ВЧЕ-РАЗРЯД ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ В ЛОКАЛЬНОЙ ПОСТАНОВКЕ

В.С. Желтухин2, В.Ю. Чебакова1

1[Казанский (Приволжский) федеральный университет](http://kpfu.ru/), г. Казань, Россия,  
 [vchebakova@mail.ru](mailto:vchebakova@mail.ru)   
2Казанский национальный исследовательский технический университет  
 им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия, [vzheltukhin@gmail.com](mailto:vzheltukhin@gmail.com)

В работе приводится самосогласованная математическая модель высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда при атмосферном давлении в аргоне. Представленная в работе модель описывает емкостной ВЧ – разряд между двумя плоско — параллельными электродами, один из которых заземлен, а другой соединен с ВЧЕ — генератором, через конденсатор.

В разрядах такого типа электрическое поле близко к потенциальному и разряд однороден вдоль электродов, что позволяет применить одномерную модель [1]. Поскольку длина релаксации энергии электронов при атмосферном давлении много меньше размеров расчетной области, то при моделировании плазмы можно использовать локальное приближение [2].

В статье [3] показано, что соотношение концентраций молекулярных и атомных ионов в аргоне при атмосферном давлении зависит от температуры газа. В связи с этим представленная модель включает в себя уравнения баланса для электронного газа, метастабильных и нейтральных атомов, молекулярных и атомарных ионов, а также кинетические уравнение для димера аргона, а также уравнение Пуассона для потенциала электрического поля, стационарное уравнение теплопроводности атомно-ионного газа, рассчитываемое по усредненным параметрам. В настоящей работе использована упрощенная схема атома аргона, в которой 4 низших близкорасположенных электронно-возбужденных состояния (два метастабильных и два резонансных состояния) заменены единым уровнем. Такая схема часто используется при моделировании аргоновой плазмы и обосновывается эффективным перемешиванием этих уровней электронным ударом

Коэффициенты скоростей процессов при электронном ударе рассчитывались с помощью уравнения Больцмана с учетом электрон-электронных столкновений. При решении уравнения Больцмана использовалась программа BOLSIG [4].

Для решения рассматриваемой нелинейной системы использовался приближенный метод, основанный на конечномерной аппроксимации задачи с помощью разностных схем с последующим применением для ее реализации итерационного процесса. Плотности потоков для ионного и электронного газа вычисляются по методу Гуммеля. Получено численное решение модельных задач.

Работа поддержана РФФИ (проекты 14-01-00755, 15-41-02672).

Литература

1. Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А., Высокочастотный емкостный разряд: Физика. Техника эксперимента. Приложения. - М: Изд-во МФТИ, 1995. – 320 с.
2. А.А. Кудрявцев, А.С. Смирнов, Л.Д. Цендин. Физика тлеющего разряда. — СПб.:Издательство «Лань», 2010. — 512 с.
3. E. Castonos Martinez, Y. Kabouzi, K. Makasheva, M. Moisan Modeling of microwave- sustained plasmas at atmospheric pressure with application to discharge contraction//Physical review E70, 066405(2004) DOI:10.110/PhysPevE.70.066405
4. G.J.M. Hagelaar and L.C. Pitchford, Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models, Plasma Sources Sci. Techn. Vol. 14 (2005), 722-733. <http://dx.doi.org/10.1088/0963-0252/14/4/011>