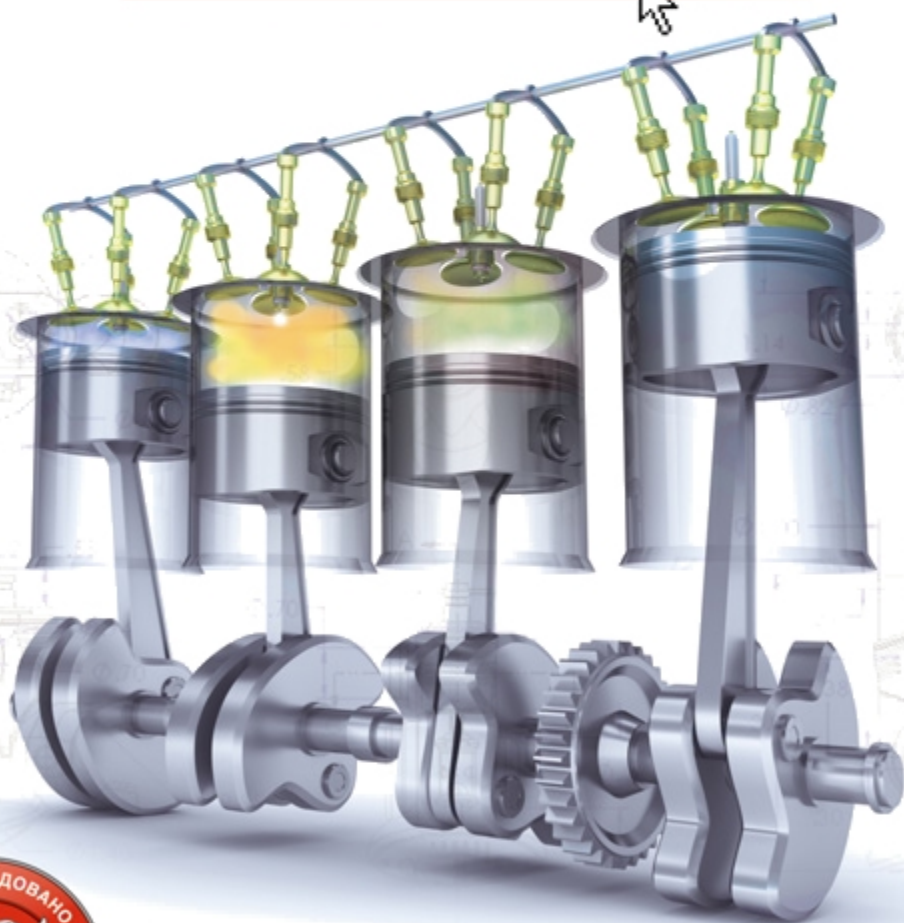


В. Большаков, А. Бочков

ОСНОВЫ 3D-моделирования

Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D,
SolidWorks, Inventor

УЧЕБНЫЙ КУРС



3D-модели и конструкторская
документация сборок



В. Большаков, А. Бочков

ОСНОВЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D,
SolidWorks, Inventor

УЧЕБНЫЙ КУРС



Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 211000 «Конструирование и технологии электронных средств»

 ПИТЕР®

Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж
Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара · Новосибирск
Киев · Харьков · Минск

2013

ББК 32.973.23-018.2
УДК 004.896
Б79

Рецензент

Голдобина Л. А., д. т. н., профессор кафедры «Техническая механика»
Санкт-Петербургского государственного университета сервиса и экономики.

Большаков В. П., Бочков А. Л.

Б79 Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. — СПб.: Питер, 2013. — 304 с.: ил.

ISBN 978-5-496-00041-3

В книге приведены материалы, позволяющие освоить работу в четырех CAD-системах, наиболее распространенных в сфере образования и практической деятельности. Подобный подход не только позволит читателю быстро овладеть навыками моделирования во всех популярных САПР-оболочках, но и предоставит ему возможность самостоятельно оценить и выбрать конкретный инструмент для решения той или иной задачи, возникающей в работе инженеров-конструкторов.

Каждая часть книги посвящена определенной CAD-системе последней версии: КОМПАС-3D, SolidWorks, Autodesk Inventor и Autodesk AutoCAD. Помимо общих сведений и основ создания моделей деталей в определенной системе, освещены приемы создания твердотельных моделей деталей и чертежей по 3D-технологии. Рассмотрен процесс визуализации этапов создания твердотельных моделей.

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 211000 «Конструирование и технологии электронных средств».

