

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В СМЕСИТЕЛЕ И ФОРСАЖНОЙ КАМЕРЕ ТРДДФ

Бондарчук А.А., Садовский Р.М.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», АО
«ОДК-Климов», г. Санкт-Петербург, bondar4uk.aa@yandex.com

Ключевые слова: авиационный газотурбинный двигатель, форсажная камера, горение топлива, CFD моделирование.

Одной из важных задач в современном отечественном авиационном двигателестроении является доводка и модернизация существующих конструкций форсажных камер турбореактивных двигателей 4-го поколения с целью довести их характеристики до современного уровня. В связи с этим становится актуальной задача более подробного изучения процессов, происходящих в форсажной камере. Современные технологии CFD моделирования позволяют достаточно подробно воспроизвести эти процессы и многократно снизить затраты на доводку и модернизацию существующих конструкций, а также разработку полностью новых модулей форсажной камеры.

Рабочий процесс в форсажной камере сгорания отличается от такового в основной камере сгорания тем, что, во-первых, в зону горения подается не чистый воздух, а его смесь с продуктами сгорания из первого контура; и во-вторых, тем, что зона впрыска жидкого топлива и область горения разнесены на значительное расстояние друг от друга. Эти особенности накладывают определенные ограничения на применение некоторых методик и моделей горения в САЕ-программах в инженерной практике.

Целью данного исследования является создание расчетной модели, позволяющей отобразить с достаточной точностью рабочий процесс внутри форсажной камеры, а также сбор и анализ информации о работе этого модуля на различных режимах для его дальнейшей модернизации. Для решения данной задачи была создана 3D-модель сектора сборочного узла, включающего смеситель, распылители, стабилизаторы и саму форсажную камеру ТРДДФ, и построена сеточная модель. Сектор расчетной области вмещает один сектор стабилизатора, два распылителя жидкого топлива и два сектора карманного смесителя (рис. 1).

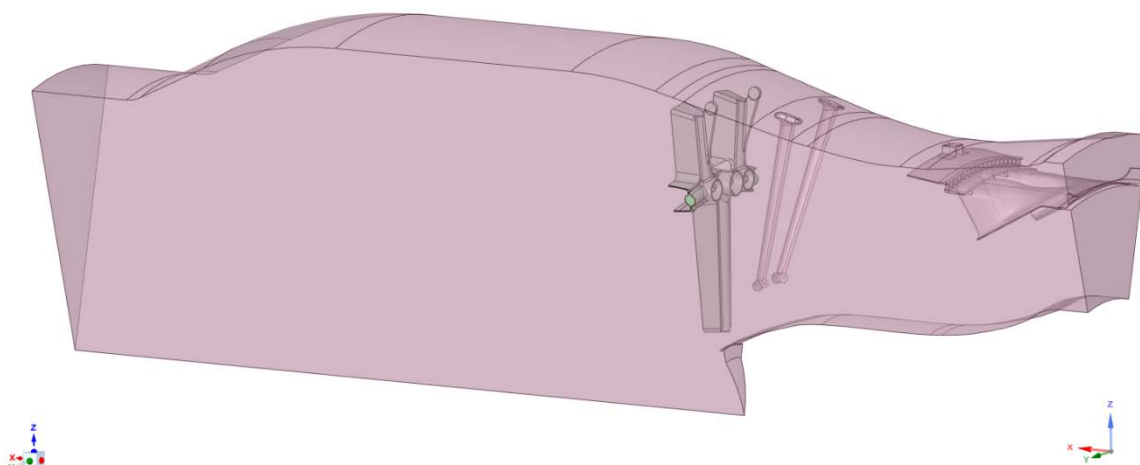


Рис. 1 - Расчетная область исследуемой форсажной камеры ТРДДФ.

