

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ

Целью данной работы является разработка новой численно-аналитической модели, которая позволяет качественно и количественно воспроизводить процессы диэлектрического барьерного разряда при работе плазменного актуатора. Данная модель включает описание нестационарных электродинамических процессов, кинетических явлений и плазмохимических реакций. Реализован единый неявный численный алгоритм для эффективного решения неоднородной системы исходных уравнений. Основной особенностью разработанной численно-аналитической модели является использование рационального количества уравнений для описания всех основных нестационарных параметров диэлектрического барьерного разряда в воздухе. Получено зарождение и развитие стримера для реальных конфигураций плазменных актуаторов на основе данной модели. Разработанная модель диэлектрического барьерного разряда предназначена для адекватного воспроизведения силы Лоренца, действующей на турбулентный поток частично ионизированного воздуха, в широком диапазоне амплитуд и частот приложенного напряжения, а также параметров и свойств диэлектрической поверхности.

Ключевые слова: динамика плазмы, плазменный актуатор, диэлектрический барьерный разряд, химическая кинетика, численное моделирование, стример

1. 1. Application of weakly ionized plasmas as wing flow control devices / T. Corke, E. Jumper, M. Post, D. Orlov // AIAA Paper. – 2002. – № 350. – P. 9.
2. Plasma structure in the aerodynamic plasma actuator / C. Enloe, T. McLaughlin, R. VanDyken, J. Fischer // AIAA Paper. – 2004. – № 844. – P. 8.
3. Scaling laws for oxygen discharge plasmas / E. A. Bogdanov, V. I. Kolobov, A. A. Kudryavtsev, L. D. Tsendin // Technical Physics. – 2002. – Vol. 47, № 8. – P. 946 – 954.
4. Optimization of a dielectric barrier discharge actuator by stationary and non-stationary measurements of the induced flow velocity – application to airflow control / M. Forte, J. Jolibois, E. Moreau, G. Touchard // AIAA Paper. – 2006. – № 2863. – P. 9.
5. Kossyi A. Kinetic scheme of the non-equilibrium discharge in nitrogen-oxygen mixtures / A. Kossyi, A. Kostinsky, A. Matveyev // Plasma Sources Science and Technology. – 1992. – Vol. 1, № 3. – P. 207 – 220.
6. BOLSIG+: Electron Boltzmann equation solver [Электронный ресурс] / Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie (LAPLACE), Universite Paul Sabatier. – Toulouse : France, 2013. – Режим доступа : WWW.URL: <http://www.bolsig.laplace.univ-tlse.fr/copyright.php>. – 10.02.2013.
7. Ландау Л. Д. Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Наука, 1988. – 512 с.
8. Surface potential and electric field structure in the aerodynamic plasma actuator / C. Enloe, T. McLaughlin, J. Gregory, R. Medina, W. Miller // AIAA Paper. – 2008. – № 1103. – P. 11.
9. Effects of oxygen content on the behavior of the dielectric barrier discharge aerodynamic plasma actuator / G. Font, C. Enloe, J. Newcomb, A. Teague, A. Vasso // AIAA Paper. – 2010. – № 545. – P. 16.
10. Abe T. Momentum coupling and flow induction in a DBD plasma actuator / T. Abe, M. Takagaki // AIAA Paper. – 2009. – № 1622. – 8 p.
11. Rate of plasma thermalization of pulsed nanosecond surface dielectric barrier discharge / M. Nudnova, S. Kindusheva, N. Aleksahdrov, A. Starikovskiy // AIAA Paper. – 2010. – № 465. – P. 15.