

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Орлов М.Ю., Орлова Е.В.
Самарский университет, г. Самара, adler65@63.ru

Ключевые слова: камера сгорания, газотурбинный двигатель, методы проектирования.

Согласно данным специалистов консорциума CFM до 80% проблем при эксплуатации газотурбинного двигателя, связано с его «горячей частью». Это выдвигает повышенные требования к проектированию одного из её основных элементов – камеры сгорания (КС). Как и сам двигатель, КС в настоящее время проектируется в ходе таких стадий, как техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации [1,2].

В настоящее время к основным эффективным методам создания газотурбинных двигателей (ГТД) относятся: создание двигателя на базе единого газогенератора и использование геометрического моделирования при проектировании.

В первом случае изменения конструкции камеры сгорания как правило минимальны, например, КС двигателей Д-136 и Д-36 взаимозаменяемы. Во втором случае выполняется «масштабирование» двигателя-прототипа, как, например, при разработке двигателя Д-436 (тяга 6500 кг) на основе АИ-45 (20-25 т). В этом случае проектируется новая КС.

В [3] приведены основные этапы создания и доводки камер сгорания авиационного типа, суть которых можно свести к следующему:

Этап 1. Выработка требований по созданию новой КС или модификации серийной в рамках технического задания на проектируемый двигатель.

Этап 2. Разработка технического предложения (ТП), технико-экономического обоснования (ТЭО) целесообразности создания новой КС и маркетинговое исследование.

Этап 3. При положительных результатах маркетингового исследования и обсуждения ТП и ТЭО с заинтересованными сторонами и получении от них решения на создание новой КС, начинается этап работы над техническим проектом.

Этап 4. НИР и ОКР по доводке КС и её элементов с целью получения заявленных параметров, ресурса и надежности.

Этап 5. Сертификационные испытания нового двигателя, как заключительный этап создания его опытных образцов. Выпуск окончательного технического проекта двигателя и его камеры сгорания.

Этап 6. Серийное производство нового двигателя.

На основании приведенных в [3] этапов видно, что при проектировании ГТД и его КС возможна интеграция эскизного и технического проектирования. Часть функций эскизного проекта может реализоваться при разработке технического предложения. Это возможно при внедрении безбумажного документооборота, который делает необязательным формирование промежуточных стадий, с оформлением «бумажных» документов. Основой проектирования становится разработка компьютерного описания изделия, его рабочего процесса и их итерационное совершенствование, а процесс составления и согласования связанных с проектированием «бумажных» документов – упрощается.

Уменьшение временных затрат на проектирование возможно как за счёт совмещения функций, реализуемых в различных стадиях, так и за счёт совершенствования методов проектирования. В настоящее время, на ранних этапах проектирования используются упрощенные методы расчёта с использованием эмпирических коэффициентов, затем – двухмерное и трёхмерное моделирование с переходом в натурный эксперимент. Использование эмпирических формул и относительно простых программ на начальных этапах является оправданным шагом, так как позволяет в кратчайшие сроки выполнить сравнительный анализ рассматриваемых вариантов проектируемой КС и в первом приближении оценить её

характеристики для выбранного облика. Вместе с тем, двухмерное моделирование уступает свои позиции трёхмерному, так как, предоставляя выигрыш во времени за счёт более простых геометрических, сеточных моделей и расчёта, проигрывает в качестве результатов. Трёхмерное моделирование интенсивно развивается и по той причине, что в отличие от классической 2D-технологии построения чертежа на основе проекций в виде плоских отображений объекта, 3D-технология основана на его пространственном моделировании. Это позволяет в кратчайшие сроки получить рабочие чертежи, легко вносить в них изменения и сокращать сроки проектирования. Современное компьютерное моделирование невозможно без обратной связи в виде натурального эксперимента, ускорить проведение которого можно при использовании моделей и изделий, полученных с помощью аддитивных технологий. Это использовалось в Самарском университете имени С.П.Королёва в работах над опытными газотурбинными двигателями.

Целью развития методологии компьютерного моделирования при проектировании ГТД и их КС, является максимальное использование компьютерных технологий на всех его этапах. Поэтому, с точки зрения охвата компьютерным моделированием этапов проектирования КС и ГТД, необходимо его комплексное расширение, в том числе с использованием мирового опыта. Так, например, компания Pratt&Whitney использует высокопроизводительные вычисления и средства автоматизации процесса проектирования на всех стадиях инженерного процесса от ранней концептуальной проработки до детального проектирования конструкции и послепродажного обслуживания.

Список литературы

1. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. Введён 1971-01-01. Москва: Стандартинформ, 2007. 11 с.
2. Иноземцев А.А., Газотурбинные двигатели / Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л.: Пермь, Авиадвигатель, 2006. 1204 с.
3. Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Этапы создания и доводки камеры сгорания ГТУ на базе конвертированного газотурбинного двигателя/Сборник тезисов XI Всероссийской научно-технической конференции. Самара, 26-27 сентября 2019. С.15-17.

Сведения об авторе:

Орлов Михаил Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: проектирование камер сгорания газотурбинных двигателей.

Орлова Екатерина Владимировна, инженер кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: двигатели внутреннего сгорания.

THE CONCEPT OF USING COMPUTER SIMULATION AS A TOOL FOR CREATING COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE ENGINES

Orlov M.Y., Orlova E.V.

¹Samara National Research University, Samara, Russia, adler65@mail.ru

Keywords: combustion chamber, gas turbine engine, design methods.

The paper describes the concept of using computer modeling in the design of combustion chambers of a gas turbine engine. The tendencies taking place in the world experience are indicated. The ways of increasing the efficiency of computer design and reducing time costs are proposed.