

Федеральное государственное унитарное предприятие
«ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ФАКЕЛ»

ФГУП «ОКБ «Факел»

Генеральный конструктор

Россия 236001, г.Калининград., Московский проспект, 181,
Факс: 8-(4012) 538-472, e-mail: info@fakel-russia.com
ОКПО 07556982, ОГРН 1023901002927, ИНН 3906013389, КПП 390601001/392550001

14.11.19 № 301-02-503

[Отзыв]

Ученому секретарю Диссертационного совета
Д 212.125.08 на базе ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)» (МАИ)

д.т.н.

Зуеву Ю.В.

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

Уважаемый Юрий Владимирович!

Направляю Вам отзыв Федерального государственного унитарного предприятия «Опытное конструкторское бюро «ФАКЕЛ» (ФГУП «ОКБ «ФАКЕЛ») на автореферат диссертации Мельникова Андрея Викторовича «Высокочастотный ионный двигатель с дополнительным постоянным магнитным полем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», в двух экземплярах, заверенный печатью.

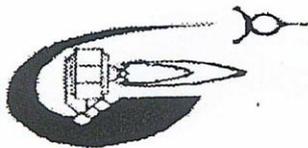
Приложение – Отзыв 2 экз. на 3-х листах каждый

Генеральный конструктор

Космодемьянский Е.В.

Исп.:Толстель О.В.
Тел.:+79097759163

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 28 / 11 20 19



Федеральное государственное унитарное предприятие
«ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ФАКЕЛ»
ФГУП «ОКБ «ФАКЕЛ»

Россия 236001, г.Калининград., Московский проспект, 181,
Факс: 8-(4012) 538-472, e-mail: info@fakel-russia.com
ОКПО 07556982, ОГРН 1023901002927, ИНН 3906013389, КПП 390601001/392550001

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный конструктор
ФГУП «ОКБ «Факел»
кандидат технических наук



Космодемьянский Е.В.

13.11.19

ОТЗЫВ Федерального государственного унитарного предприятия
«Опытное конструкторское бюро «Факел» на автореферат диссертационной работы Мельникова
Андрея Викторовича «Высокочастотный ионный двигатель с дополнительным постоянным
магнитным полем», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук в диссертационный совет Д 212.125.08 при Московском авиационном институте
(национальном исследовательском университете) по специальности 05.07.05 – «Тепловые,
электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» (технические науки).

Для коррекции орбиты современных космических аппаратов всё чаще используются электроракетные двигатели (ЭРД). Большое распространение на сегодняшний день получили ЭРД с электростатическим механизмом ускорения заряженных частиц – стационарные плазменные двигатели (СПД) и сеточные ионные двигатели (ИД). Последние развивают большой удельный импульс, что делает их более подходящими для решения ряда задач, одной из которых является обеспечение длительного срока активного существования перспективных низкоорбитальных малых космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Современные МКА ДЗЗ успешно эксплуатируются с корректирующей двигательной установкой на базе СПД. Однако для повышения эффективности работы целевой аппаратуры рассматривается возможность снижения высоты рабочей орбиты до 250-300 км. На этих высотах космический аппарат будет испытывать более сильное аэродинамическое сопротивление остаточной атмосферы Земли, что при фиксированном запасе рабочего тела приведёт к снижению срока активного существования. Поэтому конкретно для этой задачи целесообразно переходить на двигатели с более высоким удельным импульсом тяги.

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию нового метода повышения энергетической эффективности одного из типов ИД, которые могут быть использованы на низкоорбитальных МКА ДЗЗ – высокочастотного ионного двигателя (ВЧИД). В отличие от ионного двигателя постоянного тока (ИДПТ) ионизация РТ в ВЧИД осуществляется в переменном электромагнитном поле, что позволяет уйти от необходимости применения сложного в изготовлении и

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 28 11 20 19

наименее надёжного элемента конструкции – катода-эмиттера. Однако при организации безэлектродного разряда возникает проблема, связанная с уходом большого числа заряженных частиц на стенки разрядной камеры (РК), где они интенсивно рекомбинируют, повышая таким образом затраты энергии на ионизацию.

В настоящей работе автором исследуется подход к повышению эффективности ионизации за счёт использования дополнительного постоянного магнитного поля в области ВЧ разряда. Предлагаемая автором конфигурация этого поля снижает подвижность электронов в радиальном направлении, позволяя при этом им двигаться в сторону ионно-оптической системы. В результате при наличии дополнительного магнитного поля повышается величина извлекаемого ионного тока, что и приводит к улучшению интегральных характеристик ВЧИД.

Актуальность диссертации обусловлена необходимостью совершенствования современных типов ЭРД для решения перспективных задач, стоящих перед отечественной космонавтикой в области спутниковых систем ДЗЗ.

Научная новизна работы заключается в том, что автором была впервые экспериментально доказана возможность улучшения интегральных характеристик ВЧИД за счёт использования дополнительного постоянного магнитного поля рупорно-аксиальной конфигурации.

Диссертантом было проведено экспериментальное исследование распределения локальных параметров плазмы по радиусу РК, результаты которого позволили подтвердить выдвинутое предположение о механизме повышения эффективности ионизации РТ в лабораторной модели ВЧИД.

По результатам проведённых исследований на срезе РК были найдены оптимальные значения осевой и радиальной составляющей индукции дополнительного постоянного магнитного поля, при которых наблюдается максимальное улучшение интегральных характеристик двигателя.

Практическая значимость результатов работы.

Автором диссертации определены режимы работы двигателя и параметры дополнительного постоянного магнитного поля, при которых наблюдается улучшение интегральных характеристик.

Экспериментально подтверждена возможность использования постоянного магнита в конструкции двигателя для создания дополнительного магнитного поля. Это позволяет значительно упростить конструкцию и снизить массу дополнительной магнитной системы.

Разработана инженерная математическая модель, которая позволяет быстро оценить локальные параметры плазмы и интегральные характеристики ВЧИД как при отсутствии, так и при наличии дополнительного магнитного поля. Модель может использоваться при предварительном проектировании ВЧИД.

Автором сформулированы рекомендации по созданию моделей ВЧИД с дополнительным постоянным магнитным полем.

Достоверность приведенных в работе результатов исследований обусловлена использованием во время экспериментов сертифицированного оборудования и апробированных ранее методик измерений,

сбора и обработки экспериментальных данных.

К недостаткам представленной работы следует отнести следующее:

1. Конструктивно и технологически не проработана установка постоянного магнита при сборке двигателя. Необходимо учитывать его возможное загрязнение и нагрев от ВЧ поля, который может привести к изменению магнитных свойств материала магнита.

2. Все экспериментальные исследования производились на лабораторных моделях ВЧИД, в которых, судя по представленным выходным характеристикам, использовалась неоптимизированная ионно-оптическая система. При работе с более отработанными моделями ВЧИД степень улучшения характеристик от использования дополнительного магнитного поля может измениться.

Тем не менее, сделанные замечания не снижают высокого научно-технического уровня представленной работы.

Личный вклад и апробация результатов работы подтверждаются публикациями в рецензируемых научных изданиях и докладами на международных и всероссийских научно-технических конференциях, а также патентом РФ на полезную модель.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Мельников Андрей Викторович, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Начальник отдела 300 ФГУП «ОКБ «Факел»,
кандидат технических наук



Приданников С.Ю.

Ведущий специалист отдела 301 ФГУП «ОКБ «Факел»,
кандидат технических наук



Толстель О.В.

Действительные подписи авторов отзыва удостоверяю

Начальник общего отдела ФГУП «ОКБ «Факел»



Шевченко Л.Г.