



## Поточный анализатор серы в нефти

Измерение серы в реальном времени в потоке тяжелой или легкой нефти рентгеноабсорбционным методом при нефтепереработке, нефте-транспорте, при операциях смешения, на бункерных терминалах и при хранении нефти и мазута.

Применение включает операции смешения бункерного топлива для соответствия ограничению по сере Приложения VI MARPOL, определение границы различных сортов топлива, доставляемых по трубопроводу, контроль подготовки входящего сырья при нефтепереработке, производство и операции смешения д/топлива и керосина, и контроль качества нефти при ее сборе и хранении.

Госреестр № 57863.



### Спецификация

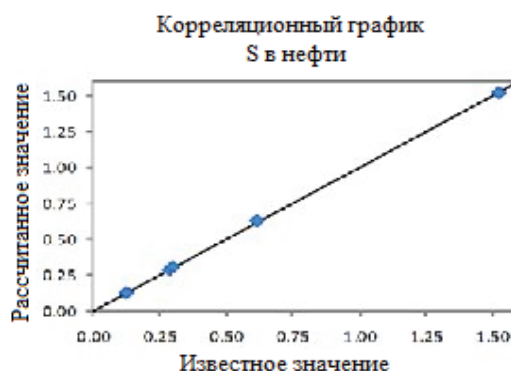
Модель	Rigaku NEX XT
Техника анализа	Рентгеноабсорбционный метод
Рентгеновская трубка	30кВ с боковым окном (без изотопов)
Детектор	Сцинтиллятор
Диапазон по сере	0,02 – 6% вес
Окружающие условия	0 – 43 оС – нет прямых солнечных лучей
Диапазон температур анализируемой среды	<ul style="list-style-type: none"><li>• от 0°С до +60°С</li><li>• от -15°С до +60°С с устройством внутреннего обогрева</li></ul>
Коммуникации	<ul style="list-style-type: none"><li>• Результат Серы – 4-20 мА</li><li>• Результат плотности - 4-20 мА</li><li>• Сигнал предупреждения – сухой контакт</li><li>• Сигнал тревоги – сухой контакт</li><li>• MODBUS 485</li></ul>

### Предоставление пробы

Для демонстрации возможностей Rigaku NEX XT была измерена как статическая проба нефть с исследованными характеристиками. Один литр пробы был залит в проточную трубу, измерена и затем удалена из системы. Поскольку NEX XT использует технологию проходящего рентгеновского излучения и уникальную конструкцию кюветы, то покрытие парафинами или другими отложениями окна для анализа, что может случиться при нормальной работе, не оказывает влияния на результаты измерения, так как покрытие составляет незначительную часть общего пути рентгеновского излучения.

### Калибровка

Шесть реальных проб нефти с известным содержанием серы были использованы для создания калибровки, показанной ниже. В памяти системы могут храниться до 15 калибровок для различных продуктов, с 15 стандартами в каждой.



## Поточный анализатор серы в нефти

Шифр пробы	Сера %, дано	Сера %, расчет	Откл., %	Плотн.	Время анализа
1	0	-0,012	0,013	0,8254	60
2	0,124	0,125	-0,001	0,8517	60
3	0,286	0,285	0,001	0,8514	60
4	0,298	0,305	-0,007	0,8042	60
5	0,616	0,627	-0,011	0,8494	60
6	1,526	1,52	0,006	0,8432	60

### Повторный замер

Для демонстрации способности к воспроизведению результатов две пробы с низкой концентрацией серы были после калибровки заново залиты в анализатор и проанализированы как неизвестные пробы.

### Повторяемость

Для демонстрации повторяемости (точности) прибора были выполнены десять повторных анализов для проб нефти с низкой, средней и высокой серой, как статических проб, используя время анализа 60 с при каждом измерении.