ББК 32.973.23-018.2
УДК 004.896

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

Оглавление

Введение	11
Предварительные замечания	11
Концептуальные особенности книги	12
Для кого предназначена книга	14
Содержание спецификации и сборочного чертежа	14
Особенности проектирования модулей низших уровней типовых несущих конструкций	17
Электронная модель изделия	19
Компас-3D	22
Глава 1. Общие сведения о системе КОМПАС-3D	22
1.1. Основные типы документов	22
1.2. Основные элементы интерфейса	23
1.3. Управление изображением модели	27
1.4. Управление режимом отображения детали	28
1.5. Дерево модели	29
Глава 2. Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок	32
2.1. Приемы создания модели сборки	32
2.1.1. Добавление компонента из файла на месте	33
2.1.2. Задание взаимного положения элементов в сборке	33
2.1.3. Создание массивов компонентов	35
2.1.4. Формообразующие операции в сборке	37
2.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов	38
2.2.1. Работа с библиотекой крепежа для КОМПАС-3D	39
2.2.2. Работа с библиотекой Стандартные изделия	42
2.3. Разнесение компонентов сборки	49
2.3.1. Указание компонентов для разнесения	50
2.3.2. Выбор объекта, задающего направление разнесения	50

2.4. Приемы создания спецификации.	50
2.4.1. Создание спецификации в ручном режиме	50
2.4.2. Создание спецификации в полуавтоматическом режиме	53
2.5. Система координат и плоскости проекций.	53
2.6. Настройка параметров и расчет характеристик моделей.	54
2.6.1. Определение и задание свойств модели.	54
2.6.2. Управление свойствами поверхности модели	55
2.6.3. Расчет массо-центровочных характеристик модели	55
2.7. Создание ассоциативных видов	56
Глава 3. Создание моделей и документации сборочных единиц	58
3.1. Замечания по моделированию крана	59
3.2. Соединение болтовое	60
3.2.1. Этапы построения сборки.	60
3.2.2. Построение спецификации в ручном режиме	64
3.3. Соединение шпилечное	66
3.3.1. Этапы построения сборки.	66
3.3.2. Ассоциативный чертеж	69
3.3.3. Разрушение ассоциативного чертежа.	75
3.3.4. Построение спецификации в полуавтоматическом режиме.	76
3.4. Соединение шпонкой и установочным винтом.	84
3.5. Создание модели крана	85
3.6. Разнесение компонентов шпилечного соединения	86
3.7. Моделирование кабеля	88
3.7.1. Детали для моделирования кабеля	88
3.7.2. Этапы построения сборки.	89
3.7.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа.	91
3.8. Моделирование модуля первого уровня	94
3.8.1. Этапы конструирования передней панели	95
3.8.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня	96
3.8.3. Создание компонентов в контексте сборки	102
3.8.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня.	104
SolidWorks.	106
Глава 4. Общие сведения о системе SolidWorks	106
4.1. Основные типы документов.	106
4.2. Основные элементы интерфейса	107

4.3. Использование контекстных меню	109
4.4. Управление масштабом, сдвигом изображения и поворотом модели . . .	110
4.5. Управление ориентацией детали	111
4.6. Управление режимом отображения детали	112
4.7. Дерево конструирования	113

Глава 5. Знакомство с созданием моделей и конструкторской документацией сборок. 116

5.1. Приемы создания модели сборки.	117
5.1.1. Добавление компонента из файла	117
5.1.2. Создание компонента на месте	118
5.1.3. Задание взаимного положения элементов в сборке.	119
5.1.4. Создание массивов компонентов	120
5.1.5. Формообразующие операции в сборке.	122
5.1.6. Сопряжения в сборке	124
5.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов.	125
5.2.1. Работа с библиотекой крепежа	125
5.2.2. Добавление набора элементов.	129
5.3. Разнесение компонентов сборки	131
5.4. Настройка параметров и расчет характеристик моделей.	132
5.4.1. Задание внешнего вида и свойств модели.	132
5.4.2. Расчет массо-центровочных характеристик модели	134
5.5. Создание ассоциативных видов	135

