

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Семенова Александра Анатольевича «Распыление керамик и керамических композитов потоками ионов низких энергий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

Диссертация Семенова А.А. посвящена исследованию распыления керамических материалов при облучении потоками ионов низких энергий. Работа ориентирована на решение проблемы ресурса и надежности стационарных плазменных двигателей, используемых в составе орбитальных космических аппаратов. Данная проблема связана с ионной эрозией рабочих поверхностей разрядных камер и ускорительных каналов, материалом для которых служат композиты на основе тугоплавких керамик.

Исследование характеристик ионного распыления керамических материалов является одной из актуальных задач электроракетного двигателестроения. Однако актуальность представленной работы, на мой взгляд, выходит за рамки ракетостроения, и полученные в работе результаты могут быть востребованы практически в любой области науки и техники, связанной с использованием различных газоразрядных и плазменных устройств.

Автор приводит в работе значительный объем экспериментальных данных по распылению керамических материалов различного состава и исследует динамику их изменения в зависимости от факторов и условий облучения, характерных для стационарных плазменных двигателей. Исследованы энергетические и угловые зависимости коэффициента распыления для ряда конструкционных керамик и композитов на их основе. Исследована зависимость коэффициента распыления керамик от температуры поверхности и от угла падения ионов. Исследован интегральный коэффициент распыления керамических композитов, состоящих из двух керамик с различной эрозионной стойкостью, в

зависимости от концентрации входящих в их состав компонентов в широком диапазоне её изменения.

Судя по представленным в автореферате данным, автор провёл большой объем экспериментальных исследований, в результате которых получены новые закономерности, представляющие большой научный интерес. Прежде всего, следует отметить зависимость коэффициента распыления бинарных керамических композитов от концентрации компонентов. Судя по имеющимся в научной печати публикациям, такое исследование проведено впервые.

Не менее интересными являются и зависимости характеристик распыления керамических материалов от температуры. Полученные данные опровергают существующее мнение о независимости коэффициента распыления от температуры вплоть до значений, близких к температуре плавления, что вызовет несомненный интерес у специалистов. Можно отметить, что исследования такого рода, за исключением расчетных работ Физфака МГУ, ранее нигде более не проводились.

В результате проведенного исследования создана информативная база данных по распылению широкого круга конструкционных керамических материалов, дающая основу для инженерных расчетов в сфере проектирования электроракетных двигателей.

К недостаткам диссертации можно отнести то, что автор, изучая энергетические зависимости коэффициента распыления, ограничивает исследования диапазоном энергий от 100 до 400 эВ. На мой взгляд, следовало расширить диапазон энергий до 700-1000 эВ – учитывая тенденцию к повышению энергетики стационарных плазменных двигателей. Однако данное замечание не снижает практическую значимость приведенных в работе результатов и не влияет на её общую оценку.

Можно сделать вывод о том, что диссертация Семенова А.А. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные сведения по ионно-эрозионной стойкости конструкционных

керамических материалов. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Семенов Александр Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе» Российской академии наук



Зиновьев Александр Николаевич

194021, Санкт-Петербург,
Политехническая ул., 26

Подпись А.Н. Зиновьева заверяю:



Ученый секретарь ФТИ им. А.Ф. Иоффе д.ф.-м.н.

А.И. Шергин

22 сентября 2015 г.