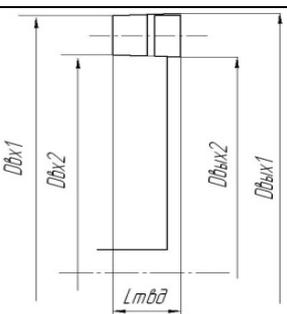


Таблица 2 - Параметры 3D-моделей типовых и стандартных деталей турбины ВД

Турбина ВД		
Проточная часть и её параметры	Типовые детали	Стандартные детали
 <p> <math>D_{вх1} = 0,53..1,01</math> м,  <math>D_{вых1} = 0,61..0,96</math> м,  <math>D_{вх2} = 0,51..0,81</math> м,  <math>D_{вых2} = 0,50..0,85</math> м,  <math>L_{ТВД} = 0,39..0,92</math> м  <math>z_{см} = 1</math>,  <math>n_{вр} = 9850..13300</math>                      об/мин  <math>\eta_{ТВД} = 0,88..0,92</math>  <math>\pi_{ТВД}; G_B; T^*_{ТВД}</math> </p>	<p>Рабочая лопатка ТВД «ёлка»:</p>  <p> <math>H, b</math> – высота и ширина пера, <math>c</math> – высота ножки, <math>h, \alpha</math> – высота и угол замка.                 </p>	<p>Стандартные детали</p> <p>Болты, гайки, шайбы с метрической резьбой – по 334 шт.</p>

Разработанные модели позволяют осуществлять сборку газогенератора и могут быть использованы для расчета на прочность в пакете ANSYS, расчета газодинамических процессов в пакете Fluent и т.д. Параметризация деталей ГТД осуществлялась с помощью таблиц MS Excel, а сами модели были созданы в SolidWorks, что позволило из базового газогенератора создавать двигатель практически любых характеристик.

Помимо известных преимуществ, которые предоставляет 3D-моделирование, внедрение данной методики позволит разработать базу параметрических моделей, используемых в различных учебных курсах и совершенствовать подготовку специалистов на факультете ДЛА.

#### Библиографический список

1. Фалалеев, С.В. Виртуальная разработка двигателей на кафедре КиПДЛА СГАУ / С.В. Фалалеев // Материалы докладов

Международ. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения», Ч.1, Самара, 2009. – С. 206 – 208.

2. Кулагин, В.В. Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник. - М.: Машиностроение, 2002. - 616 с.

3. Мамаев, Б.И. Газодинамическое проектирование осевых турбин авиационных ГТД / Б.И. Мамаев, Н.Ф. Мусаткин, Б.М. Аронов. -Куйбышев, 1984. -70с.

4. Старцев, Н.И. Конструкция узлов авиационных двигателей / Н.И. Старцев, С.В. Фалалеев. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 112с.

5. Дёмин, Ф.И. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей. Учебное пособие / Ф.И. Дёмин, Н.Д. Проничев, И.Л. Шитарев. – М.: Машиностроение, 2002. – 328 с.

УДК 621.452

### РАСЧЁТНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ 3D-МОДЕЛЕЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Паровой Е.Ф., Фалалеев С.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

#### THE CALCULATION ANALYSIS OF PARAMETRICAL 3D-MODELS FOR AVIATION ENGINE ELEMENTS IN STUDYING PROCESS AND SCIENTIFIC ACTIVITY

Parovay Ye.F., Falaleev S.W. The Samara state aerospace university, Samara. The report talks about calculation analysis of parametrical 3D-models for aviation engine elements in studying process and scientific activity.

В условиях современного авиадвигателестроения наиболее остро встает проблема повышения эффективности проектирования и конструирования ГТД. Создано множество

во методик, в которых основными средствами проектирования являются пакеты трехмерного моделирования, такие как SolidWorks и NX. Одним из важнейших аспектов решения данной проблемы является подготовка качественных специалистов в двигателестроительной области. В ходе учебного процесса на факультете ДЛА Самарского государственного университета студенты выполняют сквозной курсовой проект, направленный на обучение созданию авиационных двигателей начиная с этапа термогазодинамического расчёта проточной части и заканчивая этапом проектирования технологического процесса производства. На кафедре КиПДЛА у студентов есть возможность выполнять сквозное проектирование не классическим «бумажным» способом, где варианты заданий стандартны, а по новой разработанной методике виртуального проектирования полностью с помощью современных программных и аппаратных средств. Такой учебный процесс имеет массу преимуществ, в том числе свободное проявление студентами творческих способностей, повышение квалификации будущих специалистов, глубокое изучение современных программных пакетов, активное участие в научной деятельности, позволяет сделать процесс обучения интерактивным и предложить студентам самим находить оптимальные решения при создании авиационных двигателей.

Параметрические модели деталей и узлов ГТД позволяют учитывать многовариантность конструкции двигателя-прототипа, прорабатывать огромное количество решений при поиске наиболее выгодного. На протяжении нескольких лет работы с моделями различных ГТД студентами, обучающимся по методике виртуального проектирования, создаётся база параметрических 3D-моделей элементов двигателей.

Особенно эффективной параметризация зарекомендовала себя при создании типовых, таких, как лопатки, диски, элементы воздушного коллектора, и стандартных элементов ГТД – резьбовых и шпоночных соединений. В частности, трехмерные модели хвостовика турбинной лопатки, дискового паза ёлочного типа, обладающие сложной геометрией, будучи параметризированными, позволяют быстро создать модели, подходящие под модернизированный двигатель и тут же рассчитать узел на прочность, кинемати-

ку, динамическую устойчивость и сделать выводы о целесообразности дальнейшего использования деталей данных характеристик.

Проделанная работа по построению параметрической 3D-модели газогенератора авиационного ГТД позволила сделать выводы о том, что параметризация выгодна даже при создании таких специализированных деталей, как корпуса. Польза очевидна при многократном изменении конструкции корпусов, их диаметральных и осевых размеров, количества элементов крепления и пр. при проектировании ГТД, что разрушило устойчивое мнение о том, что эффективно использование параметрических 3D-моделей лишь тех элементов, которые присутствуют в сборке АД в достаточных количествах (лопатки, элементы крепежей и др.).

Применение параметрических 3D-моделей деталей при проектировании ГТД позволяет сделать выводы о создании модели виртуального двигателя, которое позволяет [1]:

- снизить трудоёмкость проектирования ГТД;
- повысить эффективность процесса создания авиационных двигателей (совместно с интеграцией трехмерных моделей в программные пакеты для прочностных, кинематических расчётов, расчётов параметров течения газового потока в проточной части двигателя и др.);
- сократить временные затраты, в том числе, при создании усовершенствованных деталей и двигателя в целом;
- облегчить поиск наиболее выгодных конструкторских решений и отсеять заведомо нетехнологичные решения;
- снизить материальные затраты и количество опытных изделий при совместной работе с PDM-системами высокого уровня;
- создавать научно-технический задел для качественного выполнения заказов предприятий в предельно сжатые сроки.

### Библиографический список

6. Фалалеев, С.В. Виртуальная разработка двигателей на кафедре КиПДЛА СГАУ / С.В. Фалалеев // Материалы докладов Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения», Ч.1, Самара, 2009. – С. 206 – 208.