

# Методы измерения серы в нефтепродуктах

## **Методы основанные на сжигании:**

- Бомбовый метод
- Ламповый метод
- Сжигание в кислороде с послед. титрованием или инфракрасным детектором
- Сжигание в кислородно-водородной горелке

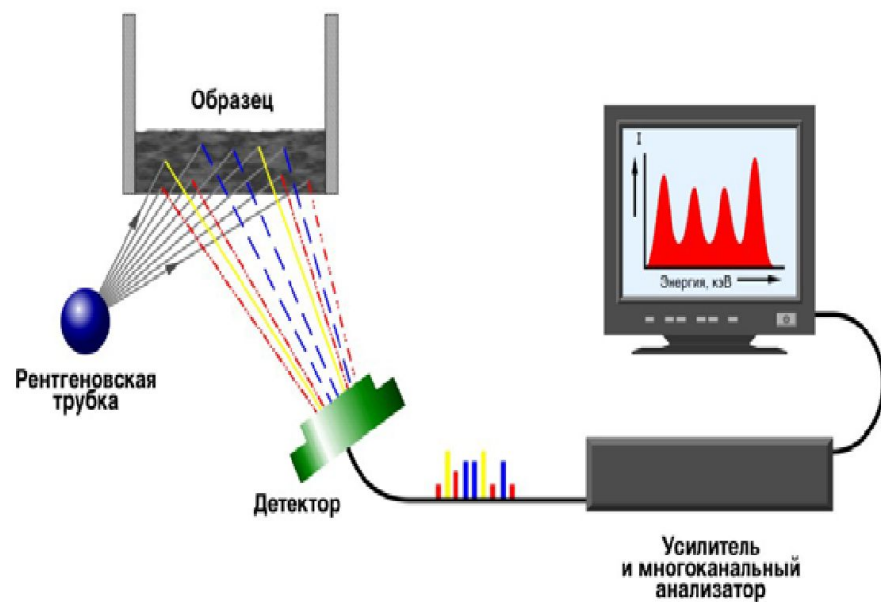
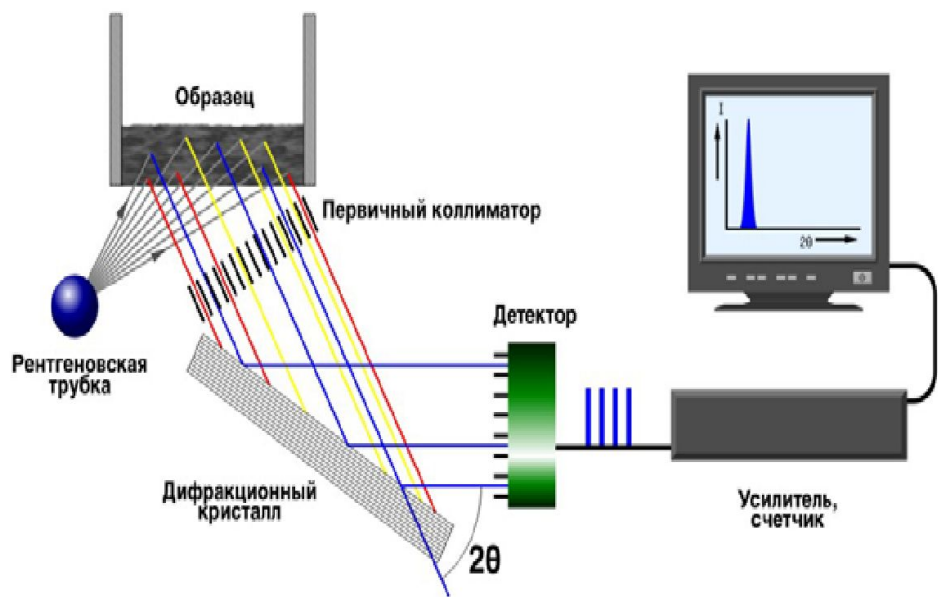
## **Аналитические методы:**

