

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ СКВОЗНОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В СРЕДЕ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ

А.И. Ермаков, Л.А. Чемпинский

(Самара, СГАУ)

Существенные достоинства параметрического моделирования состоят в обеспечении возможностей резкого снижения трудоемкости объемного и плоского геометрического моделирования изделий и их деталей, за счет выбора из базы данных параметрической модели с нужной конфигурацией и изменению ее размеров до требуемых значений при сквозном проектировании; реализации актуальной задачи перерасчета геометрических параметров модели детали, например, на середину поля допуска для изготовления ее на оборудовании с ЧПУ; параметрического технологического проектирования, когда элементы проектируемого технологического процесса (операционные размеры и эскизы, модель технологической оснастки, управляющая программа) привязаны к параметрической модели объекта проектирования, и имеется возможность автоматического и/или автоматизированного их изменения в соответствии с изменением геометрии параметрической модели объекта.

Коллективом преподавателей факультета «Двигатели летательных аппаратов» разработана технология обучения студентов факультета сквозной параметризации на основе использования CAD/CAM/CAE систем. Она включает последовательное изучение способов параметризации геометрических объектов, принципов построения 2D и 3D параметрических моделей, возможностей их редактирования и использования в практике учебной деятельности на кафедрах факультета.

Изучение основ параметризации осуществляется на кафедре инженерной графики. В процессе выполнения заданий студенты последовательно осваивают способы создания 3D параметрических моделей канонических твердых тел в среде отечественной CAD/CAM/CAPP системы ADEM (рисунок 1), плоских и объемных параметрических моделей крепежных деталей (гаек, шайб, болтов, винтов, шпилек, шпонок, заклепок и пр.). Приобретают навыки построения чертежей различных соединений деталей (болтом, винтом, шпилькой, шпонкой и пр.) с использованием параметрических баз 2D и 3D моделей крепежа (рисунок 2).

