

УДК. 542.07. 543.272.7

## ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРОВ ЭТАНОЛА

**Абдурахманов Эргашбой**

д-р хим. наук

**Муродова Зулфия Бегмуродовна**

канд. хим. наук

Самаркандский государственный университет, Самарканд (Узбекистан)

*author@apriori-journal.ru*

**Аннотация.** Разработан автоматический газоанализатор для контроля содержания паров этанола. Установлено, что разработанный анализатор обладает низким порогом детектирования, высокой селективностью по отношению к этанолу.

**Ключевые слова:** этанол; сенсор; полупроводник; газоанализатор; чувствительность; селективность.

---

## GAS ANALYZER FOR MONITORING OF VAPOURS OF ETHANOL

**Abdurakhmanov Ergashboy**

doctor of chemistry

**Murodova Zulfiya Begmurodovna**

candidate of chemistry

Samarkand state university, Samarkand (Uzbekistan)

**Abstract.** The automatic gas analyzer is developed for control of the content of vapors of ethanol. It is established that the developed analyzer possess a low threshold of detecting, high selectivity in relation to ethanol.

**Key words:** ethanol; sensor; semiconductor; gas analyser; sensitivity; selectivity.

**Введение.** Селективные полупроводниковые газоанализаторы способны решить практические проблемы экологии, криминалистики, медицины, пищевой промышленности и систем сертификации товаров. В настоящее время для применения в качестве первичных элементов полупроводниковых сенсоров широко исследуются возможности различных металлооксидов n-типа электропроводности [1-2]. Одним из наиболее перспективных материалов являются оксиды металлов цинка, олова, железа, кобальта и др. Уникальность этих материалов при использовании в качестве чувствительных элементов полупроводниковых сенсоров вызвана рядом их фундаментальных физико-химических свойств.

**Целью** данной работы явилось разработка полупроводникового газоанализатора для контроля содержания этанола. В работе для получения полупроводникового газочувствительного слоя на основе оксида кобальта был использован золь-гель метод [4].

**Материалы и методы.** В результате проведенного исследования и выполнения опытно-конструкторских работ создан и изготовлен полупроводниковой переносной газоанализатор предназначенный для контроля содержания  $C_2H_5OH$  со следующими характеристиками: масса прибора не более 5 кг; габаритные размеры не более 254x144 x275 мм; время установления выходного сигнала (показаний), не превышает 30 с.; время прогрева, не более 15 мин. Газоанализатор предназначен для измерения концентраций паров этанола в атмосферном и выдыхаемом человеком воздухе и отходящих газах технологических процессов. Прибор состоит из газоанализатора, фильтра очистки технологических газов и блока питания.

Газоанализатор выполнен как переносной прибор в едином блоке, включающем в себя первичный преобразователь (селективный полупроводниковый сенсор  $C_2H_5OH$ ) и вторичный преобразователь (усилитель постоянного тока), собранные в металлическом корпусе. Электропитание га-

зоанализатора осуществляется как от сети переменного тока напряжением 220 В, так и от встроенного блока питания с напряжением 12 В.

**Результаты.** Условия эксплуатации газоанализатора: режим работы простой; средний коэффициент эксплуатации – 0,25. Параметры окружающей среды: температура от +10 до +50 °С; атмосферное давление 84,0-106,7 кПа (630-800) мм рт. ст.; производственные вибрации с частотой 5-25 Гц и амплитудой, не более 0,1 мм; отклонение напряжения питания переменного тока 220 В ± 10 %. Параметры анализируемой смеси на входе газоанализатора максимальны, а концентрация определенного компонента до 5000,0 млн<sup>-1</sup>; температура +10 – +50°С; расход анализируемой пробы 20 ± 2 л/ч; давление 84,0-106,7 кПа. Проверку диапазона измерений газоанализатора по этанолу проводили при концентрации спирта 0-5000 млн<sup>-1</sup>. Результаты изучения диапазона измерений газоанализатора «АГ-С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН» приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты проверки диапазона измерения «АГ-С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН»  
(n = 5; P = 0,95)**

№ п/п	Введено С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> ОН, млн <sup>-1</sup>	Найдено этанола, млн <sup>-1</sup> .		
		X ± Δx	S	Sr*10 <sup>-2</sup>
1	50	51 ± 2	1,6	3,2
2	100	99 ± 2	1,6	1,6
3	150	146 ± 3	2,4	1,7
4	200	204 ± 3	2,4	1,2
5	250	248 ± 5	4,0	1,6
6	500	495 ± 7	5,6	1,1
7	750	743 ± 10	8,0	1,1
8	1000	992 ± 12	9,6	1
9	1500	1494 ± 16	12,9	0,9
10	2000	1989 ± 20	16,1	0,8
11	2500	2510 ± 25	20,1	0,8
12	3000	3014 ± 20	16,1	0,5
13	3500	3487 ± 26	20,9	0,6
14	4000	3985 ± 27	21,7	0,5
15	4500	4513 ± 21	16,9	0,4
16	5000	4985 ± 32	25,7	0,5