Глава 6. Создание моделей и документации сборочных единиц 136

6.1. Моделирование крана	136
6.2. Соединение болтовое	136
6.2.1. Этапы построения сборки.	136
6.2.2. Создание сборочного чертежа	142
6.2.3. Построение спецификации с использованием программы SWR-спецификация.	143
6.3. Соединение шпильчное	146
6.3.1. Этапы построения сборки.	146
6.3.2. Построение спецификации в ручном режиме	152
6.4. Вставка пробки и уплотнительных колец	152
6.5. Соединение ручки шпонкой и установочным винтом	155
6.6. Вырез четверти модели сборки	156
6.7. Разнесение компонентов сборки	157

6.8. Моделирование кабеля	162
6.8.1. Детали для моделирования кабеля	162
6.8.2. Этапы построения сборки.	163
6.8.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа.	164
6.9. Моделирование модуля первого уровня	168
6.9.1. Этапы конструирования передней панели	168
6.9.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня	168
6.9.3. Создание компонентов в контексте сборки	175
6.9.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня.	177

Autodesk Inventor 179

Глава 7. Общие сведения о системе Autodesk Inventor 179

7.1. Основные типы документов.	179
7.2. Основные элементы интерфейса	179
7.3. Использование контекстных меню	180
7.4. Управление отображением модели	181
7.5. Браузер	184
7.6. Панель быстрого доступа	186

Глава 8. Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок. 187

8.1. Приемы создания модели сборки.	188
8.1.1. Добавление компонента из файла	188
8.1.2. Создание компонента на месте	189
8.1.3. Задание взаимного положения элементов в сборке.	189
8.1.4. Создание массивов компонентов	190
8.1.5. Формообразующие операции в сборке.	193
8.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов	194
8.3. Разнесение компонентов сборки	196
8.4. Настройка параметров и расчет характеристик моделей.	197
8.5. Создание ассоциативных видов	197

Глава 9. Создание моделей и документации сборочных единиц 199

9.1. Моделирование крана	199
9.2. Соединение болтовое	200
9.2.1. Этапы построения сборки.	200
9.2.2. Создание сборочного чертежа.	203
9.2.3. Построение спецификации вручную	205

9.3. Соединение шпилечное	214
9.3.1. Этапы построения сборки	214
9.3.2. Построение спецификации	218
9.4. Вставка пробки и уплотнительных колец	222
9.5. Соединение ручки шпонкой и установочным винтом	224
9.6. Вырез четверти модели сборки	226
9.7. Разнесение компонентов сборки	226
9.8. Моделирование кабеля	230
9.8.1. Детали для моделирования кабеля	230
9.8.2. Этапы построения сборки	231
9.8.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа	232
9.9. Моделирование модуля первого уровня	237
9.9.1. Этапы конструирования передней панели	237
9.9.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня	237
9.9.3. Создание компонентов в контексте сборки	248
9.9.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня	250

AutoCAD 252

Глава 10. Общие сведения о системе AutoCAD. 252

10.1. Основные типы документов	252
10.2. Основные элементы интерфейса	252
10.3. Использование контекстных меню	256
10.4. Управление масштабом, сдвигом изображения и поворотом модели	259
10.5. Управление ориентацией рисунка	260
10.6. Управление режимом отображения детали	261

Глава 11. Основы моделирования в системе AutoCAD. 263

11.1. Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок	264
11.2. Приемы создания модели сборки	264
11.2.1. Добавление компонента из файла	264
11.2.2. Создание массивов компонентов	265
11.2.3. Основные формообразующие операции	265
11.3. Система координат и плоскости проекций	266
11.4. Особенности трехмерного моделирования деталей	267
11.5. Создание ассоциативных видов	268

Глава 12. Создание моделей и документации сборочных единиц	269
12.1. Моделирование крана	269
12.2. Соединение болтовое	269
12.2.1. Этапы построения сборки. Совмещение плоскостей корпуса и прокладки	269
12.2.2. Расположение нижнего фланца в сборке	272
12.2.3. Создание и вставка стандартных изделий болтового соединения	275
12.2.4. Построение массива болтового соединения	280
12.3. Создание сборки шпилечного соединения	281
12.3.1. Создание и расположение в сборке боковых прокладки и фланца	281
12.3.2. Моделирование бокового фланца в контексте сборки	281
12.3.3. Вставка стандартных изделий для шпилечного соединения	283
12.3.4. Трехмерное зеркальное отображение построенного фланца с прокладкой и крепежными изделиями	284
12.4. Создание сборки шпоночного соединения	284
12.4.1. Выравнивание положения кольца относительно пазов в корпусе	284
12.4.2. Вставка пробки и задание ее расположения в корпусе	287
12.4.3. Вставка шпонки	291
12.4.4. Вставка и выравнивание ручки	293
12.4.5. Создание сборки винтового соединения	295
12.5. Моделирование электрорадиоэлементов и сборок	298
Список литературы	300

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/CAM/CAE/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.

