

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук
Базыкина Сергея Николаевича
на диссертационную работу Сибэгатуллина Радмира Раилевича
**«Самонастраивающийся измеритель температуры газа с коррекцией
эталонной модели в составе информационно-управляющей системы
газотурбинного двигателя»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие
системы (в промышленности и медицине).

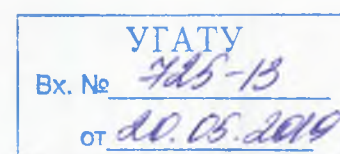
1. Актуальность работы

В информационно-управляющих системах (ИУС) одной из основных и первостепенных задач являются функции контроля и измерения, дающие информацию о параметрах физических процессов, протекающих в этих системах. Так как функции измерения и контроля выполняются первичными измерительными средствами, то последние в значительной степени определяют эффективность производства.

Известной проблемой является измерение температуры газа газотурбинного двигателя (ГТД). Всякий двигатель развивает номинальную мощность только при некоторой определенной температуре. При температуре ниже установленной большая часть тепловой энергии будет затрачиваться не на полезную работу, а на нагрев деталей двигателя. У перегретых двигателей ухудшается смазка, увеличивается износ трущихся деталей, все это приводит к потере мощности, а иногда – к выходу двигателя из строя, пожару. Для поддержания номинальной температуры двигателей устанавливаются специальные механизмы и системы, позволяющие автоматически регулировать температуру масла и газа.

Измерение температуры газа проводят помощью термопар. Инерционность термопары негативно влияет на качество переходных процессов, искажая истинную температуру. Конструкция авиационной термопары такова, что без защитного кожуха термопара неработоспособна. Наличие этого кожуха приводит к появлению инерционности, величина которой зависит от многих факторов: конструкции, способов крепления, режимов работы двигателя и т.д. Величина этой инерционности и ее зависимость от влияющих факторов недостаточно изучены.

В диссертационной работе Сибэгатуллина Р.Р. решается задача построения измерителя температуры газа на основе системных требований, предъявляемых к ИУС температуры газа ГТД. В основу построения ИУС положена самонастраивающаяся система с образцовой моделью. В известных аналогах при использовании подобных самонастраивающихся измерителей в ИУС ГТД возникали изменения, вызванные низкой помехоустойчивостью измерителя.



Из множества метрологических характеристик ИУС автор исследует только динамическую погрешность, считая, что в установившихся режимах погрешность измерителя удовлетворяет требованиям, предъявляемых к ИУС ГТД.

2. Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Основная часть работы содержит 190 страниц машинописного текста, 65 страниц иллюстраций и таблиц. Список использованных источников включает 104 наименования литературы.

Во введении обоснована актуальность и новизна темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, показана новизна в работы в целом.

В первой главе проведен анализ особенностей измерителей температуры газа газотурбинных двигателей с коррекцией инерционности термопары, начиная от простых дифференцирующих звеньев, разомкнутых самонастраивающихся систем (СНС), измерителей с косвенным вычислением, замкнутых СНС. Показаны достоинства и недостатки СНС с косвенным вычислением температуры газа за турбиной. Обоснованы цели и задачи исследования.

Во второй главе проведен анализ влияния погрешностей компенсации инерционности термопары на качество работы ИУС ГТД. На основании полученных результатов сформулированы требования к точности компенсации инерционности термопары в измерителях температуры газа ГТД на основе требований, предъявляемых к качеству переходных процессов в ИУС ГТД. Предложен алгоритм работы помехоустойчивого самонастраивающегося измерителя температуры газа ГТД. Показаны преимущества разработанной схемы коррекции инерционности термопары по сравнению с известными алгоритмами самонастройки.

В третьей главе проведен анализ влияния погрешности измерения температуры газа на динамическую погрешность измерителя температуры газа ГТД, описана разработка алгоритма функционирования и структура СНС измерителя температуры газа ГТД. Показано, что погрешность модели негативно сказывается на качестве переходных процессов в измерителе температуры газа. Предложен алгоритм работы СНС измерителя температуры газа ГТД с повышенной динамической погрешностью с коррекцией погрешности модели температуры газа. Приведены результаты моделирования, отражающие качество вычисления температуры газа на переходных режимах с коррекцией модели температуры газа.

В четвертой главе проведен анализ влияния характеристик разработанного СНС измерителя температуры газа ГТД на качество переходных процессов в составе ИУС температуры газа ГТД. Представлены результаты моделирования и программное обеспечение для моделирования предложенных схем уменьшения динамической погрешности в ИУС ГТД с селектором каналов управления. Получена оценка сложности программного

обеспечения и аппаратных затрат для реализации разработанного СНС измерителя.

В заключении представлены результаты практической и теоретической значимости результатов исследования.

3. Научные и практические результаты работы и их новизна

Получены следующие новые результаты:

1. Сформулированы требования к погрешности компенсации инерционности термопары в зависимости от требований к качеству информационно-управляющей системы в целом. На основе полученных требований разработан алгоритм и структура СНС измерителя. Методом моделирования доказано уменьшение дисперсии в 8-10 раз по сравнению с аналогами.

