Изучение колебательного распределения N2 в плазме чистого азота промежуточного давления (10 – 100 Торр) с помощью спектроскопии поглощения

Волынец А.В., Лопаев Д.В., Попов Н.А.

Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, volynets.sinp.msu@gmail.com

Азотная плазма уникальна по своим свойствам, в силу того, энергия связи молекулы азота N2 велика (9.79 эВ). По этой причине, в колебаниях молекул основного состояния N2(X, *v*) может запасаться большое количество энергии. Процессы перехода колебательной энергии в энергию электронного возбуждения, а, значит, роль колебательной энергии в механизмах ионизации и диссоциации молекул N2 представляет огромный фундаментальный интерес и по сей день.

Колебательное распределение молекул азота в плазме может быть исследовано экспериментально методом спектроскопии поглощения. Обычно, исследования ведутся в плазме низкого давления (<1 Торр), и в этом случае приходится использовать многопроходные резонаторные оптические диагностики, как например CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) [1]. В данной работе в качестве источника плазмы использовался емкостной разряд в цилиндрической кварцевой трубке (диаметр 1 см) с симметричными наружными электродами, к которым прикладывалось переменное напряжение частотой 81 МГц (вложенная мощность составляла 50 – 500 Вт). Измерения проводились в диапазоне давлений 10 – 100 Торр. Особенность такого подхода заключается в том, что благодаря повышенному давлению (а значит и концентрации колебательно-возбужденных молекул N2) можно добиться увеличения сигнала поглощения и проводить измерения без использования дополнительных дорогостоящих зеркал. Для данной диагностики использовался мощный широкополосный источник стабильного излучения в диапазоне ~250 – 900 нм (т.н. «белый источник») XWS-65 [2]. В рамках данного фундаментального исследования кинетики азотной плазмы тестировалась возможность определения концентрации основного метастабильного состояния N2(A3Σ+u), а также колебательно-возбужденных молекул основного состояния N2(X, *v* > 10) методом спектроскопии поглощения в однопроходной схеме. Полученные результаты позволяют оптимизировать данную диагностику для дальнейшего исследования кинетики азотной плазмы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-52-16001 и грант № 18-32-00932\\18) в рамках проекта Международной Ассоциированной Лаборатории LIA LaPPA “Кинетика и физика импульсных разрядов и их послесвечения” (Франция-Россия).

Литература

1. M.D. Wheeler, S.M. Newman, A.J. Orr-ewing, and M.N.R. Ashfold, “Cavity ring-down spectroscopy,” vol. 94, no. 3, 1998.

[2]. <https://www.isteq.nl/index.php/products/xws-65>.