



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

Член Президиума НТС АО
«Информационные спутниковые системы»
им. академика М.Ф. Решетнёва»,
руководитель секции НТС №3,
Директор Отраслевого центра
крупногабаритных трансформируемых
механических систем, Заслуженный
создатель космической техники, лауреат
Государственной премии СССР и премий
Правительства Российской Федерации в
области науки и техники, действительный
член Российской инженерной академии,
кандидат физико-математических наук,
профессор



В. И. Халиманович

« 4 » 12 2017 г.

ОТЗЫВ

АО "Информационные спутниковые системы" имени академика М.Ф. Решетнёва"
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»

Диссертационная работа Круглова К.И. посвящена разработке модели тепловых процессов в высокочастотных ионных двигателях (ВЧИД), а также проведению численных и экспериментальных исследований распределения температур в образцах высокочастотных ионных двигателей различной размерности.

Актуальность исследований обусловлена перспективами применения ионных двигателей (ИД), обладающих более высоким импульсом тяги и ресурсом по сравнению с применяемыми в настоящее время стационарными плазменными двигателями (СПД). Тепловые процессы, протекающие в ВЧИД и вызывающие нагрев элементов конструкции, который приводит к изменениям технических характеристик двигателей, относятся к недостаточно изученным явлениям. Задача создания проверенных методик расчёта тепловых процессов в ВЧИД и методик экспериментального измерения распределения температур элементов конструкции ВЧИД является востребованной на этапах проектирования и

последующей обработки ВЧИД. Поэтому, **актуальность** проведенных исследований не вызывает сомнений.

Соискателем было проведено всестороннее изучение вопросов, относящихся к теме диссертации, получены новые экспериментальные данные по тепловым процессам в ВЧИД на образцах двигателей ВЧИД ММ и ВЧИД-16.

Автором разработана расчетная тепловая модель ВЧИД, проведен анализ распределения температур по конструкции ВЧИД, проведен весь комплекс экспериментальных работ по измерению температур в образцах двигателей ВЧИД ММ и ВЧИД-16.

Научная новизна диссертационных исследований заключается в следующем:

- а) впервые создана балансовая модель плазмозфизических процессов, обусловленных ионизацией атомов рабочего газа;
- б) впервые разработана и верифицирована на основе экспериментальных распределений температур тепловая модель, определяющая связь тепловых потоков на поверхности газоразрядной камеры с измеряемыми интегральными характеристиками ВЧИД;
- в) впервые проведено расчетно-экспериментальное тепловое исследование ВЧИД разной размерности мощностью от 300 Вт до 15-20 кВт.

Практическая значимость диссертационной работы Круглова К.И. состоит в том, что результаты исследований используются при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию ВЧИД различной размерности для КА широкого диапазона масс и энерговооруженности, а именно:

- расчетные тепловые исследования конструкции ВЧИД на этапе проектирования;
- экспериментальные исследования лабораторных образцов;
- определение предельных режимов работы ВЧИД.

Достоверность результатов диссертационных исследований обеспечена использованием известных физических моделей плазменных процессов, определяющих тепловые потоки на элементы конструкции ВЧИД, использованием сертифицированного программного комплекса ANSYS, применением аттестованной измерительной аппаратуры в условиях вакуумного стенда, хорошей сходимостью расчетных и экспериментальных данных.

Замечания и недостатки

В процессе проработки материалов автореферата замечено, что в расшифровке компонентов уравнений не указана их размерность (стр. 10, 11), кроме того, предлагается привести значения теплового потока к сопряженной системе терморегулирования КА, особенно для двигателей мощностью 15 – 20 кВт. Отмеченные замечания и недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Анализ материалов представленного автореферата позволяет нам сделать следующее заключение:

- диссертационная работа Круглова Кирилла Игоревича выполнена на высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской, квалификационной работой, основные результаты которой достаточно полно представлены в публикациях и использованы в проектных разработках предприятий ракетно-космической отрасли;

- 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 Круглов Кирилл Игоревич заслуживает присуждения 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



Евгений Николаевич Головинкин

04.12.2017

Начальник отдела систем терморегулирования
и тепловых анализов,
доцент кафедры «Космические аппараты»
Сибирского государственного университета
науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева



04.12.2017

Анатолий Петрович Колесников

19.12.2017 *Г.А.Андреев*

ФИО	Халиманович Владимир Иванович
Наименование организации	Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» им. Академика М.Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д.52
Телефон	(39197)64110
Факс	(39197)64611
E-mail	Kosmo24@yandex.ru

ФИО	Головёнкин Евгений Николаевич
Наименование организации	Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» им. Академика М.Ф. Решетнёва»
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	Колесников Анатолий Петрович
Наименование организации	Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» им. Академика М.Ф. Решетнёва»
Почтовый адрес	662972, Российская Федерация, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д.52
Телефон	8(39197)64775
Факс	—
E-mail	kolesnikov@iss-reshetnev.ru