

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

А.В. Балякин, А.И. Ермаков, Н.Д. Проничев, Л.А. Чемпинский

(Самара, СГАУ)

Чтобы соответствовать требованиям рынка, процесс технической подготовки производства необходимо рассматривать в комплексе, как систему взаимосвязанных организационных, конструкторских, технологических и расчетных мероприятий, обеспеченных информационной поддержкой на всех стадиях проекта.

Переход на подготовку специалистов, способных работать в новых условиях, связан с необходимостью формирования нового мышления. Эта необходимость диктуется особенностями современного проектирования на основе 3D моделей деталей и узлов изделия, сквозного параметрического моделирования, работой с базами данных и пр. Особое место следует уделить вопросу обучения 3D моделированию, так как объемная модель становится основным носителем информации о геометрии изделия и отодвигает традиционный плоский чертеж на второй план. Кроме того, переход на проектирование с использованием 3D моделей позволяет качественно значительно улучшить уровень подготовки специалиста.

Методика сквозной подготовки разработана, опробована и в полной мере используются при проведении лабораторных и выполнении графических работ, а также курсовых и дипломных проектов в процессе осуществления учебного процесса на факультете «Двигатели летательных аппаратов».

Каждый студент факультета в течение четырех семестров проходит первый этап: графо-геометрическую подготовку. Глубина конструкторской,

технологической и организационной подготовки затем осуществляется в соответствии с выбранной студентом специальностью или специализацией.

Традиционно обучение в техническом вузе связано с вопросами создания технической (конструкторской и технологической) документации для изготовления деталей, узлов и изделий. Создание такой документации возможно при наличии у специалиста развитого пространственного мышления, опыта решения позиционных и метрических задач, знаний правил, условностей и упрощений, в соответствии с требованиями действующих стандартов для создания технической документации, понимания принципов функционирования прикладных программ, их классификации и возможностей использования, устойчивых навыков работы в диалоге с системой.

Для проведения каждого из практических занятий на кафедре инженерной графики подготовлены оригинальные методические материалы. Они состоят из отпечатанных методических указаний по выполнению самостоятельной в присутствии преподавателя двухчасовой работы, последовательность выполнения которой иллюстрируется, при необходимости, видеофильмом. Перед началом каждого занятия студенты проходят тестирование на знание предметной области изучаемой темы. Решение учебных задач по выпуску технической документации на основе геометрических моделей осуществляется при обязательном сохранении базового блока знаний и навыков.

В первом семестре студенты изучают начертательную геометрию, 3D моделирование: визуализацию заданных геометрическими параметрами базовых элементов формы (БЭФ) (рисунок 1);

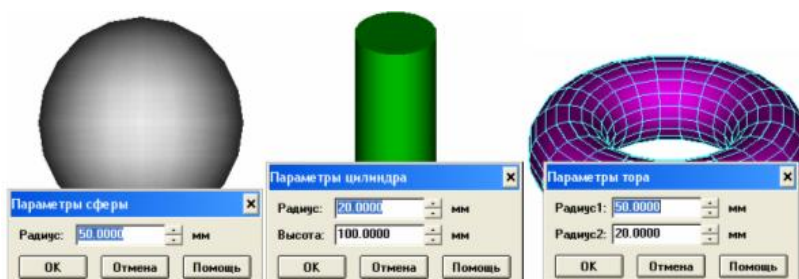


Рисунок 1- Визуализация БЭФ

отображение 3D моделей на плоскости проекций, аффинные, топологические, логические преобразования (рисунки 2, 3, 4);
 способы пространственного решения позиционных и метрических задач;
 аффинные, топологические, логические преобразования базовых графических элементов на плоскости; геометрическое черчение; 3D моделирование по чертежу; решение задач по циклу 2D–3D–2D (рисунок 5);

