



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»  
(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»)

ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009, тел. (846) 955-13-61, факс (846) 992-65-18, E-mail: mail@samspace.ru  
ОКПО 43892776, ИНН 6312139922, КПП 997850001

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель

генерального директора -

генеральный конструктор, д.т.н.

  
Равиль Нурғалиевич  
Ахметов\*  
2019г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Сафронова Андрея Александровича «Исследование процессов формирования капельного потока и радиационного теплообмена в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла в космосе»

Диссертационная работа А.А. Сафронова посвящена моделированию основных составляющих рабочего процесса бескаркасных систем отвода низкопотенциального тепла в космосе. С этой целью установлены и проанализированы закономерности функционирования капельных холодильников-излучателей. Основное внимание уделено экспериментально-теоретическому исследованию процесса формирования капельного потока при вынужденном капиллярном распаде струй, а также моделированию радиационного остывания структурированного дисперсного потока.

Результаты изложены на 163 страницах. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Результаты опубликованы в 12 научных статьях в журналах, рекомендованных ВАК. Шесть опубликованных работ также проиндексированы в информационно-аналитических системах научного цитирования Web of Science и Scopus.

Во введении описаны цели диссертационной работы, актуальность, научная и практическая значимость работы, приведена информация об апробации работы и достоверности полученных результатов.

Первая глава посвящена обзору литературных и патентных источников. Рассмотрено развитие концепции бескаркасных систем теплоотвода, составлен обзор технических предложений по



использованию технологии капельного холодильника-излучателя для решения различных задач космонавтики, обсуждены результаты исследований синтеза сверхвысоковакуумных теплоносителей, подробно описаны российские космические эксперименты с моделями капельных холодильников-излучателей на борту космических станций «Мир» и Международной космической станции. Рассмотрены существующие методики моделирования процессов капиллярного распада остывания дисперсных потоков. Обоснована невозможность всестороннего описания изучаемых процессов с использованием существующих моделей.

Вторая глава диссертации посвящена изложению результатов теоретического и экспериментального исследования вынужденного капиллярного распада сильно вязких струй, характеризующихся близким к единице значением числа Онезорге. Предложена методика расчета зависимости размеров основных и сателлитных капель от безразмерного волнового числа возмущения, создающего условия для распада струи на капли. Полученная зависимость подтверждена экспериментально. Дополнительно охарактеризованы закономерности формирования зародышей микросателлитов и их отрыва от струи.

В третьей главе рассмотрены методы, подходы и результаты моделирования переноса излучения в капельном потоке. Решено уравнение переноса излучения в нем и рассчитаны кинетические коэффициенты его переноса в капельной пелене. Методом асимптотических разложений получены решения интегро-дифференциальных уравнений радиационного остывания капель, позволяющие рассчитывать распределение температуры в дисперсной среде. Предложены методики оптимизации параметров излучателей и их увязки с характеристиками энергетических установок космических летательных аппаратов.

Четвертая глава работы посвящена исследованиям устойчивости радиационного остывания по отношению к возмущениям поля температуры в капельном потоке, а также изменениям его геометрических параметров. Проанализирован процесс установления равновесного профиля температуры. Доказано наличие волновых процессов, сопровождающих установление, рассчитана их интенсивность, обоснованы возможности потери устойчивости процесса радиационного остывания при некоторых условиях.

В заключении отмечены наиболее важные результаты и выводы диссертационной работы: создание метода расчёта капиллярного распада вязких струй; разработка модели образования микросателлитов; обоснование рекомендаций, направленных на определение установление оптимальных параметров функционирования генераторов капель; создание метода расчёта радиационного теплообмена в потоке капельного холодильника-излучателя; выявление закономерностей нестационарных процессов радиационного остывания капельной пелены.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.



Диссертационная работа имеет следующие недостатки:

1. В работе не проводится сопоставление параметров, характеризующих возможности повреждения излучателей космическими микрометеоритными частицами.

2. Текст диссертации содержит опечатки.

В целом диссертационная работа А.А. Сафронова представляет собой законченное научное исследование, выполненное в соответствии с требованиями ВАК на актуальную тему и характеризующееся как новизной, так и практической значимостью результатов.

Актуальность работы определяется соответствием ее темы пункту 7 перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ – «Транспортные и космические системы» и пункту 24 перечня критических технологий РФ – «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения».

Научная новизна работы характеризуется созданием методики расчета процесса вынужденного капиллярного распада струй вязких жидкостей в области значений числа Онезорге, близких к единице. Впервые установлен режим автомодельного утончения струй, влияющий на формирование микросателлитов и выявлены закономерности распространения тепловых волн в радиационно остывающих капельных потоках.

Достоверность результатов подтверждается их соответствием фундаментальным законам, научной обоснованностью принятых допущений, хорошей корреляцией теоретически и экспериментально полученных данных, а также использованием современного аттестованного научного оборудования.

Помимо наличия у автора значительного количества публикаций результатов исследований, последние неоднократно докладывались и обсуждались на научных конференциях различного уровня.

Диссертация расширяет область знаний о закономерностях капиллярного распада сильно вязких струй и их радиационного остывания.

Представленные в диссертации результаты получены автором лично или при его непосредственном участии.

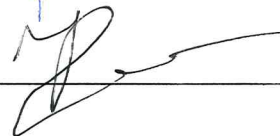
Диссертационная работа «Исследование процессов формирования капельного потока и радиационного теплообмена в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла в космосе» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Сафронов Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы».

Заместитель  
генерального конструктора  
по научной работе, к.т.н.



Борисов Максим  
Владимирович\*\*

Главный конструктор –  
начальник отделения 1550



Китаев Александр  
Ирикович\*\*\*

\* - ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8(846) 955-06-74;  
e-mail: Ahmetov@samspace.ru

\*\* - ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8(846) 228-52-10;  
e-mail: borisovma@samspace.ru

\* \*\* - ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8(846) 228-99-01;  
e-mail: kitaev@samspace.ru