ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОГРЕШНОСТЬ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ОКСИДА УГЛЕРОДА

М.М. Султанов, Э. Абдурахманов

Мақолада янги ишлаб чиқилган сенсордан фойдаланган ҳолда тайёрланган «АГ-СО» термокаталитик газоанализаторининг айрим параметрларини ўрганиш натижалари келтирилган.

Таянч сўзлар: *углерод оксиди, атмосфера ҳавоси, тутун ва чиқинди газлар, термокаталитик газоанализатор, кучланиш, температура, босим, намлик.*

В статье приведены результаты изучения некоторых параметров термокаталитического газоанализатора «АГ-СО», изготовленного с использованием разработанного сенсора.

Ключевые слова: *оксид углерода, атмосферный воздух, дымовой и выхлопной газы, термокаталитический газоанализатор, дополнительная погрешность, температура, влажность, давление.*

The article presents the results of the study of some parametres of thermocatalytic gas analyzer «AG-CO» made with the use of a manufactured sensor.

Key words: *hydrocarbon, gasoline vapor, Gas analyzer, thermo-catalytic method, sensor, concentration, supply voltage, determination, temperature, pressure, humidity.*

В группе токсичных газов карбюраторных двигателей весьма опасен СО, являющийся газом без цвета, вкуса и запаха [1]. Оксид углерода образуется в ходе предпламенных реакций при сгорании углеводородного топлива с некоторым недостатком воздуха [2]. Во время работы карбюраторных двигателей на холостом ходу и малых нагрузках содержание СО достигает 5-8% [3,4]. Оксид углерода вступает в реакцию с гемоглобином (Hb) крови и вытесняет O_2, снижая его содержание с 20 % до 8 %. Способность вытеснять O_2 из соединения с гемоглобином объясняется гораздо более высоким сродством последнего к СО, чем к O_2 [5]. В связи с этим разработка высокоэффективных газоанализаторов оксида углерода и изучение их метрологических параметров является актуальной. Нами разработан высокоселективный термокаталитический газоанализатор для определения СО («АГ-СО») в газовых смесях. Изготовленный прибор позволяют определять СО в широких интервалах его концентрации. В данной работе приведены результаты изучения некоторых параметров разработанного термокаталитического газоанализатора «АГ-СО».

Проверку дополнительной погрешности «АГ-СО», обусловленную изменением температуры окружающей среды, проводили в диапазоне 10-50 ^{0}С. В опытах использовали ГС с содержанием оксид углерода в смеси 2,85 %. Последовательность установления температуры в камере +20 ^{0}С (оптимальная температура, установленная при определении основной погрешности): 10, 35 и 50 ^{0}С. При каждой температуре прибор выдерживали 1 час, после чего подавали ГС и снимали показания прибора. Испытания проводили не менее 3 раз. Влияние температуры газовой среды для каждой точки на дополнительную погрешность ($\Upsilon_{доп}$) газоанализатора определяли по формуле:

$$\Upsilon_{доп} = \Upsilon_{осн.} - \Upsilon_{норм.} \quad (1)$$

где Υнорм. -основная погрешность по градуировочной характеристике; $\Upsilon_{осн.}$ -основная погрешность газоанализатора для каждого измерения.

Таблица 1.

Результаты термокаталитического определения оксид углерода при различной температуре (n=5, P=0,95)

Темпера-тура, ^{0}С	Введено СО, об. %	Найдено СО (x±Δx) , об. %	Sr*10^2	Погрешность при тем-ре опыта, Υ_t	Доп. погреш-ность, ($\Upsilon_{доп}$)
20	2,85	2,83±0,06	1,6	0,02	
10	2,85	2,81±0,07	2,1	0,04	0,02
35	2,85	2,82±0,01	0,5	0,03	0,01
50	2,85	2,88±0,01	0,5	0,03	0,01

Результаты определения дополнительной погрешности газоанализатора, обусловленной изменением температуры окружающей среды, представлены в таблице 1, из них следует, что она не более 0,02 % и во всех случаях намного меньше, чем основная погрешность самого прибора.

Эксперименты по изучению влияния влажности проводили в следующей последовательности: прибор помещали в камеру влажности, в которой устанавливали нормальные условия испытаний. После начальной стабилизации определяли основную погрешность прибора для ГС с содержанием оксид углерода 2,85 об %. Через час устанавливали погрешность прибора, подавая ГС на вход газоанализатора через три склянки Тищенко, соединенные между собой последовательно и заполненные дистиллированной водой, обеспечивающей увлажнение ГС до 95 %.

Выключив газоанализатор, устанавливали нормальные условия работы прибора и стабилизировали его в течение 2 час, после чего включали прибор и определяли основную погрешность при нормальных условиях испытаний. Результаты опытов показали, что дополнительная погрешность газоанализатора в исследованном интервале влажности составляет 0,05 %, т.е. удовлетворяет требованиям ГОСТа 13320-81.

Испытания на воздействие давления проводились в интервале 600-900 мм. рт. ст. Для определения влияния давления на работу газоанализатора устанавливали его в камеру давления, в которой уже были подобраны оптимальные условия испытания. После первичной стабилизации определяли основную погрешность при нормальных условиях испытаний. Давление в камере плавно доводили до 600 мм рт.ст.(80,0±1,5) кПа и через один час записывали показания прибора при пропускании стандартной смеси с содержанием оксид углерода 2,85 об. %. Результаты проведенных экспериментов по определению дополнительной погрешности газоанализатора за счет изменения давления представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты определения концентрации оксида углерода при различном давлении (n=5; P=0,95).

