Численное моделирование кинетики ионизации и диссоциации молекулярного водорода в пеннинговском разряде

Д.А. Сторожев

Московский физико-технический институт (государственный университет), Москва,
 Россия,
Институт проблем механики РАН, Москва, Россия,
Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова,
 Москва, Россия, dmitry.stor@gmail.com

Химический состав частично ионизованной плазмы пеннинговского разряда определяется процессами набора электронами и ионами энергии в скрещенных электрическом и магнитном полях,а также неупругими столкновениями частиц, такими как, ионизация электронным ударом, возбуждение колебательных и электронных уровней, диссоциация молекул газа. Скорость протекания данных процессов определяется сечениями рассеяния электронов на атомах и молекулах и характерной энергией, набираемой электронами в электромагнитном поле [1, 2]. В данной работе выполнены расчеты компонентного состава газоразрядной плазмы Пеннинговского разряда в широком диапазоне температуры электронов.

В работе рассматривается пеннинговский разряд при давлениях $p\~10^{-3}-10^{-2}$ Тор [3 – 5]. Разность потенциалов, приложенная между катодом и анодом, составляет . При этом ток через разряд равен , а степень ионизации составляет .

Для расчета концентраций молекулярных и атомарных ионов в данной работе решается система кинетических уравнений. Константы скорости реакций рассчитывались как свертка сечений рассеяния с функцией распределения электронов по энергиям. В рамках используемой модели рассчитаны концентрации молекулярных и атомарных ионов водорода, определены степень ионизации и диссоциации, показано влияние температуры электронов, а также формы энергетического спектра электронов на компонентный состав плазмы.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований РАН.

Литература

1. Terasaki, R., Fujino, I., Hatayama, a, Mizuno, T., and Inoue, T., “3D modeling of the electron energy distribution function in negative hydrogen ion sources.,” The Review of scientific instruments, vol. 81, Feb. 2010, p. 02A703.
2. Capitelli, M., Armenise, I., Bisceglie, E., Bruno, D., Celiberto, R., Colonna, G., D’Ammando, G., De Pascale, O., Esposito, F., Gorse, C., Laporta, V., and Laricchiuta, A., “Thermodynamics, Transport and Kinetics of Equilibrium and Non-Equilibrium Plasmas: A State-to-State Approach,” Plasma Chemistry and Plasma Processing, vol. 32, Dec. 2011, pp. 427–450.
3. Surzhikov S.T. Computational Physics of Electric Discharges in Gas Flows. 2013, Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston
4. Сторожев Д.А., “Численное моделирование кинетики ионизации и диссоциации водорода в плазме разряда Пеннинга в приближении ЛТР”// Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2014. Т. 15. Вып.3. http:// www.chemphys.edu.ru/pdf/2014-10-02-008.pdf
5. D. A. Storozhev, S.T. Surzhikov, Numerical Simulation of Glow Discharge in a Magnetic Field Through the Solution of the Boltzmann Equation. // Journal of basic and applied physics, 2013, Vol. 2, Iss. 3, pp. 141-147