

ВВЕДЕНИЕ В ЗАДАЧУ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КАМЕРЫ СМЕШЕНИЯ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВУХКОНТУРНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ФОРСАЖНОЙ КАМЕРОЙ СГОРАНИЯ

Карев О.Д.

АО «ОДК», г. Москва, karev-od@uecrus.com

Ключевые слова: одномерное моделирование, газотурбинный двигатель, смеситель, камера смешения, верификация.

Одними из наиболее сложных процессов моделирования работы газотурбинного двигателя являются процессы, происходящие в камерах смешения. На рис. 1 изображена классическая система смеситель-сопло [1].

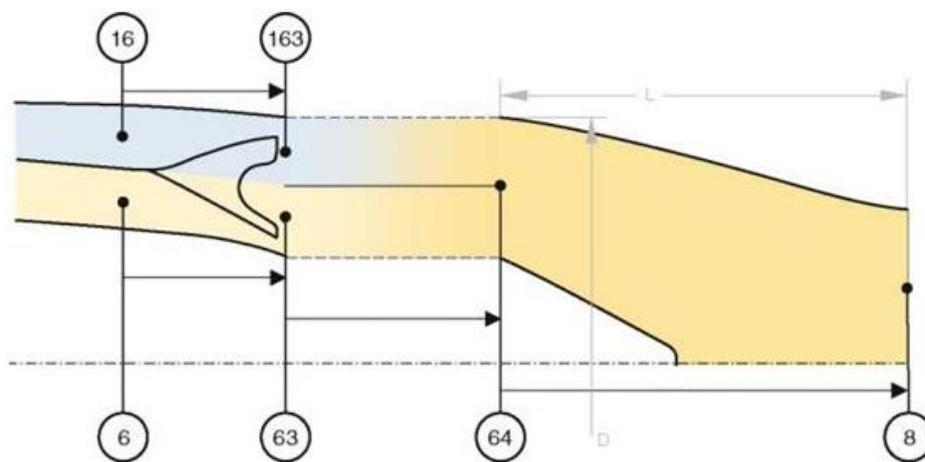


Рис.1 – Система смеситель-сопло

Данная схема условна, поскольку потери давления, изменение площадей струй и смешение в реальности происходит на всех участках, но она позволяет с достаточной степенью точности рассчитать интегральные параметры условно смешанного потока для использования их в расчете последующих элементов.

В математической постановке задачи камера смешения считается цилиндрической. Аналогичный алгоритм используется во множестве программ математического моделирования подобных задач. Алгоритм этого модуля обеспечивает расчет процесса смешения двух газовых потоков. Во входных сечениях, как правило, не допускается режимов критического и сверхкритического истечения. Расчет процесса смешения ведется из предположения равенства статических давлений потоков во входных сечениях камеры смешения.

Исходными данными для расчёта являются площадь выходного сечения камеры смешения и отношение площадей входных сечений.

Характеристика данного узла представляется зависимостью коэффициента гидравлических потерь от приведенной скорости потока. Данная зависимость в настоящее время получается с использованием методологии конечно-элементного моделирования.

В результате трехмерных расчетов для различных режимов работы двигателя и заданной геометрии определяется значение коэффициента восстановления полного давления по тракту камеры смешения. Путем изменения граничных условий задачи, возможно определение потерь полного давления в широком диапазоне режимов работы двигателя. После чего на основе результатов расчёта путем аппроксимации получается зависимость коэффициента гидравлических потерь, например, от приведённой скорости газозводушной смеси.

Важным моментом является выбор диапазона изменения входных параметров и частоты экспериментов, что, с одной стороны, приводит к возрастанию объемов, времени и стоимости решения задачи, с другой стороны, возможна потеря точности вследствие отсутствия понимания о качественных изменениях характера протекания процессов.

Полученные коэффициенты восстановления потерь полного давления не являются «истинными». Чтобы их получить, использованы исходные данные, которые являются результатом расчёта одномерной математической модели с введенными в нее потерями в первом приближении, уточнение которых приведет к изменению работы двигателя. Потери полного давления по внутреннему контуру повлияют на работу турбины низкого давления, а потери полного давления по наружному контуру скажутся на пропускной способности сети за вентилятором (компрессором низкого давления), что приведет к изменению степени повышения давления вентилятора, изменению степени двухконтурности и соответствующему перераспределению расходов рабочего тела между контурами двигателя. Вопрос определения потерь полного давления по тракту камеры смешения для всех возможных режимов её работы представляет собой итерационную задачу, требующую больших вычислительных мощностей и времени.

В качестве решения описанной задачи предлагается создание математической модели камеры смешения, которая отражает физическое изменение происходящих в ней процессов смешения и позволяет более точно их описывать.

Список литературы

1. Kurzke J., Halliwell I. Propulsion and Power: An Exploration of Gas Turbine Performance Modeling. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2018. 755 p. DOI10.1007/978-3-319-75979-1.
2. Кудрявцев А.В., Медведев В.В. Форсажные камеры и камеры сгорания ПВРД: инженерные методики расчета характеристик // Труды ЦИАМ №1352. М., 2013. 137 с.
3. Медведев В.В. Принцип выбора числа лепестков и формы каналов смесителя // Научный вестник МГТУ ГА. 2005. №85.

Сведения об авторе

Карев Олег Дмитриевич, инженер-конструктор 1 категории. Область научных интересов: математическое моделирование, подходы и методики общедвигательных расчетов, термодинамические расчеты ГТД, методики расчета камер смешения.

INTRODUCTION TO THE PROBLEM OF CALCULATING THE PARAMETERS OF THE MIXING CHAMBER OF A BYPASS ENGINE WITH AN AFTERBURNER

Karev O.D.

United engine corporation, Moscow, Russia, karev-od@uecrus.com

Keywords: one-dimensional modeling, gas-turbine engine, mixer, mixing chamber, verification.

The article considers the problem of calculation accuracy when using mathematical models of gas-turbine engines of 2 levels of complexity, using the example of a device for mixing the flows of the external and internal circuits of a gas turbine engine, and suggests methods for solving it. The paper presents the dependencies of the workflow parameters, which allow for more accurate verification of mixer models of 2 levels of complexity.