УДК 514.18 (043.2)

## ОПЫТ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К УЧАСТИЮ В ОЛИМПИАДАХ И КОНКУРСАХ ПО 3D МОДЕЛИРОВАНИЮ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

## Бощенко Т.В., Чепур П.В., Жуков А.А.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, e-mail: boschenko@tsogu.ru, chepur@me.com, jucov.a.a.@bk.ru

Показано, что современные, продвинутые с точки зрения автоматизации, методы при проектировании изделий являются основой для успешной реализации любой производственной задачи. Описаны преимущества представления изделия в виде сборки, состоящей из 3D моделей деталей. Рассмотрена чрезвычайная важность качественной подготовки студентов инженерных специальностей для работы в программах автоматизированного проектирования, таких как AutoCAD, Komnac 3D, Inventerl, Solid Edge, Solid Works, Revit, ANSYS. Установлено, что одной из наиболее эффективных форм повышения уровня компьютерной графической подготовки студентов являются олимпиады и конкурсы по моделированию и прототипированию изделий. Рассмотрены этапы создания моделей сборочных единиц в программных комплексах AutoCad, Компас 3D, общепринятые как в проектировании на производстве, так и при обучении специалистов. Представлены разработанные 3D модели сборочных единиц в ходе подготовки к студенческим олимпиадам студентов 2–5 курсов и студентов, обучающихся на 1 курсе магистратуры технических специальностей. Даны выводы и рекомендации по развитию направления трехмерного проектирования в среде высшего образования.

Ключевые слова: 3D, моделирование, сборка, олимпиада, САПР, обучение, AutoCAD, Компас 3D, проектирование

## TRAINING EXPERIENCE STUDENT TEAM TO PARTICIPATE IN OLYMPIADS AND COMPETITIONS ON 3D SIMULATIONS OF ASSEMBLY UNITS IN COMPUTER DESIGN

Boschenko T.V., Chepur P.V., Zhukov A.A.

Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: boschenko@tsogu.ru, chepur@me.com, jucov.a.a.@bk.ru

It is shown that modern, advanced in terms of automation techniques for the design of products are the basis for success of any production problem. Presents the advantages of presenting products in an assembly consisting of 3D models of parts. We consider the vital importance of quality training of students of engineering specialties to work in computer-aided design programs, such as: AutoCad, Solid Edge, Solid Works, Revit, ANSYS. It was established that one of the most effective forms of raising the level of computer graphic preparation of students are competitions and contests on modeling and prototyping of products and assemblies. The stages of creating models and products in the software package AutoCad, conventional in design to the production, and in the training of specialists. The developed 3D models of body parts in preparation for the Student Olympiad students of 2–4 courses of technical specialties. Given the findings and recommendations on the development direction of the three-dimensional design in an environment of higher education.

Keywords: 3D, simulation, assembly, Competition, CAD, training, AutoCAD, Kompas 3D, design

Стремительная автоматизация производственных процессов в приборостроении, машиностроении, строительстве требует совершенствования существующих подходов к проектированию и конструированию. Высокотехнологические отрасли уже не могут существовать без повсеместного использования станков с числовым программным управлением (ЧПУ), робототехники и прочего оборудования, связанного между собой программными алгоритмами. Очевидно, что любое производство начинается с проекта. Использование современных, продвинутых с точки зрения автоматизации, методов при проектировании изделия является основой для успешной реализации любой задачи.

При проектировании нового изделия первичной стадией является создание чер-

тежа общего вида, по которому разрабатывается проектно-конструкторская документация: для деталей — рабочие чертежи; для сборочных единиц — сборочные чертежи и спецификации. В связи с развитием новых технологий, а именно 3D технологии построения чертежа целесообразно использовать трехмерные модели: для изготовления по ним деталей; для разработки рабочих чертежей деталей, а также использовать для сборки изделия. Сборочная единица состоит из моделей и дает наиболее полную и наглядную информацию о деталях, входящих в изделие, способах их соединения и последовательности сборки.

