

Введение

Предварительные замечания

Инженерная компьютерная графика является одной из наиболее интенсивно развивающихся отраслей технических знаний. Современные САД-подсистемы, входящие в состав интегрированных САД/САМ/САЕ-систем (Computer Aided Manufacturing/Engineering – поддержанное компьютером конструирование/изготовление/инженерная деятельность), и системы твердотельного параметрического моделирования механических объектов, отражающие последние достижения инженерной компьютерной графики, представляют собой наиболее важные разработки в области новых технологий по автоматизации деятельности инженеров, конструкторов и технологов [10]. Эта оценка была сделана еще в конце 80-х годов прошлого века. К тому времени в мире было создано 40–50 трехмерных систем автоматизированного проектирования (САПР) [11].

По уровню возможностей и цен САПР для машиностроения условно разделяются на три уровня:

- САПР нижнего уровня – это, как правило, программы для двумерного проектирования. Представителями этих «электронных кульманов» являются AutoCAD LT, T-Flex CAD 2D, КОМПАС-График и др.
- САПР среднего уровня – позволяют дополнительно создавать трехмерные параметрические модели и выполнять проверочные расчеты деталей и сборок. К представителям этого класса относятся системы, рассматриваемые в этой книге.
- САПР верхнего уровня – обеспечивают потребности практически всех областей проектирования, от разработки изделий и оснастки до проведения сложных инженерных расчетов и изготовления изделий. В настоящее время среди представителей этого уровня наиболее востребованными являются системы Catia, Pro/ENGINEER, Unigraphics.

В последние годы роль САПР в решении задач интенсификации процесса разработки и выпуска новых изделий еще более возросла. Особенно интенсивно развивались системы среднего уровня, приближаясь по своим возможностям к САПР высшего уровня. Конкуренция на рынке САПР заставила разработчиков продвигать в сферу образования некоммерческие учебные версии своих систем, искать другие способы внедрения в обучение своего легального прикладного программного обеспечения.

Освоение любой САПР, ориентированной на машиностроение и приборостроение, начинается со знакомства с САД-системой. В данной книге приведены материалы, позволяющие ускорить освоение особенностей трехмерных редакторов четырех наиболее распространенных в сфере образования САД-систем:

- **КОМПАС-3D.** Более 1000 учебных заведений применяют профессиональное программное обеспечение в обучении студентов и научных исследованиях. В учебных аудиториях система установлена более чем по 45 000 лицензий. В 2008 году в рамках приоритетного проекта «Образование» все школы Российской Федерации (РФ) получили систему КОМПАС-3D LT, при этом в 6100 школ, реализующих инновационные программы обучения, была поставлена профессиональная система КОМПАС-3D.
- **SolidWorks.** К программе SWR-Академия — целевой программе поддержки учебных заведений России и стран СНГ, обеспечивающих профессиональную подготовку инженерных кадров с использованием программных комплексов САД/САМ/САЕ/PDM, присоединились уже более 300 отечественных вузов (информация с сайта <http://www.solidworks.ru>).
- **Autodesk Inventor, AutoCAD.** Ежегодно более 2 000 000 студентов в 50 000 учебных заведений обучаются работе с программными продуктами Autodesk. В странах СНГ более 1100 факультетов и сотни вузов выпускают специалистов, умеющих использовать технологии Autodesk. Будущие архитекторы, проектировщики, инженеры и специалисты по компьютерной графике овладевают точно такими же программами, которые используют профессионалы (официальная информация Autodesk).

В книге представлены:

- описания этапов создания в перечисленных системах твердотельных моделей, ассоциативных чертежей и спецификаций нескольких сборочных единиц. Ассоциативные чертежи, созданные по 3D-технологии, характеризуются тем, что все виды плоского чертежа связаны так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом виде. Представление о создаваемых моделях и документации трех сборочных единиц дает рис. В.1;
- описание приемов работы с 3D-библиотеками стандартных изделий.

Концептуальные особенности книги

Особенности книги, на которые следует обратить внимание.

- Книга знакомит с современным подходом к автоматизированному проектированию, когда конструкторская документация изделий создается на основе их трехмерного моделирования.
- Последовательность представления и содержание учебных заданий обеспечивают постепенность и полноту освоения приемов создания твердотельных моделей и конструкторской документации сборочных единиц.
- Особенности выполнения учебных заданий раскрываются в рисунках, на которых показаны этапы построения моделей и создания фрагментов конструкторской документации.