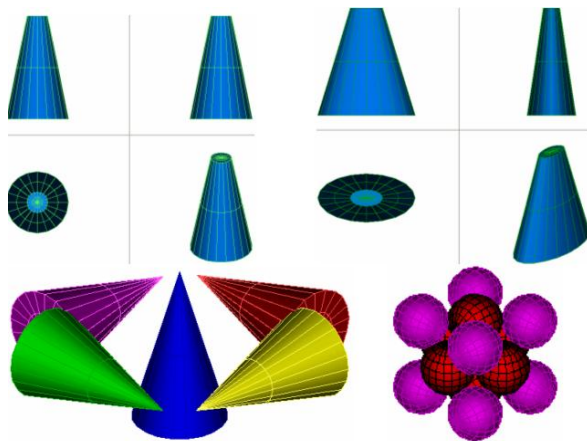


Рисунок 2- Аффинные преобразования БЭФ

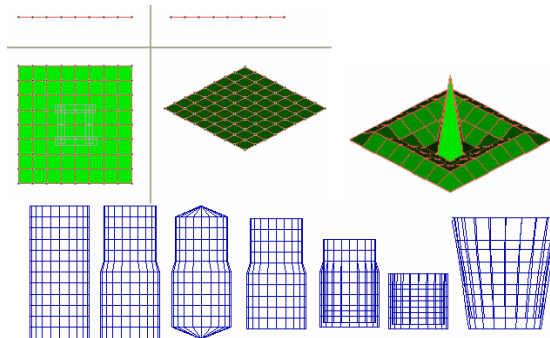


Рисунок 3- Топологические преобразования БЭФ

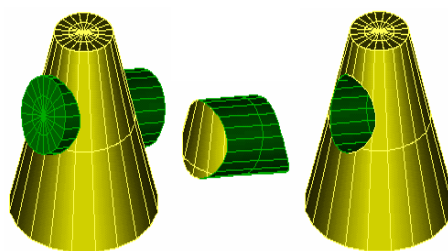


Рисунок 4- Булевы операции с БЭФ

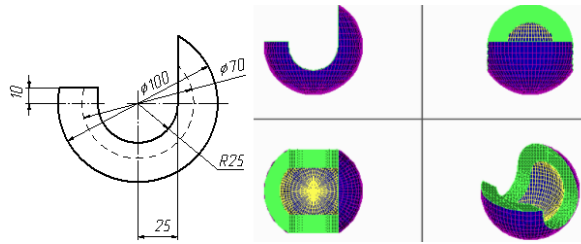


Рисунок 5 - Построение проекций полый сферы с вырезом

проекционное черчение с построением 3D моделей деталей и выводом на печать.

Первая работа второго семестра- «Плоская параметризация». Она включает в себя изучение тем: возможности и особенности САД систем по созданию параметрических моделей; создание параметрических моделей деталей крепежа. Вторая работа - «Условности машиностроительного черчения» включает в себя темы, работы по которым выполняются на компьютере после выполнения эскизов на бумаге в клетку с использованием параметрических баз крепежных деталей: соединения болтом, шпилькой, винтом, шпонкой, сваркой, заклепками, соединения труб и шлицевые, а также передачи зубчатые.

Третья работа второго семестра – «Эскизы и рабочие чертежи деталей машин». Студенты изучают последовательность выполнения эскизов и составляют эскизы типовых деталей (на бумаге в клетку): вала-шестерни (зубчатого колеса), корпуса и фланца, затем по проверенным преподавателем эскизам создают 3D модели деталей и составляют компьютерные рабочие чертежи и технические рисунки (рисунок 6).

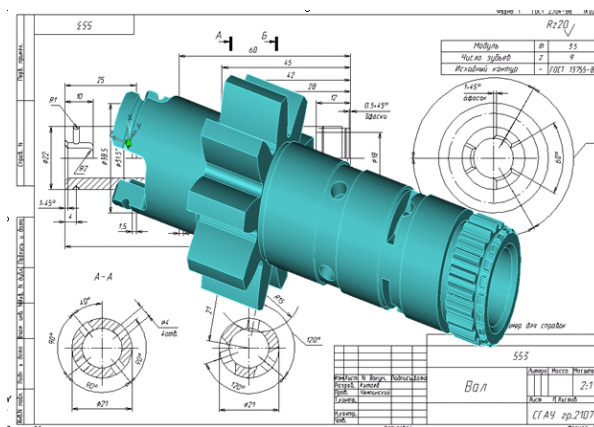


Рисунок 6 - 3D модель и чертеж детали

В третьем семестре студенты традиционно изучают тему: “Составление сборочного чертежа станочного приспособления”, в которой они знакомятся с основами технологии изготовления деталей на производстве и технологическим оборудованием, конструкцией станочных приспособлений, выполняют эскизы деталей одного из них. После тщательной проработки эскизов студенты создают комплекты электронной документации на отдельные детали. Комплект содержит компьютерные чертежи оригинальных деталей, изображения для составления сборочного чертежа, а также объемные модели этих деталей. На базе созданных комплектов составляют спецификацию и сборочные чертежи. Комплекты электронной документации представляют собой базу данных, которая может быть использована в учебном процессе специальных и выпускающих кафедр.

