

УДК 543.27.6

ЭКОАНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Э.Абдурахманов

Самаркандинский госуниверситет им.А.Навои
703004, Узбекистан, Самаркандин, Университетский бульвар, 15
ergash50@yandex.ru

Поступила в редакцию 28 февраля 2004 г.

Приведены результаты разработки автоматического газоанализатора ГА-СО для контроля содержания оксида углерода в газовой среде. Анализатор предназначен для отбора, транспортирования, подготовки технологических газов и измерения объемной доли оксида углерода в газовой пробе. В приборе реализуется термокаталитический метод определения оксида углерода. Селективность метода обеспечена подбором катализатора чувствительного элемента термокаталитического сенсора. Простая конструкция и надежность в работе делают ГА - СО удобным и необходимым инструментом при различных аналитических измерениях оксида углерода.

В работах [1, 2] нами разработан селективный термокаталитический сенсор для мониторинга оксида углерода в газовой среде. Селективность определения обеспечена путем подбора соответствующего катализатора для измерительного (Co_3O_4 50 %- MnO_2 50 %) и сравнительного (Cu_2O 30 %- ZrO_2 70 %) элементов сенсора.

В данной работе приведены результаты разработки автоматического газоанализатора оксида углерода ГА-СО на основе селективного термокаталитического сенсора.

Установка состоит из газоанализатора, фильтра очистки выхлопных газов и блока питания. Газоанализатор выполнен в едином блоке, включающем в себя первичный преобразователь (селективный термокаталитический сенсор оксида углерода) и вторичный преобразователь (усилитель постоянного тока), собранные в металлическом корпусе.

Оценка метрологических характеристик разработанных автоматических анализаторов оксида углерода проводилась согласно техническим

Абдурахманов Эргаш - кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии Самаркандинского госуниверситета.

Область научных интересов: разработка и исследование высокоселективных автоматических анализаторов токсичных, взрывоопасных компонентов смеси газов.

Автор 128 работ, 11 авторских свидетельств СССР и Республики Узбекистан.

заданиям и условиям (ГУ УЗ 16096982 - 01) прибора ГА-СО. Были определены диапазоны измерения основной абсолютной и приведенной погрешностей, дополнительной погрешности при изменении параметров окружающей среды, установлена устойчивость к перегрузкам по концентрации и вариации выходного сигнала анализатора. Проведена также проверка времени установления показания прибора, его прогрева и потребляемой мощности.

Проверку метрологических параметров разработанного газоанализатора проводили при следующих условиях: температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$, давление $92,0-101,3 \text{ kPa}$ относительная влажность $30-80\%$. В опытах использовали поверочные газовые смеси (ГС) оксида углерода в воздухе. Опыты проводили подачей на вход газоанализатора ГС в следующей последовательности N 1-3-5-1-5, где номер ГС соответствует содержанию измеряемого компонента (%): N1=10±5; N2=50±5; N3=95±5.

Все расчеты проводились согласно ГОСТу 13320-81. Основная абсолютная погрешность (Δ) газоанализатора в точках проверки определялась по формуле:

$$\Delta = A_i - A_o . \quad (1)$$

где A_i - концентрация оксида углерода в проверяемой точке измерений, индуцируемая на индикаторе; A_o - истинная концентрация измеряемого компонента в проверяемой точке измерения.

указанная в паспорте к ГС.

Основные приведенные погрешности (γ) определялись разностью между показаниями газоанализатора и истинными значениями концентрации, отнесенными к диапазону измерений:

$$\gamma = A_i - A_o / Ск-Сн, \quad (2)$$

где Ск-Сн начальный и конечный пределы измерения концентрации определяемых компонентов газовых сред, % об.

Все опыты повторялись не менее пяти раз. Результаты проверки диапазона измерений и основной погрешности газоанализатора ГА-СО представлены в табл. 1 и 2.

Как следует из приведенных данных, разработанный газоанализатор ГА-СО в изученном интервале имеет прямолинейную зависимость сигнала от концентрации определяемого компонента (табл. 1). В интервале концентрации 0-5% значение относительного стандартного отклонения S_r не превышает 0,021.

Таблица 1

Зависимость сигнала газоанализатора ГА-СО от концентрации оксида углерода в смеси (n=5, P=0,95)

Введено оксида углерода, об. %	Найдено оксида углерода, об. %		
	$x \pm \Delta x$	S	$S_r \cdot 10^2$
1,50	$1,44 \pm 0,04$	0,030	2,1
2,50	$2,50 \pm 0,04$	0,034	1,4
4,05	$4,09 \pm 0,05$	0,042	1,1
5,00	$5,04 \pm 0,06$	0,048	1,0

Таблица 2

Результаты определения основной абсолютной и приведенной погрешностей газоанализатора ГА-СО в интервале содержаний CO 0-5,00 об. %

№ п/п ГАСО	Найденное значение Δ об. % и γ пр %	Содержание оксида углерода в смеси, об. %					Допуск по ТУ
		0,00	1,50	2,50	4,05	5,00	
1	Абсолютная погрешность (Δ)	0,01	0,05	0,03	0,01	0,03	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,2	1,0	0,6	0,2	0,6	$\pm 5,0$ %
3	Абсолютная погрешность (Δ)	0,02	0,03	0,01	0,07	0,09	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,4	0,6	0,2	1,4	1,8	$\pm 5,0$ %
5	Абсолютная погрешность (Δ)	0,01	0,09	0,12	0,03	0,07	$\pm 0,25$ об. %
	Приведенная погрешность (γ)	0,2	1,8	2,4	0,6	1,4	$\pm 5,0$ %

Найденные значения основной абсолютной и приведенной погрешностей ГА-СО (табл. 2) намного ниже допустимых, что показывает соответствие анализатора требованиям ТЗ и ТУ.

