

УДК 536.5

681.2.08

Автоматизированная система моделирования кинетического нагрева изделий авиационного вооружения со скоростями полета до 6М.

М. Н. Стрижевский

Аннотация

В данной работе рассмотрены особенности автоматизированного управления быстротекущими процессами нагрева, охлаждения и нагружения при теплопрочностных испытаниях изделий авиационного вооружения. Работа содержит постановку задачи, раскрывает ряд наиболее проблемных вопросов и описывает разработанную опытную модель системы.

Ключевые слова

Автоматизированная система; измерение температуры; кинетический нагрев; термопара; сбор данных в реальном масштабе времени.

Современные ракеты класса «Воздух-Воздух» (В-В) характеризуются скоростями полета порядка 6М, при этом первые секунды свободного (автономного) полета изделия являются наиболее нагруженными. На участке старта и разгона изделие подвергается тепловому удару, при котором скорость изменения температуры поверхности может составлять 100 и более °С/сек, а в случае маневра присутствуют значительные и существенно нестационарные силы и ускорения. С точки зрения наземного моделирования автономного полета ракет самыми сложными для воспроизведения являются тепловой удар и предельные нагрузки, имитирующие критический режим применения изделия.

Основным элементом автоматизированной системы является закон управления. Для управления системой был разработан и опробован новый закон управления, который получил название «векторный». Принцип управления основан на оперировании углами наклона двух векторов, которые строятся при каждой итерации управления 100 раз в секунду и логике интеллектуального выбора оптимального коэффициента усиления. Закон управления является гибридом математического моделирования и критериев нахождения решения путем нечеткой логики (Fussy Logic). Разработанный и опробованный закон позволяет с требуемой точность решать задачу управления нагревом и охлаждением при моделировании критических условий применения ракет класса В-В со скоростями изменения температуры до 100 °С/сек.

