

УДК 533.92

Численное моделирование кинетики плазмохимических процессов с участием
молекулярного водорода в тлеющем разряде

Д.А. Сторожев^{1,2,3}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н. Л. Духова,
127055 Москва

²Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, 119526 Москва

³Московский физико-технический институт, 141700 Долгопрудный

Тлеющие разряды широко используются в различных электрофизических приборах (плазматроны, источники ионов, системы накачки лазеров).[1] Одной из важнейших характеристик, определяющих эффективность данных приборов, является химический состав плазмы тлеющего разряда. Хорошо известно, что в области горения тлеющего разряда протекает большое количество плазмохимических процессов.[2] В первую очередь процессов возбуждения колебательных состояний молекулы электронным ударом, ионизации частиц электронным ударом, процессов диссоциативной ионизации, ступенчатой диссоциации молекул, протекающих через электронно-возбужденные состояния, химических реакций с участием молекул и атомов.

В данной работе выполнено численное моделирование кинетики ионизации и диссоциации молекулярного водорода в плазме тлеющего разряда с использованием «поуровневого» приближения. Колебательная кинетика молекулярного водорода в основном электронном состоянии описывается моделью «поуровневой» кинетики ангармонических осцилляторов, включающей процессы возбуждения колебательных состояний электронным ударом, (eV), колебательно-колебательный (VV) и колебательно-поступательный (VT) энергообмен. Разработанная кинетическая схема [3-5] включает также механизмы ступенчатого возбуждения колебательных состояний, протекающих через возбуждение электронных состояний $B^1\Sigma_u^+$, $C^1\Pi_u$, процессы диссоциативной ионизации, ступенчатой диссоциации молекул, протекающих через электронно-возбужденные состояния $B^1\Sigma_u^+$, $C^1\Pi_u$, $B'^1\Sigma_u^+$, $D^1\Pi_u$, $B''^1\Sigma_u^+$, $D^1\Pi_u$, $b^3\Sigma_u^+$.[6] С использованием численного моделирования рассчитаны заселенности колебательных состояний молекулы водорода, степени ионизации и диссоциации газоразрядной плазмы.

Литература

1. *Brown I.G.* The physics and technology of ion sources. John Wiley & Sons, 2004.
2. *Surzhikov S.T.* Computational Physics of Electric Discharges in Gas Flows. 2013, Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston.

3. *D.A. Storozhev, S.T. Surzhikov*, “Numerical Simulation of Two-Dimensional Structure of Glow Discharge in Molecular Hydrogen” AIAA paper, 45th AIAA Thermophysics Conference, 2015, 10.2514/6.2015-3108.
4. *Сторожев Д. А., Суржиков С. Т.* Численное моделирование двухмерной структуры тлеющего разряда в молекулярном азоте с учетом колебательной кинетики //Теплофизика высоких температур. – 2015. – Т. 53. – №. 3. – С. 325-336.
5. *Сторожев Д. А., Суржиков С. Т.* Численное моделирование двухмерной структуры тлеющего разряда в молекулярном азоте с учетом колебательной кинетики //Теплофизика высоких температур. – 2015. – Т. 53. – №. 3. – С. 325-336.
6. *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.