



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)



Ленинградская ул., д. 24, г. Химки,
Московская область, 141402
ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566

Тел. +7 (495) 573-56-75, факс +7 (495) 573-35-95
e-mail: npol@laspace.ru
www.laspace.ru

от _____ № _____

на № _____ от _____

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Пейсаховича Олега Дмитриевича
на тему: «Высокочастотный ионный двигатель с четырехэлектродной системой
ускорения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергоустановки летательных аппаратов»**

Современные ионные двигатели комплектуются тремя электродами, в такой системе извлечение и ускорения происходят в одной ступени. Такое решение имеет ряд ограничений, а именно предел по удельному импульсу тяги, который ограничен пробойной прочностью материалов и минимально допустимыми межэлектродными зазорами.

Автор диссертационного исследования Пейсахович О.Д. провел математическое моделирование и экспериментальную отработку четырехэлектродных систем ускорения. Такие системы являются двухступенчатыми. То есть процесс извлечения ионов и их ускорение проходят в разделенных областях. Разделение и извлечение ионного пучка происходит в зазоре между первой парой электродов, а ускорение во втором межэлектродном промежутке. В четырехэлектродных системах ускорения решены недостатки трехэлектродных систем, а именно основной из недостатков – предельная извлекающая способность по ионному току и предельная плотность тяги.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью развития современных теоретических и практических представлений о процессах, протекающих в четырёхэлектродных системах ускорения ионных двигателей, а также

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

25. 11 2025г.

необходимостью создания ионных двигателей с повышенными плотностью тяги и удельным импульсом. Создание такого двигателя обеспечит современную потребность в решении задач околоземных и межпланетных перелетов.

Целью работы является повышение удельного импульса и плотности тяги многорежимных высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД).

Основные положения научной новизны работы Пейсаховича О.Д. следующие: выявлены ограничения в системах ускорения существующих ионных двигателей, разработана четырёхэлектродная система ускорения для лабораторной модели ВЧИД средней мощности, исследовано влияние применения четырёхэлектродной системы ускорения на интегральные характеристики лабораторной модели высокочастотного ионного двигателя, измерены вторичные токи на электродах четырёхэлектродной системы ускорения, величины которых определяют ресурс двигателя.

Практическая значимость заключается в следующем: установлены диапазоны эффективной работы лабораторной модели ВЧИД средней мощности с четырёхэлектродной системой ускорения на режиме повышенных удельного импульса и плотности тяги при энергии ионного пучка 4 кэВ, экспериментально определены два режима работы лабораторной модели ВЧИД средней мощности с четырёхэлектродной системой ускорения: режим с повышенным удельным импульсом и режим с дросселированием тяги (переход режимов осуществлялся изменением извлекающей и ускоряющей разностей потенциалов между электродами), экспериментально доказана устойчивая инициация разряда и работа ВЧИД с четырёхэлектродной системой ускорения, получены экспериментальные зависимости величин вторичных токов на внешних и внутренних поверхностях электродов систем ускорения от извлекающей разности потенциалов и ускоряющей разности потенциалов.

Степень достоверности и обоснованности результатов обусловлена использованием сертифицированного оборудования и современных, апробированных ранее, методик измерений, сбора и обработки экспериментальных данных. Результаты экспериментальных исследований, полученные на лабораторных моделях двигателя с трёх- и четырёхэлектродными системами ускорения, согласуются с данными исследований других авторов.

Основные новые **научные результаты**, полученные Пейсаховичем О.Д. в диссертационной работе:

1. Экспериментально показано, что ток ионного пучка в четырёхэлектродной системе ускорения определяется извлекающей разностью потенциалов в первом межэлектродном зазоре, при этом изменение ускоряющей разности потенциалов во втором межэлектродном зазоре не влияет на величину тока ионного пучка.

2. На лабораторной модели ВЧИД средней мощности с диаметром пучка 150 мм при переходе с исходной трехэлектродной на четырехэлектродную систему ускорения при сохранении тока ионного пучка 500 мА повышены плотность тяги с 0,16

мН/см² до 0,29 мН/см² и удельный импульс тяги с 2320 с до 2855 с. При этом рост мощности двигателя с 0,9 до 2,2 кВт достигается за счет увеличения ускоряющей разности потенциалов.

3. Экспериментально подтверждена возможность работы ВЧИД с четырехэлектродной системой ускорения на двух режимах по тяге и удельному импульсу с энергией ионного пучка 2 и 4 кэВ, а также возможность регулирования тока ионного пучка путем изменения извлекающей разности потенциалов при сохранении энергии ионного пучка.

4. В четырехэлектродной системе ускорения ток ионов перехвата на ускоряющий электрод, вызывающий его эрозию, снижен в среднем на 50-60%. На извлекающем электроде величина тока ионов перехвата близка к нулю. Это позволяет увеличить ресурс двигателя при переходе на четырехэлектродную систему ускорения.

По теме диссертации опубликовано 13 работ из них, включая 2 статьи в рецензируемых научных изданиях из рекомендованного перечня ВАК по специальности 2.5.15. Получено два патента на изобретение.

Замечания, выявленные при рассмотрении автореферата:

1. Автор работы не сравнивал альтернативные двигатели с результатами, полученными при испытаниях ВЧИД с четырехэлектродной системой ускорения.

2. Автор не проводил исследований по экспериментальной отработке четырехэлектродной системы ускорения в ионных двигателях с разрядом постоянного тока.

Данные недостатки не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы и не ставят под сомнение общей высокой положительной оценки работы.

Автор лично проводил экспериментальные и расчетные исследования, представленные в диссертационной работе. Полученные автором результаты, а именно разработанный высокочастотный ионный двигатель с четырехэлектродной системой ускорения, имеют научную, практическую ценность и научную новизну.

Автореферат диссертации Пейсаховича О.Д. обладает четкой структурой, язык изложения отличается ясностью и научной строгостью. Содержание автореферата полностью представляет материалы диссертации, что в полной мере соответствует установленным требованиям ВАК РФ к авторефератам кандидатских диссертаций.

Диссертационная работа Пейсаховича Олега Дмитриевича является законченным научным исследованием, выполненным на высоком научно-техническом уровне.

Диссертационная работа соответствует требованиям, изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Автор диссертации Пейсахович Олег Дмитриевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Ведущий инженер-конструктор отдела 101,
кандидат технических наук


20.11.2025

А.О. Дмитриев

Главный специалист комплекса 510,
доктор технических наук


20.11.2025

В.К. Сысоев

Подписи Андрея Олеговича Дмитриева и Валентина Константиновича Сысоева заверяю

Заместитель генерального директора
по персоналу и общим вопросам



 И.В. Шолохова