

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Орлов М.Ю., Орлова Е.В.

Самарский университет, г. Самара, adler65@mail.ru

Ключевые слова: камера сгорания, газотурбинный двигатель, цифровой двойник, статистические данные.

Под цифровым двойником подразумевается цифровая копия технического объекта или его процесса, способствующая оптимизации его характеристик. При проектировании камеры сгорания ГТД её цифровой двойник целесообразно рассматривать как интегрированную модель уже имеющихся изделий, содержащую информацию о уровне достигнутых характеристик и конструктивных решениях и которая должна регулярно обновляться в процессе её использования. Таким образом, цифровой двойник камеры сгорания ГТД должен представлять собой программный аналог реального изделия, моделирующий его рабочий процесс, технические характеристики и поведение в условиях внешнего воздействия, осуществляемого с помощью соседних узлов двигателя, таких как компрессор и турбина. Важной особенностью цифрового двойника является то, что при задании для него внешнего воздействия необходимо учитывать конструктивные решения, использованные для реализации рабочего процесса. Так, например, при одинаковых значениях давления за компрессором при использовании различных технологий горения, традиционной или TAPS, на выходе из камеры сгорания будут получены различные уровни температур. Это повлияет на характеристики двигателя в целом, поэтому при создании цифровых двойников камер сгорания и ГТД в целом следует учитывать конструктивные особенности проектируемых камер сгорания. В настоящее время в качестве некоторого прообраза цифрового двойника ГТД можно рассматривать его проектный термогазодинамический расчёт [1]. Такой подход позволяет не только определять характеристики ГТД на различных режимах, но и давать предварительную оценку эффективности применения ГТД на заданном ЛА [1-3], который является иерархической системой более высокого уровня. Для его реализации необходимо задавать значения ряда параметров камеры сгорания, таких как полнота сгорания, потери полного давления, температура за камерой сгорания и т.д. Решение этой задачи невозможно без статистических данных по камерам сгорания существующих двигателей.

При выполнении исследования камер сгорания двухконтурных турбореактивных двигателей гражданских узко- и широкофюзеляжных самолетов был создан массив некоторых таких данных, который включает в себя: значения, достигнутых для различных технологий горения уровней суммарной степени повышения давления, температур газа перед турбиной, соотношений основных габаритных размеров для камеры сгорания и т.д. Всего было исследовано более 200 двигателей. Полученные для них зависимости позволили сделать ряд выводов:

-значения параметров, характеризующих рабочий процесс камеры сгорания, определяется поколением двигателя и является его характеристикой;

-полученные статистические данные о относительных геометрических соотношениях для камер сгорания с различными технологиями горения [4], позволяют сформировать более полное представление об облике камеры сгорания проектируемого двигателя, дополнить существующие математические модели для двухконтурных двигателей, такие как программа концептуального проектирования «Астра» возможностями более точно определять

характеристики проектируемого двигателя, в том числе и массогабаритные, за счёт выявленных данных о продольных размерах различных типов камер сгорания;

-использование статистических данных для разработки цифровых двойников газотурбинной техники способно способствовать быстрому выявлению проблем, связанных с реализацией рабочего процесса, предсказывать их результаты и осуществлять производство более надёжных и эффективных изделий.

Список литературы

1. Проектный термогазодинамический расчет авиационных ГТД гражданского назначения: Учебное пособие / В.А. Григорьев. Самар, гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2001. 170 с

2. Кузьмичёв В. С., Филинов Е. П., Остапюк Я. А. Сравнительный анализ точности математических моделей массы турбореактивных двухконтурных двигателей // Труды МАИ. 2018. № 100. С. 15-33.

3. Ткаченко А.Ю., Крупенич И.Н. Разработка виртуального прототипа ГТД в САЕ-системе "Астра" на этапе концептуального термогазодинамического проектирования // Вестник СГАУ. - 2012. - № № 3 (34), Ч. 2. - С. 333-242

4. Орлов М.Ю., Орлова Е.В. Анализ статистических данных для формирования облика камер сгорания авиационных газотурбинных двигателей широкофюзеляжных самолётов. - Рыбинск.: Вестник РГТА имени П.А.Соловьёва.,2022, Вып 2(61). - С.32-39.

Сведения об авторах

Орлов Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей, область научных интересов: проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей.

Орлова Екатерина Владимировна, аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей, область научных интересов: проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей.

THE USE OF STATISTICAL DATA IN THE CREATION OF DIGITAL DOUBLES OF COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE ENGINES

Orlov M.Y., Orlova E.V.

Samara National Research University, Samara, Russia, adler65@mail.ru

Keywords: combustion chamber, gas turbine engine, digital double, statistical data.

It is proposed to use statistical data of combustion chambers of gas turbine engines with various combustion technologies at the preliminary design stage to increase efficiency and reduce time costs. It is proposed to supplement the Astra program with them, which will increase the accuracy of assessing the capabilities of the designed engine and determining its weight and size characteristics.