

УДК 744.3

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Л.А. Силаева, Е.Д. Чудинова

В статье исследованы способы облегчения чтения и создания сборочного чертежа для студентов первого курса с применением компьютерной графики. При решении задачи используется метод визуализации. Для создания визуальной модели, изучена и использована графическая программа «Компас 3D V13».

Ключевые слова: трехмерная твердотельная модель, операции в графической системе, сборка в 3D.

Чтение чертежа является основой для будущего инженера. На чертеже при правильном его понимании можно прочесть всю необходимую информацию для дальнейшей работы с деталями и сборками моделей. Часто перед студентами технических вузов встает проблема чтения чертежа и его визуального представления. Не имея навыков, бывает довольно трудно выделить из общего чертежа, одну необходимую для дальнейшей работы деталь. Для этого нужно иметь хорошо развитое пространственное воображение. Студенты первого курса, сталкиваются с этой проблемой, именно поэтому решено исследовать эту проблему и найти решение с целью более точного и эффективного изучения такой дисциплины как «инженерная графика».

Учитывая информационные достижения на сегодняшний день, наиболее рациональным было решение прибегнуть к помощи компьютерных программ. Для решения данной задачи выбрали программу «Компас 3D V13». В конечном счете, перед студентами появились следующие задания: изучить программу, научиться в ней работать и в итоге достигнуть цели – применить программу для решения данной проблемы.

В системе КОМПАС-3D трехмерную модель можно построить с использованием двух технологий: моделирование твердых тел и поверхностное моделирование. Их совместное использование позволяет решать самые разнообразные конструкторские задачи.

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмы, цилиндры, пирамиды и т.д.), из которых и состоит большинство механических деталей. Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить сложную модель.

Технология поверхностного моделирования позволяет создавать изделия сложной формы. Поверхности можно создавать разными способами.

Обычно вначале создаются пространственные сетки кривых, на основе которых формируются отдельные участки поверхности изделия. В процессе построения поверхности плавно сопрягаются друг с другом и сшиваются, образуя единую сложную поверхность.

Поверхностной модели можно придать толщину, превратив ее в твердотельную модель. В таком случае принято говорить о гибридном моделировании.

Особый вид моделирования представляют детали, изготавливаемые методом гибки из стального листа. Они создаются как твердые тела с помощью специальных команд для работы с листовыми деталями.

Трехмерные сборки представляют собой модели, включающие в себя детали, под сборки и стандартные изделия. Сборки можно создавать методами проектирования «снизу вверх» и «сверху вниз». В первом случае вначале создаются отдельные компоненты, которые затем добавляются в сборку и точно позиционируются друг относительно друга с помощью специальных команд (сопряжений). Во втором случае компоненты сразу создаются на нужном месте в контексте сборки.

Дополнительные внешние модули (библиотеки) подключаются к системе по мере необходимости и обеспечивают решение прикладных задач – расчет и построение механических передач, анимация механизмов, построение трубопроводов, проектирование металлоконструкций и т.д.

КОМПАС-3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения.

Главное окно системы [1]

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами [1].

На панели *Вид* расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.

Панель Текущее состояние находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

Компактная панель [1] находится в левой части окна системы и состоит из Панели переключения и инструментальных панелей. Каждой кнопке

на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа.

Расширенные панели команд. Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется расширенная панель, включающая в себя все команды данной группы. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и Панель специального управления.

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, какие нужно вводить данные; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Контекстная панель отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа.

Контекстное меню – меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе модели или интерфейса системы в любой момент работы.

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Древа – сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Древа отображается либо последовательность построения модели (слева), либо ее структура (справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки Отображение структуры модели на Панели управления Деревом модели.

Для создания объемных элементов и самых простых поверхностей используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело или поверхность, называется эскизом, а само перемещение – операцией.

Эскизы. Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента (или поверх-

ности) или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

Операции. Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов и поверхностей, четыре из которых считаются базовыми.

Операция выдавливания. Выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости.

Операция вращения. Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости.

Кинематическая операция. Перемещение эскиза вдоль направляющей

Операция по сечениям. Построение объемного элемента или плоскости по нескольким эскизам (сечениям).

Для четырех базовых операций, добавляющих материал к твердотельной модели, существуют аналогичные операции, вычитающие материал.

Операции имеют дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида.

Такие же опции доступны при создании простых поверхностей.

Создание трехмерной твердотельной модели заключается в многократном добавлении или вычитании объемов. Примерами добавления объема могут быть различные бобышки, выступы, ребра, а примерами вычитания объема – отверстия, проточки, канавки, пазы.

