

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

ИО генерального конструктора

ФГУП ОКБ "Факел"



А.И.Корякин

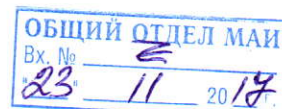
21 » ноября 2017 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Круглова Кирилла Игоревича «Моделирование теплофизических процессов в высокочастотном ионном двигателе», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук в диссертационный совет Д212.125.08 при Московском авиационном институте (государственном техническом университете) по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» (технические науки).

Расширение спектра транспортных задач, решаемых электроракетными двигательными установками на борту космических аппаратов (КА), требует разработки новых, более эффективных электроракетных двигателей (ЭРД) с улучшенными выходными и ресурсными характеристиками, повышенной надежностью и совместимостью с КА. В связи с чем перспективной становится разработка ЭРД нового поколения высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД), которые в сравнении с ионными двигателями с разрядом постоянного тока (ИДПТ) при обеспечении примерно одинакового уровня выходных характеристик обладают рядом потенциальных технологических и эксплуатационных преимуществ. И актуальность темы диссертационной работы Круглова К.И., в которой решается одна из основных проблем, возникающих при разработке ВЧИД, а именно разработка тепловой схемы двигателя в соответствии с требованиями его надежного функционирования и интегрирования с системами КА, очевидна.

Автором разработана физико-математическая модель плазменных процессов в газоразрядной камере ВЧИД и выполнено расчетно-экспериментальное исследование температурных распределений ВЧИД различной размерности. Основные положения, которые выносятся на защиту обоснованы и не вызывают сомнений.



Научная новизна работы заключается в том, что автором впервые созданы балансовая модель плазмофизических процессов ВЧИД и модель тепловых процессов, связывающая основные параметры плазмы индукционного высокочастотного разряда с тепловыделением в элементах конструкции двигателя, разработана численная допускающая последовательное усложнение модель расчета температур в ВЧИД. Проведено численное моделирование температурных полей в элементах конструкции ВЧИД малой (до 0,5 кВт), средней (2-3 кВт) и большой (15-20 кВт) мощности. Определены предельные режимы работы двигателей, при которых в критических элементах конструкции температура достигает верхнее допустимое значение.

Особый интерес вызывают разработанные автором методики экспериментального измерения температур во ВЧИД с использованием тепловизора и предварительного определения радиационных параметров алюмооксидной керамики и титановых сплавов ВТ1-0 и ВТ14 - материалов, из которых изготовлены отдельные узлы конструкции ВЧИД, численные значения которых необходимы как для измерения температур с помощью тепловизора, так и для проведения численных расчетов температур в ВЧИД.

Проделанная работа имеет значимую практическую ценность, кроме разработанных экспериментальных и расчетных методик и расчетных моделей, стоит отметить проведенный автором анализ влияния материалов на температуру в критических элементах ВЧИД и разработанные рекомендации по применению материалов. Кроме того автором определены предельные режимы работы моделей ВЧИД-16 и ВЧИД-49М по достижению критических температур электродов ионно-оптической системы. На этапе эскизного проектирования ВЧИД мощностью 15 – 20 кВт с помощью разработанной автором тепловой модели проведены расчеты температурных распределений, на основе которых выполнены расчеты термической деформации электродов ионно-оптической системы и определены предельные режимы работы двигателя.

Полученные результаты сопоставлялись с данными независимых исследователей. Численное моделирование параметров разряда верифицировано по результатам экспериментальных исследований.

Результаты работы использовались при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию ВЧИД ММ, при разработке тепловой модели и проведении экспериментальных исследований лабораторного образца ВЧИД-16 по опытно-конструкторской работе (ОКР) «ЭРДНП». В настоящее время на стадии проектирования ВЧИД мощностью 15-20 кВт методика тепловых расчетов проходит апробацию в рамках ОКР «ВЧИД».

Личный вклад и апробация работы подтверждаются публикациями автора.

Вместе с тем, стоит отметить, что автором достаточно подробно описана разработанная тепловая модель, приводятся ссылки на тепловую модель Ван Ноорда и другие модели, имеющие незначительные отличия, однако отличия, определяющие новизну предлагаемой автором тепловой модели, в автореферате не представлены.

Диссертационная работа «Моделирование теплофизических процессов в высокочастотном ионном двигателе» удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Круглов Кирилл Игоревич, заслуживает присуждения степени кандидата

технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв на диссертационную работу Круглова Кирилла Игоревича утвержден на заседании НТС ОКБ «Факел» 13 ноября 2017 г. протокол № 13-11-2017с1.

Главный конструктор по направлению



Козубский К.Н.

Инженер-конструктор 2 категории отдела 301



Митрофанова О. А.

ФГУП ОКБ "Факел"

кандидат технических наук

Учёный секретарь НТС

ФГУП ОКБ «Факел»

Ведущий специалист



Нятин А.Г.

Подпись Митрофановой Ольги

Александровны удостоверяю

Начальник общего отдела



Шевченко Л.Г.

Полное название организации: Федеральное государственное унитарное предприятие «ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ФАКЕЛ»

Почтовый адрес: Россия 236001, г. Калининград обл., Московский проспект, 181

Телефон: 8(4012) 53-84-72

Официальный сайт:

Электронная почта: info@fakel-russia.com

24.11.2017 