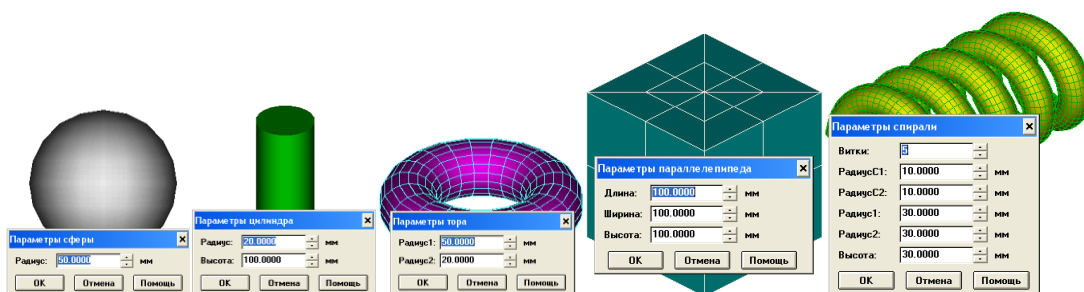


Рисунок 1- Параметрическое моделирование канонических объектов

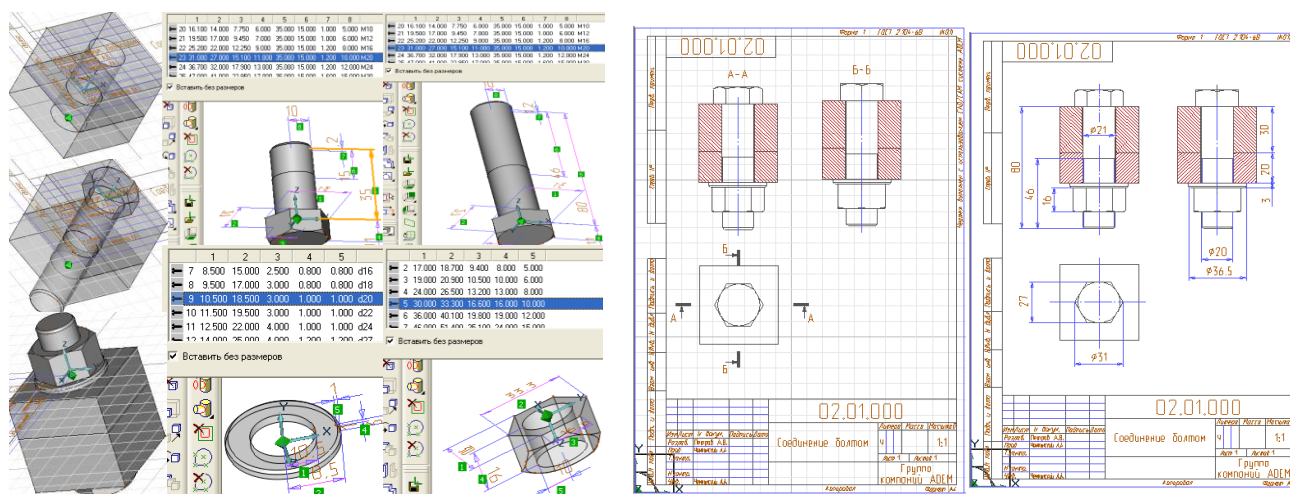


Рисунок 2- Порядок построения чертежа болтового соединения

В среде модуля ADEMCAD и табличного редактора MExcel учатся создавать объемные параметрические модели различных типовых деталей

редуктора (валов, втулок, уплотнений и т.д.), осваивают создание 3D сборок, сборочных чертежей и рабочих чертежей деталей по 3D параметрическим моделям (рисунок 3) и редактируют их.

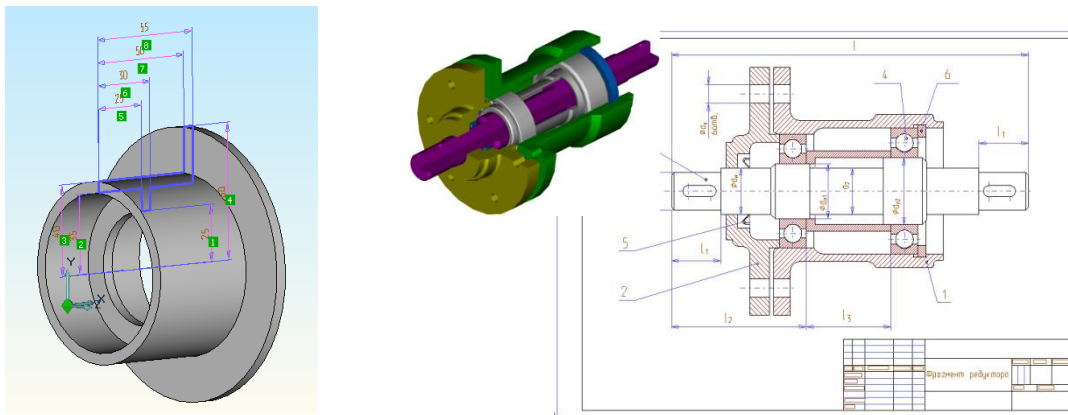


Рисунок 3 -3Dмодель детали, сборка и сборочный чертеж

За счет сокращения времени на выполнение графической части созданы условия для эффективного выполнения курсовой работы по основам взаимозаменяемости на следующей кафедре учебного цикла – механической обработки материалов - в которой на основе параметрического подхода путем инженерного анализа в среде ANSYS возможна качественная и количественная оценка характера соединения сопрягаемых деталей в зависимости от качества и его оптимизация.

Для методического обеспечения процесса конструирования редуктора на кафедре основ конструирования машин за счет использования объемных параметрических моделей типовых деталей силами преподавателей и студентов была создана оригинальная база 3D параметрических моделей типовых деталей (рисунок 4).