2. Разработана структура СНС измерителя температуры газа ГТД с коррекцией погрешности модели температуры газа ГТД. В предложенной схеме коррекции погрешность образцовой модели компенсируется, и ее влияние на динамическую погрешность измерителя уменьшается. При этом обеспечивается должное качество переходных процессов для известных математических моделей термопар.

3. Показано высокое качество переходных процессов при включении СНС измерителя температуры газа в ИУС ГТД. Методом математического моделирования доказаны высокие показатели качества переходных процессов в ИУС ГТД по сравнению с включением аналога в ИУС ГТД (уменьшение времени регулирования и снижение величины перерегулирования за счет совершенствования помехоустойчивости и динамической погрешности измерения температуры газа газотурбинного двигателя).

4. Оценены дополнительные ресурсы памяти, необходимые для реализации СНС измерителя температуры газа ГТД на примере микроконтроллера 1986ВЕ1Т (объем ПЗУ 8,4 Кбайт, объем ОЗУ 0,35 Кбайт).

4. Достоверность и обоснованность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений, результатов и выводов работы подтверждается аргументированностью исходных данных, корректностью поставленных задач, обоснованностью принятых допущений, экспериментальным подтверждением основных теоретических выводов при достаточном для инженерной практики совпадении результатов теории и компьютерного моделирования.

При решении поставленных задач использованы методы математического моделирования, программная среда для математических и инженерных расчетов. Все научные положения аргументированы, полученные результаты исследований не противоречат известным научным положениям.

5. Апробация работы и публикации

Основные материалы диссертационной работы опубликованы в 19 печатных работах, из них – 13 статей (в числе которых 5 статей ВАК), два патента на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программ и баз данных для ЭВМ.

Основные положения, представленные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на конференциях: Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT) Budapest, Bratislava, Vienna, 2013; Sheffield, England, 2014; Rome, Italy, 2015; VII-X Всероссийские молодежные научные конференции «Мавлютовские чтения» Уфа, УГАТУ, 2013 г., 2014 г., 2015 г., 2016 г.; Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Новые решения и технологии в газотурбостроении» 26-28 мая 2015 г. Москва, ЦИАМ; 9-и 10-я Всероссийские школы-семинары аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники», Уфа, УГАТУ, 2014 г., 2015 г.; I Всероссийский научно-технический семинар «Большие данные в авиации» Уфа, УГАТУ, 22-24 декабря 2015 г.; II Всероссийская научно-практическая конференция «Свободный полет – 2015», Жуковский-Уфа, 2015 г.

Автореферат диссертации Сibaгатуллина Р.Р. соответствует диссертационной работе по цели, задачам исследования, основным положениям, актуальности, научной и практической значимости, новизне и достоверности.

Исследования, приведенные в работе Сibaгатуллина Р.Р., соответствуют паспорту специальности 05.11.16 «Информационно-измерительные и управляющие системы» (в промышленности и медицине), в частности пунктам:

1. Научное обоснование перспективных информационно-измерительных и управляющих систем, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения, повышения эффективности существующих систем.

4. Методы и системы программного и информационного обеспечения процессов отработки и испытаний образцов информационно-измерительных и управляющих систем.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные положения, выдвигаемые для публичной защиты.

6. Замечания и дискуссионные положения

По содержанию диссертации имеются вопросы и замечания:

1. При проведении исследования на помехоустойчивость нет обоснования выбора точки приложения сигнала помехи в структуре СНС измерителя температуры газа ГТД.

2. Из работы не ясно, как изменится характер переходных режимов измерителя при воздействии шума, закон распределения которого не является равномерным.

3. Каким образом обеспечивается устойчивость ИУС на всех режимах работы ГТД при использовании разработанного измерителя?

4. В работе отсутствует сводная таблица характеристик разработанного измерителя.

5. Имеется ряд стилистических погрешностей, опечаток, неточностей в оформлении материала.

Приведенные замечания не снижают научной и практической ценности проведенных исследований.

7.Общее заключение по диссертации

Диссертация Сибагатуллина Р.Р. является завершенной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной научно-технической задачи – повышения помехоустойчивости и снижения динамической погрешности измерения температуры газа ГТД на базе самонастраивающегося измерителя в составе ИУС ГТД.

Диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», выполнена на высоком научном уровне и имеет большую практическую ценность.

Диссертация соответствует профилю специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (в промышленности и медицине).

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы. Содержание диссертационной работы полностью отражено в публикациях автора.

Автор диссертации, Сибагатуллин Радмир Раилевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (в промышленности и медицине).

Официальный оппонент, д.т.н., доцент кафедры «Приборостроение» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Базыкин Сергей Николаевич

Подпись _____ ФИО _____
17.05.2019
Докторская диссертация защищена по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (в приборостроении).

Адрес: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40, корпус № 4, 4 этаж, каб. 4 - 409, тел.: (8412) 36-82-25, (8412) 36-84-46. e-mail: cbazykin@yandex.ru

С.Н. Фадеева
Подпись _____
Ученый секретарь Ученого Совета
О.С. Дорослова
Согласен на одобрение и публикацию