

УДК 621.43

## АНАЛИЗ САЕ-СИСТЕМ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГТД

Остапюк Я. А., Филинов Е. П., Ткаченко А. Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В настоящее время для концептуального проектирования и инженерного анализа ГТД и ГТУ применяются САЕ-системы, которые можно разделить на две категории.

К первой категории относятся программные продукты, созданные на основе универсальных средств, такие как Dymola, Simulink, TRANSEO и др., которые позволяют решать большой круг инженерных задач.

Ко второй категории относятся специализированные программные продукты, такие как DCOGEN, DVIGwT, GasTurb, Graphical Engine Cycle Analysis Tool (GECAT), Gas turbine Simulation Program (GSP), Numerical Propulsion System Simulation (NPSS), TERA, WebEngine, Автоматизированная Система Термогазодинамического Расчета и Анализа ГТД и ЭУ (АСТРА) и другие.

Отдельно стоит выделить программы, разработанные в конструкторских бюро (КБ) двигателестроительных предприятий для использования в рамках задач этих КБ. Их математические модели, как правило, максимально возможно учитывают особенности создаваемых фирмой двигателей и накопленный методический и экспериментальный опыт.

Стоит отметить, что разработка универсального инструмента для решения комплексных задач концептуального проектирования ГТД с использованием многоуровневого и междисциплинарного подхода является пока сложной задачей.

Подробнее были рассмотрены специализированные САЕ-системы концептуального проектирования и анализа ГТД.

Сравнение САЕ-систем проводилось по двум направлениям:

- уровень используемых математических моделей и функциональные возможности;

- компьютерная реализация (удобство интерфейса, интеллектуализация и т.д.).

Главными преимуществами системы GasTurb и АСТРА является визуальное формирование проточной части, а также оценка габаритно-массовых характеристик. Кроме того, GasTurb позволяет оценить показатели напряжённости основных узлов.

Бесспорным достоинством САЕ-систем GasTurb, GSP и АСТРА является оценка эмиссии вредных веществ. Причем система GSP позволяет оценить эмиссию вредных веществ по одному из трёх методов.

Из рассматриваемых САЕ-систем проводить оптимизацию параметров рабочего процесса по критериям эффективности ЛА позволяют GasTurb и АСТРА, причём последняя позволяет проводить оптимизацию с определением показателей эффективности по результатам моделирования основных этапов полётного цикла ЛА.

САЕ-система АСТРА позволяет также решать задачи имитационного моделирования, оптимизации управления ГТД по критериям эффективности ЛА, рассчитываемых по результатам моделирования полётного цикла ЛА и другие.

По остальным ключевым критериям математические модели, используемые в отечественных САЕ-системах, в целом не уступают по своим возможностям математическим моделям, используемым в иностранных САЕ-системах.

Общим недостатком математических моделей рассмотренных программ является отсутствие оценки показателей шума, так как показатели шума могут выступать в качестве ограничений.