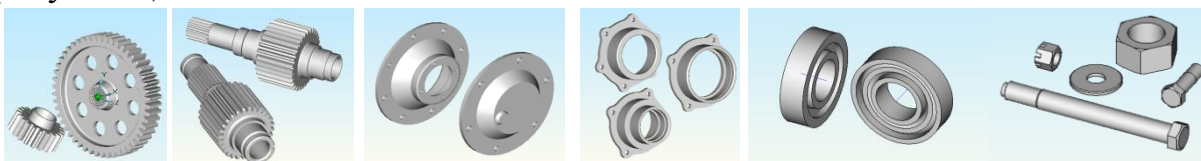


Рисунок 4- 3D модели типовых деталей редуктора

Каждая группа деталей имеет свои особенности конструкции, определяющие выбор метода создания объемной параметрической модели.

Пример создания 3D моделей стаканов подшипника на основе 3D параметрической модели комплексного представителя приведен на рисунке 5.

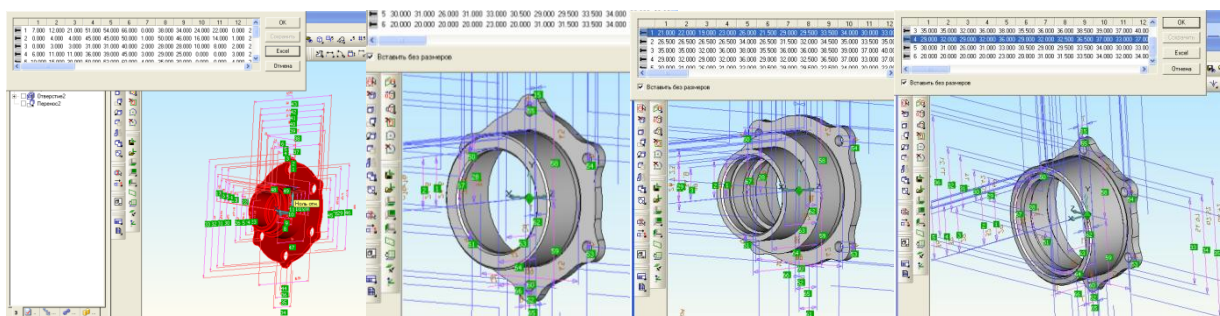


Рисунок 5 - Комплексный представитель и 3D модели стаканов подшипников

Теперь графическая часть курсового проекта состоит из:

-объемного моделирования каждой из деталей редуктора с использованием 3D параметрических баз отдельных конструктивных элементов (рисунок 6);

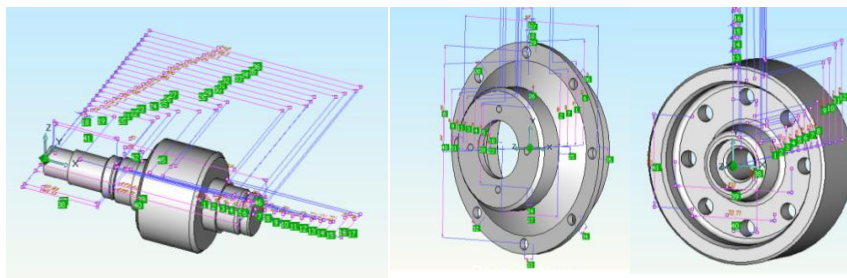


Рисунок 6 - Объемные модели типовых деталей редуктора

-выполнения объемной сборки редуктора в модуле ADEMAssembly;

-создания главного вида (сборочного чертежа) редуктора в автоматизированном режиме по объемной сборке (рисунок 7);