- Ультрафиолет-видимая флуоресценция
- Рентгенофлуоресценция

# Методы, основанные на рентгенофлуоресцентном анализе

Волнодисперсионный метод

Энергодисперсионный метод



# Приборы на рентгенофлуоресцентном методе

Тип анализатора	АСВ-2	АСЭ-2	Спектроскан S	Horiba SLFA-20
Принцип действия	Волно дисперсион ный	Энерго дисперсион ный	Энерго дисперсион ный	Энерго дисперсион ный
Диапазон Измеряемы х концентр. S, мг/кг	от 3 до 50000	от 5 до 50000	от 20 до 50000	от 5 до 50000
Мощность, Вт	250	100	100	150
Габариты, (Д×Ш×В)м м	450x415x530	470x350x215	360x380x180	430×500×230
Масса, кг	45	15	8,5	24
Срок работы, лет	10	6	10	8

# ГОСТ и определение метрологических характеристик (r и R)

## ГОСТ 52660-2006

Метод определения содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны

**5-500 мг/кг**

## ГОСТ 32139-2013

Определение содержания серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии.

**17-50000 мг/кг**

Массовая концентрация серы, мг/кг	Повторяемость, r, мг/кг	Воспроизводимость R, мг/кг
От 5 до 60	$1,7 + 0,0248 * X$	$1,9 + 0,1201 * X$
От 60 до 500	4	$4,6 + 0,075 * X$

$$r, \frac{\text{мг}}{\text{кг}} = 0,4347X^{0,6446} \quad R, \frac{\text{мг}}{\text{кг}} = 1,9182X^{0,6446}$$

где X — общее содержание серы, мг/ кг;

r -  
Повторяемость  
R -  
Воспроизводимость

# Анализаторы АСВ-2 и АСЭ-2



- ГСО (3 мг/кг),
- ГСО (50 мг/кг),
- ГСО (100 мг/кг)
- ГСО (50000 мг/кг)



- ГСО (5 мг/кг),
- ГСО (60 мг/кг),
- ГСО (100 мг/кг)
- ГСО (50000 мг/кг)

# Результаты измерений на анализаторе АСВ-2

Анализ концентрации серы	
АСВ-2	Серийный номер: ZV00011
	Время: 10:29:46
0-50ppm (He)	
3	
Содержания серы	
	С(хим), ppm
Образец 3	
С(изм. 1)	2.3
С(изм. 2)	2.9
С(Еред.)	2.6
г(повт)	0.6

ГСО – 3 ppm = 3 мг/кг

г должна быть не более 1,8 ppm

Анализ концентрации серы	
АСВ-2	Серийный номер: ZV00011
	Время:
0-50ppm (He)	
50	
Содержания серы	
	С(хим), ppm
Образец 50	
С(изм. 1)	53.3
С(изм. 2)	52.1
С(Еред.)	52.7
г(повт)	1.2

ГСО – 50 ppm = 50 мг/кг

г должна быть не более 4,6 ppm

# Результаты измерений анализатора АСВ-2

Анализ концентрации серы	
АСВ-2	Серийный номер: ZV00011
	Время: 11:43:35
andrei	
600-5%	
5%	
Содержания серы	
	С(хим), ppm
Образец 5%	
С[изм. 1]	50114.7
С[изм. 2]	49917.3
С[Сред.]	50016.0
г[повт]	197.4

ГСО – 100 ppm = 100  
мг/кг

г должна быть не более 8,2  
ppm

Анализ концентрации серы	
АСВ-2	Серийный номер: ZV00011
	Время: 11:29:37
andrei	
50-600	
100ppm	
Содержания серы	
	С(хим), ppm
Образец 100ppm	
С[изм. 1]	102.0
С[изм. 2]	104.3
С[Сред.]	103.1
г[повт]	2.3

ГСО – 50000 ppm = 50000  
мг/кг

г должна быть не более 1318  
ppm

# Результаты измерений абсолютной погрешности

Массовая доля серы $\text{SO}_2$ , мг/кг	Не более $\Delta C$ , мг/кг	Полученное на АСВ-2 значение абсолютной погрешности, мг/кг	Полученное на АСЭ-2 значение абсолютной погрешности, мг/кг
3	1,8	0,6	-
5	1,8	-	1,6
50	4,6	1,2	2,5
100	8,2	2,3	5,4
50000	1318,9	197,4	897,4