Представление изделия в виде 3D сборки, состоящей из моделей деталей, позволяют:

конструировать и изменять форму деталей на различных стадиях разработки;

- устанавливать способы соединения деталей;
- изменять элементы детали в связи со способами соединения;
- моделировать движение и взаимодействие деталей;
- проследить последовательность сборки и разборки изделия;
- производить прочностные, теплотехнические расчёты всего изделия в целом и процессов, воздействующих на него.

Иногда при проектировании требуется изменить форму или какой-либо элемент детали, входящей в сборочную единицу. Для этого применяется моделирование непосредственно «по месту», где можно использовать геометрию уже имеющихся объектов в качестве опорных. Кроме того, между деталями образуется ассоциативная связь, которая означает, что при изменении геометрии одной детали остальные, связанные с ней, меняют форму и размеры. Все эти задачи позволяют решать программные комплексы автоматизированного проектирования, такие как AutoCAD, Компас, Solid Edge, Solid Works, Revit, ANSYS и т.д.

Обращаясь к вопросу подготовки кадров для работы в проектно-конструкторских организациях с использованием приведенных программных пакетов, необходимо отметить, что любой высококлассный специалист получает базовые технические знания в высшем учебном заведении, поэтому подготовка студентов на достойном уровне в настоящее время немыслима без внедрения новых технологий в учебный процесс [1-3]. В Тюменском нефтегазовом университете активно внедряются современные компьютерные технологии, в учебный процесс включены такие дисциплины, как «Компьютерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», «Автоматизация графических работ». Основной целью курса является формирование у студентов эстетических и функциональных качеств предметной графической среды с использованием технических и программных средств компьютерной графики [4].

Одной из форм повышения эффективности компьютерной графической подготовки студентов являются олимпиады [6]. С 1998 года студенты ТюмГНГУ успешно принимают участие вовсероссийских и международных олимпиадах по графическим информационным технологиям. В Тюменском государственном нефтегазовом университете ежегодно проводится внутренний тур студенческой олимпиады по направлению «Инженерная компьютерная графика». В апреле каждого года проводится региональный тур олимпиады «Интеллект».

В качестве программного продукта используются лицензионные версии пакета AutoCAD, Компас 3D. Участникам олимпиады предлагается задание: по чертежу общего вида выполнить твердотельные модели указанных деталей (обязательно корпус), входящих в изделие, и рабочие чертежи этих же деталей, иногда кроме рабочего чертежа предлагается выполнить сборку изделия используя банк блоков (трехмерных моделей). Таким образом, задание основывается на знании курса компьютерной графики (трехмерного геометрического моделирования) и инженерной графики (проекционного и технического черчения). Подготовка олимпиадного задания осуществляется сторонним вузом по поручению оргкомитета олимпиады. Подготовка задания по компьютерной графике подразумевает разработку подробных критериев оценки работ студентов в баллах по каждому пункту, так как в отличие от олимпиад по другим номинациям здесь должно учитываться не только владение теоретическими знаниями моделирования визуальных объектов, но и владение навыками быстрой работы с программными средствами компьютерной графики, а также творческий подход к выполнению заданий.

Рассмотрим общепринятые (как на производстве, так и в процессе обучения) этапы моделирования изделия в программной среде AutoCAD или Компас 3D.

На первом этапе осуществляется формирование 3D модели корпусной детали, т.к. она заключает в себе единство баз: конструкторской, технологической и измерительной. Корпусной детали уделяется очень большое внимание в связи с её функциональным назначением, сложной формой, количеством присоединяемых деталей и т.п.

На втором этапе разрабатывается банк 3D моделей деталей, входящих в изделие. Банк моделей представляет собой набор готовых блоков, как стандартных деталей, так и оригинальных, из которых выполняется дальнейшая сборка изделия в зависимости от способов соединения деталей. В таких системах проектирования, как «Компас 3D», нет необходимости в создании моделей стандартных деталей, т.к. имеются библиотеки.

