

## **Разработка полупроводникового сенсора для определения паров этилового спирта**

Муродова З. Б., Яхшиликowa Л.Ж., Абдурахманов Э.

### *Аннотация*

*В работе разработана полупроводниковая методика с улучшенными метрологическими характеристиками и на его основе создан сенсор для мониторинга паров этанола в выдыхаемом воздухе и технологических газах.*

Ключевые слова: Этиловый спирт, сенсор, мониторинг, воздух

Одним из распространенных психотропных веществ, является этиловый спирт чрезмерное использование, которого не имеет себе равных. Количество этанола в выдыхаемом человеком воздухе является важнейшим индикатором и процедурным звеном освидетельствования состояния опьянения в медико-оздоровительных учреждениях и дорожно-патрульной службе. В связи с этим, контроль за его концентрацией в газо-воздушных системах представляет собой одной из важнейших задач техники безопасности, решения различных экологических и медицинских проблем.

Из всех используемых в практике методов мониторинга содержания этанола наиболее широко применяются химические, газохроматографические, термokatалитические и полупроводниковые методы [1,23; 2,115; 3,10]. Наибольшую точность измерения концентрации этилового спирта из парогazовой смеси получается газовой хроматографией. Однако, этот метод требует достаточно громоздкой и дорогой аппаратуры, а также подготовки высококвалифицированного специалиста. Преимуществами полупроводникового и термokatалитического метода и созданного на их основы газoанализаторов являются простота в эксплуатации, портативность и быстроедействие. В связи с этим, разработка, высокоэффективных, точных методов и создание на их основе полупроводниковых сенсоров этанола является актуальной проблемой современной аналитической химии.

Целью данной работы являются оптимизация условий разработки полупроводниковых методов с улучшенными метрологическими характеристиками и создание на их основе высокоэффективных сенсоров концентраций паров этилового спирта.

В ходе экспериментов используя газочувствительных полупроводниковых материалов и оптимизированные условия проведения анализа, был изготовлен полупроводниковый сенсор (ППС) для определения содержания этанола в смеси газoв. Программа испытания сенсора включала специальные эксперименты, связанные с подбором оптимального величины

напряжения питания, установлением времени готовности прибора, динамическими и градуировочными характеристиками, а также выявлением степени его селективности. Результаты, полученные при подборе оптимального напряжения питания представлены на рис. 1.

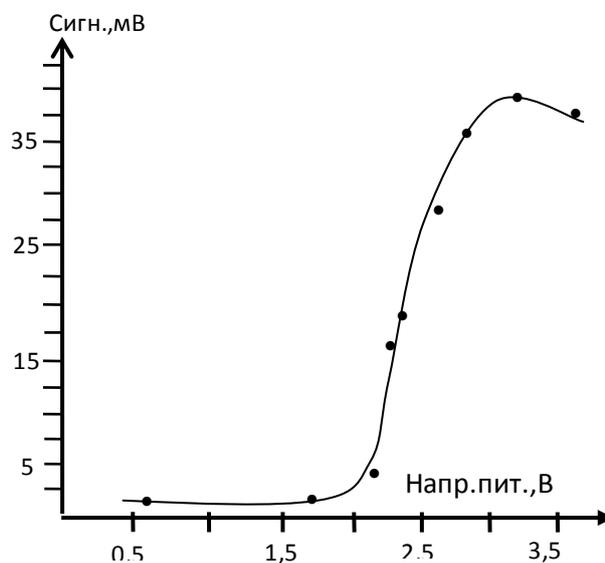


Рис. 1. Зависимость аналитического сигнала ППС $C_2H_5OH$  от напряжения питания сенсора (содержание спирта в смеси  $350\text{мг/м}^3$ ).

Как следует из приведенных данных, наиболее высокие сигналы сенсоров наблюдаются соответственно при значении питания, равной 3,1В. Поэтому все последующие опыты по определению концентраций этанола проводились при этих значениях напряжения питания сенсоров.

Результаты определения динамических характеристик сенсора позволили установить, что у разработанных сенсоров время начала реагирования ( $t_{0,1}$ )-3 с, постоянное время ( $t_{0,65}$ ) не более 6-8 с, а время установления показаний ( $t_{0,9}$ )- достигает до 14 с и полное время измерения ( $t_{п}$ ) 17-19 с. Приведенные данные показывают возможность экспрессного определения этанола разработанными сенсорами. Зависимость полезного аналитического сигнала ППС $C_2H_5OH$  от концентрации спирта устанавливалась в широком интервале его концентрации пропусканием через разработанный сенсор парогазовой смеси этанола в воздухе. Результаты экспериментов по определению градуировочной характеристики сенсора ППС $C_2H_5OH$  приведены на рис. 2.