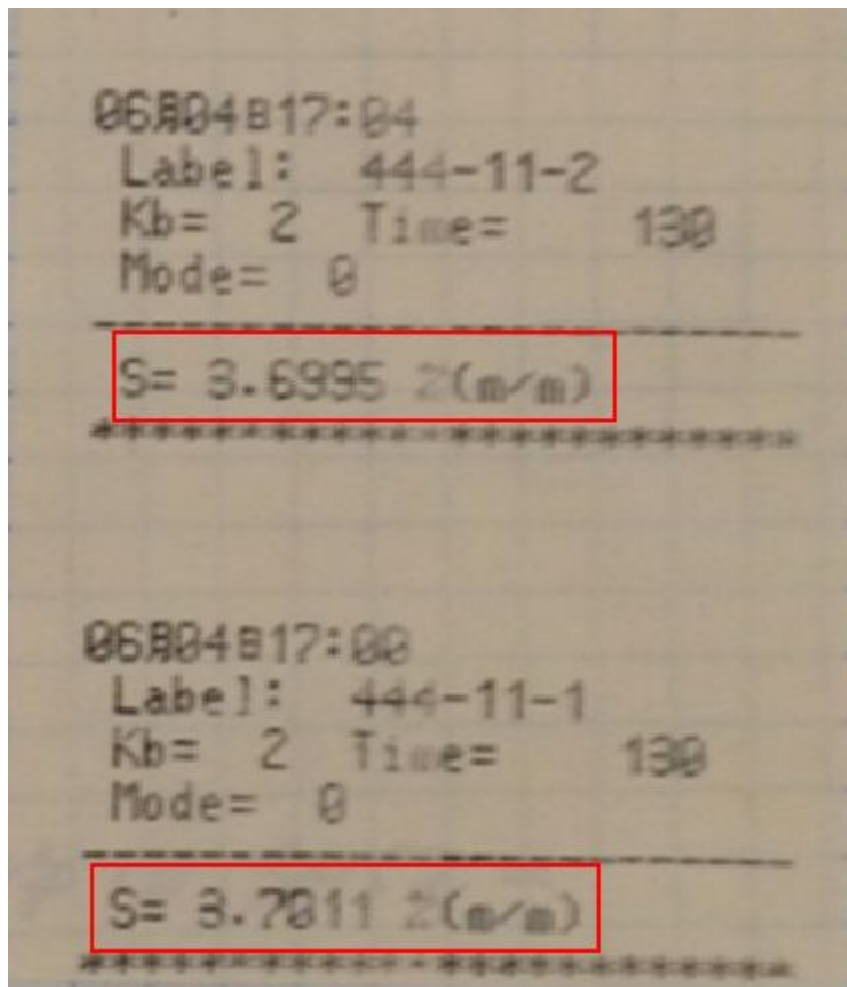
# Основные этапы разработанной методики

- .Подготовка аппаратуры
- .Подготовка кюветы для образца
- .Градуировка (проверка по ГСО)**
- .Отбор проб
- .Проведение измерений
- .Расчет
- .Протокол**
- .Контроль качества (Карты качества)**

# Опробование методики

п/п	Шифр пробы	Наименование пробы	Результат анализа			Расхождение	Повторяемость г
			1 изм.	2 изм.	Среднее знач.		
1 день, АСЭ-2 №46							
	1	Образец 1	6052,9	6068,2	6060,6	15,2	160,3
	2	Образец 2	3679,5	3704,0	3691,8	24,5	116,4
	3	Образец 3	818,6	824,6	821,6	6,0	44,2
	4	Образец 4	117,0	118,5	117,8	1,5	12,6
	-	ГСО 1000 мг/кг	1000,9	1011,6	1006,3	10,7	50,3

