



Потоковый анализатор кислорода «Окси-ОМА» на основе оптического спектрально-люминесцентного метода анализа. Результаты испытаний.

Директор ООО «СовТИГаз» Кротов Александр Васильевич

Потоковый анализатор кислорода на основе оптического спектрально-люминесцентного метода анализа «Окси-ОМА».

1. Разработка – 2017-2018 годы.
2. Проведение испытаний – ноябрь 2018 года.
3. Получение необходимых разрешительных документов и постановка на производство – апрель 2019 года.

Текущие работы:

1. Сертификация в системе СДС ИНТЕРГАЗСЕРТ – заключение договора с СЦ «ВНИИГАЗ-Сертификация»
2. Подготовка к проведению эксплуатационных испытаний на ГИС КС «Портовая».



Определяемый компонент	Модификация ¹⁾	Диапазон измерений молярной доли, млн ⁻¹	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ), млн ⁻¹
Кислород (O ₂)	Окси-ОМА исп. 1	от 1,00 до 200	$\pm(0,15+0,05 \cdot C_{\text{вх}})^2$
	Окси-ОМА исп. 2	от 50 до 10000	$\pm(12+0,05 \cdot C_{\text{вх}})$

¹⁾ Модификация анализатора, соответствующая диапазону измерений определяется при заказе анализатора, устанавливается производителем и не может быть изменен пользователем в процессе эксплуатации;

²⁾ C_{вх} – молярная (объемная) доля определяемого компонента на входе анализатора, млн⁻¹.

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

Испытания проведены на производственной базе ООО «Мониторинг» (г. Санкт-Петербург)

Основные проверки:

1. Проверка диапазона измерений и значений основной погрешности.
2. Определение нижнего предела чувствительности.
3. Проверка величины дополнительной погрешности при минимальной и максимальной температуре.
4. Определение времени установления показаний на уровне 0,9 установившегося значения.
5. Определение суммарной допускаемой дополнительной погрешности от влияния не измеряемых компонентов.
6. Определение времени восстановления после перегрузки по концентрации кислорода.
7. Определение изменения показаний за регламентированный интервал времени.
8. Проверка сервисных функций (самодиагностика, связь, срабатывание аварий)

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

Использованные эталоны, средства измерений, испытательное оборудование, стандартные образцы:

1. Термогигрометр Center 311.
2. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1.
3. Генератор газовых смесей ГГ-К (рег. № 62151-15) в комплекте со следующими стандартными образцами состава газовых смесей в баллонах под давлением:
 - Гелий газообразный высокой чистоты марки 6.0, содержание кислорода + аргон не более 0,000015 % (об.).
 - O₂/He (ГСО 10531-2014) аттестованное значение ГС 0,1021 % (мол.), абсолютная погрешность ±0,0015 % (мол.).
 - O₂/He (ГСО 10531-2014) аттестованное значение ГС 2,068 % (мол.), абсолютная погрешность ±0,0015 % (мол.).
 - Газовая смесь O₂/CO₂/CH₄ (ГСО 10531-2014), аттестованное значение молярной доли кислорода 0,001077 % (погрешность аттестации 0,000027 %), аттестованное значение молярной доли диоксида углерода 3,30 % (погрешность аттестации 0,03).
4. Камера климатическая СМ-60/100-250 ТВХ АВС 055 09 01, полезный объем 250 дм³, диапазон температур от минус 60 до + 100 °С, отклонение от заданного значения температуры ± 2 °С, диапазон установки относительной влажности от 30 до 98 % при температуре от + 20 до + 60 °С, отклонение от заданного значения ± 5 %, аттестат № 2411/1022-2018 от 01.06.2018.
5. Секундомер механический СОСпр.

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

1. Проверка диапазона измерений и значений основной погрешности (ГОСТ 13320-81 п. 6.7)

Определяемый компонент	Диапазоны измерений молярной доли, млн ⁻¹	Объемная доля определяемого компонента в ПГС (X _д), млн ⁻¹	Измеренное значение объемной доли (X _и), млн ⁻¹	Фактические значения основной абсолютной погрешности, млн ⁻¹	Нормированные значения основной абсолютной погрешности, млн ⁻¹
Кислород (O ₂)	от 1,00 до 200	0,00	0,00	-	-
		10,00	10,15	0,15	±0,65
		100,0	101,1	1,1	±5,15
		190,0	192,0	2,0	±9,15
		100,0	101,0	1,0	±5,15
		10,00	10,20	0,20	±0,65
		0,00	0,00	-	-
		190,0	191,5	1,5	±9,15
Кислород (O ₂)	от 50 до 10000	0,0	0,0	-	-
		100,0	100,5	0,5	±17
		5000	5020	20	±262
		9000	9007	7	±462
		5000	5018	18	±262
		100,0	100,6	0,6	±17
		0,0	0,0	-	-
		9000	9009	9	±462

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

2. Определение нижнего предела чувствительности (ГОСТ 13320-81, п. 6.7)

Определяемый компонент	Диапазоны измерений молярной доли, млн ⁻¹	Объемная доля определяемого компонента в ПГС (X _д), млн ⁻¹	Измеренное значение объемной доли (X _и), млн ⁻¹	Фактические значения основной абсолютной погрешности, млн ⁻¹	Нормированные значения основной абсолютной погрешности, млн ⁻¹
Кислород (O ₂)	от 1,00 до 200	0,00	0,00	-	-
		2,00	2,10	0,10	±0,65
Кислород (O ₂)	от 50 до 10000	0,0	0,0	-	-
		60,0	62,0	2,0	±17

