

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМИТАЦИИ РАСПЫЛИВАНИЯ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОПЛИВА МЕЖДУ ПИЛОТНОЙ И ОСНОВНОЙ ЗОНАМИ ГОРЕНИЯ БЕДНОЙ СМЕСИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

Тарасенко А.Н.¹, Янук А.В.¹, Панов Е.Н.¹

¹ Центральный институт авиационного моторостроения им П.И. Баранова, г. Москва,
antarasenko@ciam.ru

Ключевые слова: камера сгорания, компьютерное моделирование, эмиссия вредных веществ.

Одним из ключевых направлений в современном авиационном двигателестроении является выработка технических решений, позволяющих не только удовлетворить действующие требования ИКАО в части эмиссии вредных веществ [1], но и обеспечить запас относительно текущих предельных значений на случай их ужесточения. Наиболее перспективным с этой точки зрения на данный момент является применение схемы бедного горения [2]. Однако критически важным для обеспечения значимого улучшения экологических характеристик камеры сгорания такого типа становится детальная проработка фронтального модуля и, в особенности, организация подготовки топливовоздушной смеси. Это означает, что ключевым фактором успеха становится минимизация высокотемпературной богатой пилотной зоны при сохранении высокой полноты сгорания (порядка 99,9 %) и устойчивости горения, т.е. широкие пределы бедного срыва пламени.

Для проведения параметрического исследования был выбран двухзонный фронтальный модуль [3] типа TAPS, внешний вид которого представлен на рис. 1.

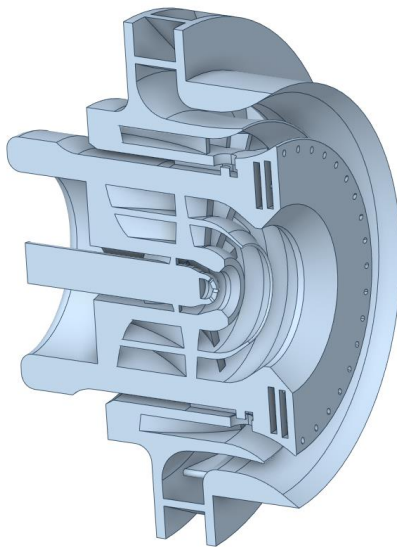


Рис. 1. Рассматриваемый двухзонный фронтальный модуль

Варьированию подлежали следующие параметры: взаимное расположение лопаток осевого завихрителя основной зоны и периферийных форсунок, степень закрутки потока в основной зоне, достигаемая путем изменения угла установки лопаток радиального завихрителя, перераспределение топлива между пилотной и основной зонами, заранее заданные размеры капель топлива. Также было проведено сравнение между тремя подходами к моделированию имитации распыла: задание исходного распределения капель без вторичного дробления, задание одного диаметра для всех капель со вторичным дроблением и задание исходного распределения капель с учётом вторичного дробления.

В результате было получено, что наибольший эффект оказывают степень закрутки потока в основной зоне и перераспределение топлива между пилотной и основной зонами: варьирование этих параметров способно приводить к изменению индексов эмиссии СО и NO_x в несколько раз. Различные подходы к моделированию имитации распыла приводят прежде всего к изменению устойчивости схемы, однако можно заключить, что при задании исходного распределения капель с учётом вторичного дробления необходимо также увеличивать максимальное, минимальное и среднее значения диаметров капель относительно других вариантов в связи с получением нереалистично мелкодисперсного аэрозоля.

Список литературы

1. Annex 16 to The Convention of international Civil Aviation Organization Environmental Protection, Volume II – Aircraft Engine Emissions, 2017.
2. Liu Y., Sun X., Sethi V., Nalianda D., Li Y.-G., Wang L. Review of modern low emissions combustion technologies for aero gas turbine engines // Process in Aerospace Sciences. 2107. Vol. 94. P. 12-45.
3. Бородако В.В., Васильев А.Ю., Кузнецов Е.М., Ляшенко В.П., Строкин В.Н., Фурлетов В.И., Ягодкин В.И. Топливозвоздушный модуль фронтального устройства камеры сгорания ГТД. Патент № 2439435 от 30.06.2010.

Сведения об авторах

Тарасенко Антон Николаевич, начальник сектора ФАУ ЦИАМ им. П.И. Баранова. Область научных интересов: развитие современных вычислительных методов в газовой динамике.

Янук Андрей Владимирович, инженер ФАУ ЦИАМ им. П.И. Баранова. Область научных интересов: применение нейросетевых моделей для автоматизации расчётных и экспериментальных исследований.

Панов Егор Николаевич, инженер ФАУ ЦИАМ им. П.И. Баранова. Область научных интересов: развитие современных вычислительных методов в газовой динамике.

IMPACT OF THE SPRAYING PARAMETERS AND DISCTRIBUTION BETWEEN MAIN AND PILOT ZONES ON THE LEAN-TYPE COMBUSTOR ECOLOGICAL CHARACTERISTICS

Tarasenko A.N.¹, Yanuck A.V.¹, Panov E.N.¹,
Central Institute of Aviation Motors named by P.I. Baranov, Moscow,
antarasenko@ciam.ru

Keywords: combustor, CFD, harmful substances emission.

This paper presents the parametric research of the TAPS-type front module fuel supply parameters, such as impact of the distribution between main and pilot zones, swirling intensity in main zone and initial liquid fuel droplets diameter distribution. All the calculation were carried out using CFD methods. It was obtained that variation of noticed parameters could significantly affect the CO and NO_x emission indexes.