ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ АНТЕННЫ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОДНОГО МИКРОВОЛНОВОГО РАЗРЯДА

Лебедев Ю.А., Татаринов А.В., Титов А.Ю., Эпштейн И.Л.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия, lebedev@ips.ac.ru

В этой работе приведены результаты исследования методами 1-D и 2-D моделирования влияния диэлектрического покрытия (изменение электродинамики разряда, осаждение зарядов на поверхности диэлектрика, изменение каталитических свойств поверхности антенны) на параметры неравновесной плазмы электродного микроволнового разряда в водороде при пониженном давлении. Двумерная модель применяется для описания установившихся СВЧ полей в пустой разрядной камере, внутренний электрод которой покрыт диэлектриком. Разрядная камера подробно описана в [1, 2]. В качестве покрытия электрода использовались диэлектрики с диэлектрической проницаемостью *ε* = 1, 2, 3, 4
с толщинами d = 1, 2, 3 мм. Одномерная модель описывает СВЧ разряд в водороде с учетом накопления заряда на поверхности диэлектрического покрытия внутреннего электрода. Модель включает в себя уравнение для электромагнитного поля в квазистатическом приближении, а также нестационарные балансные уравнения для концентраций заряженных и нейтральных частиц и уравнение Пуассона для вычисления поля разделения зарядов. В расчетах учитывались процессы подробно описанные в [3, 4]. На поверхности диэлектрика со стороны плазмы решается уравнение, описывающего накопление поверхностного заряда *σ*: , где **,**  — потоки ионов *i*–го сорта и электронов на стенку.

Моделирование влияния диэлектрического покрытия металлического электрода на параметры плазмы СВЧ разряда в водороде при пониженном давлении показали, что
(а) Использованием диэлектрического покрытия разной толщины и разной диэлектрической проницаемости можно управлять пространственным распределением напряженности микроволнового поля у антенны. (б) Изменение электродинамики и осаждение зарядов на поверхности диэлектрика оказывают влияние только на приповерхностную область разряда и практически не влияют на характеристики плазмы в объеме плазмы (например, на максимальное значение концентрации электронов). (в) Каталитические свойства поверхности диэлектрика сильно влияют на максимальное значение концентрации атомов водорода в случае преобладания их гибели в процессах диффузии и рекомбинации на поверхности. (г) Осаждение зарядов на поверхности диэлектрика приводит к возрастанию потенциала поверхности относительно плазмы, но пространственное распределение потенциала практически не изменяется, а также приводит к смешению области плазменного резонанса к поверхности электрода. Можно ожидать, что с увеличением роли объемной рекомбинации атомов водорода, роль основного фактора влияния диэлектрического покрытия на параметры плазмы будет малой.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ (№15-08-00070).

Литература

1. Lebedev Yu A, Epstein I L, Tatarinov A V, Shakhatov V A*J. Phys.: Conf. Ser.,* 2006, **44**, 30.
2. Lebedev Yu A, Mokeev M V, Tatarinov A V, Shakhatov V A, Epstein I L *J. Phys. D: Appl. Phys.,* 2008, **41**,194001.
3. Lebedev Yu A, Tatarinov A V, Titov A Yu, Epstein I L, Krashevskaya G V, Yusupova E V *J. Phys. D: Appl. Phys.*,2014, **47**, 335203.
4. Лебедев Ю.А., Татаринов А.В., Титов А.Ю., Эпштейн И.Л. Ученые Записки Казанского Университета. Серия Физико-Математические Науки, 2014, т. 156*,* С. 120.