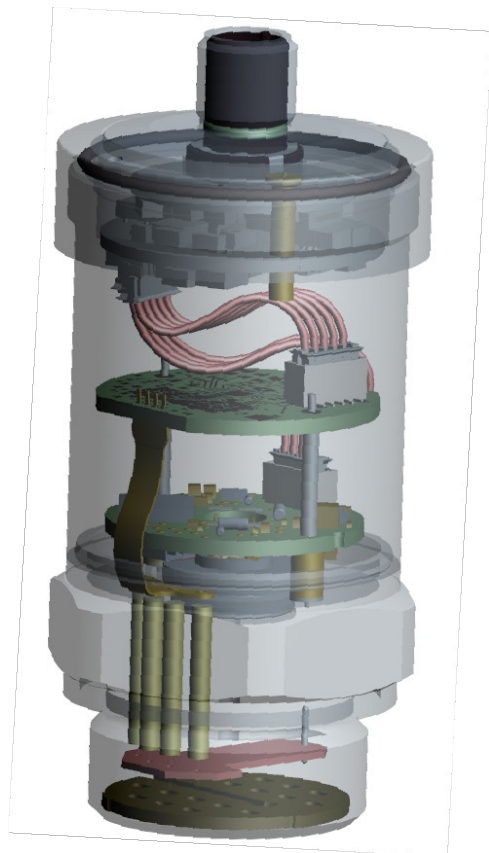
- Давление
- Температура
- Влажность

Сигналы:

- Плотность: 0 ... 60 г/л $\pm 0,75\%$ (-40 °C ... < 0 °C)
 - $\pm 0,6\%$ (0°C ... +80 °C)
- Давление: 0 ... 16 баров $\pm 0,2\%$ (-40 °C ... < 0 °C)
 - $\pm 0,06\%$ (0 °C ... +80°C)
- Температура: - 40 ... 80 °C $\pm 1\text{ K}$ (-40 °C ... 80 °C)
- Точка росы: - 60 ... 20 °C $\pm 4\text{K}$

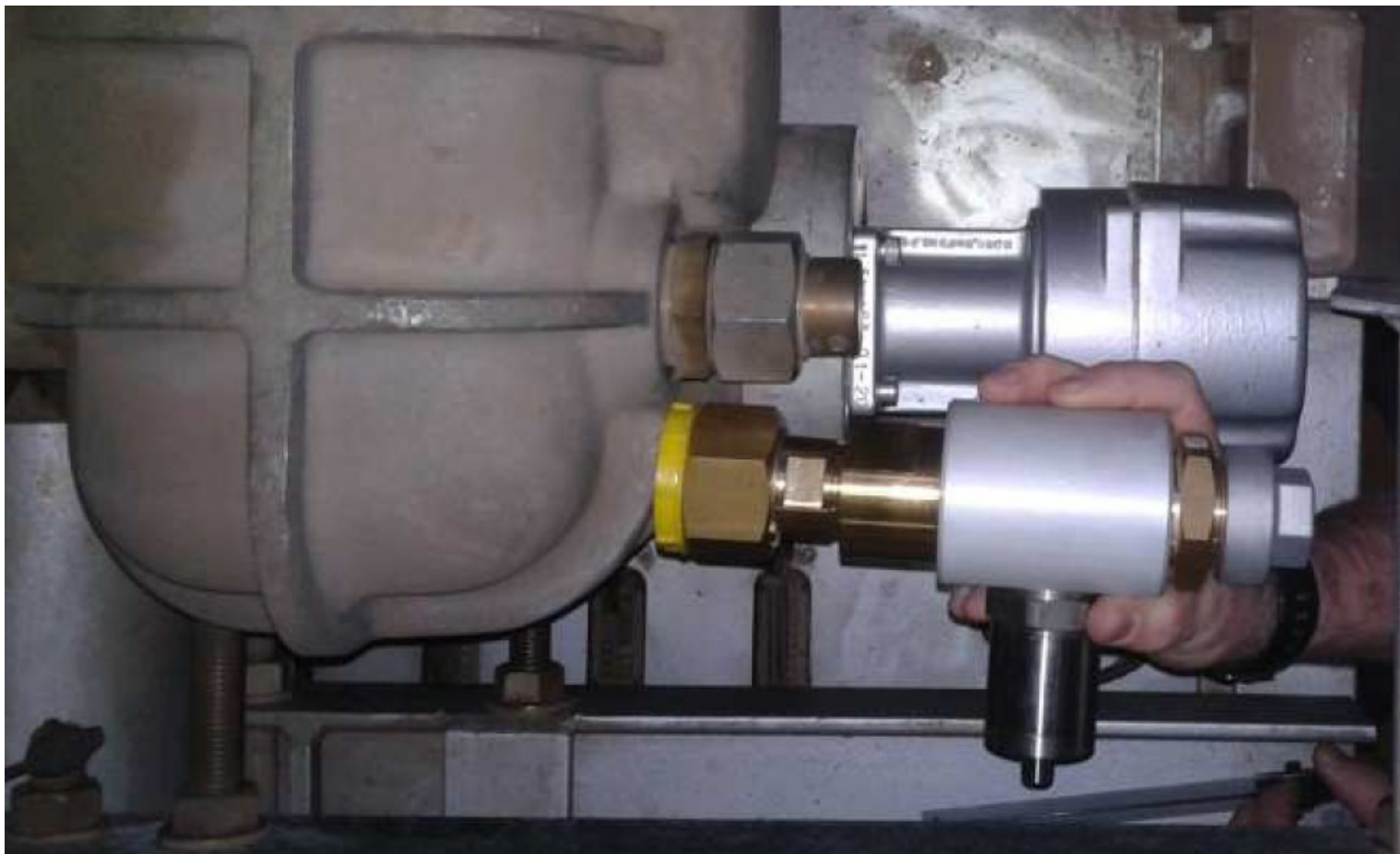
Коммуникации:

