влияние химических реакций на баланс температуры тяжелых частиц в катодной области плазменного фотоэлектрического преобразователя [[1]](#footnote-1)\*)

Горбунов Н.А.

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Россия, gorbunovna@gumrf.ru

В работе продолжена разработка модели прямого фотоэлектрического преобразования сфокусированного солнечного излучения в плазме [1]. Рассмотрен баланс температуры тяжелых частиц в плазме паров натрия в диапазоне давлений 104 – 105 Па. Модель учитывает обмен энергии между тяжелой компонентой и электронами, немонотонную зависимость от температуры коэффициента теплопроводности паров натрия, обусловленную переносом энергии диссоциации молекул натрия, выделение энергии при плазмохимических реакциях с участием возбужденных атомов натрия и молекулярных ионов натрия.

В работе показано, что перенос излучения из центральных областей плазмы обеспечивает высокую относительную заселенность возбужденных атомов натрия в пристеночных областях. Основным механизмом образования заряженных частиц становится ассоциативная ионизация с участием возбужденных атомов натрия Na(3P). В образующейся химически неравновесной плазме концентрации возбужденных атомов натрия Na(3P) и электронов в слое существенного превосходят равновесные величины для заданного значения температуры электронов. В результате радиационный поток энергии эффективно преобразуется в энергию ионизации.

В работе показано, что ассоциативная ионизация, приводящая к образованию молекулярных ионов натрия на нижних колебательных уровнях, с их последующей диссоциацией за счет столкновений с нейтральными атомами натрия приводит к существенному охлаждению тяжелых частиц. Указанные плазмохимические реакции могут приводить к формированию внутреннего пограничного слоя. Ранее подобные решения анализировались применительно к системе диффузионных уравнений с учетом химических реакций [2]. Выявлена важная роль в формировании внутреннего слоя температуры стенки катода, которая не должна превосходить определенной критической величины. В этом случае градиент температуры тяжелых частиц у стенки мал и принимает свое максимальное значение на некотором расстоянии в глубине плазмы. Низкая газовая температура приводит к формированию оптически толстого слоя с относительным высоким содержанием молекул и молекулярных ионов натрия. Наличие молекулярной компоненты обеспечивает эффективное поглощение широкополосного излучения, поступающего из центральных областей плазмы. Образующийся слой играет роль теплоизолирующей оболочки, отделяя плазму с высокой температурой от холодной стенки катода. Это обеспечивает малую величину теплового потока, уносимого на стенку нейтральной компонентой, по сравнению с затратами на генерацию заряженных частиц в плазме. Формирующиеся в плазме условия благоприятны для эффективного прямого фотоэлектрического преобразования солнечного излучения.

Литература

1. Gorbunov N.A., Flamant G. Plasma Chem. Plasma Process. 2015, V. 35, p. 799-817.
2. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений, М.: Высшая школа, 1990, 209 с.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/ER-Gorbunov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)