# Содержание серы в мазуте



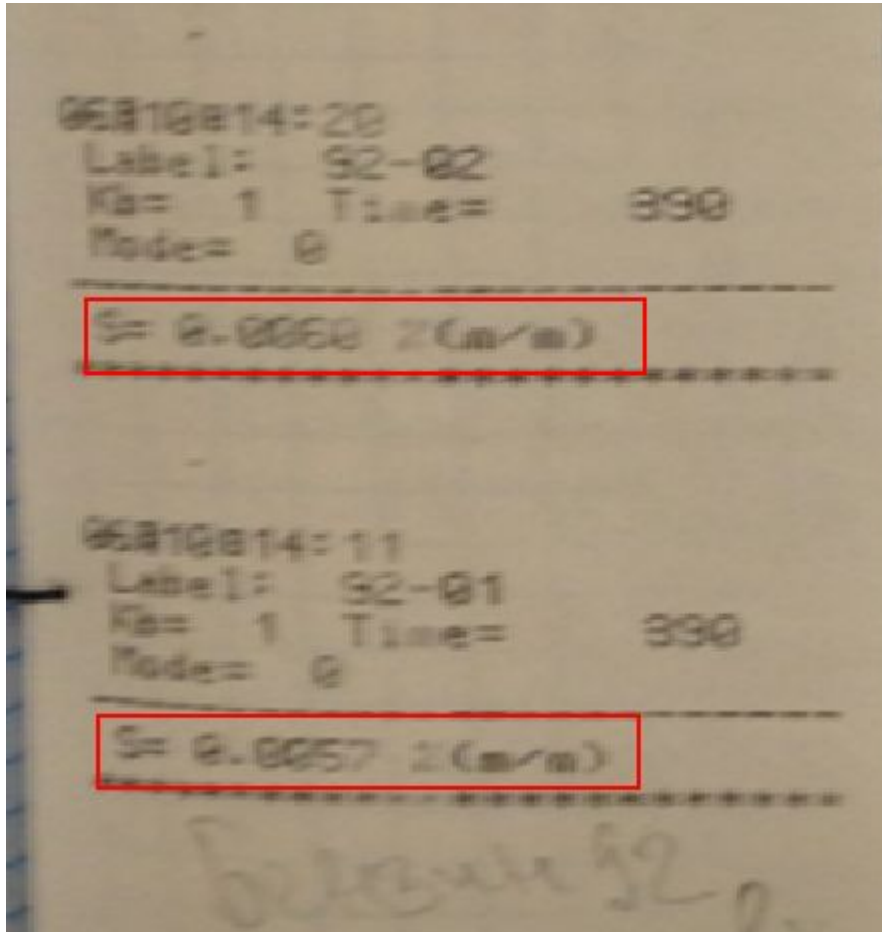
Среднее значение концентрации серы в мазуте составило 3,7003%.

Расхождение  $r$ :

$r = 3,7011 - 3,6995 = 0,0016$  (%) = 0,0016,  
Должно не превысить значения, рассчитанного 0,0039.

Таким образом, измерение содержания серы большой концентрации в мазуте по разработанной методике прошло успешно.

# Содержание серы бензин АИ-95



Для измерения был взят бензин Аи-92 с зашифрованной бензоколонки. Содержание серы в нем по нормам Евро-5 не должно превысить 5 мг/кг или 0,0005 %

Средняя концентрация серы составила 0,00585% или 59 мг/кг, что в 10 раз превышает норму Евро-5 и немного превышает норму Евро-3. Что касается параметра расхождения, то расчеты показали, что экспериментальное расхождение  $r=0,0003\%$  и они не превышают расчетного значения  $r=0,0005\%$ .

# Вывод

В результате анализа было выявлено в РФ нефть содержит повышенное содержание серы. Российский прибор АСВ-2 подходит для контроля качества бензина на ЕВРО-5 , прибор АСЭ-2 тоже подходит для контроля качества бензина на ЕВРО-5 хоть и с небольшой погрешностью, но подходит для измерения концентрации в полевых условиях. Разработанная методика позволит усовершенствовать ГОСТ 32139-2013 для энергодисперсионного метода определения серы в нефти.