- Электропитание: 17 ... 30 В постоянного тока (макс. 3 Вт)
- Интерфейс: RS 485
- Протокол: MODBUS



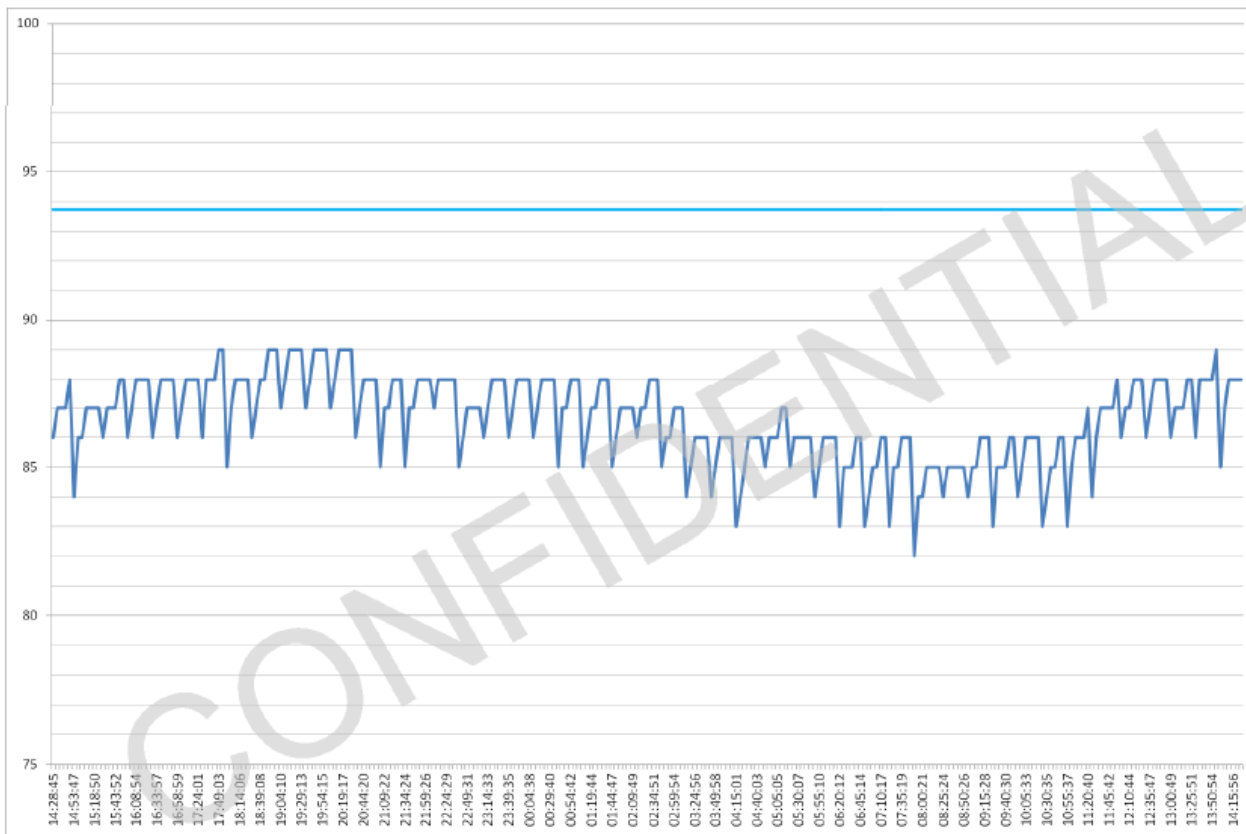
SF6 Газ онлайн контроль

Полевые испытания с конечным пользователем



Тест на месте – Влажность в рртоб

■ Последние 24 ч на подстанции после 4 недель работы