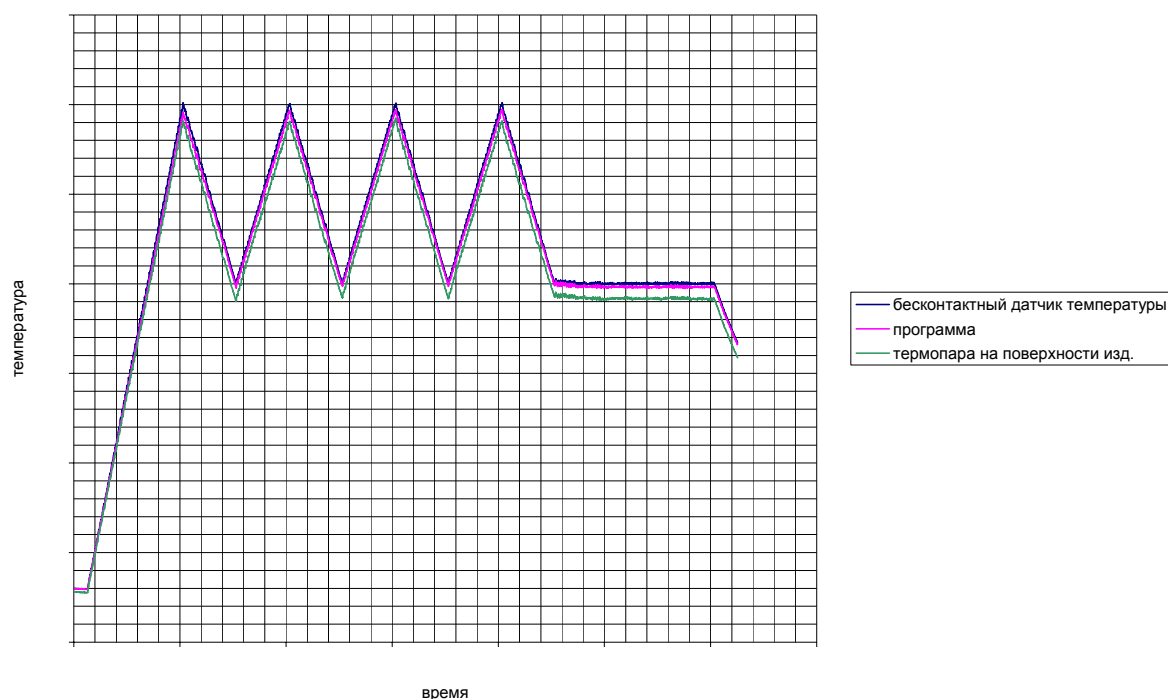


Рисунок 1. Пример управления нагревом и охлаждением поверхности изделия с использованием нового закона управления, в обратной связи использован сигнал бесконтактного датчика температуры. Отклонение от заданной программы составляет менее 0,5%

Бесконтактная система позволяет контролировать перемещение объекта испытаний и отдельных его точек с точностью до 0.1мм. Применение бесконтактных измерений в проводимых испытаниях актуально и экономически обоснованно т.к. существенно снижает трудоемкость при подготовке к испытаниям.

В настоящее время ведется работа по внедрению бесконтактных датчиков измерения температуры поверхности. Ведется научная работа по определению методической погрешности бесконтактного измерения температуры при проведении испытаний с нагревом объекта кварцевыми галогенными лампами. Исследования в данной области ранее не проводились, и перед инженерами стоит абсолютно новая, сложная и интересная задача. Применение бесконтактных датчиков позволит качественно решить задачу измерения и контроля температуры при испытаниях изделий из неметаллических материалов (керамика, стекло, композиты).

В качестве измерителя применяется разработанная и внедренная автоматизированная система для измерения температуры, система прошла сертификацию в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии министерства обороны РФ и ей присвоен тип средства измерения военного назначения. Система защищена Патентом РФ, а программное обеспечение – свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Новизна системы определяется ее исключительными характеристиками и адаптацией под конкретные задачи.

