

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Агульник А.Б., Горбунов А.А., Складорова А.П.

Федеральное государственное образовательное учреждение «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, 9055067112@mail.ru

Ключевые слова: высокоскоростной летательный аппарат, комбинированная силовая установка, эффективность, сравнительный анализ.

Летательные аппараты (ЛА) авиационного типа, способные развивать скорости полета, превышающие скорость звука более, чем в 4 раза, будут востребованы в ближайшем будущем как для задач выведения полезной нагрузки на околоземную орбиту, так и для других целей. Доказательством этого является большое количество проектов высокоскоростных ЛА и их силовых установок, разрабатываемых в США, КНР, Великобритании и т.д. [1,2]. В этих проектах рассматриваются самые различные типы и компоновочные схемы комбинированных силовых установок (КСУ): турбопрямоточные, ракетно-прямоточные, ракетно-турбинные и т.д. [3,4]. Очевидно, что правильный выбор силовой установки во многом определит эффективность всего ЛА [5,6].

Если для ЛА традиционных типов, использующих традиционные газотурбинные двигатели (ГТД), методы оценки эффективности двигателя в системе ЛА разработаны и успешно применяются в практике проектирования [7], то для рассматриваемых высокоскоростных ЛА и предполагаемых для них КСУ, использование существующих разработок становится неприемлемым, так как отсутствует статистическая информация об аэродинамических и массовых характеристиках ЛА и двигателей прототипов.

Если для расчетов характеристик ГТД традиционных схем существуют общепринятые методики их расчета, позволяющие сравнивать рассчитанные характеристики двигателей различных схем и параметров [8], то для КСУ таких методик нет. Широкое разнообразие их схем делает затруднительным в рамках одного проектного исследования выполнение их сравнительного анализа.

Используемая авторами методика оценки эффективности КСУ в системе высокоскоростного ЛА основана на следующих основных принципах:

- аэродинамические характеристики рассматриваемого высокоскоростного ЛА рассчитываются в 3D-постановке с использованием ПК ANSYS, или аналогичного;
- характеристики воздухозаборных и сопловых устройств рассчитываются в 2D или 3D-постановке в зависимости от их схемы;
- массовые характеристики ЛА определяются на основе выполненных 3D-расчетов теплового состояния ЛА, позволяющего предположить применение тех или иных конструкционных материалов;
- высотно-скоростные и дроссельные характеристики КСУ рассчитываются в одномерном приближении с использованием программного комплекса ThermoGTE, или аналогичного;
- все указанные элементы ЛА обмениваются данными через внешнюю файловую систему, организованную программным комплексом ЛА-КСУ, который осуществляет моделирование полета ЛА с КСУ по заданной траектории полета.

При предпроектных исследованиях есть необходимость анализировать большое количество схем и характеристик ЛА и КСУ, что делает необходимым разработку программного комплекса, основанного на изложенной методике, трансформированной к инженерной постановке, позволяющей проводить вычисления с приемлемыми временными затратами без потери достоверности результатов.

Список литературы

1. Шумилин А. Перспективные силовые установки для высокоскоростных летательных аппаратов. Американские проекты // Авиация и космонавтика. 2003. №10.
2. Bartolotta P.A., McNelis N.B., Shafer D.G. High Speed Turbine: Development of a Turbine Accelerator (RTA) for Space Access. AIAA-2003-6943, 2003.
3. Курзинер Р.И. Реактивные двигатели для больших сверхзвуковых скоростей полета. М.: Машиностроение, 1989. 264 с.
4. Turboramjet Propulsion for Hypersonic Booster-Aircraft of TSTO Aerospace System / A. Lanshin [et al.]. AIAA-96-4499, 1996.
5. Ланшин А.И., Сосунов В.А., Цховребов М.М. Исследования и разработки комбинированных силовых установок для летательных аппаратов авиационного и аэрокосмического назначения. Международная конференция «Авиационные технологии–2000», Жуковский, 19-24.08.1997.
6. Агульник А.Б., Мозжорина Т.Ю., Гнесин Е.М. Параметрический анализ комбинированной двигательной установки (КДУ) воздушно-космического самолета (ВКС) в условиях неопределенности его основных количественных показателей. XX чтения по космонавтике. М.: РАН, 1996.
7. Луковников А.В. Методология формирования технического облика силовых установок летательных аппаратов // Полет. 2007. № 7. С. 28–38.
8. Лещенко И.А. Программный комплекс ThermoGTE / <http://thermogte.ru>.

Сведения об авторах

Агульник Алексей Борисович, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедрой. Область научных интересов: математическое моделирование характеристик воздушно-реактивных двигателей, интеграция двигателей и летательных аппаратов.

Горбунов Артем Александрович, старший преподаватель. Область научных интересов: математическое моделирование летно-технических характеристик летательных аппаратов.

СклярOVA Анастасия Павловна, инженер. Область научных интересов: математическое моделирование характеристик силовых установок с воздушно-реактивными двигателями.

METHODOLOGY FOR EVALUATION OF COMBINED PROPULSION EFFICIENCY WITHIN HIGH-SPEED AIRCRAFT SYSTEMS

Agul'nik A.B., Gorbunov A.A., Sklyarova A.P.

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russian Federation

Keywords: high-speed aircraft, combined propulsion system, efficiency, comparative analysis.

The paper studies the challenges of combined propulsion system design for a high-speed aircraft with a flight speed exceeding four times the speed of sound. The calculation methodology is proposed to determine performance and takeoff parameters for an entire aircraft. The example of a design study for a turboramjet propulsion system and the entire aircraft is given.