

О возможности применения радиолокационных методов восстановления параметров
плазменных струй электроракетных двигателей в ходе их работы в составе космических
аппаратов

Е.К. Егорова

Московский физико-технический институт (государственный университет)

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

Существенные неустраняемые различия в условиях наземной отработки электроракетных двигателей (ЭРД) от реальных условий их работы в составе космических аппаратов привели к возникновению ряда задач (например, уточнение ресурса ЭРД, калибровка и верификация численных расчетов), для которых необходимо отслеживать динамику параметров плазменной струи двигателя в летных условиях. Диагностика осложняется тем фактом, что для решения задач современной космонавтики используются сборки из нескольких ЭРД, плазменные образования (ПО) которых имеют сложную пространственную структуру. Перспективным методом решения таких задач является применение радиолокационной диагностики.

В представленной работе рассмотрен метод реконструкции параметров плазменной струи посредством изучения изменений характеристик радиосигнала после взаимодействия с объектом (отражение вперед, преломление, частичное поглощение). Выработаны рекомендации по выбору волнового диапазона сигналов с учетом влияния переотражения радиоволны в сложной структуре ПО сборки ЭРД на структуру волнового фронта. Предложена математическая модель, указывающая способ восстановления концентрации плазмы, скорости и температуры электронной и ионной компонент.

С помощью предложенной методики можно уточнить ресурс сборки ЭРД в летных условиях. Ресурс одного двигателя оценивается из соотношения

$$T = \frac{\rho_a}{j_{av} j_{max} Y M_a},$$

где ρ_a, M_a – плотность и атомная масса материала электрода, Y – коэффициент распыления материала электрода, j_{av}, j_{max} – средняя и максимальная плотность ионного тока соответственно. По восстановленным параметрам плазмы с помощью критерия Бома оценена скорость потока ионов на электроды, коэффициент распыления материала электрода Y и плотности ионного тока на сетку.

Литература

1. Распространение радиоволн в неоднородных средах и рассеяние на ионизированных образованиях: Монография/ под ред. Ярыгина А.П. и Авдеева В.Б. – Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, Военный ин-т радиоэлектроники, 2005. – 362с.
2. *Силин В.П., Рухадзе А.А.* Электромагнитные свойства плазмы и плазмоподобных сред,- М.: Атомиздат, 1961.