Как следует из приведенных данных, зависимость сигнала разработанного газоанализатора от концентрации определяемого компонента по каналу  $C_2H_5OH$ , имеет прямолинейный характер. В изученном интервале концентраций значение  $Sr$  не превышает 0,032. Результаты определения основной погрешности газоанализатора считают положительными, если значения полученной погрешности не превышают пределов, указанных в ГОСТе 52033-2003. Результаты определения погрешности анализатора приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты определения погрешности полупроводникового газоанализатора, при определении этанола (диапазон измерений, в  $млн^{-1}$  от 0 до 5000,0)**

№ смеси	Введено $C_2H_5OH$ , $млн^{-1}$	Найдено $C_2H_5OH$ , $млн^{-1}$	Основной приведенной погрешности (в %), по ГОСТу 52033-2003	Основной приведенной погрешности, полученное при поверке, %
1	Воздух	00	–	–
2	100	$101 \pm 2$	2,5	0,2
3	250	$255 \pm 4$	2,5	0,1
4	2500	$2510 \pm 13$	2,5	0,2
5	5000	$5020 \pm 15$	2,5	0,4
4	2500	$2490 \pm 14$	2,5	0,2
3	250	$246 \pm 3$	2,5	0,8
2	100	$98 \pm 4$	2,5	0,4
1	Воздух	00	–	–
5	5000	$5020 \pm 14$	2,8	0,4
1	Воздух	00	–	–

Найденные значения основной приведенной погрешностей газоанализатора при определении этилового спирта в смеси намного ниже, допустимых, что показывает соответствие разработанного прибора с требованиями ГОСТа. Влияние давления и температуры газовой среды на погрешность определения этанола изучалось в интервале 600-800 мм рт.ст. и 10-45 °С.

Испытания по изучению влияния давления осуществлялись в следующей последовательности: после внешнего осмотра газоанализатор включали в схему и приводили к нормальным условиям испытания (температура  $20 \pm 2$  °С, давление  $760 \pm 20$  мм рт.ст.). После достижения начальной стабилизации работы прибора проводили первоочередную проверку основной погрешности. Нормальный расход газа и необходимое для проведения эксперимента давление устанавливают при помощи соответствующих вентилях, контроль расхода осуществляется по ротаметру. Эксперименты проводили при давлении: 600-900 мм рт.ст. Результаты опытов приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты определения концентрации этанола при различном давлении (содержание спирта в смеси  $250 \text{ млн}^{-1}$ ,  $n = 5$ ,  $P = 0,95$ )**

Давление, мм рт.ст.	Введено этанола, $\text{млн}^{-1}$	Найдено этанола, $\text{млн}^{-1}$		
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$Sr \cdot 10^2$
760	250	$253 \pm 2$	1,6	0,6
600	250	$248 \pm 3$	2,4	1,0
650	250	$251 \pm 3$	2,4	1,0
700	250	$253 \pm 2$	1,6	0,6
750	250	$247 \pm 4$	3,2	1,3
800	250	$254 \pm 2$	1,6	0,6
850	250	$252 \pm 2$	1,6	0,6
900	250	$248 \pm 3$	2,4	1,0

Из полученных результатов следует, что в оптимизированных условиях разработанным газоанализатором в интервале давления 600-900 мм рт.ст. можно определить концентрации этанола. Результаты определения влияния температуры на результаты определения газоанализатора приведены в таблице 4.

Из данных представленных в таблице 4 следует, что в интервале температур ( $10 - +45$  °С) дополнительная погрешность намного меньше, чем основная погрешность самого прибора.

**Результаты по установлению зависимости сигнала газоанализатора «АГ-С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН» от температуры газовой среды (n = 5, P = 0,95)**

Температура, °С	Введено С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> ОН, млн <sup>-1</sup>	Найдено С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> ОН, млн <sup>-1</sup>			Приведенная погрешность, %
		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	Sr*10 <sup>2</sup>	
+ 20	100	102 ± 2	1,6	1,5	2
+ 10	100	102 ± 2	1,6	1,6	2
+ 30	100	101 ± 2	1,6	1,7	2
+ 45	100	101 ± 1	0,8	0,8	1

**Заключение.** Изготовлен опытный образец газоанализатора, предназначенный для детектирования паров этанола.

Оценены основные метрологические характеристики и эксплуатационные параметры, разработанного селективного полупроводникового сенсора и созданного на его основе автоматического газоанализатора для определения паров этанола.

Из приведенных данных следует, что разработанный газоанализатор «АГ-С<sub>2</sub>Н<sub>5</sub>ОН» вполне соответствует требованиям ГОСТа и позволяет контролировать содержание этанола в газовых смесях в широком интервале температур.

**Список использованных источников**

1. Бубнов Ю.З. Полупроводниковые газовые микросенсоры // Петербургский журнал электроники. 1996. № 3 (12). С. 87-91.
2. Bakin A.S., Bestaev M.V., Dimitrov D.Tz., Moshnikov V.A., Tairov Yu. M. SnO<sub>2</sub> based gas sensitive sensor // Thin Solid Films. 296. 1997. P. 168-171.
3. Семиченко Г.Д. Золь-гель процесс в керамической технологии. Харьков, 1997.