

СРЕДА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ «АСТРА-ГТД»: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Ткаченко А.Ю., Желтов К.В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, tau@ssau.ru

Ключевые слова: газотурбинный двигатель (ГТД), термогазодинамический расчёт, мультидисциплинарная оптимизация, имитационное моделирование, модульная архитектура, цифровой двойник.

Современное ГТД требует сред моделирования, обеспечивающих сквозной расчёт, многокритериальную оптимизацию и поддержку цифровых двойников. Среда концептуального проектирования АСТРА-ГТД, разработанная в Самарском университете, предоставляет полный набор инструментов для концептуального анализа и проектирования ГТД любой сложности.

Ключевой особенностью рассматриваемого программного комплекса является модульная архитектура с открытой библиотекой компонентов, включающей компрессоры, камеры сгорания, турбины, газогенераторы, теплообменники, узлы отбора воздуха и другие элементы [1]. Пользователь может собирать модели произвольных схем – от простых одновальных до сложных многоконтурных двигателей с промежуточным охлаждением и регенерацией тепла. Система поддерживает многоуровневое иерархическое моделирование: одна модель может быть вложена в другую, а отдельные модули – замещаться или детализироваться [2].

Функционал среды АСТРА-ГТД предоставляет пользователю следующие возможности:

- расчёт дроссельных, высотно-скоростных, климатических и переходных (неустановившихся) режимов работы двигателя;
- многокритериальную параметрическую оптимизацию термодинамических и конструктивно-геометрических параметров рабочего процесса, в том числе совместно с моделью полёта летательного аппарата (ЛА);
- идентификацию математической модели по результатам стендовых и лётных испытаний;
- имитационное моделирование в реальном масштабе времени – создание виртуальных испытательных стендов (рис. 1);
- расчёт геометрии и характеристик лопаточных машин с использованием одномерных моделей;
- анализ влияния производственных отклонений на выходные параметры двигателя;
- автоматическое формирование системы невязок и варьируемых переменных – пользователь указывает только способ определения каждого параметра (рассчитывается, задаётся константой или связывается с другим параметром);
- распараллеливание многовариантных расчётов на неограниченное количество экземпляров программы.

Среда концептуального проектирования АСТРА-ГТД позволяет решать вложенные задачи оптимизации, например, выбор рациональных параметров унифицированного газогенератора для семейства двигателей с последующей оптимизацией каждого двигателя семейства. Кроме того, рассматриваемый программный комплекс поддерживает моделирование полётного цикла ЛА, что даёт возможность оценивать эффективность двигателя не на расчётном режиме, а по совокупности этапов полёта [3].