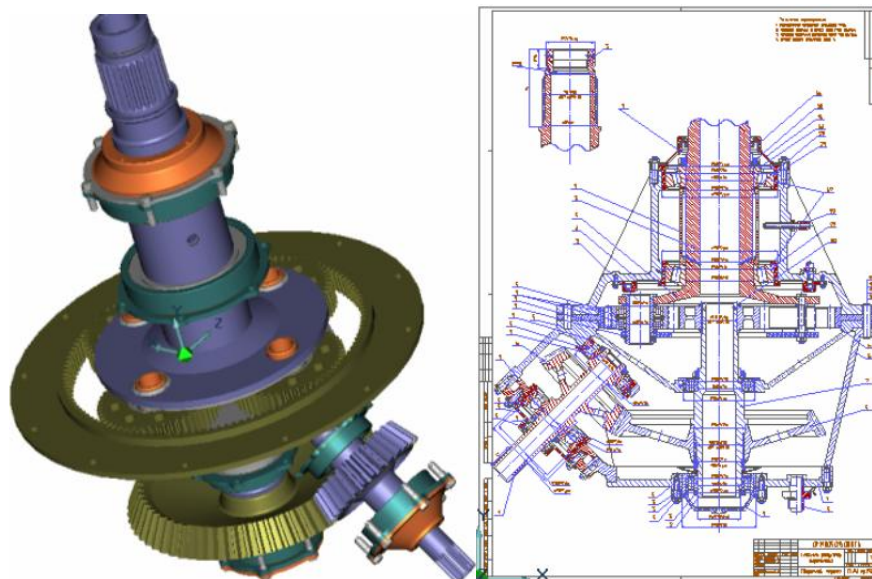


Рисунок 7 - 3D сборка и сборочный чертеж редуктора

-выполнения детализовки (рабочих чертежей) в автоматизированном режиме по 3D моделям деталей;

-выполнения спецификации.

В ходе курсового проекта по деталям машин за счет сокращения времени выполнения графической части у студентов появилась возможность инженерного анализа в среде ANSYS, оптимизации конструкции на этой основе, осознанного формулирования и уточнения технических требований на сборку редуктора и изготовление отдельных деталей.

Благодаря разработанной технологии на выпускающей кафедре – проектирования и конструирования двигателей летательных аппаратов – на основе созданных параметрических баз типовых деталей газотурбинного двигателя (ГТД) (дисков, валов, лопаток компрессора и турбины, колес и пр.) в

ходе выполнения курсовых работ, курсовых и дипломных проектов стала возможна детальная проработка конструкций ГТД (рисунки 8,9).

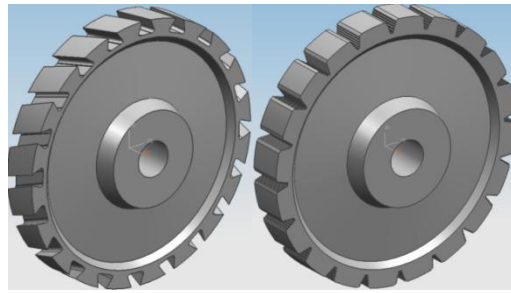


Рисунок 8 - 3D параметрические модели дисков

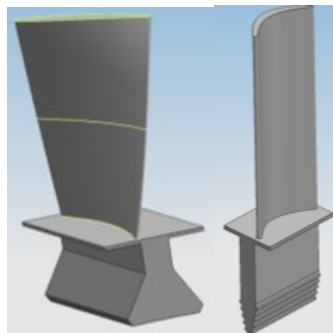


Рисунок 9 - 3D параметрические модели лопаток

Теперь сэкономленное время позволяет студенту-конструктору выполнить конструкцию двигателя в целом на совершенно новом качественном уровне.

В качестве примера здесь уместно отметить уникальный дипломный проект, посвященный параметрическому CAE/CAD/CAE моделированию центробежного колеса, в котором задачи проектирования решаются комплексно на основе связанных 3D моделей. В зависимости от поведения газодинамической модели (созданной в среде FLUENT) (рисунок 10а) меняется CAD модель колеса, что позволяет реализовать оптимальную геометрию проточной части (рисунок 10б). С другой стороны, рассчитывая ту же

параметрическую модель на прочность (в среде ANSYS) (рисунок 10в) оптимизируется масса конструкции, что приводит в конечном итоге к повышению КПД.

