

Термокондуктометрический метод детектирования водорода в многокомпонентных газовых смесях

Л. М. Василяк, С. П. Ветчинин, В. Я. Печеркин, Ю. Б. Яненко

Выполнен теоретический анализ возможностей термокондуктометрического метода и рассчитаны коэффициенты теплопроводности газовых смесей с малой примесью водорода, используя разбиение газовой смеси на две компоненты, одна из которых состоит из смеси тяжелых молекул, а другая – легкий водород. Для уменьшения влияния неконтролируемого изменения концентрации газовой смеси было предложено проводить дополнительные измерения теплопроводности компоненты из смеси тяжелых газов, для чего водород удалялся путем каталитического сжигания.

Ключевые слова: водород, кислород, газовые смеси, термокондуктометрический метод, газовые сенсоры, теплопроводность газов.

Ссылка: Василяк Л. М., Ветчинин С. П., Печеркин В. Я., Яненко Ю. Б. // Прикладная физика. 2019. № 2. С. 60.

Reference: L. M. Vasilyak, S. P. Vetchinin, V. Ya. Pecherkin, and Yu. B. Yanenko, Prikl. Fiz., No. 2, 60 (2019).

Василяк Леонид Михайлович¹, гл.н.с., д.ф.-м.н.

Ветчинин Сергей Петрович¹, с.н.с., к.ф.-м.н.

Печеркин Владимир Яковлевич¹, с.н.с., к.ф.-м.н.

Яненко Юрий Борисович², гл. конструктор.

¹ Объединенный институт высоких температур

Российской академии наук (ОИВТ РАН).

Россия, 125412, Москва, ул. Ижорская, 13, стр. 2.

Тел. 8(495) 484-18-10. E-mail: vasilyak@ihed.ras.ru

² АО «СКТБЭ».

Россия, 129226, Москва, ул. Сельскохозяйственная, 12.

Статья поступила в редакцию 27 марта 2019 г.

© Василяк Л. М., Ветчинин С. П., Печеркин В. Я., Яненко Ю. Б., 2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Фортос В. Е., Попель О. С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.

2. Sherif S. A., Goswami D. Y., Stefanakos E., Steinfeld K. A. Handbook of hydrogen energy. (CRC Press/Taylor & Francis Group, 2014).

3. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. // Shock Waves. 2018. Vol. 28. No. 5. P. 1011.

4. Zhang B. // Combustion and Flame. 2016. Vol. 169. P. 333.

5. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2016.

Vol. 43. P. 311.

6. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. // Technical Physics Letters. 2015. Vol. 41. No. 12. P. 1167.

7. Sberveglieri G. (ed.) Gas Sensors: Principles, Operation and Developments – New York: Springer, 1992.

8. Yamazoe N. // Sens. Actuators. B. 2005. Vol. 108. P. 2.

9. Романова И. // Электроника: НТБ. 2011. № 1. С. 00107.

10. Krivetskiy V., Efitorov A., Arkhipenko A., Vladimirova S., Rumyantseva M., Dolenko S., Gaskov A. // Sensors and Actuators. B: Chemical. 2018. Vol. 254. P. 502.

11. Francia G. Di, Alfano B., Ferrara V. La. // J. Sensors. 2009. P. 659275.

12. Moos R., Izu N., Rettig F., Reiß S., Shin W., Matsubara I. // Sensors. 2011. Vol. 11. P. 3439.

13. Liess M. // J. Sens. Sens. Syst. 2015. No. 4. P. 281.

14. Чепмен С., Каулинг Т. Математическая теория неоднородных газов. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1960.

15. Шашков А. Г., Абраменко Т. М. Теплопроводность газовых смесей. – М.: Энергия, 1970.

16. Бретшнайдер С. Свойства газов и жидкостей. Инженерные методы расчета. – М. Л.: Химия, 1966.

17. Lemmon E. W. // Inter. J. Thermophysics. 2003. Vol. 24. No. 4. P. 991.

18. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972.

