

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОТОКА РАБОЧЕГО ТЕЛА ГТДТкаченко А.Ю.

Самарский университет, г. Самара, tau@ssau.ru

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, рабочий процесс, рабочее тело, поток, математическая модель, параметр состояния, термодинамическая функция, кинематический параметр.

При термодинамическом моделировании рабочего процесса газотурбинного двигателя центральное место занимает расчет изменения параметров потока рабочего тела. Основные сложности такого расчета связаны с тем, что поток рабочего тела описывается совокупностью большого количества взаимосвязанных параметров. Многочисленные взаимозависимости между термодинамическими и кинематическими параметрами могут приводить к многократному повтору вычислений промежуточных величин, которые не фиксируются в параметрах модели двигателя, что увеличивает общее время вычислений. Кроме того, разнообразие сочетаний параметров, являющихся исходными данными для определения остальных величин, требует огромного количества вариантов математических выражений и функций расчета. Анализ накопленного опыта по реализации алгоритмов расчета рабочего процесса ГТД позволил выбрать эффективный вариант реализации математической модели потока рабочего тела в виде компактной и гибкой библиотеки функций для расчета всех интересующих параметров рабочего тела в любом сечении проточной части.

Поток рабочего тела в сечении проточной части ГТД полностью определяется составом рабочего тела, значениями его полной и статической температур, полного давления и массового расхода. Данные параметры являются основными параметрами потока рабочего тела. В некоторых случаях совокупность параметров потока может быть определена не полностью. Например, статическая температура может быть не определена в случаях, когда кинематические и геометрические параметры в сечении неизвестны или не имеют значения в контексте решаемой задачи.

В соответствии с разработанными принципами формирования математической модели потока рабочего тела все параметры разделены на 6 групп:

1 – совокупность массовых долей компонентов рабочего тела, которая описывает состав воздуха;

2 – включает полную температуру (основной параметр группы) и однозначно определяемые ею значения термодинамических функций заторможенного и критического потока;

3 – кинематическая – совокупность параметров, связанных со скоростью потока; основной параметр группы - статическая температура;

4 – включает полное давление (основной параметр), статическое давление, плотность рабочего тела и плотность тока;

5 – включает расходные параметры: массовый расход рабочего тела (основной параметр) и эффективную площадь;

6 – косвенные и второстепенные параметры.

Каждая группа кроме шестой содержит один основной параметр. Основной параметр группы выбран исходя из соображений реализации наиболее эффективных алгоритмов расчета для всех возможных ситуаций. Значение основного параметра либо задается, либо определяется в зависимости от определяющих его параметров перед тем, как будут рассчитываться остальные параметры группы. То есть основной параметр является «узловым» в последовательности расчета параметров группы, что позволяет сформировать минимально необходимый набор функций расчета параметров потока. Некоторые параметры 4, 5 и 6 групп зависят от основного параметра 3 (кинематической) группы и могут быть рассчитаны, только если определено значение статической температуры (основного параметра 3 группы).

Разработанные на основе изложенных принципов математическая модель потока рабочего тела и соответствующая программная библиотека позволяют создавать эффективные с точки зрения вычислительного быстродействия модели расчета рабочих процессов в узлах ГТД, из которых складывается его термодинамический цикл.

Сведения об авторе

Ткаченко Андрей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры теории двигателей летательных аппаратов им. В.П. Лукачева Самарского университета. Область научных интересов: математическое моделирование рабочего процесса газотурбинных двигателей, разработка методов и средств концептуального проектирования газотурбинных двигателей.

GENERIC MODEL OF THE WORKING FLUID FLOW FOR GAS TURBINE ENGINE THERMODYNAMIC CALCULATIONS

Tkachenko A. Yu.

Samara University, Samara, Russia, tau@ssau.ru

Keywords: gas turbine engine, workflow, working fluid, mathematical model, state parameter, thermodynamic function, kinematic parameter.

The developed principles and model of the working fluid flow and the corresponding software library are described, which make it possible to create effective models for calculating work processes in engine components.