Пространственно-временная спектроскопия импульсной гетерогенной плазменной струи

А. Ефимов, С. Горячев, Ю. Андриянова, А. Пащина, В. Чиннов

Объединенный институт высоких температур (ОИВТ РАН), 125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

Интерес к исследованию плазменных струй обусловлен широким кругом научных и прикладных задач [1]. К таким задачам, в частности, относятся: плазменная аэродинамика, стимулированное горение, плазмохимия, прием, передача, отражение, поглощение электромагнитных сигналов и др.

Одним из методов создания высокоэнтальпийных струй является использование импульсного разряда в капилляре с аблирующими стенками. В определенном диапазоне параметров эрозионного разряда истечение плазмы из капилляра принимает характер, более типичный для течения жидкости, нежели газа, а сама плазменная струя характеризуется набором уникальных свойств, в частности: большой длиной распространения в газовой среде (200…300 калибров и более), отсутствием расходимости, целостностью формы и устойчивостью в потоке газа, высоким уровнем запасенной энергии (до 100 эВ на частицу), высокой концентрацией электронов (ne~1017 см-3 и выше), высоким уровнем возбуждения молекул газа, высоким удельным импульсом, большой продолжительностью релаксации многокомпонентной плазмы после прекращения подвода энергии [2].

Для исследования этого нестационарного объекта с непрерывно меняющейся геометрией и составом плазмы использована система, включающая высокоскоростную регистрацию изображения струи синхронизованную с пространственно-временной 2D спектроскопией высокого спектрального (0.2 нм), пространственного (20 мкм) и временного (50 мкс) разрешения.

В данной работе в результате исследований излучательных свойств плазмы выявлена неоднородная пространственная структура импульсной эрозионной струи и существенное различие параметров на начальном и основном участках, что связано с особенностями распределения разрядного тока и возможным наличием в составе струи массивных заряженных кластеров. По результатам количественной обработки экспериментальных данных [3, 4] представлены материалы о пространственно-временных изменениях основных параметров плазмы эрозионной струи (электронная концентрация и температура, колебательная и вращательная температуры).

Полученная информация создает хорошую основу для анализа плазмохимических превращений, прежде всего с участием водородо- и углеродосодержащих компонент.

Литература

1. Минько Л.Я. Получение и исследование импульсных плазменных потоков. Минск: Наука и техника, 1970. - 150 с.
2. Pashchina A.S. Features of Dynamics and Structure of Long-Lived Plasma Formations Created in the Capillary Type Discharge - 11th International Workshop on Magneto-Plasma Aerodynamics. Moscow, JIHT RAS, April 10-12, 2012. - 12 p.
3. Чиннов В.Ф. Излучательные свойства и спектроскопия низкотемпературной плазмы: Учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 168 с.
4. Очкин В.Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 472с.