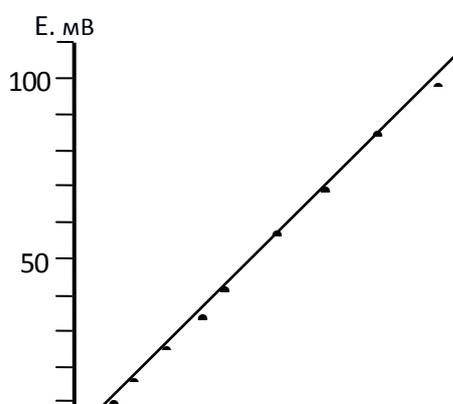


Рис. 2. Зависимость сигнала (E) сенсора от количества этанола ( $C_{сп}$ ) в смеси

Как следует из приведенных данных, в изученном интервале зависимость сигнала от концентрации этанола в смеси имеет прямолинейный характер.

Проверка постоянства величин входных сигналов по времени контролировалась при непрерывной работе сенсора в течение 500 час. Результаты 500-часового эксперимента представлены в таблице 1., из которых следует, что выходной сигнал ППС  $C_2H_5OH$  в течение регламентированного интервала времени сохраняется достаточно стабильно.

Таблица 1

Результаты определения стабильности ППС  $C_2H_5OH$  ( $C_{C_2H_5OH} = 1000 \text{ мг/м}^3$ ,  $n=5$ ,  $p=0,95$ )

<u>№</u>	<u>Время,</u>	<u>Сигнал ППС <math>C_2H_5OH</math></u>		
<u>п/п</u>	<u>час</u>	<u><math>\bar{x} \pm \Delta x</math></u>	<u>S</u>	<u><math>Sr \cdot 10^2</math></u>
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>125,5±1,8</u>	<u>0,44</u>	<u>1,20</u>
<u>2</u>	<u>24</u>	<u>124,6±0,8</u>	<u>0,64</u>	<u>1,56</u>
<u>3</u>	<u>100</u>	<u>123,8±2,1</u>	<u>0,68</u>	<u>1,58</u>
<u>4</u>	<u>250</u>	<u>123,1±1,7</u>	<u>0,36</u>	<u>1,25</u>
<u>5</u>	<u>500</u>	<u>124,4±1,6</u>	<u>0,28</u>	<u>1,42</u>

Селективность работы сенсора паров этанола определяли в присутствии горючих компонентов, присутствующих вместе с контролируемым объектами. Результаты, полученные при установлении селективности разработанных сенсоров этанола, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты установления селективности ППС  $C_2H_5OH$  ( $n = 5$ ,  $P = 0,95$ )

<u>№</u>	<u>Введено газовой смеси, мг/м<sup>3</sup></u>	<u>Найдено спирта, мг/м<sup>3</sup></u>
----------	--	---

п/п		$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$Sr \cdot 10^2$
1	$C_2H_5OH 50 + CO 150 + \text{возд.}$	$50 \pm 0,4$	0,16	1,25
2	$C_2H_5OH 50 + CH_4 150 + \text{возд.}$	$51 \pm 0,6$	0,08	1,50
3	$C_2H_5OH 50 + H_2 150 + \text{возд.}$	$52 \pm 0,2$	0,16	0,97
4	$C_2H_5OH 50 + \text{бенз.} 150 + \text{возд.}$	$51 \pm 0,5$	0,08	1,50

Как следует из приведенных данных, разработанный сенсор позволяет селективно определять пары спирта в выдыхаемом воздухе и технологических газах в присутствии  $H_2$ , CO и паров бензина. Погрешность сенсоров при определении компонентов газовой смеси не превышает 1,5 %.

Проверка влияния температуры анализируемой парогазовой смеси на значение входных сигналов ППС $C_2H_5OH$  проводили в диапазоне  $-10 - +50$  °C. Результаты определения изменения сигнала ППС $C_2H_5OH$  1М и ППС $C_2H_5OH$  2М, обусловленные изменением температуры окружающей среды, представлены в таблице 3., из которых следует, что в изученном интервале изменения температуры газовой среды не оказывают существенного влияния на значения аналитического сигнала сенсора.

