

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор – проректор
по научно-исследовательской работе
Самарского университета

д.т.н., профессор

А.Б. Прокофьев

03 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Савельевой Юлии Олеговны

«АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами

Актуальность темы диссертационной работы

Тепловыделение аппаратуры, располагающейся на несущей конструкции автономных объектов различного назначения (космических аппаратов, дронов, подводных аппаратов и т.п.), в процессе работы, приводит к неравномерности температурного распределения. Неравномерный нагрев конструкции отрицательно влияет на работу размещенных на ней информационно-измерительных систем, в составе которых есть оптическое оборудование: изменяется угол обзора оптических приборов, появляются ошибки в определении координат, искажаются показания приборов. Подобные отрицательные явления зачастую приводят как к эксплуатационным погрешностям, к недопустимым ошибкам информационно-измерительных систем при определении собственного местоположения и курса, так и к авариям и катастрофам. Обеспечение необходимого теплового режима может быть реализовано за счет дополнительных управляемых тепловыделяющих элементов – средств термоградиентной стабилизации и применения системы жидкостного охлаждения. В связи с этим **актуальной и значимой** становится задача разработки эффективной системы стабилизации температурного распределения несущей конструкции на основе анализа на математической модели температурного состояния объекта режимов работы тепловыделяющей аппаратуры, средств термоградиентной стабилизации, системы жидкостного охлаждения.

Структура и содержание работы

В первой главе приводится анализ проблемы управления температурным состоянием автономного объекта, описываются методы моделирования температурного распределения в несущих конструкциях, а также сформулирована техническая постановка задачи разработки системы автоматического управления температурным распределением диагональной линии ответственного сечения несущей конструкции.

Во второй главе разработано математическое описание температурного поля несущей конструкции в форме теплогидравлической краевой задачи. Предлагается методика определения температурного распределения в несущей конструкции. Составляется структурная схема объекта управления, определяется вид ее передаточных функций. На диагональной линии ответственного сечения несущей конструкции выбираются ответственные точки управления, оказывающие наибольшее температурное влияние на несущую конструкцию. Приводится процедура идентификации параметров математической модели объекта управления в пакете MATLAB с использованием результатов вычислительного эксперимента конечно-элементной численной модели.

В третьей главе ставится задача автоматического управления температурным распределением. Система автоматического управления разбивается на локальные системы автоматического управления температурой в точках управления посредством изменения мощности термоэлектрических нагревателей средств термоградиентной стабилизации и температуры теплоносителя системы жидкостного охлаждения. Определяются параметры регуляторов локальных систем автоматического управления с помощью процедуры альтернативного метода.

В четвертой главе рассматривается процесс построения численной модели температурных процессов несущей конструкции и системы жидкостного охлаждения в программном пакете ANSYS Workbench. Предлагается схема алгоритма и процедура моделирования работы системы автоматического управления численной моделью в среде ANSYS. Приведены результаты вычислительных экспериментов для различных условий эксплуатации автономного объекта.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

В диссертационной работе Савельевой Ю.О. получены следующие новые научные результаты:

1. Предложена методика аналитического моделирования температурного распределения в несущей конструкции в условиях неравномерного и нестационарного температурного нагружения. Полученная явная трехмерная модель, в отличие от известных, представляет собой решение сопряженной тепловой и гидродинамической задач.

2. Разработана система автоматического управления температурным распределением на диагональной линии ответственного сечения несущей конструкции автономного объекта. Отличительной особенностью системы является использование в качестве дискретно-распределенного управления мощности размещенных на конструкции управляемых термоэлектрических нагревателей средств термоградиентной стабилизации и температуры теплоносителя системы жидкостного охлаждения.

3. Разработана структурная модель – конечномерная аппроксимация бесконечномерного распределенного объекта управления и системы охлаждения. В отличие от известных, она позволяет на основе параметрической идентификации провести декомпозицию структуры. Альтернативным методом произведена оптимальная настройка регуляторов локальных систем автоматического управления.

