



Акционерное общество
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ»
имени академика М.Ф. Решетнёва»



ул. Ленина, д. 52, г. Железнодорожный, ЗАТО Железнодорожный, Красноярский край, Российская Федерация, 662972
Тел. (3919) 76-40-02, 72-24-39, Факс (3919) 72-26-35, 75-61-46, e-mail: office@iss-reshetnev.ru, http://www.iss-reshetnev.ru
ОГРН 1082452000290, ИНН 2452034898

от 27.11.2015
на № _____

исх № НТС-09/62
от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета
Д 212.125.08 МАИ,
доктору технических наук, профессору
Ю.В. Зуеву

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

Уважаемый Юрий Владимирович!

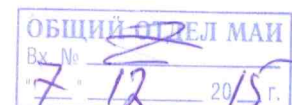
Высылаю Вам отзыв АО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева» на автореферат диссертации А.И. Могоулкина «Механико-математическая модель деформаций профилированных электродов ионных двигателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Приложение. Отзыв 2 экз. на 4 листах каждый, н/с.

Главный ученый секретарь НТС,
Доктор технических наук, профессор

С уважением

Е.Н. Головенкин



Исполнитель: Атургашева К.Ю.
Телефон: (3919)76-43-99



ул. Ленина, д. 52, г. Железногорск, ЗАТО Железногорск, Красноярский край, Российская Федерация, 662972
Тел. (3919) 76-40-02, 72-24-39, Факс (3919) 72-26-35, 75-61-46, e-mail: office@iss-reshetnev.ru, http://www.iss-reshetnev.ru
ОГРН 1082452000290, ИНН 2452034898

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Президиума НТС,
Генеральный директор АО
«Информационные спутниковые
системы» имени академика
М.Ф. Решетнёва», Заслуженный
создатель космической техники, лауреат
премий Правительства Российской
Федерации в области науки и техники,
доктор технических наук, Заслуженный
деятель науки РФ, профессор,
член-корреспондент РАН



Н.А. Тестоедов
2015г.

ОТЗЫВ

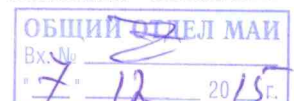
АО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М.Ф. Решетнёва» на автореферат диссертации
Могулкина Андрея Игоревича

**«Механико-математическая модель деформаций профилированных электродов
ионных двигателей»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»

Актуальность исследований

Современные тенденции в развитии электрореактивных двигателей (ЭРД) стимулируют повышенное внимание к разработкам ионных двигателей (ИД) вследствие их высокого удельного импульса тяги и ресурса, обеспечивающих значительный эффект по экономии массы рабочего тела. В проекте Федеральной космической программы до 2025 г. планируется разработка и производство двигателей данного типа различной мощности: малой (до 1 кВт), средней (2-6) кВт и большой (свыше 10 кВт), с диаметром рабочей перфорированной части электродов от менее 100 мм до более 500 мм. Одним из основных узлов ИД является ионно-оптическая система (ИОС). Работа электродов в составе ИОС происходит в условиях неравномерного теплового нагружения, что приводит к деформации электродов, изменению межэлектродного зазора и вызывает снижение



характеристик двигателя и высоковольтной пробой. Получение удовлетворительно работающей на заданном режиме конструкции ИД является сложной научно-технической задачей. Как следует из автореферата, проведенные автором исследования направлены на решение задачи обеспечения стабильной работы электродов ИОС ИД различных типоразмеров, изготовленных из различных материалов, при учете различных температурных перепадов, что является **актуальной задачей**.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана механико-математическая модель, на основе которой предложена методика определения теплового деформирования профилированных электродов ИОС ИД различной размерности при учете заданного начального прогиба и свойств материала;
2. Предложен упрощенный алгоритм расчета прогиба при неравномерном нагреве, построенный на использовании первого приближения итерационного процесса реализации вычислений в аналитическом виде, который позволяет рассчитать дополнительный прогиб электродов ИОС ИД, что обеспечивает оценку необходимого начального прогиба в центре электрода;
3. Получены данные по зависимости деформаций профилированных электродов ИОС ИД от исходной формы, градиента температуры и свойств конструкционного материала электродов.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключена в следующем:

1. Разработаны механико-математическая модель и методика расчета дополнительного прогиба профилированных густо перфорированных электродов ИОС ИД при тепловом нагружении, позволяющая определить рациональный начальный прогиб электродов, обеспечивающий изменение межэлектродного зазора в заданных пределах;
2. Проведено численное моделирование деформаций разработанных и разрабатываемых в настоящее время электродов и узлов ИОС ИД по предложенной методике;
3. На основе выработанных решений разработаны рациональные модели высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД) различного типоразмера и мощности;
4. Разработана конструкторская документация на ИОС для ВЧИД различной мощности.

Достоверность полученных результатов и предложенных рекомендаций для конструирования электродов ИОС ИД обусловлена как корректным использованием математического аппарата интегральных и интегро-дифференциальных уравнений, граничных условий, малым рассогласованием с данными независимых экспериментов и численного моделирования в программно-вычислительном комплексе ANSYS, так и лабораторными испытаниями разработанных моделей ВЧИД.

Замечания и недостатки работы:

В диссертационной работе рассматривается частный случай свободного закрепления электродов, что не учитывает решений с существенным понижением степени свободы.

Заключение

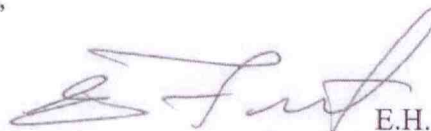
Анализ материалов представленного автореферата позволяет сделать следующее заключение:

– диссертационная работа Могулкина Андрея Игоревича выполнена на высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской, квалификационной работой, основные результаты которой представлены в публикациях и использованы при выполнении семи отчетов, а также двух патентов;

– в диссертации на основании выполненных лично автором исследований, обладающих научной новизной, решена актуальная научно-техническая проблема, имеющая фундаментальное значение при создании и использовании электрореактивных двигателей и двигательных установок на их основе;

– диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Могулкин Андрей Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Главный ученый секретарь НТС,
Действительный член Российской и
Международной инженерных академий,
Заслуженный инженер России,
Заслуженный создатель космической техники,
Лауреат премий Правительства
Российской Федерации,
доктор технических наук, профессор


22.11.18
Е.Н. Головёнкин

Главный конструктор проектирования и
испытаний систем ориентации и коррекции КА


Е.Н. Якимов

ФИО	Тестоедов Николай Алексеевич
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М.Ф. Решетнева
Почтовый адрес	662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д. 52
Телефон	8(39197) 28008
Факс	-
E-mail	office@iss-reshetnev.ru

ФИО	Головенкин Евгений Николаевич
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М.Ф. Решетнева
Почтовый адрес	662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д. 52
Телефон	8(39197)64340
Факс	8(39197)64340
E-mail	gne@iss-reshetnev.ru

ФИО	Якимов Евгений Николаевич
Наименование организации	Акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ» имени академика М.Ф. Решетнева
Почтовый адрес	662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д. 52
Телефон	8(39197)64785
Факс	-
E-mail	yen@iss-reshetnev.ru