

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСОСТАВНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Агульник А.Б., Горбунов А.А., Склярова А.П.
ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)», г. Москва

Ключевые слова: комбинированная силовая установка, воздушно-реактивный двигатель, многоразовые средства выведения.

Задача снижения стоимости выведения полезной нагрузки на орбиту является актуальной с запуска первого спутника. После коммерциализации космических полетов основными грузами являются спутники гражданского, военного или двойного назначения. На данный момент у США более 3000 спутников на орбите, у Китая и России около 400 и 150 соответственно. Снижение стоимости доставки спутников на низкие орбиты возможно за счет применения многоразовых космических транспортных систем. Самые известные проекты [1]:

- многоразовые авиационно-космические системы (АКС) с дозвуковым самолетом-носителем и ракетной системой выведения, реализующие горизонтальный старт и посадку (проект Боинг/Пратт-Уитни (США), НПО "Молния"- "МАКС" (РФ-Украина), «Воздушный старт» (РФ), Ан-225/"Интерим Хотол" (Украина-РФ-Великобритания) и др.);

- многоразовые одноступенчатые воздушно-космические самолеты (ВКС) и двухступенчатые АКС с комбинированными силовыми установками (КСУ) на основе двигателей, использующих атмосферный воздух до гиперзвуковых скоростей полета (проекты АКС "МИГАКС" и ВКС Ту-2000 (РФ), X-30 (США), JASP (Япония), HYPERPLANE (Индия), STS-2000 и АКС STAR-H (Франция), "SANGER" (Германия) и др.).

Применение подобных ВКС и АКС должно позволить:

- расширение эксплуатационных возможностей (использование самолетных ВПП, меньшее время подготовки старта, произвольные временные отрезки запуска);

- снижение стоимости доставки 1 кг груза;

- снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

Основным вопросом при проектировании подобных систем является многорежимная силовая установка (СУ) [2-5]. В работе рассмотрена СУ для гиперзвукового летательного аппарата (ГЛА)-разгонщика двухступенчатой АКС. Для ГЛА любых классов и назначений характерен очень высокий уровень интеграции СУ и ЛА. В этом случае обоюдное влияние силовой установки и летательного аппарата будет достаточно высоким [6]. При этом, рассматривая проект достаточно далекой перспективы, затруднительно проводить анализ с использованием высокоточных моделей.

Разработанная методика позволяет производить оценку эффективности перспективных типов силовых установок (комбинированные, с изменяемым циклом, ракетные и др.). Общая схема представлена на рис. 1.

Главной особенностью методики является рассмотрение силовой установки не как математической модели более низкого уровня, а как набора дроссельных и высотно-скоростных характеристик (ДВСХ). Данный подход позволяет быстро настраивать разработанный программно-математический комплекс на исследования силовых установок нетрадиционных схем и компоновок, сочетающих в себе различные типы двигателей, как воздушно-реактивных, так и ракетных и электрических. Наиболее выигрышной эта методика является для комбинированных и составных силовых установок высокоскоростных ЛА.

Методика реализована в среде программирования Python. Написаны и протестированы блок интеллектуальной обработки и блок решателя. Методика позволяет использовать характеристики силовой установки в любом формате. Важным также является возможность задавать программу управления всей силовой установкой.