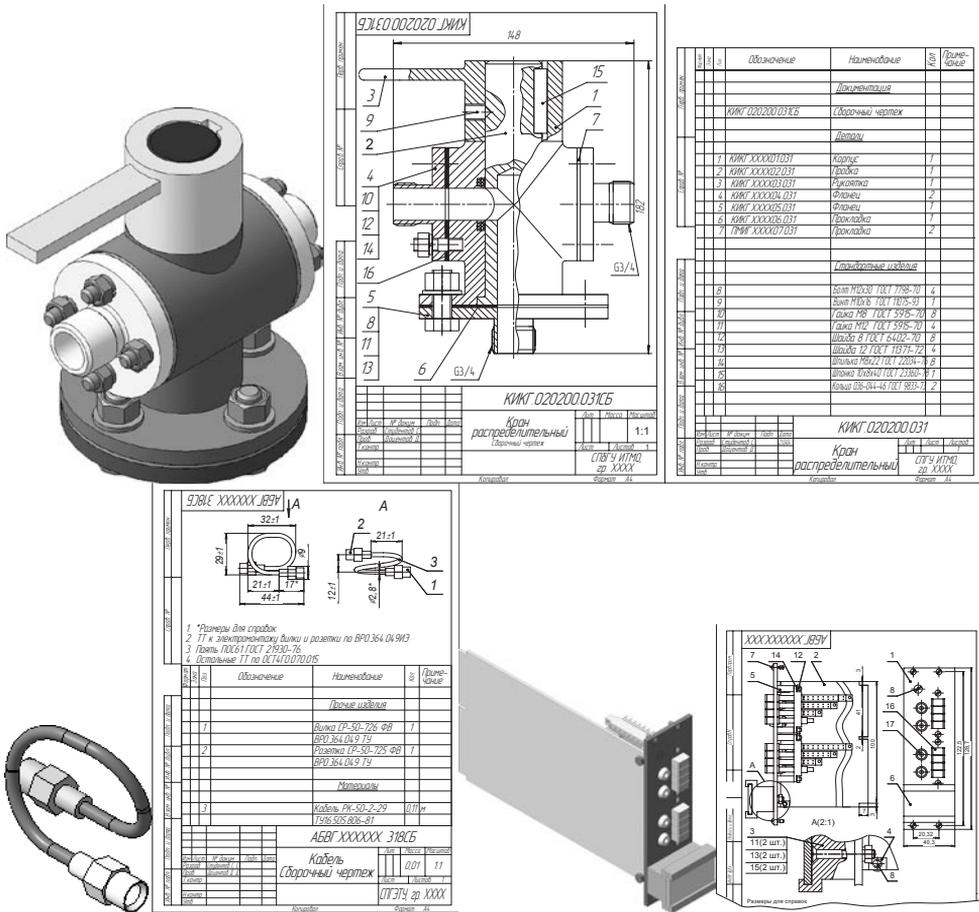


Рис. В.1. Примеры моделей и документации

- Выполнение одинаковых моделей и документов в различных CAD-системах обеспечивает эффективный интуитивный перенос умений и навыков моделирования при освоении очередного 3D-редактора.
- В книге реализован деятельностный подход к инженерному образованию, когда обучаемый включается в подлинную или близкую к ней инженерную деятельность.
- Форма и приемы подачи учебного материала обеспечивают преемственность этапов освоения технологий автоматизированного проектирования, когда на первом этапе происходит знакомство с приемами 3D-моделирования деталей [1], а в дальнейшем изучаются темы, составляющие содержание данной книги.

Литературу, посвященную применению информационных технологий в проектировании, можно условно разделить на две группы.

- Первую, наиболее многочисленную группу составляют книги, в которых основное внимание уделяется подробному описанию раскрывающихся и пиктографических меню программ и описанию команд этих меню. Как отмечается в [5], простейшие примеры, показывающие результат выполнения той или иной команды, повышают эффективность обучения, но незначительно.
- В книгах второй группы описание меню программ и их команд носит ознакомительный характер и не изобилует подробностями. Основной упор сделан на выполнение примеров, взятых из реальной жизни или максимально приближенных к ним [1, 5]. С помощью таких примеров можно наглядно раскрыть основные приемы создания моделей и конструкторской документации, варианты применения различных команд для получения одного и того же результата, в том числе в разных САД-системах.

Книга, которую вы держите в руках, относится ко второй группе.