Зависимость дополнительной погрешности газоанализаторов от изменения температуры окружающей среды изучали в интервале $-10 - +45^\circ\text{C}$. В экспериментах использовали ГС №3 - 2,50 об. % CO + воздух; №5 - 5,00 об. % CO + воздух.

Результаты влияния температуры на стабильность определения оксида углерода в газовой смеси представлены в табл. 3.

Из данных табл. 3 следует, что разработанный газоанализатор ГА-СО вполне соответствует требованиям ТУ и позволяет контролировать содержание оксида углерода в газовых смесях в широком интервале температур.

Предусмотренные по ТУ номинальные значе-

ния питания ГА-СО от источника постоянного тока $12,0\text{ В} \pm 17\%$ и от источника переменного тока 220 В с отклонением от плюс 10 до минус 15 %. В

связи с этим изменение напряжения питания изучали в интервале напряжения 10,5 - 13,5 В (постоянный ток) и 187,0 - 242,0 В (переменный ток).

Результаты по установлению зависимости сигнала газоанализатора ГА-СО от температуры газовой среды (n=5, P=0,95)

Температура °C	Найдено оксида углерода, % об.					
	ГС №3 (2,5 % CO в воздухе)			ГС №5 (5,0 % CO в воздухе)		
	x+Δx	S	S _r · 10 ²	x+Δx	S	S _r · 10 ²
+20	2,64 ± 0,05	0,042	1,5	5,06 ± 0,08	0,064	1,3
-10	2,56 ± 0,06	0,048	1,9	4,96 ± 0,12	0,090	2,0
0	2,63 ± 0,06	0,049	1,7	5,06 ± 0,09	0,072	1,4
+15	2,58 ± 0,05	0,040	1,8	5,08 ± 0,10	0,080	1,6
+30	2,68 ± 0,06	0,050	1,8	4,99 ± 0,11	0,090	1,8
+45	2,68 ± 0,04	0,035	1,2	5,02 ± 0,08	0,060	1,2

Согласно ТУ 16096982-01 допустимая дополнительная погрешность ГА-СО при изменении напряжения питания анализатора должна быть равна ±2,5 %. Найденная дополнительная погрешность ГА-СО в интервале напряжения питания 10,5 - 13,5 В и 187 - 242 В не более 1,4 %. Следовательно, разработанный газоанализатор ГА-СО соответствует требованиям ТЗ и ТУ, что свидетельствует о пригодности ГА-СО для определения оксида углерода в широком интервале изменения напряжения питания анализатора.

Проверка устойчивости газоанализаторов проводилась при температуре 20 ± 5 °C и давлении 92-101,3 кПа. В опытах использовали смесь с содержанием оксида углерода 1,50; 2,50; и 4,05 % об. Полученные результа-

ты вариации выходных сигналов ГА-СО представлены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, в изученном интервале концентрации погрешность вариации выходного сигнала ГА-СО не более 0,05 %, что значительно меньше допустимой ошибки по ТУ.

Проверка устойчивости газоанализатора к перегрузкам концентрации проводилась при содержании оксида углерода в смеси 12,50 об. %. В качестве контрольной смеси использовалась газовая смесь где содержание оксида углерода равно 4,05 об. %, при такой концентрации проводили сравнение выходного сигнала ГА-СО до и после воздействия перегрузочной смеси. Время воздействия перегрузочной смеси - 20 мин.

Результаты вариации выходных сигналов газоанализатора оксида углерода

№ ГА-СО	Значение вариации выходных сигналов ГА-СО, об. %			Допускаемое значение по ТУ
	ГС №-2 1,5% CO	ГС №-3 2,5% CO	ГС №-4 4,05% CO	
1	0,02	0,02	0,00	± 0,125 об. %
2	0,05	0,01	0,01	± 0,125 об. %
3	0,01	0,02	0,05	± 0,125 об. %

Время восстановления нормальной работы газоанализатора определялось по его выходному сигналу в зону основной погрешности.

Эксперименты показали, что разработанный газоанализатор оксида углерода в изученном интервале концентрации выдерживает перегрузки по концентрации. Значение дополнительной погрешности ГА-СО при воздействии перегрузочной концентрации не превышает 0,03 об. %.

Также были установлены время прогрева (не

более 2 мин): потребляемая мощность (не более 15 Вт); влияние уровня радиопомех и тряски; воздействие температур -5 - +50°C в транспортировке тар и др. В результате этих опытов установлено, что разработанный газоанализатор ГА-СО полностью отвечает требованиям ТЗ и ТУ Р.Уз 64-16096982-01 Автоматический газоанализатор типа ГА-СО. Анализатор ГА-СО Узгосстандартом Республики Узбекистан рекомендован для внедрения и эксплуатации в составе передвижных

и стационарных лабораторий контроля состава технологических и выхлопных газов. На этот анализатор получен сертификат республики Узбекистан (N 145), республики Казахстан (N 301) и рес-

публики Кыргызия (KG 417/01) и допущен к применению в качестве средств измерений в этих республиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Р.Узбекистан ИРД 9800063.1. / Абурахманов Э., Хашимов Т.Ж. Термокаталитический газоанализатор оксида углерода.
2. Предварительный патент Р.Узбекистан N 505 / Абдурахманов Э., Сахибов Ш.Д., Николаев К. Газоанализатор оксида углерода (ГА-СО) .

* * * *

ECOANALYTICAL CONTROL OF CARBON OXIDE IN A GAS MEDIUM BY THERMOCATALYTIC METHOD

E. Abdurahmanov

Results of the automatic gas analyser GA-CO for control of carbon oxide concentration in a gas medium are presented. Selectivity of the analyser is provided by selection of a catalyst for the sensitive element of thermocatalytic sensor.