



Акционерное общество
«Конструкторское бюро химавтоматики»
(АО КБХА)

Россия, 394006, г. Воронеж, ул. Ворошилова, 20
тел.: (473) 234-65-65, 263-36-80, факс: (473) 276-84-40
e-mail: info_kb@kbkha.ru, http://www.kbkha.ru/
ОКПО 29691226, ОГРН 1043600062725
ИНН/КПП 3665046177/366501001

01.12.2017 № К-06/7610

на № _____ от _____

Отзыв

на автореферат диссертации **Круглова Кирилла Игоревича**
«Моделирование теплофизических процессов в высокочастотном ионном двигателе», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 — «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Тенденции развития космической техники требуют разработки и применения эффективных двигателей для обеспечения длительных сроков активного существования космических аппаратов (КА). Эти требования определяют перспективы применения высокочастотных ионных двигателей (ВЧИД) обладающих более высокой экономичностью и ресурсом по сравнению с другими типами электроракетных двигателей (ЭРД).

Актуальным научно-техническим вопросом создания ВЧИД является проблема разработки тепловой схемы двигателей. Тепловая модель двигателя позволяет дать рекомендации по выбору подходящих материалов конструкции на этапе проектирования, выявить критические элементы конструкции, а также необходима для решения вопроса интеграции ВЧИД с другими системами КА.



Диссертационная работа Круглова К.И. посвящена разработке тепловых моделей и проведению расчетно-экспериментальных исследований распределения температур в образцах ВЧИД различной размерности.

В диссертационной работе решен ряд научных задач, связанных с разработкой тепловых моделей ВЧИД и их экспериментальному подтверждению. Научная ценность работы заключается в следующем:

1. Создана балансовая физико-математическая модель плазмофизических процессов, обусловленных ионизацией атомов рабочего газа в самостоятельном индукционном разряде и включающих взаимодействие частиц-ионов, электронов и фотонов – с поверхностями элементов конструкции ВЧИД.
2. Разработана тепловая модель, определяющая связь тепловых потоков на поверхности газоразрядной камеры, эмиссионного и ускоряющего электродов ионно-оптической системы с интегральными характеристиками ВЧИД, с большой точностью измеряемыми в эксперименте. Показано, что в качестве определяющего параметра теплового состояния во ВЧИД и значений тепловых потоков удобно использовать ток ионного пучка, близкий по значению току в электрической цепи эмиссионного электрода.
3. В программном комплексе ANSYS проведено расчетное исследование тепловых моделей ВЧИД различной размерности мощностью от 300 Вт до 20 кВт.
4. Разработана методика экспериментального определения радиационных параметров материалов, необходимых для численного расчета тепловой модели.
5. Разработана методика экспериментального измерения температурных распределений во внешних элементах конструкции ВЧИД с использованием тепловизора.
6. Выполнено сравнение расчетных и экспериментальных данных, показывающее удовлетворительное совпадение результатов.

К недостаткам автореферата диссертации Круглова К.И. можно отнести следующее:

- В автореферате не указана величина сокращения времени компьютерного расчета за счет уменьшения количества отверстий в электродах при сохранении площади перфорации.
- Отсутствует ссылка на литературные источники обосновывающая критическую температуру титанового сплава ВТ14 равную 400 °С.
- На рисунке 9 автореферата значения температуры приведены в °С, а должны быть приведены в К.

Вышеперечисленные недостатки не снижают научную ценность работы. Соискателем выполнен весь комплекс работ по численному моделированию тепловых процессов в программном комплексе ANSYS, а также комплекс экспериментальных работ по измерению температур в двигателях при лабораторных испытаниях. В ходе этих экспериментов получены результаты, которые могут быть использованы для последующих разработок двигательных установок с ВЧИД. Основные результаты работы опубликованы в 13 статьях, в том числе 2 в рецензируемых научных изданиях, а также докладывались на 14 российских и международных конференциях.

Автореферат позволяет судить о том, что диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК РФ и является законченной научно-квалификационной работой. Автор диссертации по теме «Моделирование теплофизических процессов в высокочастотном ионном двигателе», Круглов Кирилл Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05.

Зам. начальника расчетного отдела,
к.т.н.,



С.Н. Гарбера

Подпись Гарберы Станислава Николаевича заверяю

Руководитель направления по ЭРД,
к.т.н.,



П.А. Дронов

04.12.2017

