



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

13 ДЕК 2022

«___» _____ 20__ г.

№

533/29136

На № _____

от _____

Учёному секретарю
Диссертационного совета 24.2.327.06
на базе ФГБОУ ВО
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)»
доктору технических наук, доценту

В.М. Краеву

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора
АО «НПО Лавочкина»
по научной работе
доктор технических наук, профессор



С.Н. Шевченко

2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гордеева Святослава Валерьевича на тему «Газоразрядная камера прямоточного высокочастотного ионного двигателя», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа С.В. Гордеева посвящена актуальному вопросу в области создания прямоточных электроракетных двигателей: исследованию физических процессов, происходящих в плазменной среде

Отдел документационного обеспечения МАИ

«20» 12 2022г.

прямоточной газоразрядной камеры высокочастотного ионного двигателя (ВЧИД) в условиях пониженных концентраций рабочей тела.

Научная новизна

В автореферате диссертационной работы С.В. Гордеева представлен состав работы в виде четырёх глав и краткая характеристика каждой главы. Логика представленного исследования начинается с обсуждения в первой главе диссертации применения прямоточных электроракетных двигателей (ЭРД) для работы на низких околоземных орбитах с использованием остаточной атмосферы в качестве рабочего тела. Рассмотрены различные схемы прямоточных ЭРД и определён объект исследования в виде лабораторной модели ВЧИД с прямоточной конфигурацией газоразрядной камеры. Разработанная для одноатомных и диссоциирующих газов физико-математическая модель учитывает взаимодействие присутствующих в плазме ионов, нейтральных атомов и электронов на всём протяжении рабочего тракта двигателя, включающего в себя область выравнивания распределения частиц по направлению скоростей, область ионизации и область ускорения рабочего тела. Представлены приближения и допущения, использованные в физико-математической модели. В третьей главе описан лабораторный макет ВЧИД с прямоточной конфигурацией газоразрядной камеры, на котором проводились исследования протекающих физических процессов в разреженной плазме, и в ходе исследований впервые была доказана принципиальная возможность удержания плазмы в двигателе при ускоряющем напряжении до 600 вольт, а также возможность достижения на этом двигателе тяги до 1 мН на рабочем газе – азот. В четвёртой главе соискатель представил результаты расчётов энергетических параметров прямоточного ЭРД на основе разработанной физико-математической модели плазменного процесса в газоразрядной камере и провёл сравнение их с экспериментальными данными, полученными при исследовании рабочего процесса в лабораторном макете ВЧИД и полученными в работах других исследователей физических процессов в ЭРД.

Достоверность

Достоверность разработанной соискателем физико-математической модели высокочастотного индукционного разряда в газоразрядной камере двигателя обеспечивалась применением фундаментальных положений физики плазмы и доказана удовлетворительным совпадением результатов расчёта по данной модели с результатами собственных исследований и

исследований, известных соискателю по открытым публикациям в области ЭРД. Достоверность полученных соискателем экспериментальных результатов обеспечивалась применением высокоточного сертифицированного оборудования.

Практическая значимость

Практическая значимость выполненной соискателем С.В. Гордеевым работы заключается в решении ряда задач, имеющих значение для развития прямоточных ЭРД:

- создана инженерная физико-математическая модель высокочастотного индукционного газового разряда в камере прямоточного ЭРД, позволяющая с помощью технически обоснованного объёма вычислительных средств проводить математическое моделирование физических процессов на проектном этапе работы;
- создан работоспособный лабораторный макет ВЧИД, на котором экспериментально доказана возможность удержания разреженной плазмы в тракте прямоточного двигателя.

Апробация

Апробация результатов работы проводилась в рамках 18-ти российских и международных конференций, представленных в автореферате диссертации С.В. Гордеева. Основные результаты работы изложены в 9 публикациях в рецензируемых научных изданиях. Две из этих работ опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК.

Замечания

По тексту автореферата необходимо сделать следующие замечания:

- 1) Из текста автореферата не ясно, при каком «граничном» значении ускоряющего напряжения возможно удержание разреженной плазмы в газоразрядной камере прямоточного ЭРД и почему в исследованиях было выбрано значение ускоряющего напряжения в 600 вольт?
- 2) Из текста автореферата не ясно, как измерялась тяга двигателя в области значений 1 мН?
- 3) Из текста автореферата не ясно, какая электрическая мощность затрачивается на получение единицы значения тяги прямоточного ЭРД?

В заключении следует отметить, что, несмотря на сделанные по тексту автореферата замечания, диссертационная работа Гордеева Святослава Валерьевича на тему «Газоразрядная камера прямоточного высокочастотного ионного двигателя» является актуальной и законченной научно-квалификационной работой. Её результаты имеют существенное значение для развития ещё одного направления в области создания космических ракетных двигателей: направления по исследованию рабочих процессов и проектированию прямоточных ЭРД. Работа соответствует критериям п.п. 9-14 Положения ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Гордеев Святослав Валерьевич, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Кандидат технических наук,
ведущий инженер-конструктор
отдела «Двигательные установки»
АО «НПО Лавочкина»



Александров
Лев Григорьевич

« 13 » декабря 2022 г.

Кандидат технических наук,
Заместитель главного конструктора
АО «НПО Лавочкина»



Макаров
Вячеслав Петрович

« 13 » декабря 2022 г.

Персональные данные Александрова Л.Г. и Макарова В.П.:

141402, Московская область, г.о. Химки, ул. Ленинградская д. 24,
АО «Научно-производственное объединение имени С.А. Лавочкина»
тел. 8-495-575-57-60
e-mail: aia@laspace.ru