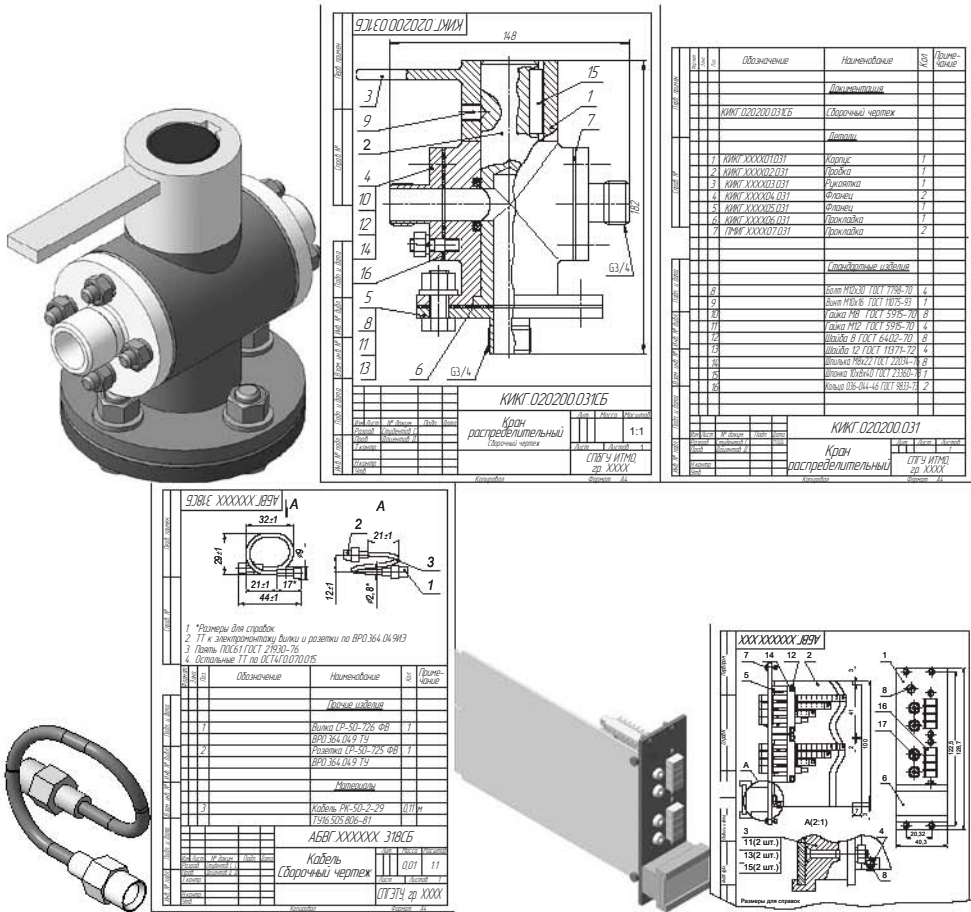


Рис. В.1. Примеры моделей и документации

- 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 (крепёжные 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.

Таблица В.1

Условный размер	H_1	H_2	H_3	A_2	L
2U	55,55	84,25	67,31	78,05	100; 160; 220;
3U	100,00	128,70	111,75	122,50	280; 340
4U	144,45	173,15	156,20	166,95	
5U	188,90	217,60	200,65	211,40	

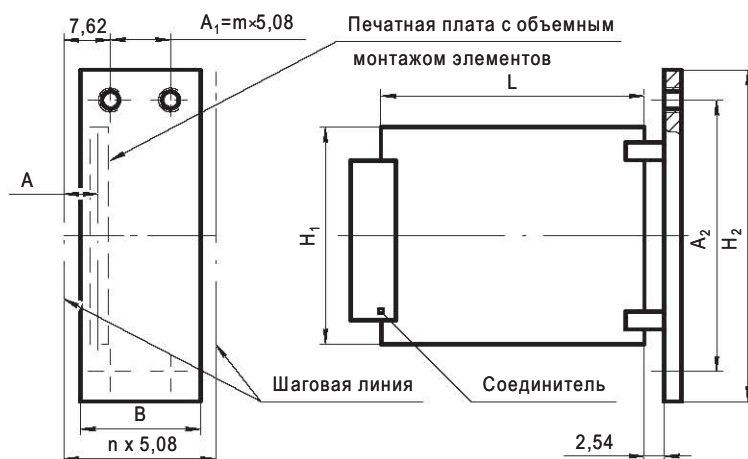


Рис. В.2. Основные размеры элементов первого уровня

6. Размер A_1 (табл. В.2) необходимо выбрать в соответствии с шириной передней панели B .