На входе в расчетную область были заданы граничные условия по давлению (сечение входов в смеситель из первого и второго контуров). На выходе расчетная область ограничивалась сечением фланца стыковки с соплом двигателя, где было задано граничное условие по массовому расходу. В качестве модели горения была выбрана модель частично перемешанных компонентов - Flamelet Generated Manifold, в котором фронт пламени

образован совокупностью флэймлетов [1]. Для расчета горения применялся Аахеновский кинетический механизм [2], в качестве заменителя керосина использовался суррогат, состоящий из 80% нормального декана и 20% триметилбензола [3].

В ходе проведенных расчетов были получены сведения о характере течения внутри рабочей области, определены показатели качества смешения воздуха с продуктами сгорания, поступающими из первого контура ГТД, определены поля температур (рис. 2), скоростей, концентраций различных химических элементов. Также были определены величины потерь давления в различных сечениях и полноты сгорания.

По результатам расчета ведется работа по доводке конструкции модуля форсажной камеры и смесителя для повышения технических и эксплуатационных характеристик ТРДДФ. Были выработаны рекомендации по совершенствованию расчетной модели для увеличения точности прогнозирования процессов смешения, горения, теплообмена и сажеобразования.

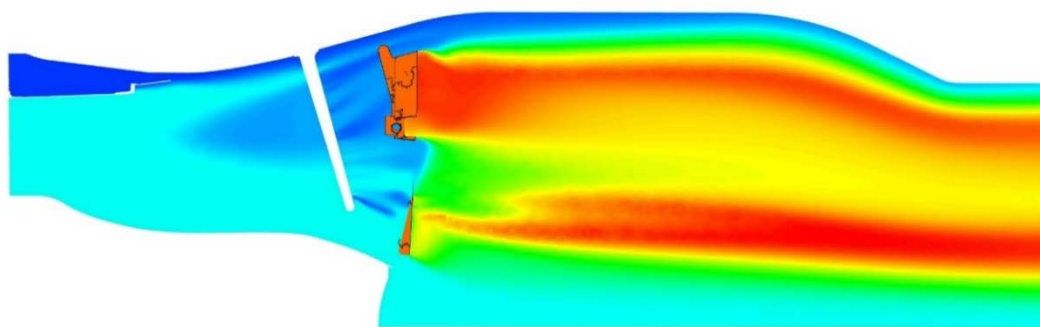


Рис. 2 - Поле температур в сечении одного из распылителей

Список литературы

1. A. van Oijen and L. P. H. de Goeij. "Modelling of Premixed Laminar Flames Using Flamelet-Generated Manifolds". Combust. Sci. Tech. 161. 113–137. 2000.
2. Thirty-Second International Symposium on Combustion, Mc Gill University, Montreal, Canada, August 3–8, 2008.
3. S. Honnet, K. Seshadri, U. Niemann, N. Peters A surrogate fuel for kerosene. Proceedings of the Combustion Institute 32 (2009) p. 485-492.

Сведения об авторах

Бондарчук Антон Андреевич, аспирант первого курса, инженер-конструктор третьей категории. Область научных интересов: численное моделирование и экспериментальные исследования рабочих процессов в камере сгорания, тепловое состояние элементов конструкции ГТД, эмиссионные характеристики ГТД.

Садовский Роман Михайлович, инженер-конструктор третьей категории. Область научных интересов: численное моделирование и экспериментальные исследования рабочих процессов в камере сгорания, тепловое состояние элементов конструкции ГТД, эмиссионные характеристики ГТД.

NUMERICAL STUDY OF THE FLOW IN A FLOW MIXER AND AN AFTERBURNER OF A TURBOFAN ENGINE

Bondarchuk A.A., Sadovsky R.M.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, UEC-Klimov, St. Petersburg,
bondar4uk.aa@yandex.com

Keywords: aviation gas turbine engine, afterburner, fuel combustion, CFD modeling.

The purpose of this study is to create a computational model that allows displaying with sufficient accuracy the workflow inside the afterburner, as well as collecting and analyzing information about the operation of this assembly for its further modernization.