

РАКЕТНО - КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ

141070

г. Королев

Московской области,

ул. Ленина, 4-а

Телеграфный "ГРАНИТ"

Телефон: (495) 513-86-55

Факс: (495) 513-88-70, 513-86-20, 513-80-20

E-mail: post@rsce.ru

<http://www.energia.ru>



Ученому секретарю диссертационного
совета Д.212.125.08 МАИ
д.т.н., проф. Ю.В. Зуеву

На № _____

Г

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3
Волоколамское шоссе, д. 4, МАИ

О Т З Ы В

Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королева

на автореферат диссертационной работы Ситникова Сергея Анатольевича «Разработка стойких к ионной эрозии материалов на основе нитрида кремния для разрядных камер электроракетных двигателей», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

В представленной диссертационной работе сформулированы и решены задачи теоретических и экспериментальных исследований распыляемости керамических материалов на основе нитрида кремния с наполнителями BN, Al₂O₃ в условиях ионно-плазменной эрозии, их свойств, разработки технологических процессов изготовления деталей ЭРД из материалов на основе нитрида кремния, разработки оборудования для получения изделий сложной геометрической формы из исследованных керамических материалов.

Актуальность работы. Для электрических ракетных двигателей (ЭРД), широко используемых в задачах освоения ближнего и дальнего космоса при управлении ориентацией, коррекции орбит, довыведении космических аппаратов (КА) в околоземном пространстве, а также в качестве маршевых двигателей актуальной задачей является увеличение срока службы, определяемого стойкостью керамических узлов (разрядных камер) в условиях ионно-плазменного распыления.



Научная новизна работы.

Автором установлены закономерности процесса ионно-плазменного распыления керамических материалов на основе BN-Si₃N₄ с учетом различных структурных модификаций. Показана решающая роль состава керамики в обеспечении требуемых ресурсных характеристик изделий.

Научно обоснован подход к изготовлению разрядных камер ЭРД из керамических материалов на основе нитрида кремния с применением вариантов технологии реакционного спекания в среде азота заготовок, полученных методами трехмерного моделирования. Установлены закономерности влияния технологических процессов на механические свойства изделий.

Выполнены исследования физических и электрофизических свойств керамических материалов систем BN-Si₃N₄, Al₂O₃-Si₃N₄, показавшие высокие диэлектрические свойства полученных материалов.

Научная новизна материаловедческих, технических и конструкторских решений защищена двумя заявками на изобретения (патенты) РФ.

Практическая значимость работы

1. Проведен анализ оптимальных составов композиций при различных наполнителях (BN, Al₂O₃), внедряемых в матрицу из нитрида кремния и обеспечивающих повышение эксплуатационных характеристик керамических изделий в условиях ионно-плазменной эрозии.

2. Разработаны технологические процессы формования заготовок узлов ЭРД из поликристаллического кремния с добавками необходимых неорганических наполнителей (BN, Al₂O₃ и др.), что важно для изготовления разрядных камер как стационарных плазменных двигателей, так и ионных двигателей. Это метод горячего литья, трехмерного моделирования по методам послойного наплавления (FDM), послойного впрыска связующего (Binder Jetting).

3. Спроектированы и изготовлены соответствующие установки для изготовления заготовок из разработанных композиций.

Достоверность и обоснованность результатов работы обеспечивается применением современных методов и стандартных методик исследований, сертифицированной измерительной аппаратурой, воспроизводимостью результатов экспериментов, а также практическим использованием разработанных керамических материалов и технологических процессов их получения.

Личный вклад и аprobация работы подтверждаются публикациями автора. По теме диссертации опубликовано 8 статей в реферируемых журналах, 11- в материалах международных конференций и симпозиумов.

В качестве замечания по автореферату следует отметить следующее:

В основном детальные исследования проведены по композиции BN-Si₃N₄ (что актуально для ЭРД типа СПД) и в значительно меньшей степени отражены актуальные вопросы применения керамики Al₂O₃-Si₃N₄ в ионных двигателях.

В целом диссертационная работа Ситникова Сергея Анатольевича «Разработка стойких к ионной эрозии материалов на основе нитрида кремния для разрядных камер электроракетных двигателей» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных технических, технологических, аппаратно-программных средств и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Руководитель научно-технического Центра
ПАО «РКК «Энергия»



Стриженко П.П.

Ведущий научный сотрудник
ПАО «РКК «Энергия», к.т.н.



Сухов Ю.И.

Подписи Стриженко П.П., Сухова Ю.И.
удостоверяю
Ученый секретарь ПАО «РКК «Энергия»
к.ф.-м.н.

Хатунцева О.Н.



ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия»

Почтовый адрес: 141070 Моск. обл., г. Королев, ул. Ленина д. 4а

Телефон: 8 (495) 513-65-82

Официальный сайт:

Электронная почта: post 2 @RSCE.ru

07.12.2017г. Ильин -