Таблица В.2

B	40,3	60,6	81,0	101,3	121,6	142,0	162,3
A_1	20,32	40,64	60,96	81,28	101,6	121,92	142,24

Одним из этапов автоматизированного конструирования НК первого уровня является рациональное размещение электрорадиоэлементов и пр. (рис. В.3, а) на передней панели с учетом перечисленных ограничений. При небольшом количестве электрорадиоэлементов, устанавливаемых на передней панели, размеры которой допускают их свободное размещение (рис. В.3, б), проблем с компоновкой не возникает.

В главах 3, 6, 9, 12 рассмотрены примеры конструирования НК первого уровня, когда технология 3D-моделирования существенно упрощает компоновку передних панелей при необходимости минимизации их площадей.

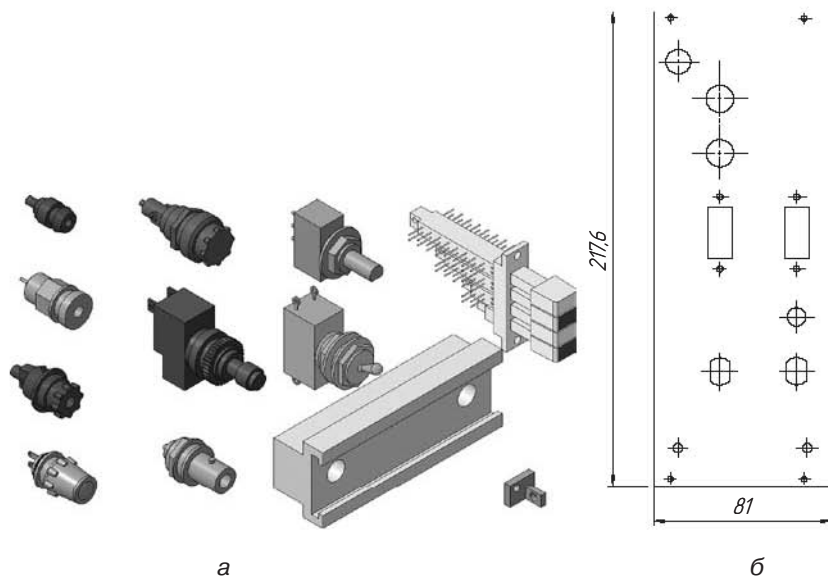


Рис. В.3. Передняя панель: а — устанавливаемые элементы; б — фрагмент чертежа

Электронная модель изделия

Общие требования к выполнению электронных моделей изделий (деталей, сборочных единиц) машиностроения и приборостроения устанавливаются ГОСТ 2.052–2006. В этом стандарте представлены термины и определения. Остановимся на тех, которые имеют отношение к содержанию данной книги:

- *электронная модель изделия (ЭМИ)* — электронная модель детали или сборочной единицы по ГОСТ 2.102–68;
- *электронная геометрическая модель (геометрическая модель)* — ЭМИ, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от формы и размеров;
- *геометрический элемент* — точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура, геометрическое тело;
- *геометрия модели* — совокупность геометрических элементов, которые являются элементами геометрической модели изделия;
- *вспомогательная геометрия* — совокупность геометрических элементов, которые используются в процессе создания геометрической модели изделия, но не являются элементами этой модели;
- *атрибут модели* — размер, допуск, текст или символ, требуемый для определения геометрии изделия или его характеристики;
- *твердотельная модель* — трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного

множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим элементам;

- *файл модели* – файл, содержащий информацию о геометрических элементах, атрибутах, обозначениях и указаниях, которые рассматриваются как единое целое.

Схематически состав ЭМИ изображен на рис. В.4.



Рис. В.4. Схема состава электронной модели изделия

ЭМИ должна содержать как минимум одну координатную систему. Координатную систему модели изображают тремя взаимно перпендикулярными линиями с началом координат, расположенным на пересечении трех осей, при этом:

- должно быть показано положительное направление и обозначение каждой оси;
- следует использовать правостороннюю координатную систему модели (рис. В.5), если не оговорена другая координатная система.