Давление, мм рт.ст.	Содер. CO в смеси, об. %	Найдено CO (x±Δx), об.%	$Sr*10^2$		Доп. погреш-ность, ($\Upsilon_{доп}$) %
760 ±10	2,85	2,83±0,08	2,3	0,02	
600±10	2,85	2,80±0,06	1,6	0,05	0,03
700±10	2,85	2,81±0,04	1,0	0,04	0,02
800±10	2,85	2,82±0,06	1,6	0,03	0,01
900±10	2,85	2,88±0,05	1,2	0,03	0,01

Как следует из этих данных, за счет изменения давления максимальная дополнительная погрешность наблюдается при 600 мм рт.ст. и равна 0,03 %. Допустимая дополнительная погрешность по ГОСТу 13320-81 на изменение давления по данному классу газоанализаторов не должна превышать основной погрешности.

Суммарная дополнительная погрешность, характеризующая совокупность значений погрешностей от влияния различных факторов, определялась по формуле:

$$\Upsilon_{доп} = \pm\sqrt{\Upsilon^2_{1\ доп} + \Upsilon^2_{2\ доп} + \Upsilon^2_{3\ доп}} \quad (2)$$

где $\Upsilon^2_{1доп}$, $\Upsilon^2_{2доп}$, $\Upsilon^2_{3доп}$ - значения дополнительных погрешностей, полученных при изменении влияющих факторов.

Согласно ГОСТу 13320-81 предельно допустимое значение суммарной дополнительной погрешности не должно превышать удвоенного значения предела допустимой основной погрешности. Суммарная дополнительная погрешность газоанализатора за счет изменения температуры, влажности и давления газовой среды во всех случаях составляла ±0,06%.

Таким образом, проведенные исследования показали, что разработанный нами малогабаритный автоматический газоанализатор типа АГ-CO по метрологическим и некоторым другим характеристикам вполне удовлетворяет требованиям ГОСТа для данного класса приборов.

Для оценки точности разработанных газоанализаторов были проведены исследования, заключающиеся в параллельном проведении анализов различных готовых смесей, содержащих разные концентрации оксид углерода. Некоторые из полученных нами данных приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты сравнительных оценок, полученные при определении содержания оксид углерода разработанными газоанализаторами (n=5 P=0,95).

Содер. CO в смеси, % об.	Найдено оксид углерода, % об.					
	Термокаталитический (АГ-CO)		Термокондуктометрический (ТП-1120)		Хромотографический (Газохром 3101)	
	x±Δx	$Sr*10^2$	x±Δx	$Sr*10^2$	x±Δx	$Sr*10^2$
0,44	0,47±0,03	3,3	0,40±0,03	3,8	0,41±0,04	3,9
1,64	1,60±0,06	2,8	1,68±0,12	5,4	1,57±0,09	4,5
2,85	2,86±0,04	1,2	2,76±0,13	3,1	2,81±0,12	3,6

Как следует из них, предлагаемый термокаталитический сенсор и газоанализатор по сравнению с известными термокондуктометрической и газохроматографической установками обеспечивает более высокую правильность, а также воспроизводимость определения CO в газовых средах.

Таким образом, в результате проведенного исследования предложен способ обеспечения селективности термокаталитического определения оксида углерода, основанный на использовании двух термочувствительных элементов сенсора, подключенных в единый блок и содержащих катализаторы, обладающие неадекватной активностью к компонентам анализируемой смеси. Используя разработанный сенсор, изготовлен автоматический термокаталитический газоанализатор CO «АГ-CO».

Газоанализатор «АГ-CO» выполнен в виде переносного прибора и предназначен для измерения концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе, дымовых и выхлопных газах.

Некоторые технические данные созданного газоанализатора:
-диапазон измерений по оксиду углерода 0-250мг/м^3 и 0-4,0 об.%;
-предел допускаемого времени установления показаний не более 15 сек;
-время прогрева не более 10 мин;
-габаритные размеры 250х215х150 мм;
-масса 1,2 кг.

Найденные значения абсолютной и относительной погрешностей не превышают допустимые пределы исследованных параметров, установленных при нормальных условиях согласно ГОСТу 13320-81. Полученные значения суммарных приведенных погрешностей в диапазоне измеряемых концентраций с доверительной вероятностью 0,95 не превышают ±0,06 %, что полностью удовлетворяет требованиям ГОСТа 52033-2003 предъявляемым к приборам данного класса.

Литература:

1.Аксёнов И.Я., Аксёнов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. - М.: Транспорт, 1986. - 356 с.
2.Амбарцумян В.В., Носов В.Б., Тагасов В.И. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. - М.: ООО Изд. Научтехлитизд, 1999. - 244 с.;
3.Исидоров В.А.Органическая химия атмосферы. - Санкт–Петербург: Химия, 1992. - 178-195 с.
4. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт.- М.: Транспорт, 1987. – 67-98 с.
5. Уорк К.,Уорнер С.Загрязнение воздуха. Источники и контроль. Перевод с англ. Под ред. Е.Н. Теверовского. - М.: Мир, 1980. -540 с.

Жиззах давлат педагогика институти,
Самарқанд давлат университети,
2017 йилда қабул қилинган