19. Физические величины. Справочник / Под ред. Григорьевой И. С., Мейлихова Е. З. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

PACS: 51.20.+d; 07.07.Df

Thermoconductometric method of hydrogen detection in multicomponent gas mixtures

L. M. Vasilyak¹, S. P. Vetchinin¹, V. Ya. Pecherkin¹, and Yu. B. Yanenko²

¹Joint Institute for High Temperatures of Russian Academy of Sciences
Bd. 2, 13 Izhorskaya st., Moscow, 125412, Russia
E-mail: vasilyak@ihed.ras.ru

²JSC “SDEBE”
12 Selskohozyastvennaya st., Moscow, 129226, Russia

Received March 27, 2019

The theoretical analysis of the thermoconductometric method capability was carried out and the coefficients of thermal conductivity of gas mixtures with a small admixture of hydrogen were calculated using the gas mixture splitting into two components, one of which consists of a mixture of heavy molecules, and the other – light hydrogen. To reduce the effect of uncontrolled changes in the concentration of the gas mixture, it was proposed to carry out additional measurements of the thermal conductivity of the mixture of heavy gases, from which hydrogen was removed by catalytic combustion.

Keywords: hydrogen, oxygen, gas mixture, thermoconductometric analyzer, gas sensor, gas thermal conductivity.

REFERENCES

1. V. E. Fortov and O. S. Popel. *Energy in the modern world* (Dolgoprudny, Izd. Dom “Intellect”, 2011) [in Russian].
2. S. A. Sherif, D. Y. Goswami, E. Stefanakos, and K. A. Steinfeld. *Handbook of hydrogen energy* (CRC Press/Taylor & Francis Group, 2014).
3. G. Y. Bivol, S. V. Golovastov, and V. V. Golub, *Shock Waves* **28**, 1011 (2018).
4. B Zhang, *Combustion and Flame* **169**, 333 (2016).
5. G. Y. Bivol, S. V. Golovastov, and V. V. Golub, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **43**, 311 (2016).
6. G. Y. Bivol, S. V. Golovastov, and V. V. Golub, *Technical Physics Letters* **41**, 1167 (2015).
7. G. Sberveglieri (ed.) *Gas Sensors: Principles, Operation and Developments* (Springer, New York, 1992).
8. N. Yamazoe, *Sens. Actuators B.* **108**, 2 (2005).
9. I. Romanova, *Electronics: STB.* No. 1, 00107 (2011).
10. V. Krivetskiy, A. Efitorov, A. Arkhipenko, S. Vladimirova, M. Rumyantseva, S. Dolenko, and A. Gaskov, *Sensors and Actuators. B: Chemical.* **254**, 502 (2018).
11. G. Di Francia, B. Alfano, and V. La Ferrara, *J. Sensors.* 659275 (2009).
12. R. Moos, N. Izu, F. Rettig, S. Reiß, W. Shin, and I. Matsubara, *Sensors*, No. 11, 3439 (2011).
13. M. Liess, *J. Sens. Syst.*, No. 4, 281 (2015).
14. S Chapman and T. G. Cowling, *The Mathematical Theory of Non-Uniform Gases (3rd ed.)*. (Cambridge University Press, 1970).
15. A. G. Shashkov and T. M. Abramenko, *Thermal conductivity of gas mixtures* (Moscow, Energy, 1970)

[in Russian].

16. S. Bretschneider, *Properties of gases and liquids. Engineering methods of calculation* (Moscow – Leningrad, Khimiya, 1966) [in Russian].

17. E.W. Lemmon // *Inter. J. Thermophysics* **24** (4), 991 (2003).

18. N. B. Vargaftik, *Handbook of thermophysical properties of gases and liquids* (Moscow, Nauka, 1972) [in Russian].

19. *Handbook on Physical magnitudes*. Ed. by I. S. Grygoriev and E. Z. Meiliov. (Moscow, Energoatomizdat, 1991) [in Russian].