При создании трехмерных поверхностных моделей, кроме упомянутых выше четырех простых типов поверхностей, можно использовать более сложные поверхности: линейчатые, поверхности по сети кривых, по сети точек и т.д. Дополнительные команды позволяют изменять построенные поверхности или создавать на основе существующих поверхностей новые: продлевать и усекать поверхности, строить эквидистанты к поверхностям и т.д.

Построение детали начинается с создания основания. Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций.

Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. От этого зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

- В Дереве модели раскройте «ветвь» *Начало координат* щелчком на значке слева от названия ветви, и укажите Плоскость XY (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом.

- Нажмите кнопку *Эскиз* на панели *Текущее состояние*. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Плоскость XY станет параллельной экрану.

- Нажмите кнопку *Геометрия* на *Панели переключения*. Ниже откроется одноименная инструментальная панель.

- Нажмите кнопку *Прямоугольник* на панели *Геометрия*.

- Начертите небольшой прямоугольник так, чтобы точка начала координат эскиза оказалась внутри прямоугольника. Для построения достаточно указать две точки на любой из диагоналей, например точки 1 и 2.

Привязки – механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в ближайшей характерной точке объекта, в его середине, на пересечении двух объектов и т.д.). Управлять привязками удобно с помощью специальной панели *Глобальные привязки*.

- Выполните команду Вид – Панели инструментов.

- В Меню панелей укажите Глобальные привязки. На экране появится панель Глобальные привязки.

- Перетащите панель мышью за заголовок на свободное место над окном документа.

- Нажмите кнопку *Отрезок* на панели *Геометрия*.

- Постройте диагональ прямоугольника – с помощью привязки *Ближайшая точка* укажите две вершины прямоугольника. Для этого подведите курсор к вершине прямоугольника. На экране отобразится название привязки, а в указанной точке появится значок, свидетельствующий о срабатывании привязки. Нажмите левую кнопку мыши и точка, отмеченная значком, будет зафиксирована. Аналогично укажите вторую вершину.

- Нажмите кнопку *Прервать команду* на *Панели специального управления*.

- Измените стиль линии диагонали с Основная (синяя линия) на Тонкая (черная линия).

- На панели *Глобальные привязки* отключите привязку *Выравнивание*, включите привязки *Середина* и *Угловая*.

- Нажмите кнопку *Точка*.

- С помощью привязки *Ближайшая точка* постройте точку на середине диагонали.

- Нажмите кнопку *Параметризация* на *Панели переключения* и кнопку *Объединить точки* на *Расширенной панели* команд параметризации точек.

- Укажите начало координат эскиза и точку на диагонали прямоугольника. Центр прямоугольника переместится в точку начала координат.

- Нажмите кнопку *Авторазмер* на инструментальной панели *Размеры*.

- Укажите мишенью верхний горизонтальный отрезок, задайте положение размерной линии.
- В поле *Выражение* диалогового окна *Установить значение* размера введите значение 34 мм и нажмите кнопку ОК.
- Постройте вертикальный размер и присвойте ему значение 56 мм.
- Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку *Эскиз* еще раз.
- Нажмите кнопку *Операция выдавливания* на панели *Редактирование детали*.
- Введите число 16. Значение попадет в поле *Расстояние 1* на *Панели свойств*. Это результат работы режима *Предопределенного ввода параметров*.
- Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения.
- Нажмите кнопку *Создать объект* на *Панели специального управления* – будет построено основание детали.

Редактирование эскизов и операций

- Можно отредактировать изображение в любом эскизе, например, чтобы исправить допущенную ошибку, изменить значение размера или отредактировать контур.
- Прекратите работу текущей команды щелчком на кнопке *Прервать команду*.
- В *Дереве модели* укажите эскиз, который нужно отредактировать.
- Выполните на *Контекстной панели* команду *Эскиз*. Система перейдет в режим редактирования эскиза.
- Внесите в эскиз нужные изменения.
- Выйдите из режима редактирования эскиза. Для этого нажмите кнопку *Эскиз* на панели *Текущее состояние*. Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новым начертанием контура в эскизе.

Редактирование операций

- Можно изменить параметры любой операции.
- В *Дереве модели* укажите операцию, которую нужно отредактировать.
- Выполните на *Контекстной панели* команду *Редактировать объект*. На *Панели свойств* появятся те же поля и переключатели для задания параметров операции, что и при построении объекта.
- Отредактируйте нужные параметры.
- Выйдите из режима редактирования операции. Для этого нажмите кнопку *Создать объект* на *Панели специального управления*. Модель будет перестроена в соответствии с новыми параметрами отредактированного объекта.

Сборка в КОМПАС-3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов.

Пользователь задает состав сборки, добавляя в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся только ссылки на компоненты.

Изделие можно собрать из отдельных деталей, не прибегая к созданию подборок. Однако следует стремиться воспроизвести технологический процесс сборки. Это позволит создать необходимый комплект конструкторских документов.

