

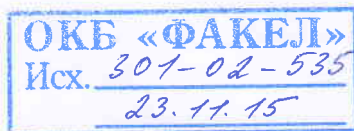
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО**  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ФАКЕЛ»  
ОКБ «ФАКЕЛ»

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный конструктор  
ФГУП ОКБ "Факел",  
председатель НТС

Мурашко В.М.



« 23 »

Ноябрь

2015 г.

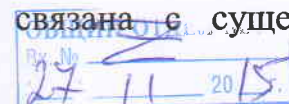
М.П.

**ОТЗЫВ**

**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.

Предметом исследования диссертационной работы Могулкина А.И. является исследование поведения профилированных электродов ионно-оптической системы (ИОС) ионных двигателей (ИД), в условиях, приближенных к условиям их эксплуатации, с использованием численного моделирования упругих деформаций при рабочих температурных нагрузках.

Узел ИОС ИД является наиболее ответственным и сложным в конструктивном и технологическом отношении. Более 95% подведенной к двигателю мощности реализуется в ИОС. Для надежной работы узла ИОС необходимо обеспечить стабильность зазора между эмиссионным электродом (ЭЭ) и ускоряющим электродом (УЭ) на рабочих режимах в жестких допусках. Особенность работы электродов в составе ИОС связана с существенно



неравномерным нагревом и деформированием электродов, что может вызвать снижение характеристик двигателя (плотности ионного тока и тяги) и высоковольтный пробой. В связи с этим важно на этапе проектирования определить начальную форму электродов и их деформации при нагреве до рабочих температур.

Для решения этих задач автором были разработаны механико-математические модели деформирования профилированных электродов ИОС перспективных ИД при их тепловом воздействии в сочетании с прогнозированием деформированного состояния на основе численного моделирования узлов ИОС ИД различной размерности. С использованием разработанных моделей автором было проведено расчетное обоснование процесса деформирования электродов ИОС на основе использования аппарата матричных краевых интегральных уравнений, адаптированных на проектирование различных вариантов электродов ИОС ИД и проведены расчетные исследования деформаций электродов. Разработанные модели и алгоритмы расчета были верифицированы по экспериментальным данным, а также с использованием широко известного программного комплекса ANSYS.

По результатам численного моделирования автором были разработаны рекомендации для конструирования электродов и узла ИОС ИД для ряда перспективных ИД, разрабатываемых в НИИ ПМЭ МАИ, ФГУП ОКБ «Факел» и КБ «Химавтоматики».

Полученные автором результаты, несомненно, имеют научную и практическую ценность и необходимые элементы научной новизны. Судя по автореферату, автор принимает активное участие в разработке новых перспективных электроракетных двигателей (ЭРД), участвует в расчетных, проектных и экспериментальных работах.

Необходимо отметить, что из текста автореферата недостаточно понятно, учитывались ли, при расчете деформаций зависимость изменения свойств материалов от температуры. Также недостаточное внимание уделено экспериментальным методам определения деформаций что, однако, не снижает ценности полученных результатов. Автореферат диссертации выполнен на достаточно высоком уровне.

Автор диссертационной работы, Моголкин Андрей Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Отзыв на автореферат диссертации Могоулкина 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» рассмотрен на заседании секции №1 научно-технического совета ФГУП ОКБ "Факел" 23.11.2015 г и утвержден (протокол №13-11-2015с1 от 23.11.2015 г).

Заместитель генерального конструктора  
ОКБ «Факел»

А.И. Корякин А.И. Корякин  
«  »    2015 г

Главный конструктор ОКБ "Факел" по  
направлению, к.т.н.

К.Н. Козубский К.Н. Козубский  
«23» 11 2015 г

Начальник лаборатории 402 ОИ4

А.Ю. Усанов А.Ю. Усанов  
«23» 11 2015 г

Ученый секретарь

А.Г. Нятин А.Г. Нятин  
«23» 11 2015 г

Подписи, Ф.И.О. заверяю  
Заведующая канцелярией  
ФГУП ОКБ "Факел"



Г.П. Пильченко Г.П. Пильченко  
«23» 11 2015 г

А.И. Корякин

Г.П. Пильченко