

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



имени С. П. КОРОЛЕВА

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

05.12.17

№ 276-11/667

На № _____

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

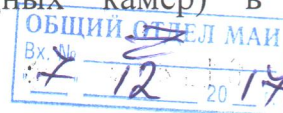
О Т З Ы В

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 $\text{BN-Si}_3\text{N}_4$ 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 $\text{BN-Si}_3\text{N}_4$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Si}_3\text{N}_4$, 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 , Al_2O_3), 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 , Al_2O_3 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.

