

## ГАЗОКИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПЛАЗМЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИМПУЛЬСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ГИРОТРОНА В ПОРОШКАХ СМЕСИ $\text{TiO}_2 + \text{Cu}$ <sup>\*)</sup>

Логвиненко В.П., Вафин И.Ю., Воронова Е.В., Нугаев И.Р., Борзосексов В.Д.,  
Соколов А.С., Летунов А.А., Князев А.В., Степахин В.Д.

*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, [ildar@fpl.gpi.ru](mailto:ildar@fpl.gpi.ru)*

Плазмохимический синтез материалов с использованием СВЧ-излучения находит в последнее время широкое применение [1, 2]. В основе синтеза лежит способность микроволнового излучения инициировать цепные, многократно повторяющиеся реакции между реагентами. Состав образующихся частиц и их распределение по размерам определяются условиями эксперимента, что придает актуальность измерениям температуры. Реакции синтеза катализаторов на основе меди проводились с использованием СВЧ-излучения мощностью 300 кВт, импульс длился 8 мс. Концентрация меди менялась в пределах от 0,1% до 20% по весу. Излучение детектировалось спектрометром AvaSpec-3648-USB2, имеющим следующие характеристики: диапазон 367 – 909 нм, спектральное разрешение 0,45 нм, размер пикселей 0,15 нм. Пробой в смесях порошков обеспечивался применением инициатора двух типов: 1) хаотически сплетенные плоские отрезки нержавеющей стали и 2) упорядоченная решетка из серебряной или никелевой проволоки. В реакциях с медью использовался инициатор первого типа. Температура измерялась по спектру излучения  $\gamma$ -системы молекулы  $\text{TiO}$  в начале импульса гиротрона, через 4 мс после начала импульса и в конце свечения молекулы – через 8 мс после начала импульса. Для вычисления газокINETической температуры использовалось отношение амплитуды канта R-ветви, детектируемого на 705,42 нм и значение интенсивности подложки в непосредственной близости от него [3]. В таблице представлены значения вычисленной температуры в разные моменты времени для порошков с содержанием меди различной концентрации.

Состав порошка	Т, К		
	начало импульса	середина импульса	конец импульса
$\text{TiO}_2 + 0,1\% \text{ Cu}$	$6100 \pm 500$	$5600 \pm 500$	$6000 \pm 500$
$\text{TiO}_2 + 1\% \text{ Cu}$	$5400 \pm 500$	$5500 \pm 500$	$5300 \pm 500$
$\text{TiO}_2 + 2\% \text{ Cu}$	$5200 \pm 500$	$5600 \pm 500$	$6400 \pm 500$
$\text{TiO}_2 + 5\% \text{ Cu}$	$5400 \pm 500$	$5700 \pm 500$	$5100 \pm 500$
$\text{TiO}_2 + 10\% \text{ Cu}$	$5600 \pm 500$	$5600 \pm 500$	$6000 \pm 500$
$\text{TiO}_2 + 20\% \text{ Cu}$	$5000 \pm 500$	$5600 \pm 500$	$5800 \pm 500$

Таблица демонстрирует неизменность температур в течение импульса для всех порошков, независимо от состава смеси. Таким образом, содержание меди не оказывает заметного влияния на тепловой баланс реакции синтеза катализаторов.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание ГЗ БВ10-2024) «Изучение инновационного синтеза микро- и наночастиц с контролируемым составом и структурой на основе микроволнового разряда в гиротронном излучении».

### Литература

- [1]. N.N. Skvortsova, N.S. Akhmadullina, G.M. Batanov, et al. Synthesis of micro- and nanostructures with controllable composition in the chain plasma-chemical reactions initiated by the radiation of a powerful gyrotron in the mixtures of metaldielectric powders // EPJ Web Conf. 149 (2016) 02016.
- [2]. N.S. Akhmadullina, N.N. Skvortsova, E.A. Obratsova, V.D. Stepakhin, E.M. Konchekov, Yu.F. Kargin, O.N. Shishilov, Synthesis of oxide and nitride ceramics in high-power gyrotron discharge // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 941 (2017) 012034.
- [3]. J. Hermann, A. Perrone and C. Dutouquet // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2001. – V. 34. – P. 153 – 164. doi: 10.1088/0953-4075/34/2/303

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)