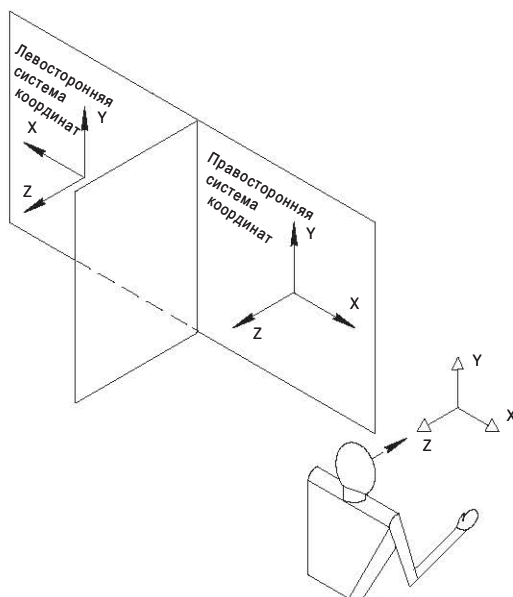


Рис. В.5. Системы координат

При разработке модели предусматривают применение электронных библиотек (электронных каталогов) стандартных и покупных изделий.

Электронная модель сборочной единицы должна давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых в сборочную единицу, и содержать необходимую и достаточную информацию для осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Компас-3D

Глава 1 Общие сведения о системе КОМПАС-3D

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных параметрических моделей и последующего выполнения сборочных чертежей, рабочих чертежей и спецификаций.

1.1. Основные типы документов

Можно создавать документы шести типов: чертежи, фрагменты, детали, сборки, спецификации и текстовые документы. В случаях, когда идет речь о трехмерных изображениях деталей, употребляется еще один термин — модель. Построение моделей выполняется средствами модуля трехмерного моделирования.

Чертеж (расширение файла **.cdw**) — конструкторский документ, содержащий графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные объекты оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т. д.).

Фрагмент (расширение файла **.frg**) — вспомогательный тип графического документа. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т. д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах.

Деталь (расширение файла **.m3d**) — 3D-модель изделия, изготавливаемого из однородного материала без применения сборочных операций.

Сборка (расширение файла **.a3d**) — 3D-модель, объединяющая модели деталей, других сборочных единиц и стандартных изделий.

Спецификация (расширение файла **.spw**) — таблица, оформленная в соответствии с требованиями ЕСКД и содержащая обозначения, наименования и количества составных частей какого-либо изделия.

Текстовый документ (расширение файла **.kdw**) — как следует из названия, содержит преимущественно текстовую информацию.

1.2. Основные элементы интерфейса

КОМПАС-3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения. Основную часть программного окна (рис. 1.1) занимает *окно документа*.

