

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

© 2018 А.Е. Кишалов

Уфимский государственный авиационный технический университет

COMPUTER-AIDED DESIGN OF THE MAIN AVIATION GTE ELEMENTS BY MEANS OF EXPERT SYSTEM

Kishalov A.E. (Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation)

It was developed database of aviation materials and expert system of decision-making of computer-aided design of aviation engines and ground power plants on their basis.

Разработка современных авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) является сложной и комплексной задачей. Проектирование начинается с выполнения термогазодинамического расчёта, оптимизации параметров цикла, после которых следует проектирование конструкции и выполнение различных прочностных расчётов. В результате формируется конструктивный облик ГТД, его основные характеристики, габаритные размеры и вес. Часто бывают ситуации, когда по аэродинамическому качеству двигателя и его отдельные узлы совершенны, но отдельные детали не выдерживают приложенных нагрузок или термических напряжений в течение назначенного ресурса. Тогда приходится изменять конструкцию детали (утяжелять её), изменять материал, применять различные виды подготовки и обработки поверхности, различные покрытия. После изменения конструкции заново производят уточняющие проверочные расчёты. Таким образом процесс проектирования ГТД представляется набором циклически повторяющихся последовательных расчётов, количество итераций которых ограничивается только функцией цели. Применение на ранних стадиях проектирования различных программных комплексов позволяет ускорить процесс проектирования и значительно удешевить его.

Целью данного исследования является разработка методов и средств автоматизированного проектирования и разработки конструкции основных узлов и деталей авиационных ГТД.

Для автоматизированного выбора материала и проектирования конструкции авиационных ГТД на базе системы имитационного моделирования DVIGw разработана экспертная система (ЭС) АМ, которая содержит отдельные структурные элементы (СЭ) для моделирования основных узлов ГТД.

Для выбора материала основных деталей ЭС необходимы свойства различных авиационных материалов, которые содержатся в базе данных (БД): наименование материала, рабочая температура, модуль упругости, предел текучести и предел прочности материала в зависимости от действующей температуры.

На рис. 1 приведено графическое описание математической модели ЭС. СЭ для выбора материала получают информацию о параметрах потока и геометрии на входе и выходе из узла, обращаются к БД материалов, получают характеристики материалов при действующих на детали температурах. Каждому материалу назначаются баллы, по результатам работы ЭС выводит на экран список материалов, набравших максимальное количество баллов. Для узлов компрессора и турбины ЭС формирует конструктивный облик узла, распределяет работу и КПД по ступеням, рассчитывает кинематику ступени, профилирует лопатки по высоте. В СЭ для прочностного анализа выполняется расчёт рабочих лопаток на статическую прочность для каждого из рассматриваемых материалов. Результаты расчёта передаются в СЭ для выбора материала лопатки.