На третьем этапе осуществляется процесс сборки, где сборочная единица создается с помощью соединения трехмерных моделей деталей, начиная с корпуса, в таком порядке, чтобы каждая последующая деталь имела общие сопрягаемые поверхности с уже вставленными моделями деталей, на которые накладываются сопряжения, ограничивающие степень свободы. Тем самым каждая деталь занимает свое место в изделии. Иногда требуется предварительное объединение нескольких деталей в сборочную единицу с последующим сопряжением с изделием.

Визуализация внутреннего содержания сборочной единицы осуществляется с помощью разреза, где можно увидеть: местоположение деталей, точность соединения, наличие зазоров и т.д., что позволяет проследить правильность выполнения сборки изделия и выявить коллизии, т.е. невозможные наложения элементов, неточности в соединении.

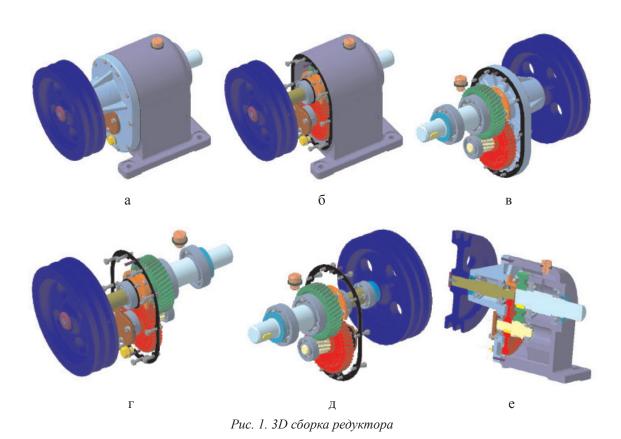
При создании 3D сборки в модуле кинематических связей возможно моделирование движения деталей, способов взаимного перемещения. Таким образом, трехмерное моделирование сборки позволяет проанализировать процесс работы изделия с точки зрения адекватности перемещений подвижных узлов изделия. Моделирование сборочных единиц позволяет исключить ряд ошибок еще на ранних стадиях проектирования, например:

- неверную последовательность соединения деталей;
- несовпадение присоединительных размеров;
  - отсутствие зазоров;
- неточность определения точки вставки детали и т.д.

Опыт работы авторов статьи показал, что логическим развитием навыков 3D моделирования является обучение специализированным программам по прочностным, тепловым расчетам и оптимизации формы и функционала изделия. Ярким примером такого подхода являются работы [5, 7–10], в которых авторы решали задачи обеспечения прочности и устойчивости конструкций вертикальных стальных резервуаров для хранения нефти. Так, в данных работах сначала моделировалась 3D геометрическая модель сооружения, а затем с использованием метода конечных элементов (МКЭ), выполнялся расчет на обеспечение условий прочности с учетом действующих эксплуатационных нагрузок, граничных и контактных условий.

На рис. 1–3 представлены разработанные 3D модели корпусных деталей в ходе подготовки к студенческим олимпиадам студентов 2–5 курсов технических специальностей.

Одним из важных результатов проведения олимпиад являются рекомендации экспертной комиссии, состоящей из представителей разных вузов и администрации Тюмени и Тюменской области, по увеличению количества направлений в программах ВПО по компьютерной графике с целью привлечения студентов не только инженерных специальностей, в том числе студентов-дизайнеров.