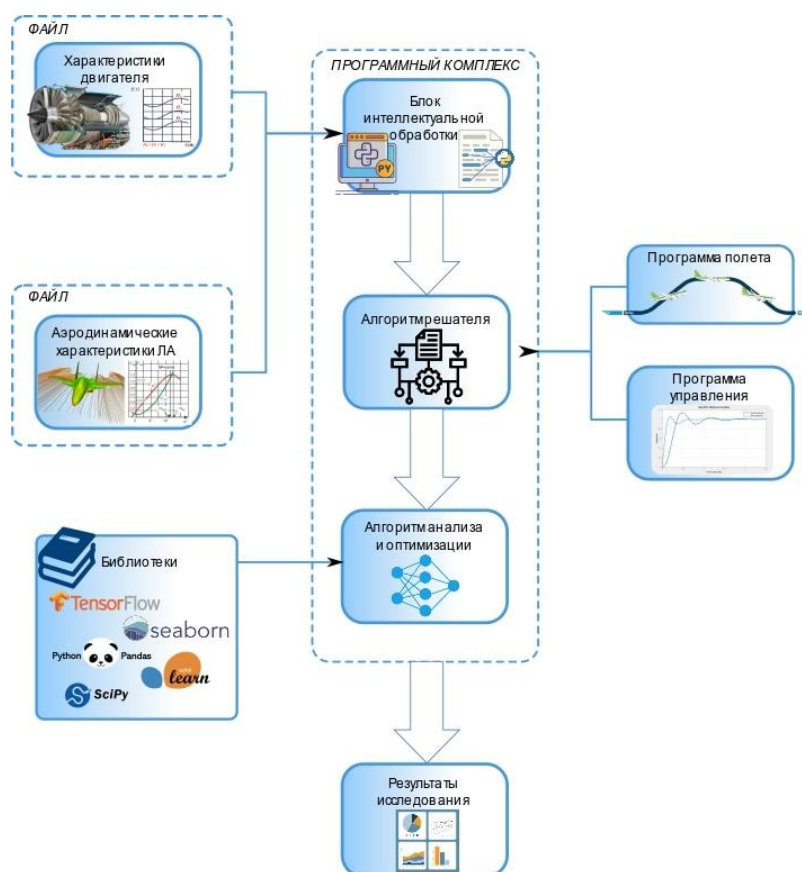


Рисунок 1 – Методика оценки эффективности перспективных силовых установок

Список литературы

1. Borovikov A., Gavrilouk V., Khokhlov A., Lanshin A., Sobatchkin A., Sokolov V. Optimal Nozzle Profiling for “Orel-2-1” Transport System // AIAA Paper. 96-2685. 1996.
2. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок / В.И. Бакулев, В.А. Голубев, Б.А. Крылов и др.; под ред. В.А. Сосунова, В.М. Чепкина. М.: МАИ, 2003. 688 с.
3. Ракетно-прямоточные двигатели на твердых и пастообразных топливах. Основы проектирования и экспериментальной отработки / В.А. Сорокин, Л.С. Яновский, В.А. Козлов и др. М.: Физматлит, 2010. 320 с.
4. Каленский С.М., Морзеева Т.А., Эзрохи Ю.А. Силовые установки нетрадиционных схем для перспективных магистральных самолетов нового поколения. М.: ЦИАМ, 2019. 124 с.
5. Курзинер Р.И. Реактивные двигатели для больших сверхзвуковых скоростей полета. М.: Машиностроение, 1989. 264 с.
6. Луковников А.В. Методология формирования технического облика силовых установок летательных аппаратов // Полет. 2007. № 7. С. 28-38.

Сведения об авторах

Агульник А.Б., д.т.н., с.н.с., зав. каф. Область научных интересов: математическое моделирование процессов и характеристик воздушно-реактивных двигателей перспективных схем, системное проектирование и интеграция силовых установок и летательных аппаратов.

Горбунов А.А. ст. преподаватель. Область научных интересов: математическое моделирование процессов и характеристик воздушно-реактивных двигателей перспективных схем, системное проектирование и интеграция силовых установок и летательных аппаратов.

Склярова А. П. ассистент. Область научных интересов: математическое моделирование процессов и характеристик воздушно-реактивных двигателей перспективных схем, системное проектирование и интеграция силовых установок и летательных аппаратов.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE EFFICIENCY OF MULTI-COMPONENT PROPULSION SYSTEMS IN THE AIRCRAFT SYSTEM

Agulnik A.B., Gorbunov A.A., Sklyarova A.P.
Moscow Aviation Institute (National Research University)

Keywords: combined propulsion system, air-jet engine, reusable launch vehicles.

The paper provides a rationale for the necessity of research in the field of aircraft engines of advanced schemes. A methodology for assessing the effectiveness of power plants in the aircraft system has been developed and tested. The method is implemented in the Python programming language.