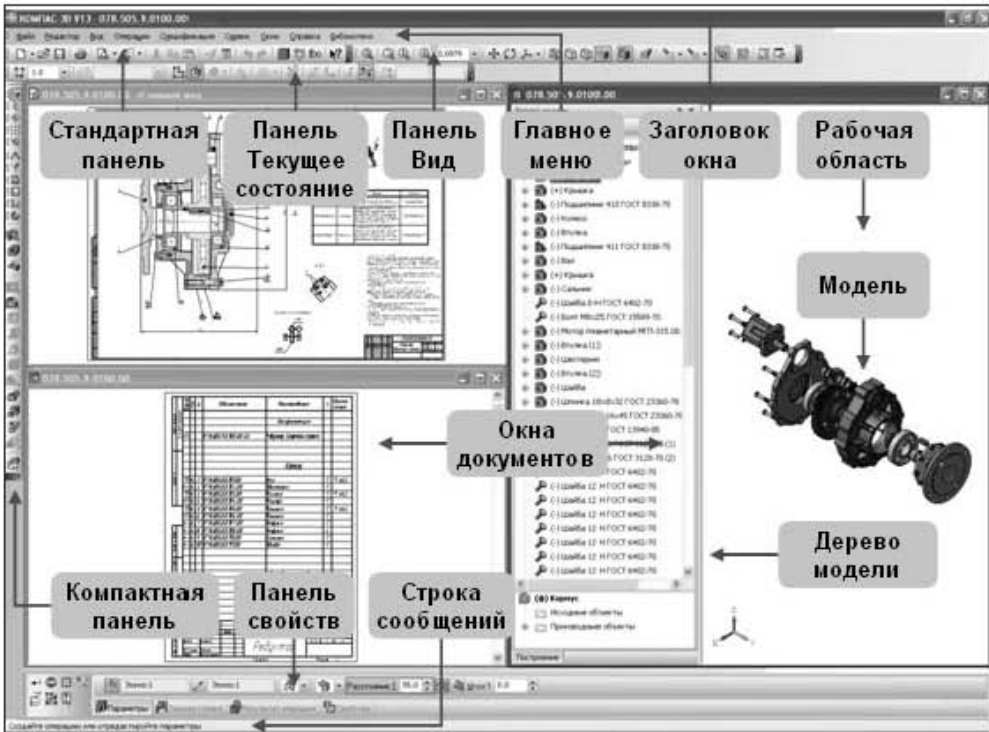


Рис. 1.1. Элементы интерфейса в режиме создания сборки

Вокруг окна документа расположены следующие документы:

- *заголовок программного окна* – расположен в верхней части окна. В нем отображаются название программы, номер ее версии и имя текущего документа;
- *главное меню* – расположено сразу под заголовком. В нем находятся основные меню системы. В каждом меню хранятся связанные с ним команды.

При работе с документом любого типа на экране отображаются главное меню и несколько панелей инструментов: Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная.

При выборе пункта меню раскрывается перечень команд этого пункта. Некоторые из команд имеют собственные подменю. Для вызова команды (выполнения соответствующего ей действия) щелкните мышью на ее названии.

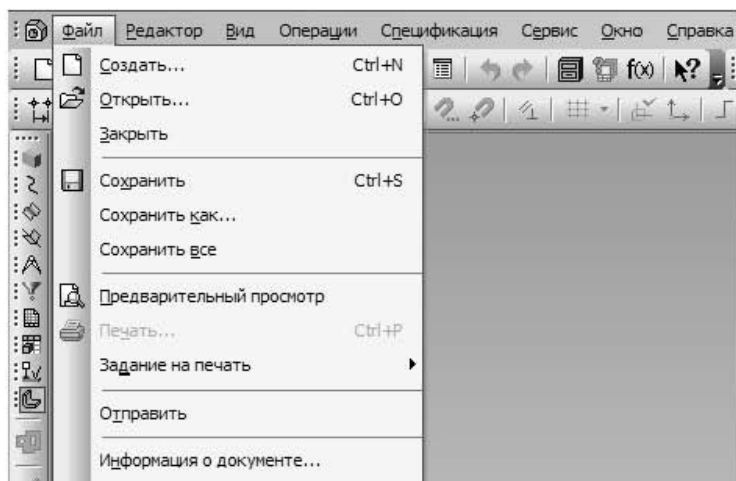


Рис. 1.2. Главное меню

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова команд стандартных операций с файлами и объектами (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Стандартная панель

Панель Вид содержит кнопки вызова команд настройки отображения активного документа. Набор полей и кнопок панели Вид зависит от того, какой документ активен (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Панель Вид при работе с деталями

Для включения ее отображения на экране служит команда Вид ► Панели инструментов ► Вид.

Панель Текущее состояние находится в верхней части окна сразу над окном документа. Набор полей и кнопок панели зависит от того, какой документ активен (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Панель Текущее состояние при работе с фрагментами

Для включения ее отображения на экране служит команда Вид ► Панели инструментов ► Текущее состояние.

Компактная панель 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 наборы кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа (рис. 1.6).

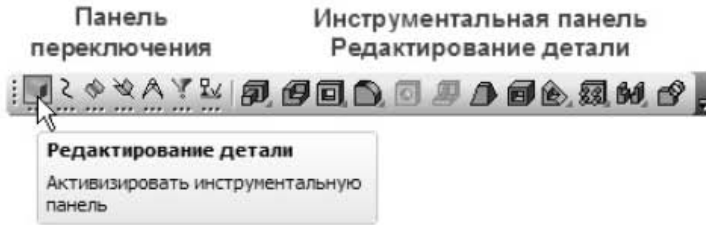


Рис. 1.6. Компактная панель в режиме редактирования детали

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и панель специального управления (рис. 1.7).

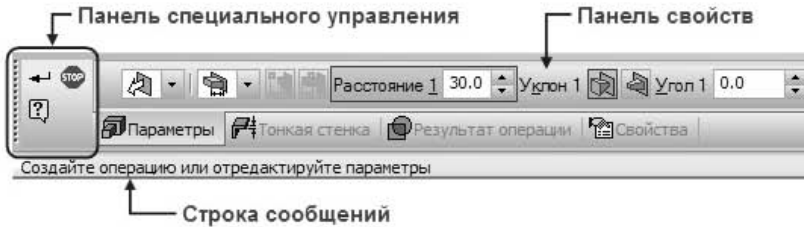


Рис. 1.7. Панель свойств

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, ввода каких данных ожидает система в данный момент, 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 (рис. 1.8).