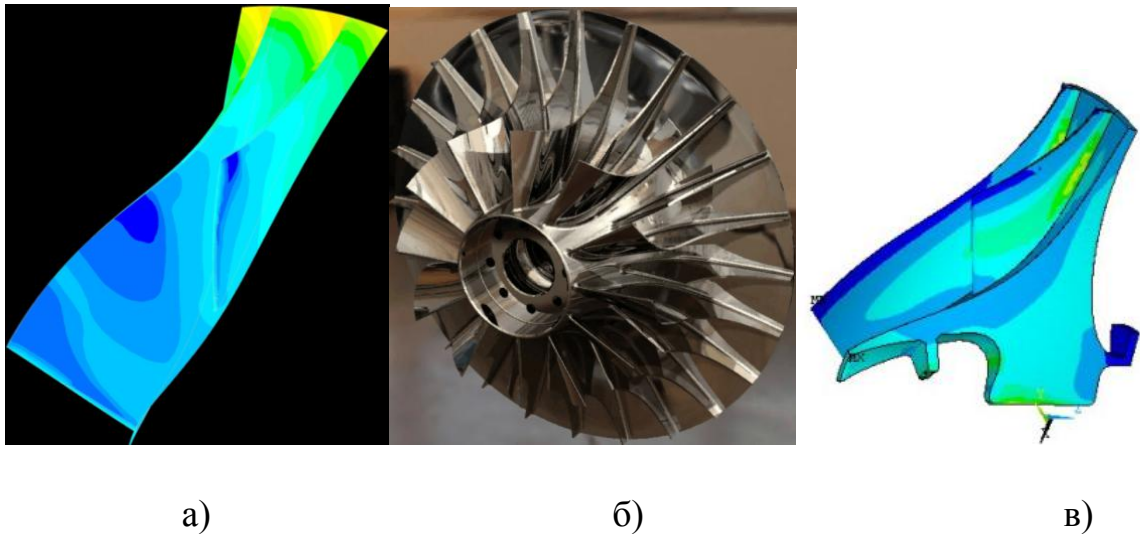


Рисунок 10 а) - Параметрическая газодинамическая модель лопатки, б) - 3D параметрическая модель центробежного колеса, в) - Прочностная параметрическая модель лопатки

Следует подчеркнуть, что студенты теперь не делают проверочных расчетов, а на базе параметрической CAE модели выполняют оптимизацию, добиваясь минимальной массы конструкции. В ходе дипломного проектирования студенты решают задачи на уровне квалифицированных специалистов ОКБ.

Для контроля правильности проектирования с использованием параметрических 3D моделей студенты осуществляют виртуальную сборку вновь спроектированных ими узлов и двигателя в целом с учетом возможных коллизий. Такой подход предполагается реализовать в ближайшее время при проведении лабораторных работ по курсу сборки на смежной выпускающей кафедре – производства двигателей летательных аппаратов (ПДЛА).

На основе созданных баз объемных параметрических моделей типовых деталей на кафедре ПДЛА в ходе выполнения курсового проектирования студентами - технологами осуществляется проектирование индивидуальных и групповых технологических процессов изготовления деталей:

-по чертежу комплексного представителя (рисунок 5) строится 3D модель детали и осуществляется технологический анализ его конструкции:

-назначаются этапы и маршрут обработки;

-в модуле ADEMCAD производится расчет операционных размеров и проектируется 3D модель заготовки;

-в модуле ADEMCAPP в автоматизированном режиме производится разработка операционной технологии – из баз данных выбираются переходы, режимы обработки, оборудование, приспособления, инструмент, назначаются технические требования;

-в модуле ADEMCAM проектируются и отлаживаются управляющие программы для оборудования с ЧПУ (рисунок 11);

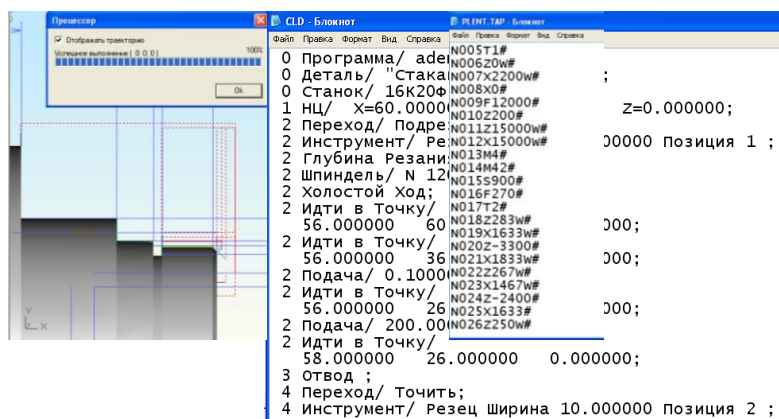


Рисунок 11 - Расчет траектории движения инструмента, формирование команд CLDATA, формирование управляющих программ

-в автоматизированном режиме формируется полный комплект технологической документации.

