



УДК 543.544.3

DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.4s.470.471

## Тепловой МЭМС-сенсор потока для компактного газового хроматографа

### Thermal MEMS Flow Sensor for a Compact Gas Chromatograph

Чиненков М. Ю.<sup>1</sup>, к. ф.-м. н., Дюжев Н. А.<sup>1</sup>, к. ф.-м. н., Демин Г. Д.<sup>1</sup>,  
к. ф.-м. н., Рябов В. Т.<sup>1</sup>, к. т. н., Поздняков М. М.<sup>1</sup>, Евсиков И. Д.<sup>1</sup>,  
Елисеев М. А.<sup>1</sup>, Платонов В. И.<sup>2</sup>, к. х. н.

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский университет «МИЭТ»  
124527, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, 1  
evsikov.ilija@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва (Самарский университет)  
443086, г. Самара, ул. Московское ш., 34*

Chinenkov M. Yu.<sup>1</sup>, Ph.D, Djuzhev N. A.<sup>1</sup>, Ph.D, Demin G. D.<sup>1</sup>, Ph.D,  
Ryabov V. T.<sup>1</sup>, Ph.D, Pozdnyakov M. M.<sup>1</sup>, Evsikov I. D.<sup>1</sup>, Eliseev M. A.<sup>1</sup>,  
Platonov V. I.<sup>2</sup>, Ph.D

<sup>1</sup> *National Research University of Electronic Technology  
1 Shokin Square, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia  
evsikov.ilija@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Samara National Research University  
34 Moskovskoe Hwy., Samara, 443086*

Проведено моделирование чувствительного элемента теплового расходомера для создания компактного газового хроматографа. Рассчитана зависимость температурного отклика терморезисторов чувствительного элемента от скорости протекания потока для газов различного типа. Получен профиль температурного распределения потока протекаемого газа.

**Ключевые слова:** МЭМС; чувствительный элемент; газовая хроматография; тепловой расходомер; тонкопленочная диэлектрическая мембрана.

The modeling of sensor for thermal peak flow meter for the development of compact gas chromatograph has been implemented. The dependence of the temperature response of the thermistors of the sensitive element depending on the flow rate for various types of gases has been calculated. The profile of the temperature distribution of the flowing gas has been obtained.

**Keywords:** MEMS; sensor; gas chromatography; thermal mass flow meter; thin-film dielectric membrane.

Газовая хроматография — метод анализа состава газовой смеси, основанный на разделении ее компонент между подвижной (газ-носитель) и неподвижной фазой (сорбент). Исследуемая газовая смесь с газом-носителем после прохождения через хроматографическую колонку с сорбентом разделяется на компоненты, что обусловлено различным временем удержания молекул, составляющих смеси на сорбенте [1]. Для определения их типа и количества применяются различные детекторы: пламенно-ионизационные, электронного захвата, детекторы по теплопроводности и пр. [2]. Повышение точности и чувствительности хроматографа может быть достигнуто путем использования катарометра на базе терморезистивного МЭМС-сенсора расхода газа в качестве газового детектора [3]. В работе предложена перспективная конструкция

МЭМС-сенсора для хроматографа, в которой тонкопленочные терморезисторы на диэлектрической мембране выполняют роль термочувствительных элементов. Представлены результаты численного моделирования температурного отклика терморезисторов МЭМС-расходомера в зависимости от скорости потока различных типов детектируемых газов. Продемонстрирована высокая температурная чувствительность сенсора для четырех типов газов ( $H_2$ , He, Ar,  $N_2$ ) при скоростях потока от 0 до 5 м/с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (№ 075-03-2020-216, 0719-2020-0017) с использованием оборудования ЦКП «Микросистемная техника и электронная компонентная база» НИУ «МИЭТ».*

#### *Литература*

1. Большова Т. А. и др. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 / Под ред. Золотова Ю. А. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 384 с.
2. Recent advances in micro detectors for micro gas chromatography / Qu H., Duan X. // Science China Materials. 2019. № 5 (62). P. 611–623.
3. An experimental study on MEMS-based gas flow sensor for wide range flow measurements / N. A. Djuzhev, D. V. Novikov, G. D. Demin, A. I. Ovodov and V. T. Ryabov // Proceedings to the 2018 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Seoul, South Korea, March 12–14, 2018.

Gas chromatography is a method for analyzing the composition of a gas mixture, based on the separation of its components between a mobile (carrier gas) and a stationary phase (sorber). The investigated gas mixture with the carrier gas, after passing through a chromatographic column with the sorber, is separated into components, which is due to the different retention times of the molecules of the mixture components on the sorber [1]. To determine their type and quantity, various detectors are used: flame ionization, electron capture, thermal conductivity detectors (TCD), etc. [2]. Improving the accuracy and sensitivity of a chromatograph can be achieved by using a katharometer based on a thermoresistive MEMS-based gas flow sensor as a gas detector [3]. We propose a promising design of a MEMS sensor for a chromatograph, in which thin-film thermistors on a dielectric membrane act as thermosensitive elements. The results of numerical simulation of the temperature response of thermistors of a MEMS gas flow sensor as a function of the flow rate for various types of detected gases have been presented. The high temperature sensitivity of the sensor was demonstrated for four types of gases ( $H_2$ , He, Ar,  $N_2$ ) at flow rates from 0 to 5 m/s.

*This work was performed based on the equipment of R&D Center “MEMSEC” (MIET) with the financial support of the RF Ministry of Education and Science (№ 075-03-2020-216, 0719-2020-0017).*

#### *References*

1. Bol'shova T. A., et al. Osnovy analiticheskoi khimii. V 2 t. T. 1; pod red. Zolotova Yu. A. M.: Izdatel'skii tsentr «Akademiya», 2012. 384 p. (In Russian).
2. Recent advances in micro detectors for micro gas chromatography / Qu H., Duan X. // Science China Materials. 2019. № 5 (62). P. 611–623.
3. An experimental study on MEMS-based gas flow sensor for wide range flow measurements / N. A. Djuzhev, D. V. Novikov, G. D. Demin, A. I. Ovodov and V. T. Ryabov // Proceedings to the 2018 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Seoul, South Korea, March 12–14, 2018.