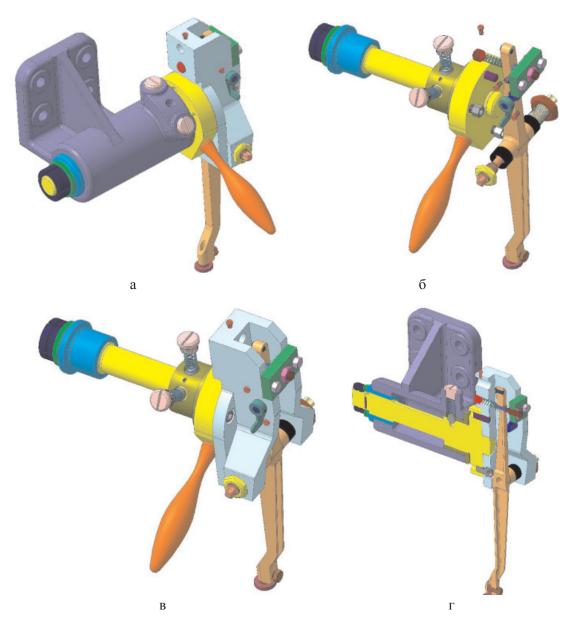


Рис. 2. 3D сборка приспособления для проверки биения торца блока шестерен

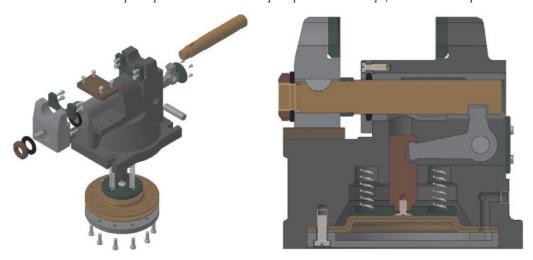


Рис. 3. 3D сборка тисков пневматических

Также в актуальных задачах по развитию олимпиадного движения значится расширение направлений и привлечение большего количества студентов за счет кружковой работы:

- 1) моделирование сборочных единиц, прототипирование изделий, создание прототипа изделия и выполнение модели с соблюдением требований 3D печати;
- 2) графический компьютерный дизайн с использованием программных средств CorelDraw, Adobe PhotoShop или 3D Studio Max.

## Список литературы

- 1. Бощенко Т.В., Жуков А.А., Именовский Д.Ю., Кононенко А.С. Образовательные проекты в области 3D-моделирования и прототипирования изделий // Механика и процессы управления: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции / под ред. О.А. Новосёлова. Тюмень, 2015. С. 10–13.
- 2. Бощенко Т.В., Репина Н.В., Помигалова Т.Е. Решение задач начертательной геометрии средствами трехмерного моделирования // Современные тенденции и перспективы развития графических и компьютерных технологий в образовании, дизайн-проектировании и нефтегазовой отрасли: сб. материалов регионального научно-методического семинара / Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2005. С. 13–14.
- 3. Бощенко Т.В., Плесовских В.В. Моделирование сборочных единиц в системах автоматизированного проектиро-

- вания // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / отв. ред. В.И. Бауэр. 2012. С. 95—97.
- 4. Бощенко Т.В., Фокина Н.И. Образовательное сопровождение одаренных студентов в условиях инновационного образования // Геометрия и графика. -2013. Т. 1. № 3-4. С. 21-25.
- 5. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. -2015. -№ 4. -C. 88-91.
- 6. Фокина Н.И., Бощенко Т.В. Поиск эффективной методической системы обучения студентов компьютерной графике // Геометрия и графика. -2013. Т. 1. № 1. С. 68–69.
- 7. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Особенности совместной работы резервуара и устройств размыва донных отложений винтового типа // Фундаментальные исследования. 2015. N 2 -8. C. 1671 -1675.
- 8. Чепур П.В., Тарасенко А.А. Создание и верификация численной модели резервуара РВСПК-50000 // Фундаментальные исследования. 2015. № 7–1. С. 95–100.
- 9. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Конечноэлементная модель вертикального стального резервуара с усиливающими элементами при его подъеме гидродомкратами // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–5. – С. 1003–1007.
- 10. Чирков С.В., Тарасенко А.А., Чепур П.В. Определение оптимального количества тросов поддержки днища при подъеме резервуара // Известия вузов. Нефть и газ. -2014. -№ 5. C. 72-78.