**Расчет и испытания КС малогабаритного ТРД**

Акилов Андрей Сергеевич

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Научный руководитель: заместитель заведующего базовой кафедры «Разработка авиационных двигателей и энергетических установок» (Базовая кафедра АО ОДК «Климов») Побелянский Антон Викторович

Объектами исследования являются: камеры сгорания газотурбинного двигателя ТВ3-117 и малоразмерного газотурбинного двигателя тягой 100 Н (МГТД 100Н).

Предметом исследования является: газодинамические процессы, протекающие в камере сгорания воздушно-реактивного двигателя.

Целью данной работы является: анализ результатов компьютерного моделирования газодинамических процессов, протекающих в камере сгорания воздушно-реактивного двигателя, а так же на основании этого анализа подбор конструктивных элементов одного из объектов исследования, имеющих удовлетворительные параметры, сопоставление результатов расчета с результатами огневых испытаний над МГТД 100Н.

Для исследования процессов проходящих в КС ТВ3-117 средствами компьютерного моделирования было выполнено следующее:

- в геометрическом построителе создана модель КС ГТД ТВ3-117;

- в сеточном генераторе сгенерирована качественная расчетная сетка;

- в «решателе» заданы граничные и начальные условия, выбрана математическая модель;

- проведен итерационный расчет и проанализированы результаты;

Все эти этапы были выполнены в различных модулях программного пакета ANSYS.

В качестве рассматриваемой КС была выбрана модель кольцевой КС ГТД ТВ3-117, которая была построена в геометрическом построителе – design modeler. На следующем этапе в модуле Meshing, была сгенерирована расчетная сетка, обладающая удовлетворительным качеством и состоящая из 8 миллионов ячеек.

Все расчеты производились в модуле программного пакета ANSYS Fluent. По умолчанию для решения гидродинамических задач Fluent использует систему из двух уравнений. Это уравнение неразрывности и уравнение движения. Для решения поставленной задачи, с помощью подключения специальных модулей, в основную систему были добавлены другие необходимые уравнения. Это уравнение сохранения энергии, для определения теплового состояния системы, модель турбулентности «K-ω SST», для разрешения вихревых зон течения, модель горения «non premixed combustion», необходимая для расчета процесса горения предварительно не перемешанной топливно-воздушной смеси и модель «Discrete Phase», которая необходима для моделирования впрыска капель жидкого горючего и их испарения.

Были заданы начальные условия: в качестве горючего подавался дизель, в качестве окислителя атмосферный воздух. Затем было произведено 3 итерационных расчета по 5000 итераций для разных режимов работы двигателя: взлетный режим, крейсерский режим и режим малого газа. Каждому режиму присущи свои начальные условия, а именно: массовые расходы горючего и окислителя, а также их температура и давление на входе в КС.

В качестве результатов расчетов были получены поля температур, скорости и давления для разных режимов работы двигателя.

Реальные испытания смоделированной КС ГТД ТВ3-117 не проводились из-за высокой стоимости таких испытаний, и силами кафедры сравнить результаты численного расчета с результатами реального эксперимента не представляется возможным. Поэтому был выбран второй объект исследования – МГТД 100Н, издержки на испытания которого являются существенно ниже.

МГТД 100Н тягой 100 Н может применяться как силовая установка для беспилотных летательных аппаратов, и с учетом развития беспилотной авиации представляет большой интерес. Моделирование газодинамических процессов происходящих в МГТД 100Н проводился аналогичным образом и с применением тех же программных продуктов, что и в первом объекте исследования. Анализ результатов расчета позволил выделить ряд деталей, подверженных умеренным тепловым нагрузкам, что позволило подобрать для этих деталей термостойких пластик и изготовить эти детали методом FDM из него. Также благодаря результатам расчетов была выявлена зона повешенной теплонапряженности в зоне контакта соплового аппарата турбины и задней стенки корпуса камеры сгорания. Данная зона в ходе эксперимента подверглась разрушению, что подтвердило правильность расчётов.

В результате работы были произведены расчёты позволившие оценить, как поведёт себя изделие в реальных условиях эксплуатации. На основании расчётов было предложено изготовить ряд конструктивных элементов из термостойкого пластика, что являлось реальным практическим вкладом. В ходе работ проведены реальные огневые испытания малогабаритного газотурбинного двигателя. Результаты эксперимента подтвердили верность результатов расчета.