Теперь для формирования технологического процесса изготовления одной из деталей группы автоматически редактируется геометрия (рисунок 12),

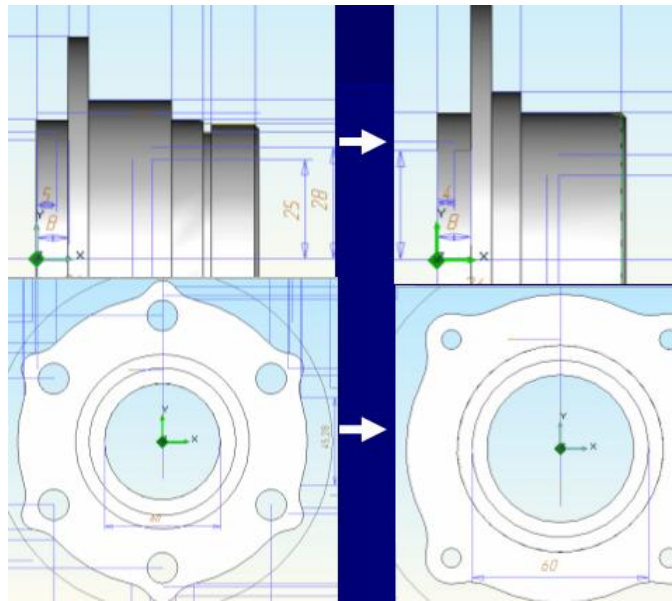


Рисунок 12 - Редактирование геометрии

редактируется технологический процесс изготовления комплексного представителя путем удаления отсутствующих переходов (рисунок 13).

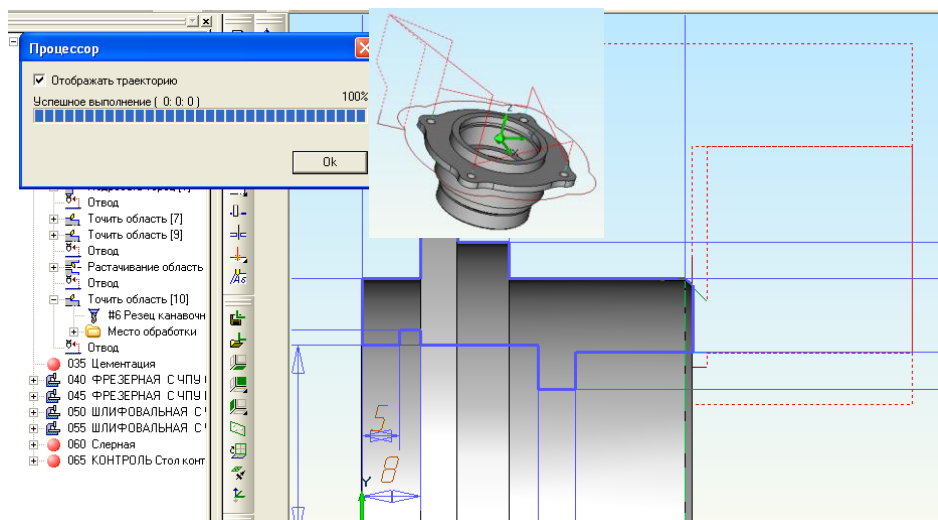


Рисунок 13 - Перестройка траектории движения инструмента

Технология обучения студентов, основанная на реализации сквозной параметризации в среде CAD/CAM/CAE систем, позволяет студентам в дипломном проектировании разрабатывать принципиально новые подходы к проектированию технологических процессов деталей ГТД.