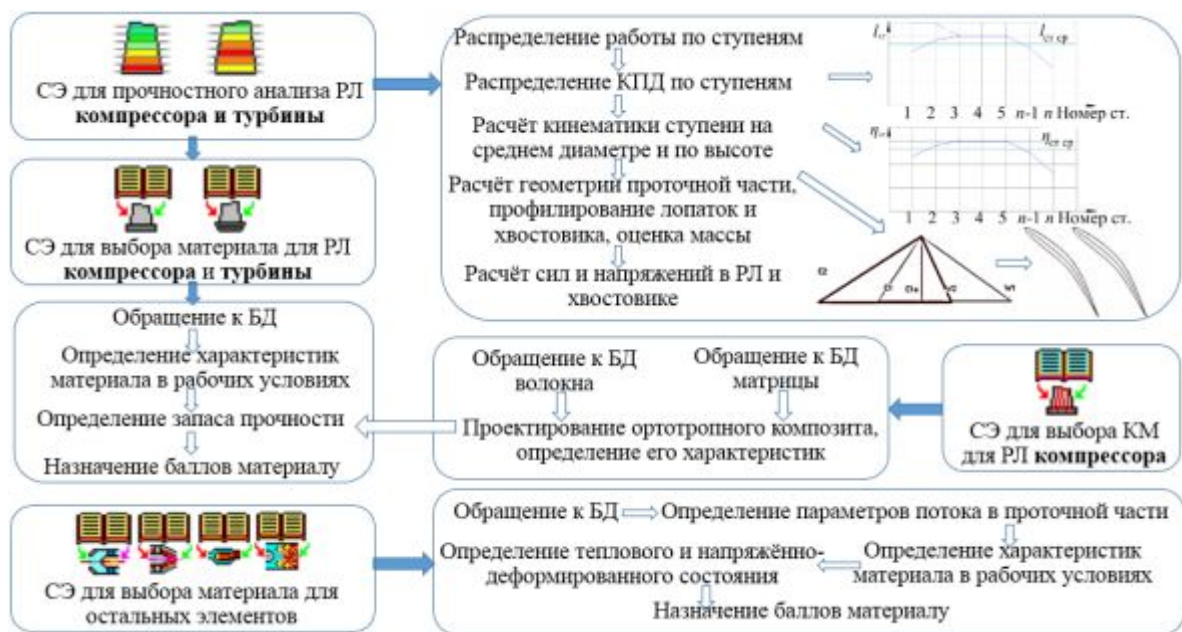


Рис. 1. Графическое описание математической модели ЭС

При помощи ЭС можно проводить оптимизацию габаритно-массовых характеристик узлов компрессора и турбины. На рис. 2 приведены результаты моделирования конструкции компрессора низкого давления (КНД) современного ТРДДФсм IV поколения для военного высокоманёвренного самолёта. На рис. 3,а приведена схема модели-

руемого КНД, на рис. 3, б приведена конструкция проточной части, предложенная ЭС.

Результаты моделирования узлов авиационных ГТД различных схем показывают достаточно хорошее качественное, а по некоторым параметрам и количественное совпадение с геометрией реальной конструкции.

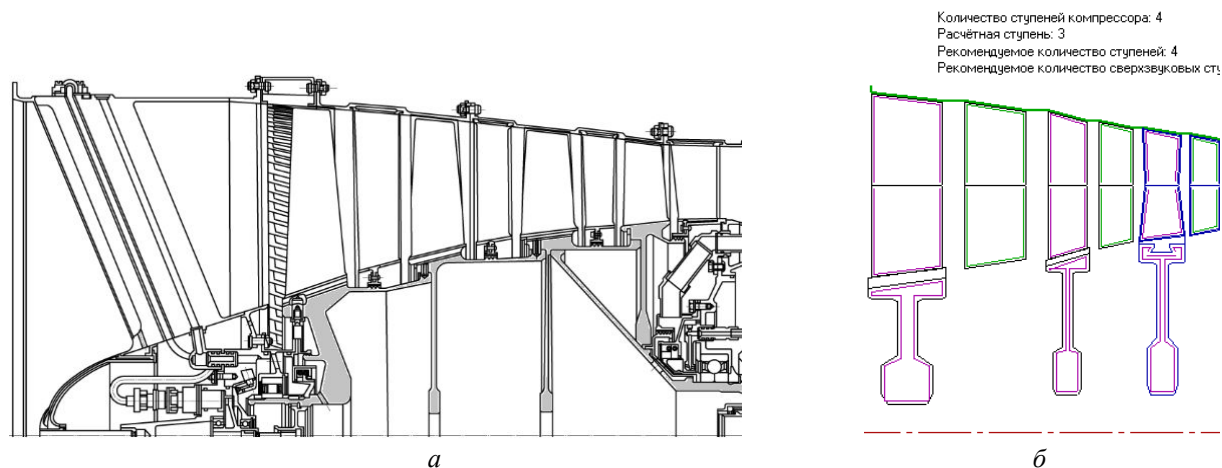


Рис. 2. Схема проточной части КНД:

а) – моделируемого двигателя, б) – при законе профилирования с постоянным средним диаметром

Разработанная БД и ЭС предназначены для выполнения термогазодинамического расчета двигателя, автоматизированного проектирования его основных узлов, предварительного прочностного анализа, выбора

наиболее вероятных материалов, покрытий и других видов подготовки поверхности основных деталей и сборочных единиц проточного тракта авиационных ГТД.