Изучение структуры сильно неоднородного СВЧ разряда в азоте с помощью двойного зонда и эмиссионной спектроскопии

Г.В. Крашевская1,2, Ю.А. Лебедев1, М.А. Гоголева1

1Институт Нефтехимического Синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия,   
 [lebedev@ips.ac.ru](mailto:lebedev@ips.ac.ru)  
2Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,  
 Россия

Одной из важных задач физики и применения неравновесной газоразрядной низкотемпературной плазмы является исследование структуры разрядов. Это особенно важно при исследовании сильно неоднородных разрядов, в которых состав плазмы и физико-химические процессы зависят от пространственных координат. Здесь мы исследовали распределения свойств плазмы в электродном микроволновом разряде, детально описанном в [1, 2]. Разрядная камера представляла собой цилиндр из нержавеющей стали диаметром 15 см с окнами для наблюдения разряда, расположенными в цилиндрической стенке. Электрод/антенна (5 мм диам. медная рубка) вводилась в камеру через вакуумный переход в верхней крышке вдоль оси цилиндра (ось разряда). Разрядная камера отличалась от описанной в [1, 2] введением подложкодержателя.

Основной задачей исследования было изучение параметров плазмы в азоте при давлении 1 – 5 Торр и падающей мощности 60 – 100 Вт (частота 2,45 ГГц) в пространстве между концом антенны и подложкодержателем методами зондов и эмиссионной спектроскопии.

Параметры электронной компоненты плазмы измерялись с помощью двойного вольфрамового зонда (диаметр зондов 100 мкм, длина неизолированной части 2,1 мм, расстояние между зондами 2,8 мм) [3]. Разработанная система Z-R перемещения помещалась в боковом откачиваемом металлическом цилиндре, смонтированном на фланце одного из окон камеры. Сиситема позволяла перемещать зонды вдоль оси разряда и радиуса с шагом 0,1 мм.

Эмиссионные спектры разряда снимались через оптическое окно спектрометром AvaSpec 2048 в спектральном диапазоне 200 – 700 нм и разрешением 1 нм. Кварцевая линза проектировала изображение плазмы на входную апертуру оптического световода, перемещаемого в Z-R направлениях с пространственным разрешением не хуже 0,1 мм. Изучалось излучение разряда, проинтегрированное вдоль оси наблюдения. Оптические окта также использовались для получения фотографий разряда цифровой камерой К-008.

Детальное исследование пространственных распределений параметров электронной компоненты разряда и излучения дало общие закономерности изменения свойств плазмы от давления и мощности. Основной задачей было исследование возможностей управления параметрами плазмы около подложкодержателя. Показано, что свойства этой области практически не зависят от падающей мощности при неизменной давлении. Уменьшение давления ведет к увеличению плотности плазмы и концентрации возбужденных частиц при неизменной падающей мощности.

Это исследование было частично поддержано грантом РФФИ # 15-08-00070.

Литература

1. Lebedev Yu.A., Mokeev M.V, Solomakhin P.V., Shakhatov V.A., Tatarinov A.V., Epstein I.L. J. Phys. D: Appl. Phys., 2008, V.41, 194001
2. Lebedev Yu A , Tatarinov A V, Shakhatov V A, Epstein I L 2010 *J. Phys.: Conf. Series,* **207** 012002
3. Лебедев Ю.А., Крашевская Г.В., Гоголева М.А. Прикладная физика, 2015, № 1, 30-33