В четвертом семестре студенты строят 3D модели станочных приспособлений (рисунок 7) по 3D моделям деталей, составляют рабочие чертежи деталей по 3D моделям сборки, чтение чертежа общего вида и выполнения по нему на компьютере рабочих чертежей деталей. Содержание последнего семестра направлено на стыковку графо-геометрической подготовки с конструкторским проектированием, осуществляемым на кафедре «Основы конструирования машин».

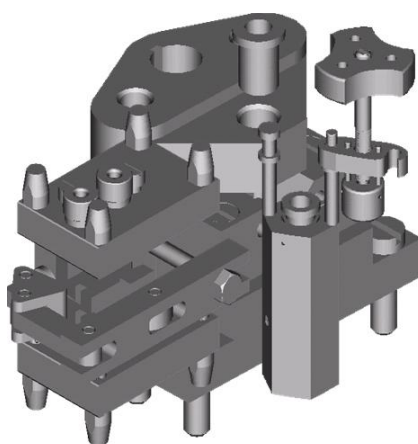


Рисунок 7- 3D модель приспособления

В IV семестре (в рамках информационной подготовки) студенты осваивают расчеты в среде ANSYS методом конечных элементов.

Расчет и конструирование редукторов осуществляется на кафедре «Основ конструирования машин» в V и VI семестрах, где все студенты выполняют индивидуальные задания в виде компьютерных рабочих чертежей входящих в конструкцию деталей, а также сборочных чертежей. Одновременно с этим будущие конструкторы (т.е. часть студентов) создают индивидуально 3D модели деталей и сборок редукторов, в том числе в виде анимации.

В течение VII и VIII семестров студенты - конструкторы учатся на кафедре «Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов». По дисциплине «Динамика и прочность авиационных двигателей (АД) и энергетических установок (ЭУ)» студенты осваивают основы современных методов и моделей расчета напряженно-деформированного состояния и законы конструкционной прочности в элементах АД и ЭУ. Формируют знания, отличающиеся глубоким пониманием физики динамического поведения основных элементов и узлов АД и ЭУ, и характеров влияния на него различных факторов. Осваивают компьютерные технологии проектирования, основывающихся на интегрированном с САД системами использовании

конечно-элементного комплекса ANSYS и приобретают навыки его практического использования для расчета напряженно-деформированного состояния любых деталей и узлов АД и ЭУ с учетом реальных нагрузок и условий работы (рисунок 8).

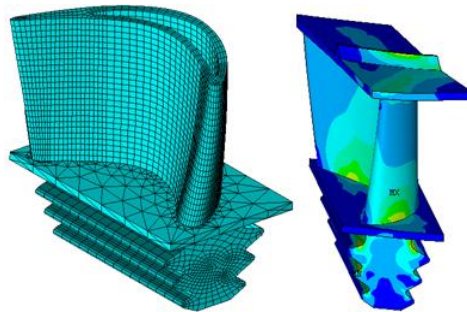


Рисунок 8 - Конечно-элементная модель лопатки и результат расчета на прочность

По заданию преподавателей кафедры студенты индивидуально последовательно проектируют 8-10 основных узлов ГТД на базе имеющихся типовых решений и, используя предварительно созданные базы данных авиационных ГТД, проектируют двигатель в целом (рисунок 9).

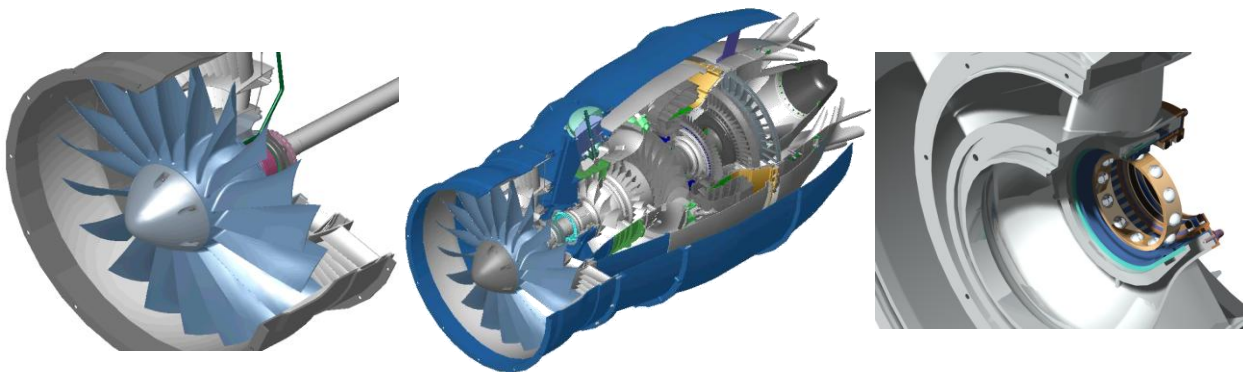


Рисунок 9 - 3D проектирование основных узлов и модели двигателя

Более детальная проработка конструкции осуществляется с использованием 3D параметрических моделей.

