



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет
информационных технологий,
радиотехники и электроники»

МИРЭА

пр-т Вернадского, 78, Москва, 119454
тел.: (495) 4330066, факс: (495) 4349287
e-mail: mirea@mirea.ru, http://www.mirea.ru

В диссертационный совет Д 212.125.08,
«Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета),
125993, Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4.

30.11.2015 № 100/012

на № _____ от _____

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Могулкина Андрея Игоревича на тему
«Механико-математическая модель деформаций профилированных электродов
ионных двигателей», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели
и энергоустановки летательных аппаратов».**

Устойчивость характеристик ионно-оптической системы (ИОС) ионного двигателя (ИД) при тепловом нагружении является важнейшей проблемой, так как узел ИОС содержит тонкие перфорированные электроды, установленные с малым зазором. Для решения этой проблемы автором диссертации предложена механико-математическая модель теплового деформирования профилированных электродов ИОС и упрощенная аналитическая методика определения дополнительных прогибов электродов различного диаметра и формы. Модель базируется на теории тонкостенных оболочек, а также на представлении перфорированных электродов в виде конструктивно-ортотропных пологих тонкостенных сферических элементов. В предложенной модели в качестве основного фактора нагружения рассмотрен неравномерный нагрев электродов по радиусу и толщине, что непосредственно учитывалось в исходных уравнениях термоупругости. Предложен алгоритм вычисления коэффициентов заполнения цилиндрического и меридионального сечений электрода, основанный на выполнении равенства деформаций электрода исходной формы, представленной в виде сектора сферы. Для непосредственного расчета деформированного состояния сферических электродов при их неравномерном осесимметричном нагреве использовался математический аппарат матричных краевых интегральных и интегро-дифференциальных уравнений, представляемых в безразмерной форме. Разработан алгоритм вычислений, предусматривающий первое приближение решения системы интегральных уравнений в аналитическом виде. Этот алгоритм позволяет получить разрешающие нелинейные алгебраические уравнения третьей степени относительно безразмерного прогиба в любой точке сферической поверхности электрода.

СБ ИИИЭТ МАИ
Вх. № 2 / 12 2015 г.

В диссертации проведено численное моделирование по определению деформаций профилированных электродов, которые были использованы при разработке ряда моделей высокочастотных ионных двигателей, предназначенных для решения транспортных задач в околоземном и дальнем космосе. Достоверность полученных результатов, научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, обеспечивается корректным использованием математического аппарата, выбором граничных условий задачи, совпадением полученных результатов с данными численного моделирования по программно-вычислительному комплексу ANSYS, а так же с экспериментальными данными.

В качестве замечаний можно отметить, что из текста автореферата не ясны преимущества разработанной методики расчета по сравнению с расчетами по программно-вычислительному комплексу ANSYS. В приведенных в автореферате формулах отсутствует расшифровка некоторых символов. Например, в формуле 22 не объяснено, что такое $l_{эф}$.

В целом, представленная работа, судя по автореферату, диссертация представляет собой законченное научное исследование, результаты которого обладают научной новизной. Работа А.И.Могулкина отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры физики Московского государственного университета информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА), 119454, Москва, Проспект Вернадского, д.78, тел. 89260835007, E-mail: bishaev@mirea.ru



Бишаев Андрей Михайлович

Подпись Бишаева А.М. удостоверяю

**Начальник
Управления кадров**

С.С. Чернышева

Дата 30.11.2015