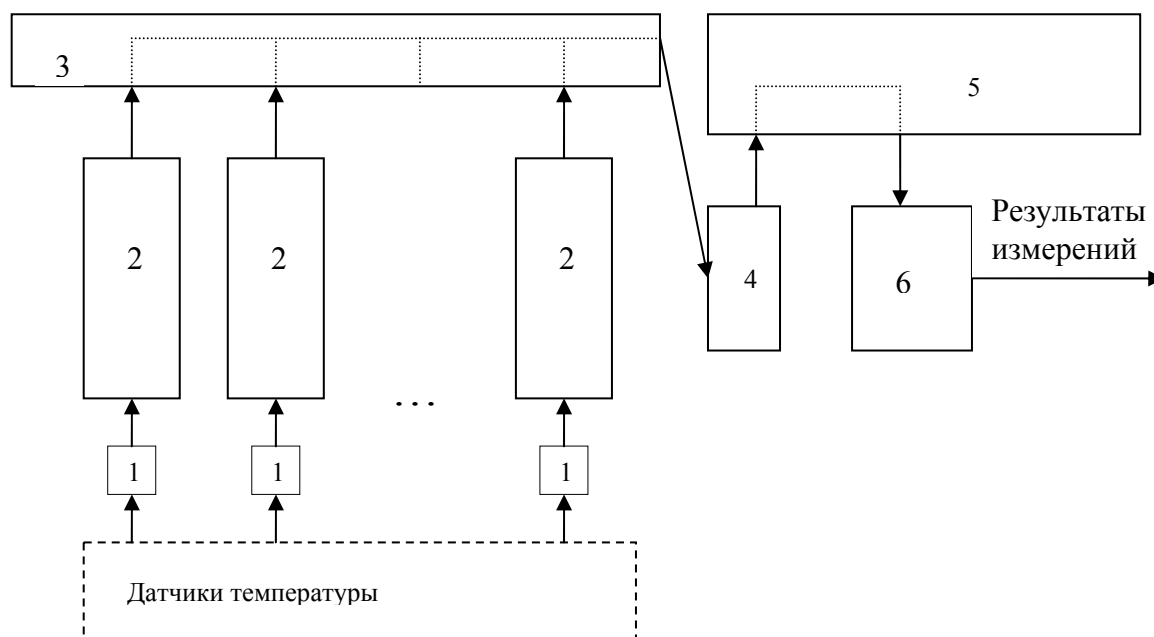


Рисунок 2. Блок схема системы измерения температуры.

Каждый канал системы работает следующим образом: аналоговый сигнал от датчика измерения температуры через терминальный блок 1 подается в модуль согласования сигналов 2, где происходит его усиление и фильтрация. Усиленный и отфильтрованный сигнал передается на вход платы сбора данных 3, в которой оцифровывается и передается в оперативную память контроллера управления 6, который работает под управлением

операционной системы реального времени. На нем программа обработки со строго детерминированным временем выполнения производит вычисление полинома ТЭДС датчика измерения температуры (термопары). Обработанные результаты измерения сохраняются на жестком диске из них формируются массивы и через сетевой протокол ТСР/ІР, используя буфер FIFO (первый вошел, первый вышел) передаются потребителю. Потребителем может быть любой переносной или персональный компьютер, оснащенный сетевым оборудованием и программой оператора, которая представляет пользователям возможность анализа данных, построения графиков, отображения диаграмм в ходе испытаний, отображения модели испытаний, сохранения данных, передачи в Excel и на печать.

Аппаратная часть системы основана на промышленном компьютере National Instruments PXI-8196 с процессором Intel Pentium R и модулем обработки реального времени. Система работает под управлением операционной системы Phar lap (сопровождается NI LabView) и обеспечивает строго детерминированное время выполнения цикла управления.

Система контроля предназначена для проведения проверок во время подготовки к испытаниям, контроля состояния систем, обеспечивающих проведение испытаний, а так же для предупреждения априорных аварийных ситуаций во время проведения испытания. Система контроля работает в режиме реального и единого времени совместно с другими автоматизированными средствами управления.

Внедрение автоматизированной системы моделирования кинетического нагрева изделий авиационного вооружения со скоростями полета до 6М, скорость изменения (нагрева/охлаждения) температуры поверхности объекта испытаний до 100 °С/сек позволит проводить испытания на качественно новом уровне, соответствующем современному уровню развития техники, и значительно экономит трудозатраты и время при подготовке и проведении испытаний. Система рассчитана на будущие модернизации и применима для моделирования кинетического нагрева изделий рассчитанных на ЛА 5го поколения, с гиперзвуковыми скоростями полета.

Библиографический список к разделу

1. Измерения при испытаниях авиационных конструкций на прочность. А.Н.Серьезнов – М: Машиностроение, 1976 г.
2. Основы радиационного и сложного теплообмена. В.Н.Андреанов – М: Энергия, 1972г.

3. Измерения при теплотехнических исследованиях. Л.Л.Бошняк – Л: Машиностроение, 1974 г.
4. Теплопередача. С.Н.Шорин – М: Высшая школа, 1964г.
5. Тепловое разрушение материалов. Ю.В.Полежаев, Г.А.Фролов. ИПМ НАНУ Киев, 2005г.
6. Сертификат об утверждении типа средств измерений военного назначения RU.32.018.В № 34840 от 26.12.2008г.
7. Патент на полезную модель №90556 от 23.09.2009г. – Многоканальная измерительная система.

Сведения об авторе.

Стрижевский Максим Натанович, зам. начальника сектора ГосМКБ «Вымпел им.Торопова».

125438, г.Москва, ул.Онежская, д.9/4, корп. Б, кв. 50
моб. тел +7-916-659-3489, e-mail: smaks@mail.ru