

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального
директора по научной работе

АО «Научно-производственная корпорация
«Космические системы мониторинга,
информационно-управляющие и
электромеханические комплексы» им. А.Г.
Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)



Д.т.н., проф. Геча В.Я.

2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Меркурьева Дениса Владимировича «Способы повышения тяговых характеристик стационарного плазменного двигателя на режимах работы с высокими удельными импульсами тяги», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Актуальность темы.

В настоящее время электроракетные двигатели (ЭРД) успешно используются в космической технике, и область их применение постоянно расширяется. В частности, в настоящее время разрабатываются проекты использования ЭРД для решения транспортных задач, поскольку высокий удельный импульс тяги ЭРД позволяет решать задачи такого класса более эффективно. Существующие летные образцы стационарных плазменных двигателей (СПД), которые производятся в России, позволяют получать удельные импульсы тяги до 20000 м/с. Но в ряде перспективных задач оптимальными являются удельные импульсы тяги до 40000 м/с и более. За рубежом задачи с высоким удельным импульсом тяги решаются с использованием ионных двигателей, технология которых сложна и в России пока недостаточно освоена. Поэтому актуальной является задача повышения

удельного импульса тяги СПД, разработка которых в России находится на достаточно высоком уровне. При этом необходимой является разработка способов повышения тяговой эффективности двигателя на режимах с высоким удельным импульсом тяги, поскольку тяговый коэффициент полезного действия (КПД) СПД с увеличением удельного импульса тяги при ограниченной мощности уменьшается. С учетом изложенного тема рассматриваемой диссертации является актуальной.

Новизна исследований и полученных результатов.

В результате проведенных исследований впервые получены следующие результаты обладающие новизной:

1. Показано, что при работе СПД выбранной схемы с магнитным экраном внутри разрядной камеры, можно снизить величину разрядного тока при повышенных разрядных напряжениях обеспечением отрицательного смещения потенциала магнитного экрана относительно анода на (50-100)В и за счет этого реализовать режимы работы двигателя с более высокой тяговой эффективностью.

2. Показано, что причиной затрудненного зажигания основного разряда в двигателе с изолированным магнитным экраном, размещенным внутри разрядной камеры, является низкий уровень потенциала этого экрана при работе катода в режиме поджига разряда.

3. Показано, что энергия ионов в радиальных потоках, движущихся в окрестности выходной плоскости двигателя, слабо зависит от режима работы двигателя и составляет (80-120) эВ и что источником ионов с такой энергией является выходная часть слоя ионизации и ускорения (СИУ), выдвинутая в современных СПД за выходную плоскость разрядной камеры.

Степень достоверности результатов исследования определяется применением надлежащим образом выбранного исследовательского оборудования и условиями проведения экспериментов. Описание стендовой базы позволяет сделать вывод о соответствии условий эксперимента общепринятым требованиям для подобных исследований. Последние

проводились на нескольких двигателях разных типоразмеров и на всех моделях подтверждена эффективность разработанных способов повышения тяговой эффективности СПД с высоким удельным импульсом тяги. Кроме того, контрольные эксперименты для двух моделей проводились не только в НИИ ПМЭ МАИ, но и в ОКБ «Факел», и показали хорошее совпадение результатов.

Практическая значимость полученных результатов.

1. Показана перспективность схемы двигателя с магнитным экраном внутри разрядной камеры для создания на ее основе СПД с высоким удельным импульсом тяги и разработаны схемы питания разряда в таком двигателе, обеспечивающие возможность работы двигателя с мощностью до 5 кВт с тяговым КПД не ниже 50% на режимах с удельным импульсом тяги до 35 км/с.

2. Разработаны способы повышения тягового КПД СПД при работе на режимах с высокими удельными импульсами тяги и созданы лабораторные модели двигателей СПД-100ПМ и СПД-140ПМ, способные работать как в одноступенчатом, так и в двухступенчатом режимах с удельными импульсами тяги до 30 км/с и 35 км/с, соответственно, и тяговым КПД более 50%. Эти модели могут быть использованы в качестве прототипов при разработке опытных образцов СПД с высоким удельным импульсом тяги.

Рекомендации по использованию результатов исследования.

Полученные результаты могут быть использованы в научно-исследовательских и производственных организациях, конструкторских бюро (ФГУП «ОКБ «Факел», АО «Корпорация «ВНИИЭМ», ОАО ИСС, РКК «Энергия», ЦСКБ «Прогресс», ОАО «НИИЭМ», ФГУП «НПО им. Лавочкина», НИИ ПМЭ МАИ) и образовательных учреждениях высшего профессионального образования (МГТУ им. Н. Э. Баумана, МАИ(НИУ), МГУ ИТРЭ) при разработке и исследовании перспективных моделей СПД средней и большой мощности.

Значимость для науки и практики результатов исследований определяется тем, что они позволяют проектировать и отрабатывать модели СПД с высокими выходными характеристиками.

Соответствие специальности.

Диссертация «Способы повышения тяговых характеристик стационарного плазменного двигателя на режимах работы с высокими удельными импульсами тяги» соответствует специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», а именно:

- пункт №1 паспорта специальности: теория и рабочий процесс тепловых и электроракетных двигателей летательных аппаратов, а также, энергетических установок, узлов и систем, включая элементы силовой установки, сопряженные с двигателем; оптимизация схем и параметров двигателей;

- пункт №2: характеристики тепловых, электроракетных двигателей летательных аппаратов и их энергетических установок, отдельных узлов и систем при различных условиях их использования;

- пункт №4: рабочие процессы в электроракетных двигателях, энергетических установках для преобразования энергии и направленного сброса энергии и их подсистемах, а также в сходных по рабочему процессу устройствах: в генераторах и ускорителях плазмы заряженных частиц, макрочастиц; в энергоизлучающих установках;

- пункт №6: методы конструирования тепловых и электроракетных двигателей летательных аппаратов, их узлов и систем, включая методы автоматизированного проектирования двигателей с помощью ЭВМ.

Замечания по диссертации.

1. Для достоверной оценки стабильности тяговых параметров модели СПД-100ПМ необходимо провести ресурсную наработку значительно больше, чем 50 часов. Поэтому положительные результаты модернизации модели СПД-100П в данном вопросе можно считать только предварительными.

2. В разделе 4.3 в месте, посвященном возможности защиты катодов от ионного распыления с помощью экранов, исследование проведено только на одном режиме, при этом длительных испытаний на этом режиме не проводилось. Таким образом, утверждение о равноценности работы модели с

«экранированным» и «неэкранированным» катодом выглядит не столь убедительным.

3. Замечания к оформлению: отсутствует заголовок «Актуальность темы» в разделе «Введение». Кроме того, для большего удобства чтения целесообразно было бы ввести раздел «Список сокращений».

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертации.

Диссертация Меркурьева Дениса Владимировича является научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной задачи, выполнена на высоком уровне и является законченной.

Полученные результаты имеют большое значение для перспективных разработок СПД с высоким удельным импульсом тяги.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней », предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции № 1 Научно – технического совета АО «Корпорация «ВНИИЭМ», протокол № «17» от 15 октября 2015 года.

Главный научный сотрудник,
д.т.н., профессор



Ходненко В.П.

АО «Корпорация «ВНИИЭМ»
107078, Российская Федерация,
Г. Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1
Тел: (495) 624-94-98, факс: (495) 625-32-10
E-mail: M6b@mail.ru