

Сложность определения характеристик поглотителей пульсаций давления связана с несколькими факторами. Зависимостью скорости звука от температуры газа, изменяющейся вдоль поглотителей в процессе развития горения и зависящей от расхода охлаждающего поглотителя воздуха, а также наличием перепада давления на перфорированном экране и наличием потока воздуха по обе стороны экрана. Расчет характеристик был проведен по оригинальной методике, разработанной в ЦИАМ. Методика позволяет рассчитывать коэффициент отражения акустических волн различной амплитуды и частоты, падающих на препятствие, например, перфорированный экран, отстоящий от внешней стенки корпуса КС. При этом выполняется моделирование нестационарного пространственного течения в приближении URANS с моделью турбулентности ν_t -90. В расчёте учитывался поток в системе охлаждения с числом Маха $M \approx 0.2$, температура в потоке охлаждения $T = 700$ К, что близко к условиям проведения эксперимента. В ходе работы выполнена оценка влияния на коэффициент отражения скорости потока в тракте охлаждения и перепада давления на перфорированном экране. Также было определено влияние амплитуды падающей волны на поглощающие свойства. Показано, что для увеличения максимального значения коэффициента поглощения акустической энергии необходимо уменьшать скорость охлаждающего потока и перепад давления на отверстиях перфорации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-08-01045.

УДК 621.454.3+536.8+519.6

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЫХОДЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД ПРИ ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА ЧЕРЕЗ СТЕНКУ

Тихонов О.А., Сабирзянов А.Н., Казанский национальный
исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева – КАИ
(г. Казань), OLATikhonov@kai.ru

Бакланов А.В., Казанское моторостроительное производственное
объединение (г. Казань)

Ключевые слова: камера сгорания ГТД, конвективный сопряженный теплообмен, неадиабатная задача, моделирование

Наиболее точное определение рабочих параметров в камерах сгорания ГТД требует учета сопряженного теплообмена со стенками жаровых труб. Теплопередача через стенку увеличивает энтальпию вторичного воздуха и перераспределяет ее по протяженности камеры сгорания, что позволяет иметь требуемые рабочие параметры и эмиссионные характеристики на выходе из двигателя. Как правило, вопрос учета сопряженного теплообмена при проектировании и создании ГТД рассматривается при прогнозировании температуры стенок жаровых труб.

В литературных источниках не содержится универсальной зависимости, определяющей влияние сопряженного теплообмена через стенку на распределение температуры на выходе из камеры сгорания для различных типов ГТД. В связи с этим, в данной работе ставилась задача определения на основе численных исследований влияния сопряженного теплообмена на профиль температуры на выходе из камеры сгорания для малоразмерного ГТД с вращающейся форсункой и полноразмерного ГТД с разными геометрическими формами горелочных устройств.

Решение поставленной задачи проводилось средствами программного продукта ANSYS-Fluent. Численные исследования проводились на секторных и полноразмерных геометрических моделях камер сгорания. Турбулентный поток во внутрикамерном пространстве камеры сгорания ГТД описывался, различными моделями, основанными на гипотезе о турбулентной вязкости Буссинеска. Для моделирования горения применялись модели распада турбулентного вихря (Eddy Dissipation Model), тонкого фронта пламени для диффузионного горения (Flamelet), конечной скорости химической реакции (Finite Rate). В качестве набора химических реакций окисления горючего рассматривался механизм Gri-Mesh 3.0, включающий 53 компонента и 325 реакций. Для оценки теплового состояния стенок жаровых труб камер сгорания ГТД ставилась конвективная сопряженная задача теплообмена и получение результата следовало из решения уравнений энергии для реагирующего газа и теплопроводности для стенки. Для решения системы уравнений применялись решатели по давлению «Simple» или совместный решатель «Coupled».

Результаты проведенных численных экспериментов показали, что в малоразмерных камерах сгорания учет тепломассообмена со стенками жаровых труб и фронтальной плиты приводит к изменению профиля температуры на выходе из камеры сгорания в пределах погрешности вычислений. Для полноразмерных камер сгорания учет сопряженного теплообмена является обязательным, так как отклонение профиля температуры может достигать до 300 К от результатов, полученных в адиабатной постановке.

Список литературы

1. Сабирзянов А.Н., Явкин В.Б., Александров Ю.Б., Маркушин А.Н., Бакланов А.В. Моделирование эмиссионных характеристик камер сгорания ГТД // Вестник КГТУ имени А.Н. Туполева, 2014. - №2. - С.62-70.

УДК 621.45.022

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТОЙ РЕАКТОРНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБРАЗОВАНИЯ СО В ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ЗОНАХ МАЛОРАЗМЕРНОЙ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Зубрилин И.А., Гураков Н.И., Семенихин А.С., Моралес М.Э., Матвеев С.Г.
Самарский университет, г. Самара, nikgurakov@gmail.com

В работе исследовалось влияние различных параметров первичной и вторичной зон малоразмерной камеры сгорания на ее экологические характеристики. Исследование экологических характеристик камеры сгорания проводилось двумя способами. Первый способ состоял из двух этапов: моделирование процессов горения в трехмерной постановке с использованием модели сгорания FGM и расчет сети реакторов, реализованной в программном обеспечении Ansys Fluent 18.2 на основе результатов первого этапа. Построение сети реакторов в этом подходе происходит автоматически в зависимости от температуры и доли смеси. Количество реакторов в результате составляет порядка 500. Второй способ представляет собой простую модель сети реакторов, в которой первичная зона моделируется реактором идеального смешения, а вторичная зона представляет собой проточный реактор. В качестве топлива в работе использовался чистый метан.

В результате представлены результаты исследования влияния времени пребывания смеси и соотношения коэффициента избытка топлива в каждой зоне КС на выброс СО, NO_x и несгоревших углеводородов. Время пребывания и коэффициент избытка топлива для первого способа определялись конструктивными параметрами камеры сгорания. Для простой сети реакторов эти параметры устанавливались в качестве входных данных, поэтому этот метод можно использовать на этапе предварительного проектирования.

В результате проведенной работы был получен метод, позволяющий определить параметры первичной и вторичной зон камеры сгорания с целью