Справочно:
93,74 ppmw ~ -23,0 °C (t Мороз)

GDHT:
~ 87,5 ppmw ~ -23,7 °C (t Мороз)

~ 82... 90 ppmw
~ -24,4 ... - 23,4 °C (t Мороз)

Разница в течение дня = 1K tf
Δ реальная к фактической
(среднее) = 0,7 K tf

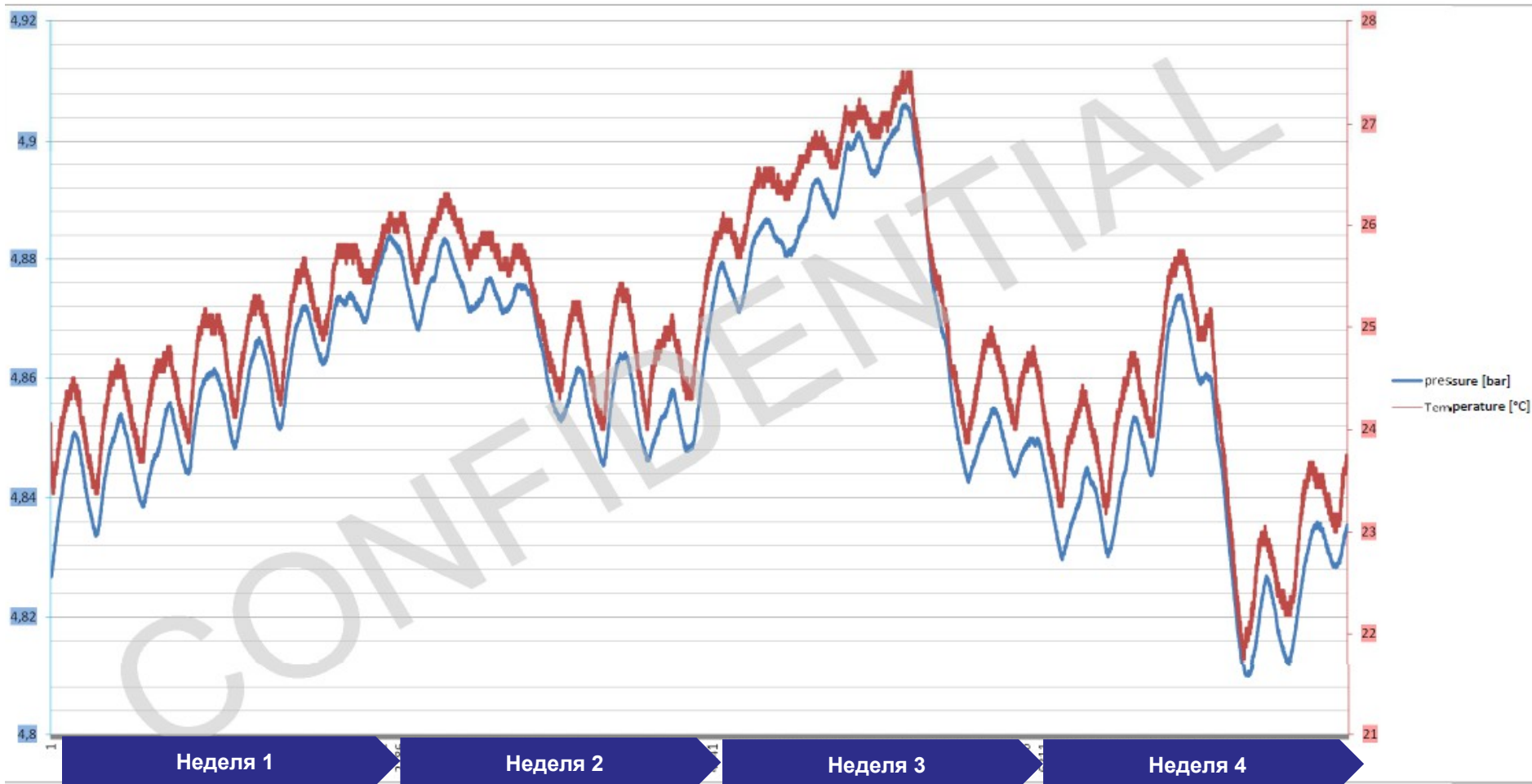
SF6 Газ онлайн контроль

Тест на месте – Давление[бар], Т [°C]