Для кого предназначена книга

Издание предназначено для начинающих пользователей САПР. Рекомендуется студентам, обучающимся по различным техническим направлениям подготовки бакалавров и магистров. Книга обеспечивает компьютерную поддержку изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин и курсов, в рамках которых изучают и применяют различные САД-системы:

- в вузах и колледжах;
- на курсах повышения квалификации работников промышленности;
- в институтах непрерывного (послевузовского) образования.

Содержание спецификации и сборочного чертежа

Спецификация — основной конструкторский документ для сборочной единицы, который в отдельности или в совокупности с другими указанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

Спецификацию составляют на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4. Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108–68.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, располагаемых в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;

- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать номера позиций.

Запись изделий, указываемых в разделах «Сборочные единицы» и «Детали», производят в алфавитном порядке сочетания начальных индексов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по следующим категориям стандартов: государственным, республиканским, отраслевым и стандартам предприятия. В пределах каждой категории стандартов записи производят по группам изделий, объединенных по функциональному назначению (крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.); в пределах группы — в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, в последовательности, которая определена ГОСТ 2.108–68.

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых заносят в графу «Обозначение».

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей специфицируемого изделия в соответствии с последовательностью их записи в спецификации. Номера позиций не присваивают документам, приводимым в разделе «Документация».

В графе «Кол.» указывают количество составных единиц на одно специфицируемое изделие. В разделе «Документация» эту графу не заполняют.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом, если они помещаются на листе формата А4. Такому совмещенному документу присваивают обозначения основного конструкторского документа (спецификации).

Сборочный чертеж — документ, содержащий изображение сборочной единицы и других данных, необходимых для сборки (изготовления) и контроля. Основные требования к выполнению сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109–73.

Сборочный чертеж кроме изображения сборочной единицы должен содержать:

- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу, в том числе:
 - габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия;
 - установочные размеры, согласно которым изделие устанавливается на месте монтажа;

- присоединительные размеры, по которым данное изделие присоединяется к другим изделиям;
- исполнительные, которые задают размеры элементов, образующихся в процессе сборки;
- указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей изделия.

Все составные части на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений видимых составных частей.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой. Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой.

Линии-выноски не должны пересекаться между собой и пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись. Они должны быть непараллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю).

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах. Их располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строку по возможности на одной линии.

Номера позиций на чертеже наносят, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, можно делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций.

Сборочные чертежи следует выполнять с упрощениями, соответствующими требованиями стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом делают соответствующую надпись, например: «Крышка поз. 3 не показана»;
- надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования по возможности в последовательности, рекомендованной ГОСТ 2.315–68.

Чертеж общего вида — документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Особенности проектирования модулей низших уровней типовых несущих конструкций

При разработке систем автоматизации и управления эффективным является использование базовых несущих конструкций и применение модульного принципа компоновки из стандартных функционально и конструктивно законченных модулей.

Несущая конструкция (НК) — элемент конструкции или совокупность элементов конструкции, предназначенные для размещения технических средств и обеспечения их устойчивости и прочности в заданных условиях эксплуатации.

Базовая несущая конструкция (БНК) — несущая конструкция, предназначенная для размещения составных частей аппаратуры, габариты которой стандартизованы.

В основе применения модульного принципа компоновки лежит базовый метод конструирования, при котором аппаратура делится на конструктивно и схемно законченные части — модули.

Главным принципом построения системы БНК является принцип входимости модулей низших уровней в высшие.

Определим термины, относящиеся к первому (низшему) уровню разукрупнения.

Печатная плата в сборе — НК функционального узла, предназначенного для размещения элементной базы и электрического монтажа.

Панель — элемент НК функционального узла (ячейки) или блока, на котором располагаются органы управления, коммутации, индикации и соединения с другими частями НК.

Остановимся на некоторых размерах, приводимых в ГОСТ 28601.3–90, которые распространяются на устанавливаемые в любом оборудовании типовые НК первого уровня:

1. Размеры типовых конструкций установлены на основе модуля вертикального приращения $U = 44,45$ мм.
2. Расстояние между шаговыми линиями блоков кассет и печатных плат должны быть кратны $T = 5,08$ мм.
3. Размеры печатных плат и панелей (в миллиметрах), устанавливаемых на платах, должны соответствовать размерам, указанным на рис. В.2 и в табл. В1.
4. Положение средней линии первой печатной платы зависит от типа выбранного соединителя. Размер $A = 3,27$ мм является предпочтительным.
5. При конструировании передней панели необходимо учитывать высоту H_3 проема блочного каркаса.