При проектировании изделия, кроме создания трехмерной модели, нужно получить комплект конструкторских документов: сборочные чертежи и спецификации на само изделие и на входящие в него узлы, а также рабочие чертежи на детали. Данные чертежи были выданы научным руководителем.

Создание файла сборки

- Нажмите кнопку Создать на панели Стандартная.
- Укажите тип создаваемого документа Сборка и нажмите кнопку ОК.

На экране появится окно новой сборки.

• Войдите в режим определения свойств сборки. Для этого щелкните правой клавишей мыши в пустом месте окна модели и выполните из контекстного меню команду Свойства модели.

- Введите обозначение сборки и ее наименование
- Для выхода из режима определения свойств сборки нажмите кнопку Создать объект.

- Сохраните сборку на диске под заданным именем.
- Установите для модели стандартную ориентацию Изометрия XYZ.

Добавление компонентов из файлов [2]

• Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку Добавить из файла на панели Редактирование сборки.

• В диалоге открытия файлов, в папке Блок направляющий, укажите нужную деталь и нажмите кнопку Открыть.

• Аккуратно укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат.

• После вставки компонента в сборку его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки. В данном случае указать точку начала координат сборки нужно для того, чтобы система координат добавляемого компонента совпала с системой координат сборки. В результате этого компонент, который был симметричен относительно системных плоскостей в своей системе координат, будет симметричен относительно системных плоско-

стей в системе координат сборки. Это может упростить сборку изделия. Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служат символы (ф) слева от имени компонента в Дереве модели. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки. Фиксацию компонентов можно выключать и включать с помощью команд из контекстного меню. Хотя бы один из компонентов сборки обязательно должен быть зафиксирован. Это позволит правильно определить положение всех остальных компонентов.

- Добавьте в сборку выбранную деталь.
- Раскройте «ветвь» Компоненты в Дереве модели.
- Добавленные компоненты появляются в Дереве модели. Компонентам присваиваются названия, взятые из их файлов.

Задание взаимного положения компонентов

При добавлении компонента в сборку, конструктор сначала задает его предварительное положение, а потом определяется его точное положение. Обычно это выполняется за два этапа.

Уточняется положение и ориентация компонента путем его перемещения и вращения в пространстве сборки.

Определяется точное положение компонента путем наложения сопряжений.

Перемещение компонентов

- Для перемещения компонента нажмите кнопку Переместить компонент на панели Редактирование сборки – при этом курсор меняет свою форму.
- Установите курсор на деталь, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение. После этого кнопку мыши следует отпустить.

Вращение компонентов

- Для поворота компонента нажмите кнопку Повернуть компонент – при этом курсор меняет свою форму
- Установите курсор на деталь, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра.
- Для выхода из команды поворота нажмите кнопку Прервать команду на Панели специального управления или клавишу <Esc> на клавиатуре.

Сопряжение компонентов

После предварительного размещения компонента можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет создания сопряжений между компонентами.

Сопряжение — параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того чтобы определить положение детали, нужно задать два сопряжения.

- Нажмите кнопку Соосность на инструментальной панели Сопряжения

- Укажите цилиндрические грани на детали 1 и детали 2. Положение детали 1 фиксировано в пространстве сборки. Деталь 2 развернется так, что указанные грани станут соосны.

- Нажмите кнопку Совпадение объектов и укажите плоские кольцевые грани на детали 1 и детали 2. После этого деталь 2 займет точное положение в сборке.

- Нажмите кнопку Прервать команду.

- Нажмите кнопку Перестроить на панели Вид.

- Нажмите кнопку Сохранить на панели Стандартная.

Все сопряжения сохраняются в Дереве модели на «ветви» Сопряжения. При необходимости их можно отредактировать, исключить из расчета или удалить.

В начале работы рассматривая проблему визуального представления чертежа, при отсутствии навыков возникали сложности с выполнением заданий связанных с чтением чертежей, на которых были представлены сборки моделей. Нужно было найти решение, которое бы эффективно устранило проблему.

В ходе проведенной работы студентами были достигнуты следующие результаты: студенты изучили программу, позволившую проектировать любую деталь и видеть её в трёхмерном изображении. Это помогло не только развить пространственное воображение, а так же в случае затруднений с чтением чертежа незамедлительно устранить трудности с помощью данной программы.

Библиографический список

1. ЗАО Аскон. Азбука Компас-3D. – М.: Аскон, 2013. – 200 с.
2. Богуславский, А.А. Си++ и компьютерная графика: лекции и практикум по программированию / А.А. Богуславский. – М.: КомпьютерПресс, 2003. – 352 с.

[К содержанию](#)