Диагностика периферийной зоны плазменной струи при импульсной инжекции в атмосферу

Пащина А.С., Ефимов А.В., Казанский П.Н.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия

Объектом исследований является коллимированная узконаправленная плазменная струя, формируемая с помощью импульсного разряда в углеводородном капилляре (C5H8O2) [1]. Использование методов оптической спектроскопии позволило достаточно детально исследовать пространственно-временную эволюцию параметров эрозионной плазмы внутри капилляра и начальном участке плазменной струи и определить ее электрофизические и теплофизические параметры [1, 2]. В то же время, несмотря на достаточно большое количество экспериментальных данных [3, 4], физическая картина, а также состояние плазмы периферийной зоны, расположенной между границей струи и контактной поверхностью, образующейся в результате торможения струи при ее инжекции в затопленное пространство, остаются не до конца понятными.

В настоящей работе представлены результаты диагностики плазменной струи с использованием методов шлирен-визуализации и оптической интерферометрии, позволившие детально проследить динамику картины течения, включая момент инжекции плазменной струи в атмосферу и стадию ее релаксации после прекращения разряда. На основе полученных результатов построены временные зависимости скорости фронта струи для различных значений плотности мощности разряда и режимов течения плазмы – дозвукового и сверхзвукового. Обнаружено, что скорость фронта как дозвуковой, так и сверхзвуковой струи сохраняет примерно постоянное значение на протяжении большей части разрядного импульса, что, по-видимому, обусловлено постоянно изменяющимся составом плазмы в соответствии с алгоритмом изменения мощности разряда. На основе результатов оптической интерферометрии выполнены оценки и построены радиальные профили плотности и температуры газа в периферийной зоне струи в предположении того, что основной вклад в изменение показателя преломления вносит изменение плотности основного газа.

Авторы выражают признательность Моралеву И.А. за помощь, оказанную при проведении экспериментов, а также Климову А.И. за полезные рекомендации. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант №16-38-00927 мол\_а.

Литература

1. Пащина А.С., Ефимов А.В., Чиннов В.Ф. Оптические исследования многокомпонентной плазмы капиллярного разряда. Дозвуковой режим // Теплофизика высоких температур. 2016. Т. 54. № 4. С. 513–528.
2. Пащина А.С., Ефимов А.В., Чиннов В.Ф., Агеев А.Г. Особенности радиального распределения параметров плазмы начального участка сверхзвуковой струи , формируемой импульсным капиллярным разрядом // Прикладная физика. 2016. № 2. С. 29–35.
3. Ершов А.П., Тимофеев И.Б., Чувашев С.Н., Быцкевич С.П. Эволюция структуры и параметров плазменной струи при импульсной инжекции в атмосферу // Теплофизика высоких температур. 1990. Т. 28. № 3. С. 583–589.
4. Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Поскачеева Л.П. Энергоемкие плазменные образования, инициируемые эрозионным разрядом - лабораторный аналог шаровой молнии // Шаровая молния в лаборатории / Ред. Авраменко Р.Ф., Климов А.И., Синкевич О.А. Москва: Химия, 1994. С. 15–56.