



Госкорпорация «Роскосмос»

Акционерное общество

**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР имени М.В. ХРУНИЧЕВА»**
(АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

Новозаводская ул., д. 18, г. Москва, 121309, тел.: 8 (499) 749 99 34, факс: 8 (499) 749 51 24
Тел.: 8 (499) 749 83 43, факс: 8 (499) 142 59 00, e-mail: agd@khrunichev.ru, <http://www.khrunichev.ru>
ОГРН 5177746220361, ИНН/КПП 7730239877/773001001

от 18.03.21 № К2014-60/21

На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета Д212.125.08 Московского
Авиационного института д.т.н.
проф. Зуеву Ю.В.

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

Направляю Вам отзыв на автореферат кандидатской диссертации
Мадеева Сергея Викторовича на тему: «Экспериментальное исследование
электродов ионно – оптических систем ионных двигателей из перспективных
углеродных материалов».

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании НТС КБ «Салют»
протокол № 2105 от 04.03.2021г.

Приложение: Отзыв на 3-х листах, в 2-х экземплярах.

Ученый секретарь НТС КБ «Салют», к.т.н.

А.А. Белкин

Отдел документационного
обеспечения МАИ

19.03.2021г.



Госкорпорация «Роскосмос»

Акционерное общество

**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР имени М.В. ХРУНИЧЕВА»**
(АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»)

Новозаводская ул., д. 18, г. Москва, 121309, тел.: 8 (499) 749 99 34, факс: 8 (499) 749 51 24
Тел.: 8 (499) 749 83 43, факс: 8 (499) 142 59 00, e-mail: agd@khrunichev.ru, <http://www.khrunichev.ru>
ОГРН 5177746220361, ИНН/КПП 7730239877/773001001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора
по НИР, ОКР и пусковым услугам, К.Т.Н.

М.Б. Соколов



2021г.

№ _____
На № _____ от _____

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации
Мадеева Сергея Викторовича на тему:

«Экспериментальное исследование электродов ионно – оптических систем
ионных двигателей из перспективных углеродных материалов»

Электроракетные двигатели (ЭРД) применяются в космических аппаратах (КА) различного назначения, еще с XX века. На сегодняшний момент, при разработке современных КА появились возможности по увеличению удельной электрической мощности на борту КА, что расширяет возможности применения ЭРД для проведения транспортных операций на околоземных орбитах, а также в качестве маршевых двигателей при полетах к удаленным телам Солнечной системы, с большей эффективностью, чем ранее до этого.

Для решения указанных задач необходимы двигатели с экономичным расходом рабочего тела, обладающие удельным импульсом от 3000 с, а также ресурсом от 20000 ч. Среди известных ЭРД, только ионные двигатели (ИД) соответствуют приведенным критериям.

Одной из основных проблем при разработке ИД на данный момент является обеспечение ресурса двигателя, связанного с узлом ионно-оптической системы (ИОС), который имеет меньший ресурс из работающих узлов ЭРД, так как в процессе работы двигателя происходит распыление поверхностей ускоряющего электрода (УЭ) ИОС ионами перезарядки.

Служба документационного
обеспечения МАИ

«19» 03 2021г.

Одним из способов решения указанной выше проблемы является создание плоского эмиссионного электрода (ЭЭ) из углеродных материалов. Благодаря низким значениям коэффициентов линейного расширения (КЛТР), смещениями координат центров отверстий электродов.

В настоящее время существует проблема создания плоских электродов ИОС из УУКМ и ИД с диаметром зоны перфорации от 150 мм, обеспечивающих одновременно стойкость к вибрационным механическим нагрузкам и рабочий диапазон первеанса, сравнимый с традиционными круглыми апертурами.

Целью диссертации Мадеева С.В. является разработка плоской двухэлектродной ионно-оптической системы ионного двигателя с электродами из углерод - углеродных композитных материалов с диаметром зоны перфорации более 150 мм, обладающей стойкостью к вибрационным механическим нагрузкам, и имеющий рабочий диапазон первеанса, сравнимый с рабочим диапазоном первеанса ИОС с традиционными круглыми апертурами.

Для достижения поставленной цели автором сформулированы и решены следующие задачи:

1. Расчетным путем определена форма апертур электродов ИОС, позволяющую сохранить неповрежденными нить в перемычках между отверстиями и рабочий диапазон первеанса, близкий к рабочему диапазону эталонной ИОС с круглыми апертурами.
2. Определены основные требования к заготовкам электродов ИОС из УУКМ и отработка технологии создания электродов.
3. Проведены сравнительные механические испытания электродов ИОС из УУКМ с традиционными круглыми и альтернативными апертурами.
4. Проведены сравнительные экспериментальные исследования рабочих диапазонов первеансов ИОС с круглыми апертурами и альтернативной ИОС с новой формой апертур.

Основные результаты по теме диссертации докладывались на НТС в ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»; на 7-ой европейской конференции по авионавигации и космическим наукам (Милан 2017г.); на 7-ой российско – германской конференции по электроракетным двигателям и их применению. Результаты работы так же были использованы при разработке электродов ИОС для ионных двигателей ИД-200 и ИД-200КР. По теме диссертации опубликовано 5 работ, 3 из них в рецензируемых.

Научная новизна, проведенного автором исследования, заключается в разработанной новой конструкции плоских электродов ИОС ИД из УУКМ с квадратными с последующим экспериментальным подтверждением рабочего диапазона первеанса ИОС. Так же проведены сравнительные исследования, подтверждающие жесткость электродов ИОС из УУКМ.

Практическая значимость работы заключается в отработке технологии создания заготовок из УУКМ для электродов ИОС, технологии получения пластин толщиной менее 0,5 мм из УУКМ и получении экспериментальных данных о физических свойствах различных УУКМ отечественного производства.

Достоверность результатов экспериментальных исследований, научных положений и выводов обеспечена применением корректной методикой измерения, основанная на апробированных ранее подходах, проведением экспериментальных исследований на сертифицированном оборудовании, совпадении экспериментальных данных с данными численного моделирования, а так же с экспериментальными данными других исследователей

В качестве замечаний по автореферату Мадеева С.В. можно отметить следующее:

- недостаточно полно представлена экспериментальная часть исследований, что не позволяет оценить обоснованность выводов работы;
- отсутствует описание техпроцесса для работы с предлагаемыми электродами;
- отсутствуют конкретные значения тяг двигателей, упоминаемых в автореферате.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на основные выводы диссертации.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости, диссертационная работа Мадеева С.В на тему «Экспериментальное исследование электродов ионно – оптических систем ионных двигателей из перспективных углеродных материалов» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автор диссертационной работы Мадеев Сергей Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Инженер-конструктор
Отдела проектирования и конструирования
двигательных установок
КБ «Салют» АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»



Галузинский Виктор Андреевич
121087, Москва, Новозаводская ул. 18, тел.8-499-749-91-78