Дальнейшее (более углубленное) проектирование осуществляется конструкторами в IX и X семестрах с использованием средств

кинематического, динамического и газодинамического анализа. При этом производится анализ перемещений и напряжений, возникающих в результате условий эксплуатации, как отдельных деталей, так и в составе сборочной единицы.

Технологическое проектирование в V и VI семестрах осуществляется силами кафедр механической обработки материалов и производства двигателей летательных аппаратов, где студенты – технологи изучают оборудование (в том числе с ЧПУ с использованием современных комплексных средств моделирования и верификации механической обработки), инструмент, режимы обработки современных конструкционных материалов; в курсе технологической оснастки моделируют условия работы станочных приспособлений и рассчитывают (используя МКЭ) нагрузки, испытываемые заготовками в процессе изготовления деталей; а также проектируют технологическую оснастку, используя базы данных информационно-поисковой системы.

В последующих семестрах будущие технологи осваивают методы автоматизированного проектирования маршрутных и операционных технологий, автоматизированного выпуска комплектов технологической документации (рисунок 10).

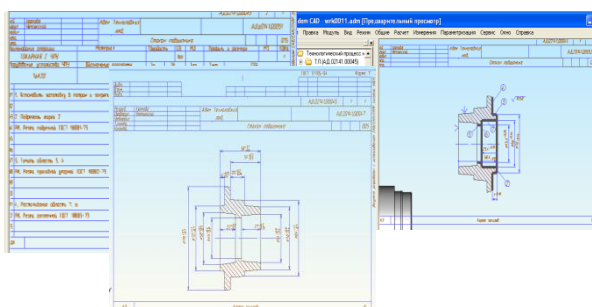


Рисунок 10 - Комплект технологической документации (фрагмент)

В VIII семестре в курсе заготовительного производства студенты по 3D моделям деталей моделируют процессы получения заготовок (рисунок 11).

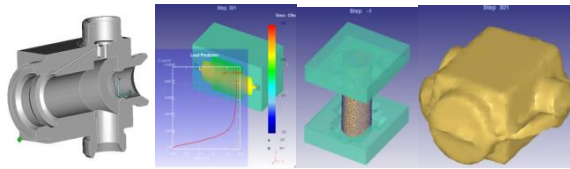


Рисунок11 - Модель детали, анализ процесса прессования, модель заготовки

Разработке управляющих программ для станков с ЧПУ посвящены курсовые работы по САПР в X семестре. Студенты в интерактивном режиме в соответствии с индивидуальным заданием осуществляют процесс сквозного проектирования моторных деталей типа втулки со сложно-фасонным фланцем (стаканы, переходники, втулки и т.п.). Они последовательно по выданным бумажным чертежам осуществляют анализ технологичности детали, определяют этапы обработки, составляют маршрут, строят 3D модели деталей, 3D модели заготовок и путем автоматизированного определения КИМ в соответствии с заданной программой выпуска разрабатывают оптимальные способы получения заготовок. Затем, используя базу виртуальных моделей современного оборудования и инструмента, составляют управляющие программы для оборудования с ЧПУ, стремясь к оптимальному совмещению операций.

Одновременно в курсе информационных технологий на лабораторных работах студенты изучают принципы и практику сквозной параметризации, вопросы проектирования и практического создания АРМ технолога, работу по концептуальному проектированию технологических процессов, вопросы автоматизированного контроля деталей по их 3D моделям и пр.

Существенное влияние на уровень подготовки специалистов оказывают учебные занятия в межкафедральном учебно-научно-производственном центре САМ технологий и лаборатории аддитивных технологий, которые созданы для инновационного развития специальностей, обеспечивающих сквозное использование CAD/CAE/CAM технологий, оснащены самым современным

оборудованием и лицензионным программным обеспечением. Содержание занятий включает элементы научных исследований, направлены на создание студентами преимущественно в ходе дипломного проектирования новых технологических процессов изготовления заготовок и их высокопроизводительной обработки с использованием современного оборудования и средств контроля, их оптимизацию.