ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТА МиКРОВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ В ПОРОШКАХ ТИТАНА и МАГНИЯ С ДИЭЛЕкТРИКАМИ

Г.М. Батанов, В.Д. Борзосеков, Л.В. Колик, Е.М. Кончеков, А.А. Летунов, Д.В. Малахов, А.Е. Петров, И.Г. Рябикина\*, К.А. Сарксян, Н.Н. Скворцова, В.Д. Степахин, Н.К. Харчев

ИОФ РАН, Москва, Россия, [nina@fpl.gpi.ru](mailto:nina@fpl.gpi.ru)  
\*МГТУ МИРЭА, Москва, Россия, [ryabikina.irina2012@gmail](mailto:ryabikina.irina2012@gmail)

В микроволновых разрядах, инициируемых гиротроном, в порошках металл-диэлектрик происходит синтез веществ со сложной микро и нано структурой [1,2]. Ранее была исследована эволюция температуры во времени в таких разрядах в смеси порошков Ti-B в воздухе, Mo-B и Mo-NBв воздухе и азоте [1,3]. В докладе описывается эволюция оптических спектров и температуры а плазмохимическом реакторе для разрядов в порошках KBF4-Mg, KBF4-Ti, CB4-Mg, CB4-Ti в азоте. В экспериментах использовали гиротрон с частотой 75 ГГц и мощностью до 500 кВт, длительность СВЧ импульса до 4 мс. Анализ параметров разряда осуществлялся по излучению из реактора в видимом диапазоне, как в фазе микроволнового пробоя (до 4 мс), так и после выключения гиротрона по свечению, связанному с протеканием экзотермических реакций (до 400мс).

Излучение из разных пространственных областей реактора регистрировалось с помощью трех спектрометров Ava-Spec в диапазоне 370-920 нм. В одном микроволновом разряде изучались до 100 оптических спектров со скважностью 4мс. Идентификация веществ производилась по линейчатым и молекулярным спектрам. Температура определялась двумя методами: по континууму оптических спектров с расчетом в программной среде Origin с помощью языка LabTalk [4], и по относительной интенсивности спектральных линий [3].

В изучаемых порошках были зарегистрированы две фазы развития микроволнового разряда. В первой фазе после пробоя развивается искровой плазменный разряд, в котором в оптических спектрах на фоне сплошного континуума определялись линии как атомов (MgI, NI, TiI, FI,KI,CI ), так и однократно- и двукратно ионизованных атомов (MgII, NII, TiII, TiIII, BII, KII, MgIII, CII). После выключения гиротрона на фоне протекания экзотермических химических и плазмохимических реакций в оптических спектрах появлялись молекулярные полосы. В разрядах в порошках CB4–Ti и CB4–Mg в азоте наблюдалось свечение после окончания СВЧ импульса. В эксперименте с CB4-Mg температура плазмы через 12мс после окончания СВЧ импульса, рассчитанная по континууму, была 5,6кК, а температура газа – 2,1-2,4кК, через 16мс температуры уменьшались до 2,2кК и 2,1-2,4кК. В разряде в порошке KBF4–Mg (30%) в азоте при вводимой мощности гиротрона 300 кВт происходил пробой и дальнейшая фаза послесвечения. Температура плазмы в искровой фазе составляла 4,4кК, а затем уменьшалась до 2,5кК, а газа с 3,8 до 2кК. Анализ оптических спектров в фазе послесвечения разряда в порошке KBF4–Ti (30%) в азоте при мощности гиротрона 300кВт показал температуру плазмы вблизи порошка 4кК (с дальнейшим уменьшением до 1,6кК), при температурах газа в средней части реактора – 1,2кК и порошка – 1,2-1,5кК. Во всех режимах в реакторе был зафиксирован пространственный градиент температуры. В разрядах в порошках KBF4–Ti (30%) наблюдалось напыление веществ на стенки и верхнюю крышку реактора. Такие микроволновые разряды могут использоваться в технологии для синтеза новых материалов.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-08-00753, МОЛ\_ № 14-07-31278

Литература

1. Batanov G. M., Berezhetskaya N. K., Borzosekov V. D., et al. Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics,2013,Vol. 8,P. 58–66
2. Патент РФ №2523471 «Способ получения нанодисперсионных порошков нитрида бора и диборида титана» 26.05.2014г.
3. Летунов А.А. Скворцова Н.Н. Рябикина И.Г. и др. Инженерная физика,2013,№10,с.36-4.
4. Рябикина И.Г, Летунов А.А., Харчев Н.К., Скворцова Н.Н. Сб. трудов VII Межд. Симпозиума по теоретической и прикладной плазмохимии. 2014. С.330-331.