Таблица 3

Зависимость сигнала ППС $C_2H_5OH$  от температуре газовой смеси ( $C_2H_5OH - 750$  мг/м<sup>3</sup>, n=5, P=0,95)

Температура, °C	Сигнал сенсора, мВ	
	ППС $C_2H_5OH$ 1М;	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	$Sr \cdot 10^2$
+20	$97 \pm 0,2$	1,58
0	$95 \pm 0,3$	0,85
-10	$96 \pm 0,4$	1,07
+30	$98 \pm 0,3$	0,87
+50	$97 \pm 0,5$	0,95

Испытания по выявлению воздействия давления на аналитического сигнала сенсора проводились в интервале 600-900 мм. рт. ст.

Таблица 4

Результаты определения количество спирта при различных давлениях ( $C_2H_5OH - 500$  мг/м<sup>3</sup>, n=5, P=0,95)

Давления газовой смеси, мм. рт. ст	Сигнал сенсора ППС $C_2H_5OH$ , мВ	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	$Sr \cdot 10^2$
600	$48 \pm 0,2$	0,88
700	$49 \pm 0,2$	0,86
800	$46 \pm 0,2$	1,32
900	$48 \pm 0,3$	0,89

Как следует из приведенных данных (таблица 4), в изученном

диапазоне изменение давления газовой среды практически не оказывает существенного влияния на значение выходного сигнала сенсора.

В результате проведенных опытов разработан селективный ППС спирта, обеспечивающий экспрессное определение этанола в широком интервале его концентрации в выдыхаемом воздухе и технологических газах.

Изменение расхода газовой смеси в исследуемом интервале (1 - 20 л/ч) не оказывает существенного влияния на значение выходного сигнала сенсора. Выходной сигнал сенсоров также не зависит от расположения в пространстве и углов наклонов, что позволяет отнести разработанные сенсоры (согласно ГОСТу-13320-82) к типу независимых. Разработанные сенсоры по точности и воспроизводимости несколько не уступают известным зарубежным аналогам, сохранив при этом следующие характеристики: экспрессность, портативность, простоту в изготовлении и эксплуатации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изучены закономерности золь-гель процесса синтеза газочувствительных полупроводниковых пленок из оксидов металлов и тетрозтоксисилана. Разработана полупроводниковая методика с улучшенными метрологическими характеристиками и на его основе создан сенсор для мониторинга паров этанола в выдыхаемом воздухе и технологических газах. Созданные сенсоры позволяют определять пары этилового спирта в присутствии СО, водорода, природного газа, паров бензина и воды в широких интервалах их концентраций. Полупроводниковые сенсоры в широких интервалах концентраций этанола обладают лучшими метрологическими характеристиками и эксплуатационными параметрами, отвечающими требованиям соответствующих ГОСТ ов.

Оценены основные метрологические характеристики и эксплуатационные параметры разработанных селективных сенсоров определения этанола. Область применения разработанных сенсоров: экологический мониторинг атмосферного воздуха и технологических газов, предрейсовый и предсменный осмотр водителей, анализ в процедурных комнатах, клиник и поликлиник для точного определения клинического состояния пациентов и др. а также могут быть использованы как средство самоконтроля.

## **Литература.**

1. Бушуев Е.С, Бабаханян Р.В., Исаков В.Д. Определение этилового спирта в выдыхаемом воздухе и биологических жидкостях (справочно-информационное пособие). СПб.: Юридический центр Пресс, 2008. С. 23-64.

2. Абдурахманов Э., Муродова З.Б., Яхшиликова Л. Ж. Кинетика и механизм окисления этилового спирта на поверхности катализатора терموкаталитического сенсора.//Журн. хим. промышленность СПб, 2011. Т.88. №3. С. 115-119.

3. Муродова З. Б. Разработка сенсора и газоанализатора для определения паров этилового спирта//Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. Ташкент, 2012

Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук

Когда: 31 мар. в 13:19 2015г.

Кому: [ergash50@yandex.ru](mailto:ergash50@yandex.ru)

От кого: РЕДАКЦИЯ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА [publikacia@bk.ru](mailto:publikacia@bk.ru)

Добрый день.

Ваша статья: "Разработка полупроводникового сенсора для определения паров этилового спирта", утверждена к публикации в научном журнале "Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук".

С уважением редакция журнала

"Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук".

[www.publikacia.net](http://www.publikacia.net)