

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ, МАТЕРИАЛОВ, КОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗ ПРОГРАММ РЕГУЛИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ВРД НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ

Кишалов А.Е., Ахмедзянов Д.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, kishalov@ufanet.ru

Ключевые слова: ВРД, конструкция основных элементов, выбор материалов, САУ.

Современные авиационные воздушно-реактивные двигатели (ВРД) отличаются от предыдущих поколений чрезвычайно высоким уровнем параметров газового потока проточной части (ПЧ), низким удельным расходом топлива, низким удельным весом и высокой удельной тягой. При этом для ускорения процесса проектирования и, следовательно, для сокращения времени разработки изделия в целом, в настоящее время широко применяются различные программные комплексы и экспертные системы (ЭС). Данные комплексы позволяют проводить сложные термогазодинамические расчеты установок любых схем и конструкций, выполнять их прочностной анализ с учетом действующих нагрузок, а также решать различные оптимизационные задачи, которые направлены на поиск параметров, способных обеспечить требования, предъявляемые к современным ВРД и наземным ЭУ [1].

ЭС «АМ» [2] разработана на базе системы имитационного моделирования (СИМ) Dvignw при помощи Frame Work САМСТО. На основе термогазодинамического расчёта ВРД ЭС выполняет проектирование конструктивного облика его основных узлов (входное устройство, компрессор, камера сгорания, турбина, форсажная камера, реактивное сопло или выходное устройство), оценивает тепловое и напряжённо-деформированное состояние основных деталей и сборочных единиц ПЧ в зависимости от физико-механических свойств анализируемых материалов (из базы данных), оценивает запасы прочности и подбирает оптимальные материалы. Поиск оптимума для применяемых в конструкции материалов осуществляется при помощи перебора различных вариантов материалов, для различных вариантов конструкций основных узлов, назначении каждому из вариантов определённых баллов (за прочность, износо- и термостойкость, вес, технологичность и т.п.) и формирования списка из вариантов, набравших максимальные баллы.

Для обеспечения работоспособности изделия во всех возможных режимах и условиях работы необходимо выполнять подобные расчёты на этих режимах. Система автоматического управления, контроля и диагностики (САУКиД) ВРД (и наземной ЭУ) обеспечивает работу изделия и изменение его характеристик с максимальной эффективностью. Поэтому уже на ранних стадиях проектирования изделия необходимо проводить его моделирование на различных режимах работы (в том числе и переходных) и во всех условиях, совместно с его САУКиД.

Разработанная ЭС для выбора материалов основных элементов ПЧ двигателя состоит из отдельных структурных элементов (СЭ) для прочностного анализа и СЭ для выбора материалов. При моделировании сверхзвукового воздухозаборника ЭС проектирует оптимальную систему плоских скачков для воздухозаборника внешнего сжатия (рис. 1). При моделировании лопаточных машин ЭС выполняет деление работ и КПД по ступеням, определяет геометрические параметры ПЧ, определяет параметры на входе и выходе из ступени, выполняет расчёт кинематики потока. Для расчётной ступени проводится расчёт параметров по высоте, профилирование, расчёт пера на статическую прочность, расчёт соединения лопатки с диском, конструирование и расчёт диска на разрушающие обороты (рис. 2). При моделировании КС и ФК проектируется их конструкция, определяется температура пламени в первичной зоне, оценивается эффективность системы охлаждения, определяются температуры корпуса и ЖТ. Для моделирования ВРД и ЭУ на различных переходных и установившихся режимах совместно с элементами их автоматики в термогазодинамическом аспекте разработана СИМ Dvignw_Otladka2 [3]. Для библиотеки СИМ

разработаны алгоритмы СЭ, моделирующих действие основных элементов автоматики. Различным набором и настройками СЭ можно моделировать сложные и разветвлённые системы управления, реализовывать различные программы регулирования и автоматизировано осуществлять переключение с одного закона на другой.

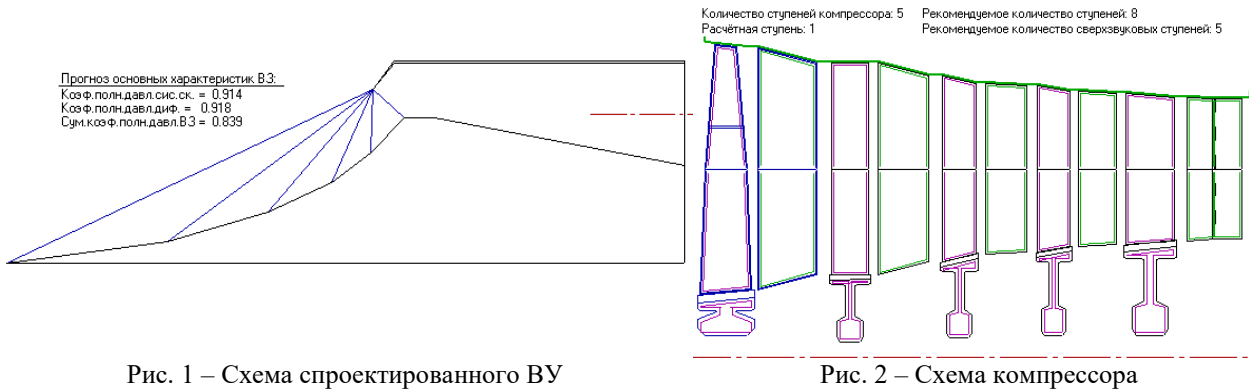


Рис. 1 – Схема спроектированного ВУ

Рис. 2 – Схема компрессора

Список литературы

1. Akhmedzyanov D.A., Kishalov A.E. Computer-Aided Design and Construction Development of the Main Elements of Aviation Engines // Proceedings of the International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019, Advances in Automation, 8-14 September 2019, Springer (DOI: 10.1007/978-3-030-39225-3_76)
2. Кишалов А.Е., Маркина К.В. Экспертная система по автоматизированному проектированию узлов и выбору материалов основных деталей авиационных воздушно-реактивных двигателей. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016663846. Заявка №2016619904. Дата поступления 22.09.2016. Дата регистрации 19.12.2016. РОСПАТЕНТ.
3. Кишалов А.Е. DVIG_OTLADKA2 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016618452. Заявка №2016615621. Дата поступления 01.06.2016. Дата регистрации 29.07.2016. РОСПАТЕНТ.

Сведения об авторах

Кишалов Александр Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент. Область научных интересов: рабочие процессы в авиационных ГТД на установившихся и неустановившихся режимах, разработка математических моделей сложных технических объектов.

Ахмедзянов Дмитрий Альбертович, д-р техн. наук, проф., декан ФАДЭТ. Область научных интересов: рабочие процессы в авиационных ГТД на установившихся и неустановившихся режимах, САПР авиационных ГТД.

COMPUTER-AIDED DESIGN, SELECTION OF PARAMETERS, MATERIALS, CONSTRUCTION, AND ANALYSIS OF AVIATION ENGINE CONTROL PROGRAMS AT THE EARLY STAGES OF DEVELOPMENT

Kishalov A.E., Akhmedzyanov D.A.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, kishalov@ufanet.ru

Keywords: air-jet engine, construction of the main elements, selection of materials, automatic control system.

The study describes the developed expert decision support system for the design of the structure and the selection of materials for the main units and subassemblies of the flow part of the aircraft air-jet engine and ground-based power plant. The issues of thermogasodynamic modeling of engines together with their automatic control, monitoring and diagnostics system are considered.