### Предел детектирования

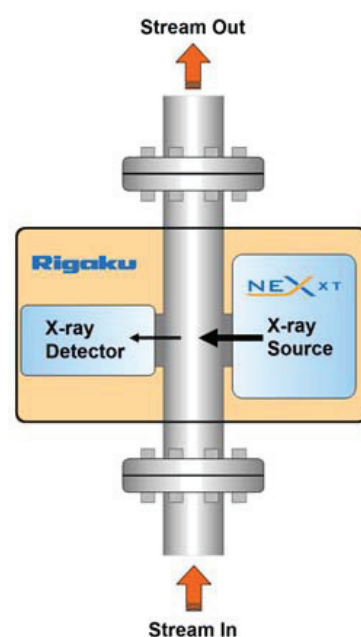
Для определения предела детектирования (Нижний Предел Детектирования или НПД) был использован эмпирический метод. Было выполнено десять повторных анализов пробы дизтоплива, не содержащего серы, затем было рассчитано стандартное отклонение. НПД был определен как утроенное стандартное отклонение. Этим гарантируется, что измерения выше НПД являются измерением сигнала превышающего фон.

### Измерение реальных проб

Четыре пробы реальной нефти были измерены на созданной калибровке и полученные результаты сравнивались с результатами, полученными на настольном рентгенофлуоресцентном приборе.

### Долговременная стабильность

График ниже показывает результаты приблизительно 700 последовательных анализов, по 30 секунд каждый, за период времени более 6 часов. Анализатор показал отличную долговременную стабильность и полученное стандартное отклонение близко к теоретическому значению.



Шифр пробы	Сера %, дано	Сера %, расчет	Плотн.	Время анализа, с
2	0,124	0,125	0,8514	60
3	0,286	0,285	0,8515	60

Шифр пробы	Сера %, дано	Сера %, среднее	Станд. Отклонение, %	Отн. Откл., %
2	0,124	0,1234	0,0013	1,0
5	0,616	0,6134	0,0034	0,6
6	1,526	1,529	0,004	0,4





Элемент	НПД	Время анализа, с
Сера	45 ppm	60

Шифр пробы	Лаб. РФ прибор, %	NEX XT, %	Откл., %	Плотн.	Время анализа, с
A	0,084	0,084	0	0,8003	60
B	0,482	0,488	0,006	0,8152	60
C	1,85	1,89	0,04	0,8504	60
D	0,37	0,39	0,02	0,8149	60

### Технология рентгеновской абсорбции

Технология рентгеновской абсорбции использует измерение ослабления рентгеновских лучей с энергией 21 кэв, которая является особой для измерений серы в нефти. На практике поток нефти проходит через проточную кювету, где сера, находящаяся в углеводородной матрице, абсорбирует рентгеновское излучение, проходящее между рентгеновским источником и детектором (см. рисунок справа). Регистрируемая интенсивность рентгеновского излучения обратно пропорциональна концентрации серы. Таким образом, высокому уровню серы соответствует низкая интенсивность рентгеновского излучения.

Абсорбция рентгеновского излучения, проходящего сквозь проточную кювету, описывается следующим уравнением:

$A = I/I_0 = \exp(-dt\{\mu_m(1-C_s) + \mu_s C_s\})$ , где:  $I$  – измеренная интенсивность рентгеновского излучения (после проточной кюветы, фотон/с)  $I_0$  – исходная интенсивность рентгеновского излучения (перед проточной кюветой, фотон/с)  $d$  – плотность углеводородной матрицы  $t$  – толщина пути в проточной кювете  $\mu_m$  – молярная абсорбция углеводородной матрицы при 21 кэв (см<sup>2</sup>/г)  $\mu_s$  – молярная абсорбция серы при 21 кэв (см<sup>2</sup>/г)  $C_s$  – весовая фракция серы.

Поточный плотномер (опция) одновременно измеряет плотность и температуру нефти, которые автоматически вставляются в расчет концентрации серы и независимо выводятся для использования в управлении процессом. Опция ввода сигнала содержания воды может использоваться для компенсирования вариаций в содержании воды в технологическом потоке.

Простой интуитивный интерфейс программного обеспечения делает калибровку и анализ простыми. При сделанной однажды калибровке, результаты серы затем будут сообщаться автоматически при протекающей че-

рез проточную кювету нефти. Частота измерений выбирается пользователем.

Система разработана для работы в автономном режиме и не требует расходных материалов и рутинного обслуживания. Динамическая проба может быть взята по мере надобности для контрольных испытаний с использованием другой технологии, такой, например, как настольный РФ анализатор; далее может быть сделана коррекция калибровки через пользовательский интерфейс или через соединение MODBUS 485.

