



143360, Московская область, Наро-Фоминский р-н, г. Апрелевка, ул. Августовская, дом 1.
ИНН 7726190770 КПП 503001001 ОГРН 1027739622019 ОКОНХ 12810 ОКПО 27956034
Р/С № 40702810140000000556 ПАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225, К/С 30101810400000000225
Тел/Факс (495) 984-24-85 www.techceram.ru e-mail: info@techceram.ru
05.12.2017 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ситникова Сергея Анатольевича

«Разработка стойких к ионной эрозии материалов на основе нитрида кремния для разрядных камер электроракетных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

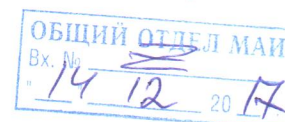
Диссертационная работа С.А. Ситникова посвящена решению одной из актуальнейшей из задач современной технологии производства керамических изделий, а именно, разработке аддитивных методов формовки заготовок керамических изделий с учетом применения их в двигателях космических аппаратов.

Соискателем выполнен большой комплекс работ, начиная от анализа достоинств и недостатков керамических материалов, применяющихся при изготовлении современных электроракетных двигателей (ЭРД) с точки зрения как теоретических моделей ионного распыления, так и с точки зрения технологии их получения, заканчивая практической разработкой керамических шихт и способов формовки, синтеза и испытаний изделий из них.

В автореферате отражены все стадии большой, логически законченной научно-исследовательской работы и ее внедрения:

- На основании физической модели метода молекулярных орбиталей проведена оценка устойчивости к распылению ускоренными потоками ионов современных конструкционных керамических материалов и обосновано практическое применение для изготовления деталей ЭРД керамики системы BN – Si₃N₄;
- Выявлены на экспериментальных образцах составы шихт композиционных керамических материалов на связке из нитрида кремния, максимально удовлетворяющие требованиям к диэлектрическим деталям ЭРД;

- Разработаны способы формовки заготовок керамических деталей ЭРД на связке из нитрида кремния, как близкий к традиционным – метод горячего литья



керамики, так и относящиеся к новационным, аддитивным процессам – технологии трехмерного моделирования (методы впрыска связующего и наплавляемого слоя);

- Разработан технологический процесс реакционного спекания отформованных заготовок в атмосфере азота при низких значениях температуры (до 1673 К) и давления (до 0,15 МПа) в печи;
- Проведены работы по проверке эксплуатационных свойств разработанных материалов в различных типах ЭРД.

Несомненным достоинством работы является привлечение широкого комплекса современных экспериментальных методов исследования (в автореферате их названо более 10), что гарантирует высокую степень достоверности полученных результатов.

В качестве недостатков автореферата можно назвать следующее:

1. В тексте автореферата указано, что пористость готовых изделий составляет не менее 17%, что, очевидно, и влечет за собой невысокие механические свойства разрабатываемых керамик. Необходимо пояснить, не влияют ли негативно указанные параметры на эксплуатационные свойства изделий.

2. Из текста автореферата следует, что замена традиционно применяемых в таких узлах керамических материалов на разработанные позволяет более чем в три раза снизить затраты на изготовление и в два раза снизить сроки на их разработку при эквивалентных или даже лучших эксплуатационных свойствах. Желательно конкретизировать минимальные сроки получения готовых деталей в результате применения каждого из трех разработанных методов формовки заготовок с последующим реакционным спеканием.

Оценивая работу в целом, считаю, что по актуальности, новизне, научной значимости, объему и практической ценности работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», а ее автор С.А. Ситников, заслуживает присвоения ему искомой степени.

Генеральный директор ООО «ЗТК»



Г.И. Бешенков

14.12.2017

Г.И. Бешенков -