

С использованием реализованной модели был проведён ряд расчётов. Сравнительный анализ результатов показал, что, например, для малоразмерного двигателя с тягой 0,4 кН удельный расход топлива без учёта влияния размерности равен 111,7 кг/(кН·ч), а с учётом – 128,1 кг/(кН·ч), ухудшение почти на 15%. По мере увеличения тяги разница по удельному расходу топлива снижается.

Приведенная модель используется в системе многоуровневой модели проектирования рабочего процесса ГТД, которая сопровождает изделие на всем этапе проектирования. Многоуровневая модель позволяет на различных этапах проектирования по мере накопления данных о проекте переходить от нольмерных моделей узлов ГТД к моделям более высокой размерности и сложности

(1D, 2D и 3D). Использование разработанной модели позволило расширить область применения САЕ-системы АСТРА от больших ГТД до малоразмерных.

В работе приведена классификация моделей по уровню сложности и размерности.

Библиографический список

1. Arun K. Sehra, Woodrow Whitlow Jr. Propulsion and power for 21st century aviation // Progress in Aerospace Sciences. 2004. V. 40. no. 4-5. P. 199-235.

2. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Самолеты и вертолеты. Т.IV-21. Авиационные двигатели. Кн.3 / В.А. Скибин, В.И. Солонин, Ю.М. Темис и др.; под ред. В.А. Скибина, Ю.М. Темиса и В.А. Сосунова. М.: Машиностроение, 2010. 720 с.

УДК 536:621

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ТОПЛИВНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ И ПОДАЮЩИХ СИСТЕМАХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

©2016 В.А. Алтунин¹, К.В. Алтунин¹, С.Я. Коханова¹,
Е.Н. Платонов¹, В.П. Демиденко², М.Л. Яновская³

¹Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева - КАИ

²Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург

³Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова, г. Москва

PLANNING OF CONTROL FOR HEAT PROCESSES IN FUEL-COOLING AND FUEL-DELIVERING SYSTEMS OF AIRCRAFT ENGINES

Altunin V.A., Altunin K.V., Kohanova S.Ya., Platonov E.N. (Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan, Russian Federation),
Demidenko V.P. (Michailov military artillery academy, St. Petersburg, Russian Federation),
Yanovskaya M.L. (Central institute for aviation motor development named after P.I. Baranov, Moscow, Russian Federation)

The report contains a proposal of control systems and sensors creation necessity for heat and other processes inside engines, power plants of aircraft with aerial, aerospace and space application.

В существующих двигателях (в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД), ЖРД многократного использования (ЖРДМИ), ЖРДМИ малой тяги (ЖРДМТМИ); в воздушно-реактивных двигателях (ВРД) и газотурбинных двигателях (ГТД)), в энергоустановках (ЭУ) и ЭУ многократного использования (ЭУМИ) и техносистемах на жидких углеводородных горючих и охладителях

происходят аномальные эффекты, которые очень слабо учитываются разработчиками и конструкторами, или не учитываются вообще, из-за чего происходят аварийные ситуации, связанные с возникновением пожара и взрыва на борту. Эти вопросы становятся ещё более актуальными при проектировании, создании и эксплуатации авиационной, аэрокосмической и космической техники много-

разового использования. Такие же вопросы предстоит комплексно решать и при промышленном освоении Луны, как для транспортных космических систем, так и для техносистем на поверхности Луны.

В существующих системах контроля и управления двигателях и ЭУМИ различного базирования и применения весьма слабо учитываются позитивные и негативные особенности теплоотдачи к углеводородным горючим и охладителям или не учитываются вообще. В докладе подробно рассмотрены позитивные и негативные особенности теплоотдачи к углеводородным горючим и охладителям. Одной из главных негативных особенностей является процесс осадкообразования в топливно-охлаждающих системах.

Необходимо осуществлять борьбу с этими негативными процессами уже на ранней стадии проектирования и создания двигателей и ЭУ, особенно многоразового использования, для различных летательных аппаратов (ЛА), космических ЛА (КЛА) и техносистем. Для глубокого исследования этих тепловых процессов была создана экспериментальная база и проведены комплексные экспериментальные исследования в условиях естественной и вынужденной конвекции жидких углеводородных горючих и охладителей.

Для различных выше перечисленных двигателей, энергоустановок и техносистем были разработаны и запатентованы новые датчики, способы и системы контроля, которые можно классифицировать на: оптико-визуализационные (фотооптические, телеэндоскопические, внешнего осмотра); электро-механические (конусного типа, объёмного замера, пневмогидравлические, расходомерные); электронные (двух и многоигловые (стационарные, подвижные), сетчатого типа (однослойные, двухслойные, многослойные), электростатические зонды); тепловые (термопарного типа (стационарные, подвижно-регулируемые, сканирующие), термопластины с эффектом «памяти формы» (стационарные, подвижно-регулируемые)); непрерывного, периодического, комбинированного контроля.

Проектирование и создание датчиков и систем контроля за особенностями теплоотдачи к жидким углеводородным горючим и

охладителям должно происходить параллельно с проектированием и созданием двигателя, ЭУ или какой-либо техносистемы одно- и многоразового использования.

На основе экспериментальных исследований: разработана методика учёта особенностей теплоотдачи к жидким углеводородным горючим и охладителям при проектировании и создании датчиков и систем контроля за негативными процессами; разработаны и запатентованы новые конструктивные схемы ЖРД, ЖРДМИ, ЖРДМТМИ, ВРД, каналов, фильтров, теплообменников, форсунок, и техносистем, в которых заложены новые способы борьбы с негативными процессами, включая новые датчики и способы контроля. Впервые была создана конструктивная схема ЖРДМИ, где ведётся многогранная борьба с негативными явлениями, в том числе и при помощи датчиков контроля: за появлением термоакустических автоколебаний (ТААК) давления, за процессом появления твёрдого осадка и его откалыванием, его накоплением в специальных ловушках со световыми датчиками контроля, его удалением из ЖРД или подачей в сопло для дожигания; за работой электростатических полей по уничтожению ТААК давления, по предотвращению осадкообразования, по интенсификации теплоотдачи (патент на изобретение РФ №2287715. Бюлл. №32 от 20.11.2006 г.)

Техносистемы в данном докладе представлены в виде новых конструктивных и запатентованных схем: ложных тепловых целей многоразового использования на жидких углеводородных горючих и охладителях с повышенной светимостью сопла; систем и устройств защиты ЛА, КЛА от лазерного оружия; систем и устройств экологической очистки орбиты от космического мусора; космической жидкостной и газовой артиллерии; космической робототехники; жидкостных (углеводородных) приборов замера и контроля степени и вида гравитации и микрогравитации; устройств (ЭУМИ) по переработке газообразного метана; мобильных устройств по подогреву воды для обработки нефтяных скважин; устройств по термическому разогреву тяжёлых нефтей (конверсионных ЖРД, ВРД) при нефтедобыче и др.