

МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРДД ДЛЯ ВЫСОТНОГО РАЗВЕДЧИКА

Кишалов А.Е.

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, kishalov@ufanet.ru

Ключевые слова: высотный разведчик, автоматизированное проектирование, система поддержки принятия решения.

Современные авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД) характеризуются сложностью протекающих процессов, чрезвычайно высоким уровнем параметров газового потока в проточной части, низким удельным расходом топлива, низкой удельной массой и высокой удельной тягой. Для их успешного проектирования необходимо выполнить ряд последовательных итерационных расчётов, включающих в себя термогазодинамический расчёт параметров цикла (с оптимизацией характеристик и обеспечением необходимых параметров в расчётных точках), аэродинамическое проектирование узлов и выполнение расчётов, подтверждающих работоспособность, ресурс и надёжность его основных деталей и сборочных единиц. Обычно данные исследования выполняются на ранних этапах жизненного цикла. На более поздних стадиях проектирования отдельных узлов расчёты выполняются в трехмерной постановке и, при необходимости, подтверждаются экспериментами. Раннюю стадию проектирования двигателя можно значительно ускорить за счёт применения системы поддержки принятия решения (СППР), которая выполняет мультидисциплинарное моделирование основных узлов ВРД (проектный и поверочный расчёт), оценивает тепловое и напряжённо-деформированное состояние узлов и основных деталей [1, 2].

В данном исследовании приводятся результаты мультидисциплинарного моделирования двигателя для высотного разведчика в СППР «АМ». В качестве исходных данных для разработки модели были выбраны высота и скорость полёта (21 км, $M = 0,7$), схема двигателя (ТРДДсм), параметры цикла ($\pi_{к\kappa} = 32$ и $T_{к\kappa} = 1700\text{K}$, для обеспечения высокого КПД цикла и необходимого ресурса) и параметры совершенства узлов (приняты на уровне двигателей для высотных разведчиков: М-55, U-2S и ER-2). Также в качестве исходных данных принято значение тяги двигателя на крейсерском режиме полёта (6,5705 кН). В качестве оптимизируемого параметра выбран удельный расход топлива на крейсерском режиме (так как для высотного разведчика одним из наиболее важных параметров является продолжительность и дальность полёта). В качестве изменяемых параметров цикла были выбраны степени повышения давления компрессоров высокого и низкого давлений и степень двухконтурности (т.е. в работе исследовано как изменение работы у наружного и внутреннего контура скажется на параметрах двигателя). При этом степень повышения давления компрессора высокого давления в расчёте подбиралась исходя из варьируемой степени повышения давления компрессора низкого давления (от 2 до 5) и суммарной степени повышения давления компрессоров (32). Приведённый расход воздуха через двигатель выбирался таким образом, чтобы обеспечить необходимую тягу двигателя. Степень двухконтурности варьировалась в диапазоне от 1,5 до 0,25. Также в исследовании наложено ограничение в виде максимального диаметра двигателя. Как и ожидалось, минимальный удельный расход топлива обеспечивается при максимальной степени двухконтурности. Далее в СППР «АМ» были разработаны модели основных узлов (входное устройство, компрессора, камера сгорания, турбины, реактивное сопло, рис. 1). СППР выполнила как проектный, так и поверочный расчёты (по разработанной геометрии определила параметры совершенства узлов).

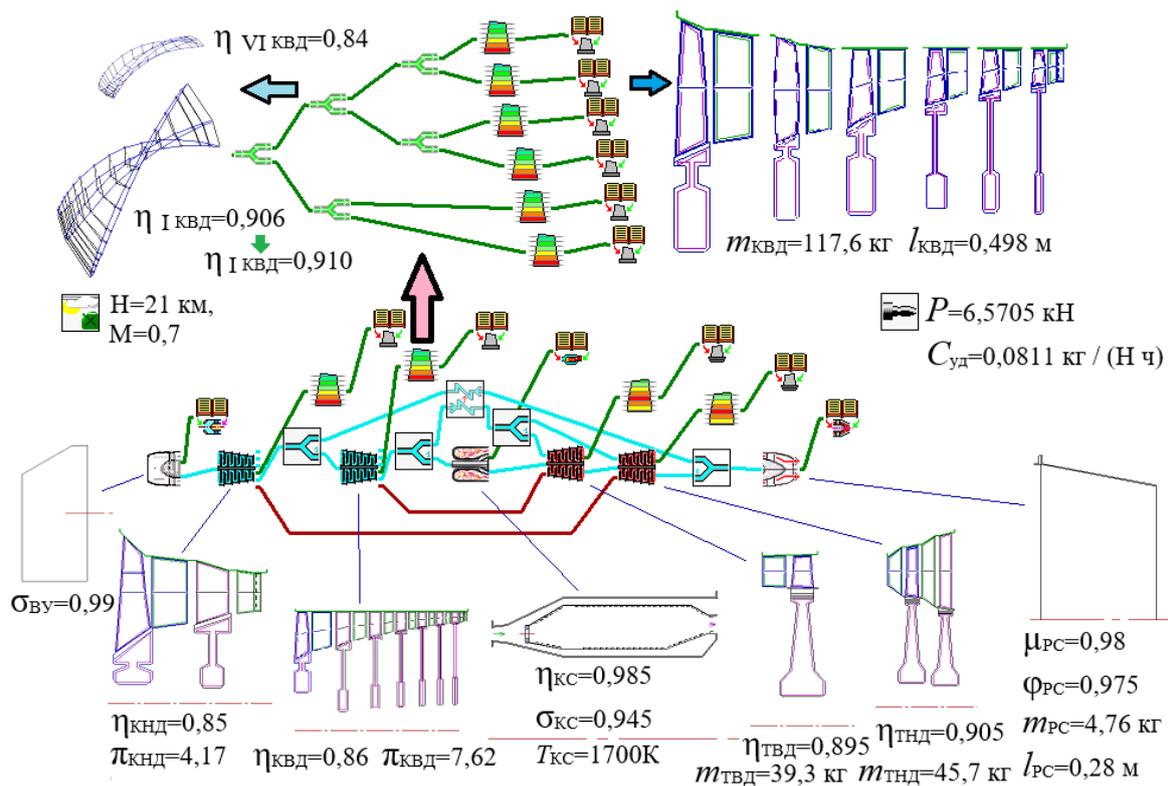


Рисунок 1 – Топологическая модель ТРДДФ см в СППР «АМ» и некоторые результаты моделирования

В результате моделирования получена геометрия узлов (схемы с основными размерами и массой узла), обеспечивающая работоспособность узла и двигателя в целом.

Список литературы

1. Кишалов А.Е. Автоматизированное проектирование авиационных ВРД на ранних стадиях разработки // Вестник УГАТУ. Уфа: УГАТУ, 2021. Т. 25, № 3 (93). С. 18-33.
2. Кишалов А.Е., Маркина К.В. Экспертная система по автоматизированному проектированию узлов и выбору материалов основных деталей авиационных воздушно-реактивных двигателей. Свидетельство № 2016663846. М.: Роспатент, 2016.

Сведения об авторе

Кишалов А.Е., к.т.н., доцент, доцент каф. АТиТ УННТ. Иссл. в обл. рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неуставившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.

MULTIDISCIPLINARY MODELING OF TURBOFAN ENGINES FOR HIGH-ALTITUDE SCOUT

Kishalov A.E.¹

Ufa university of science and technology, Ufa, Russia, kishalov@ufanet.ru

Keywords: high-altitude reconnaissance, computer-aided design, decision support system.

The article presents the results of multidisciplinary modeling of turbofan engines for a high-altitude scout aircraft.