Концентрация серы, температура и плотность нефти, а также содержание воды могут быть выведены на заводскую систему управления или другую систему управления, предоставляя оператору полный и в реальном времени обзор их продукта.

#### Заключение

Измерения методом рентгеновской абсорбции (РА) являются в течении долгого времени принятой технологией измерения серы в потоке тяжелых или легких углеводородов. Rigaku NEX XT поточный анализатор легко соответствует разнообразным запросам промышленности: операции смешения и контроля нефти, анализ или контроль смешения морского бункерного топлива или переключения трубопроводов.

#### Морское бункерное топливо

- Операции смешения
- Соответствие Приложению VI MARPOL

#### Нефтепереработка

- Подготовка сырья
- Контроль качества
- Повышение сортности мазута

#### Трубопроводы и удаленные терминалы

- Операции смешения в реальном времени
- Контроль качества при удаленном сборе



## Поточный анализатор серы в нефти

Раздельная версия поточного анализатора серы



### Спецификация

#### Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Анализируемые элементы	Сера
Анализируемые материалы	Товарная нефть, тяжелые углеводороды, мазут, дизельное топливо
Диапазон измерения массовой доли серы, %	От 0,02 до 6,0
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Давление в потоке, кПа (бар)	1·10 <sup>4</sup> (100)
Предел обнаружения, %: - при экспозиции 30 с; - при экспозиции 100 с	0,007 0,004
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей относительной погрешности в диапазоне: - от 0,02 до 0,20 % включ.; - св. 0,20 до 6,0 % включ.	2,0 1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности в диапазоне: - от 0,02 до 0,20 % включ.; - св. 0,20 до 6,0 % включ. (при встроенном в трубопровод плотномере)	± 5,0 ± 3,5
Рентгеновская трубка	Анод: Pd
Масса, кг, номинально	118 кг – измерительная часть 10 кг – блок электроники
Габаритные размеры, мм, не более (ширина, высота, длина)	735 x 530 x 315 мм – измерительная часть расстояние от фланца до фланца 700 мм 355 x 330 x 175 – блок электроники Максимальное удаление блока электроники от измерительной части – 200 м.
Питание - напряжение, В - ток, А - частота, Гц	220 (±10 %) 2,9 А (От 47 до 63) ±1
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С (без конденсации влаги), %, не более - атмосферное давление, кПа	от 0 до 43 95 от 84 до 106,7
Автоматический контроль работоспособности анализатора	Да





## Поточный анализатор серы в нефти

### Условия процесса:

- Температура потока до 60 оС
- Скорость потока до 200 л/мин

### Окружающие условия:

- 0 – 43 оС

### Коммуникации:

- Результат содержания серы: 4 – 20 мА, вывод
- Плотность: 4 – 20 мА, вывод
- Сигнал предупреждения: Сухой контакт
- Сигнал тревоги: Сухой контакт
- MODBUS 485

### Требуемый ввод:

- Нескорректированный сигнал плотности 4 – 20 мА (требуемая точность  $\pm 0,0005$  или лучше)

### Опции ввода:

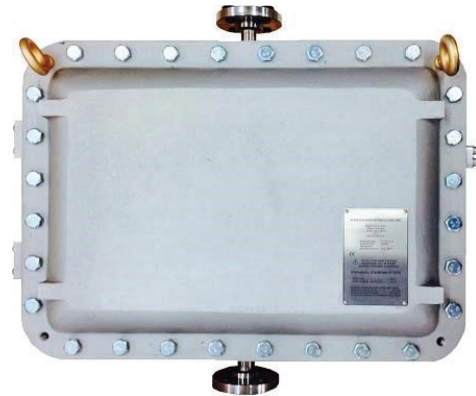
- 4 – 20 мА аналоговый ввод для дистанционного выбора калибровки
- 4 – 20 мА ввод температуры потока (если желательно корректировать плотность к 15 оС)
- 4 – 20 мА ввод сигнала содержания воды (если коррекция на воду желательна)
- 4 – 20 мА ввод сигнала расхода (если аварийный сигнал остановки потока желателен)

### Классификация по площадям:

- Класс 1 Отд. 1
- Класс 1 Отд. 2
- АTEX Зона 1
- АTEX Зона 2

### Соединение с процессом:

- Два фланца на 1 дюйм 600 # ANSI



### Монтажные размеры блока электроники