4. Разработана в программной среде ANSYS расчетно-имитационная конечно-элементная математическая модель системы автоматического управления сопряженным теплогидравлическим процессом температурного распределения. В диссертации использована оригинальная авторская процедура моделирования работы системы автоматического управления численной моделью в среде Ansys Workbench.

Достоверность результатов работы

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе основных научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, корректным применением математического аппарата, непротиворечивостью полученных результатов и совпадением частных результатов моделирования с результатами известных авторов из независимых источников.

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, использовались при выполнении НИР по проектам Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ (№17-08-00593, №20-08-00240).

По результатам исследований опубликовано 9 научных работ, среди которых 2 статьи, индексируемых в международной наукометрической базе SCOPUS, 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 4 статьи в журналах, входящих в РИНЦ.

Практическая значимость

Результаты аналитического и численного моделирования, полученные в диссертации, могут быть использованы в расчетно-проектной практике при создании несущих конструкций различного назначения, для которых существенна термоградиентная деформация. Разработанная методика организации сопряженных расчетов, алгоритм работы и программное обеспечение системы управления температурным состоянием могут применяться на предприятиях при создании и модернизации АСУ тепловыми процессами объектов различного уровня сложности.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования также подтверждается их использованием в ООО «СКТБ «Пластик», АО «ТЯЖМАШ», АО «Сызранский НПЗ» и внедрением в учебный процесс на кафедре «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 13.03.01 и 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Соответствие научной специальности

Содержание и результаты проведенных исследований соответствуют научной специальности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 не приводится допустимое значение величины термодформации.

2. В главе 1 в качестве базового автономного объекта рассматривается малый космический аппарат, однако в краевой задаче (2.8)-(2.18) используется закон Ньютона для описания теплообмена несущей конструкции со средой, что не характерно для космических аппаратов.

3. В главе 2 аналитическая модель построена в относительных величинах, однако решение задачи идентификации объекта управления представлено в абсолютных значениях переменных.

4. В главе 3 на рисунке 3.1. представлена укрупненная структурная схема САУ температурным распределением на диагональной линии ответственного сечения несущей конструкции, однако для расчетов она разбивается на локальные САУ, не вносит ли это существенную погрешность в расчет?

5. В главе 4, раздел 4.3, на рисунке 4.8 выделены точки контроля, которые находятся, как на поверхности несущей конструкции, так и внутри нее. Возникает вопрос о том, как физически осуществляется контроль температуры в этих точках. Желательно привести обоснование мест установки датчиков температуры и их необходимое количество.

6. В главе 4, разделе 4.5 не указана погрешность измерения температуры.

Отмеченные замечания носят частный характер и не снижают значимости полученных в диссертационном исследовании научных результатов.

Заключение

Представленная диссертация Савельевой Ю.О. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные разработки в области автоматизация и управления технологическими процессами и производствами.

Автореферат и публикации материалов диссертации Савельевой Ю.О. отражают основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа по актуальности темы исследования, научной новизне и практической значимости результатов, уровню их достоверности и степени апробации соответствует Положению о присуждении учёных степеней, а соискатель Савельева Юлия Олеговна заслуживает присуждения

учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертационная работа и отзыв рассмотрены и утверждены на расширенном заседании кафедры «Теплотехники и тепловых двигателей» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» 09.03.2022 г., протокол №8.

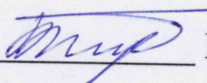
«Присутствовало» - 12 человек; «проголосовало» - 12 человек;

«За утверждение» - 12 человек;

«Против» - 0 человек;

«Воздержались» - 0 человек.

Заместитель заведующего
кафедрой теплотехники и
тепловых двигателей
Самарского университета
д.т.н., профессор

 Бирюк Владимир Васильевич

Тел.: +7 (846) 335-18-12

E-mail: teplotex_ssau@bk.ru

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)
ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: (846) 335-18-26, факс: (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001