ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНОГО ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА С ТЕРМОСТОЙКИМИ МАТЕРИАЛАМИ

М.Х. Гаджиев, В.Ф. Чиннов, А.С. Тюфтяев, М.А. Саргсян, Н.А. Демиров

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия, makhach@mail.ru

Создан автоматизированный экспериментальный стенд для исследования воздействия высокоэнтальпийной плазменной струи, создаваемой плазмотроном постоянного тока с расширяющимся каналом выходного электрода, на мишень из термостойкого материала, позволяющий методами скоростной визуализации, микропирометрии, лазерной профилометрии, стереоскопии и спектроскопии получить данные о характере изменения во времени и пространстве поля температур на поверхности образца, динамике убыли материала, изменениях параметров (температура и концентрация электронов, температура тяжелых частиц) набегающей на образец плазменной струи.

В качестве источника высокоэнтальпийного плазменного потока используется генератор низкотемпературной плазмы (ГНП) с расширяющимся каналом выходного электрода [1], позволяющий получать на выходе слаборасходящуюся (2*α*= 120) плазменную струю различных газов (аргон, азот, воздух) диаметром *D*= 6 ÷ 20 мм с энтальпией 5 ÷ 50 кДж/г и среднемассовой температурой 5 ÷ 10 кК, при полной электрической мощности дугового разряда 5 ÷ 50 кВт и расходе плазмообразующего газа 1 ÷ 3 г/c. Измерение достижимых уровней удельных тепловых потоков плазмы проводится калориметрированием потоков, поступающих на поверхность многосекционного торца медного калориметра от плазменной струи для различных значений силы тока, расстояния от среза сопла плазмотрона и расхода газа. Определение разгонных характеристик профилированного сопла плазмотрона, а также скорости истечения газа, производится по измерению полного давления трубкой Пито, представлявшей собой изогнутую капиллярную трубку, заключенную в медный корпус, который охлаждается проточной водой.

Видеонаблюдение за взаимодействующей системой «набегающий высокоэнтальпийный плазменный поток — сублимирующий термостойкий образец» проводится с помощью синхронизованных высокоскоростных камер с трехцветной матрицей Motion Pro X3 (США) и VS-Fast. Микропирометрия выбранной зоны на поверхности образца проводится высокоскоростным трехдлиноволновым микропирометром FMP1001.

Для измерения скорости уноса массы образца, помимо оценочного метода взвешивания, используются метод «лазерного ножа» и метод двухпозиционной томографии. Импульсный лазер LCM-DTL-319QT с системой фокусировки (телескоп и цилиндрическая линза) формирует в зоне поверхности образца «лазерный нож» шириной 1 мм и высотой 20 – 25 мм. С помощью двухпозиционной стереоскопии синхронизованными видеокамерами Phantom и VS-Fast определяется изменение во времени границ образца и, в конечном счете, его изменяющийся объем. Тем самым устанавливается «объемная» составляющая убыли материала образца во времени. Одновременно третья скоростная камера Motion Pro в режиме 10 кадров в секунду и экспозицией 1 мкс регистрирует след «лазерного ножа» на поверхности образца, программный анализ которого позволяет определить скорость сублимации из кратера. Спектральные измерения выполняются с помощью трехканального и одноканального оптоволоконных спектрометров AvaSpec 2048 и AvaSpec 3648.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП RFMEFI60414X0090

Литература

1. Исакаев Э. Х., Синкевич О. А., Тюфтяев А.С., Чиннов В. Ф. //ТВТ. 2010. Т.48. № 1. С. 105-134.