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

3. Определение величины дополнительной погрешности при изменении температуры (ГОСТ 13320-81, п. 6.7.9)

Определяемый компонент	Диапазоны измерений молярной доли, млн ⁻¹	Температура в камере, °С	Молярная доля компонента в ПГС, млн ⁻¹	Показания анализатора, млн ⁻¹	Доп. погрешность, в долях от предела основной погрешности на каждые 10 °С
Кислород (O ₂)	от 1,00 до 200	47,9	10,20	10,29	-0,04
		20		10,22	-
		-19,9		10,03	0,07
Кислород (O ₂)	от 50 до 10000	48	190,0	195,2	0,16
		20		185,0	-
		-19,7		168,1	0,19

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

4. Определение времени установления показаний на уровне 0,9 установившегося значения (ГОСТ 13320-81, п. 6.7.7)

Определяемый компонент	Увеличение концентрации	$(T_{0,9}), c$	Уменьшение концентрации	$(T_{0,9}), c$	Среднее арифметическое значение времени установления показаний ($T_{0,63}$) при увеличении и уменьшении концентрации определяемого компонента, c
Кислород (O_2)	ПГС № 3 (100 млн ⁻¹)	50	ПГС № 1 (0,0 млн ⁻¹)	52	51
		48		49	48,5
Кислород (O_2)	ПГС № 3 (5000 млн ⁻¹)	55	ПГС № 1 (0,0 млн ⁻¹)	57	56
		52		54	53

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

5. Определение суммарной допускаемой дополнительной погрешности от влияния не измеряемых компонентов (ГОСТ 13320-81, п. 6.7.9.7) – газовая смесь O₂/CO₂/CH₄, метанол, сероводород, дистиллированная вода

Определяемый компонент, молярная доля компонента в ПГС	Неизмеряемый компонент	Молярная доля неизмеряемого компонента в ПГС, млн ⁻¹	Показания анализатора при подаче ПГС		Дополнительная погрешность от влияния неизмеряемых компонентов, в долях от предела основной погрешности	
			без неизмеряемых компонентов	с присутствием неизмеряемых компонентов	i-го неизмеряемого компонента	суммарная
Кислород (O ₂), 10,0 млн ⁻¹	CO ₂	3,3 %	10,10	10,11	0,02	0,05
	CH ₃ OH	25,0	10,10	10,10	0,0	
	H ₂ S	40,0	10,10	10,12	0,03	
	H ₂ O	99 % отн.	10,10	10,10	0,0	
Кислород (O ₂), 200,0 млн ⁻¹	CO ₂	3,3 %	201,0	202,0	0,05	0,14
	CH ₃ OH	25,0	201,0	201,0	0,0	
	H ₂ S	40,0	201,0	203,0	0,09	
	H ₂ O	99 % отн.	201,0	201,0	0,00	

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

6. Определение времени восстановления после перегрузки по концентрации кислорода (ГОСТ 13320-81, п. 6.7.9)

Модификация анализатора	Молярная доля кислорода при перегрузке, млн ⁻¹	Время подачи перегрузочной ГС, мин
Окси-ОМА исп. 1	400	30
Окси-ОМА исп. 2	20000	30

Определяемый Компонент	Молярная доля определяемого компонента в ПГС (X_D), млн ⁻¹	Время восстановления нормальной работы, мин	Показания после перегрузки по концентрации измеряемого компонента, (X_i), млн ⁻¹	Основная абсолютная погрешность, млн ⁻¹	
				Фактич.	Нормир.
Кислород (O ₂)	10,0	3	10,41	0,41	±0,65
	200,0	3	206,4	6,4	±22

Испытания потокового анализатора кислорода «Окси-ОМА»

7. Определение изменения показаний за регламентированный интервал времени (ГОСТ 13320-81, п. 7)

Определяемый компонент	№ ПГС	Показания анализатора за 24 ч непрерывной работы, (Хд), млн ⁻¹		Изменение выходного сигнала за 24 часа непрерывной работы, в долях от пределов основной погрешности
		Максимальное значение	Минимальное значение	
Кислород (O ₂)	№ 1	0,01	0,00	-
	№ 3	101,1	100,3	0,16
Кислород (O ₂)	№ 1	0,01	0,00	-
	№ 3	5050	5007	0,16

Заключение

Основные полученные результаты:

- Высокие показатели точности измерения концентраций кислорода как на малых, так и на больших показателях концентрации в широком диапазоне температур эксплуатации – для исп. 1 $\pm(0,15+0,05 \cdot C_{вх})$, для исп. 2 $\pm(12+0,05 \cdot C_{вх})$;
- Высокое быстродействие – время установления показаний при изменениях концентраций кислорода $T_{0,9}$ составляет не более 1 мин;
- Низкая чувствительность к содержанию неизмеряемых компонентов, присутствующих в природном газе, – вода, углекислый газ, спирты, сероводород;
- Малочувствителен к перегрузкам по концентрации кислорода – время восстановления не превышает 3 мин при двукратном превышении максимального значения диапазона измерений;
- Высокая стабильность поддержания характеристик по времени эксплуатации – 0,16 долей от основной погрешности измерения за сутки.

В настоящее время проводится работа по подготовке к проведению эксплуатационных испытаний на ГИС КС «Портовая» ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»