WIKAL

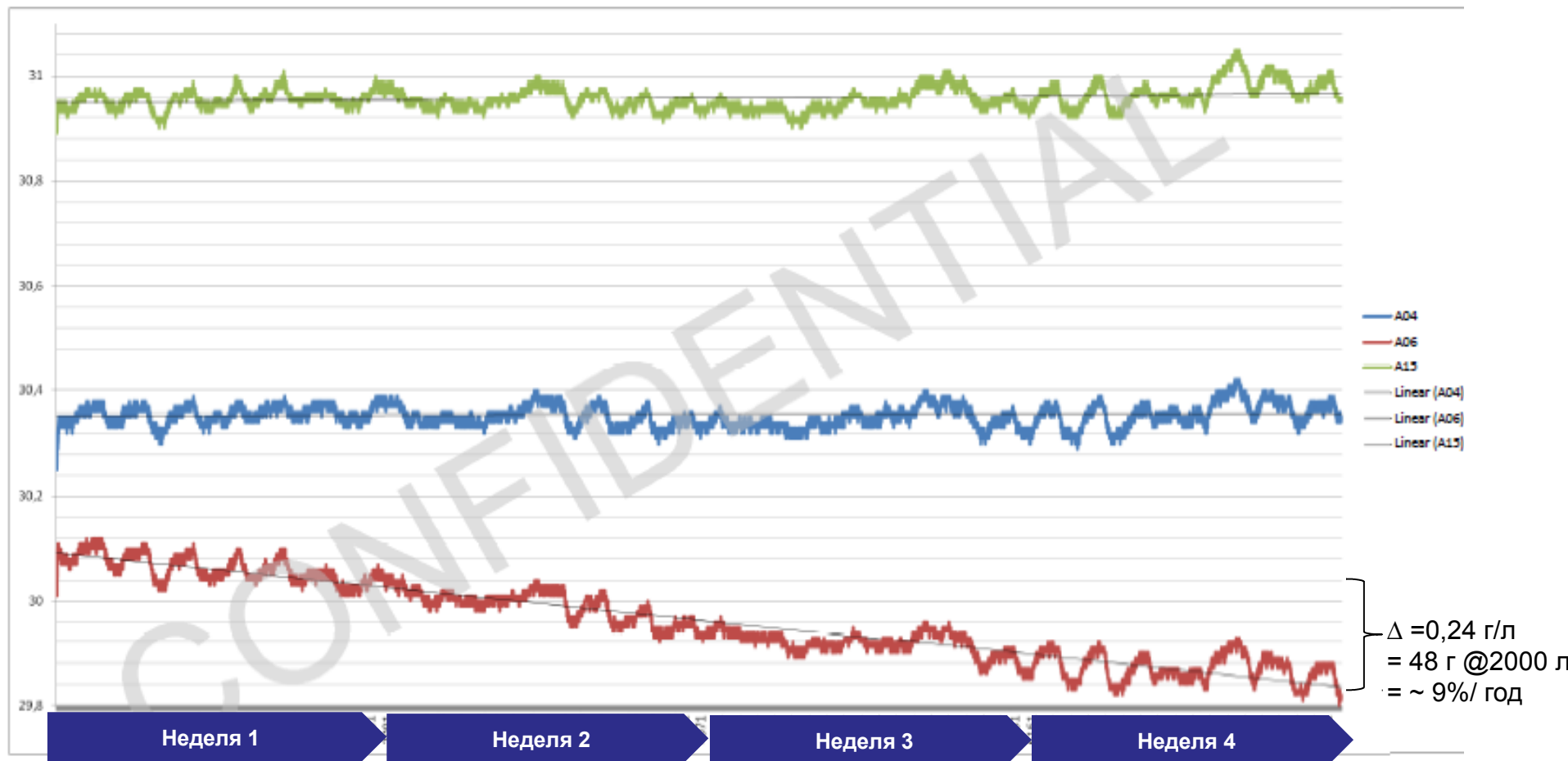
Part of your business

Pressure and Temperature A04



Тест на месте – Плотность в г/л (4 недели)

Comparing Density of the three compartments





 Part of your business