Контекстное меню — меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. Эти меню появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут

собраны наиболее типичные для данного момента работы команды. Например, во время создания сборки при щелчке правой кнопкой мыши на экране появится меню, показанное на рис. 1.9.

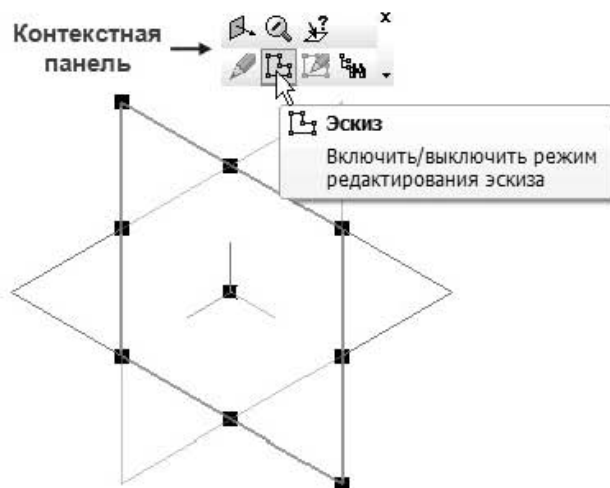


Рис. 1.8. Контекстная панель

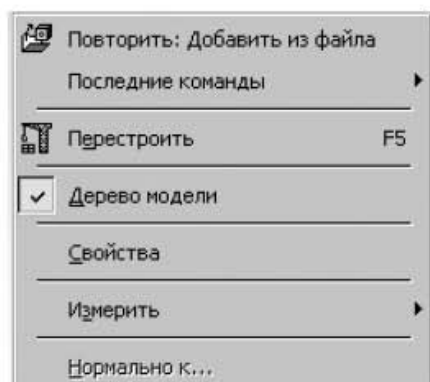


Рис. 1.9. Контекстное меню при создании сборки

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только через главное меню или инструментальные панели, но и через контекстные меню, причем последний способ является наиболее быстрым.

Справка по текущему действию или активному элементу интерфейса вызывается нажатием клавиши F1, вызов других типов справки — через страницу меню Справка.

1.3. Управление изображением модели

Для управления масштабом изображения модели предназначены команды **Увеличить масштаб рамкой**, **Увеличить масштаб**, **Уменьшить масштаб**, **Масштаб по выделенным объектам**, **Приблизить/отдалить**, **Показать все**. Эти команды расположены в меню **Сервис**, а кнопки для их быстрого вызова — на панели управления.

Коэффициентом изменения масштаба, используемым при выполнении команд **Увеличить масштаб** и **Уменьшить масштаб**, можно управлять.

Чтобы передвинуть изображение модели в окне, нажмите кнопку **Сдвинуть** на панели **Вид** или вызовите соответствующую команду из меню **Вид**.

Для быстрого сдвига изображения (без вызова специальной команды) можно воспользоваться клавиатурными комбинациями **Shift** + стрелки. Нажатие на любую из них вызывает перемещение изображения в соответствующую сторону.

Величина перемещения изображения при однократном нажатии управляющей клавиатурной комбинации называется шагом перемещения. Нужный размер шага перемещения можно устанавливать.

При создании модели может возникнуть необходимость видеть ее с разных сторон. Для этого в системе предусмотрена возможность вращения модели. Чтобы повернуть модель, следует вызвать команду **Вид ▶ Повернуть** или нажать на кнопку **Повернуть** на панели **Вид**.

Вращать модель можно вокруг центра габаритного параллелограмма, точки (вершины, центра сферы), оси (вспомогательной оси, прямолинейного ребра, оси операции) или вокруг оси, проходящей через указанную точку плоскости (вспомогательной плоскости, плоской грани детали) перпендикулярно ей.

Часто требуется такая ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует ее изображению на чертеже в стандартной проекции, например на виде сверху или слева). Эту ориентацию трудно получить, поворачивая модель мышью. В этом случае для изменения ориентации можно пользоваться предусмотренным системой списком названий ориентаций.

На панели **Вид** расположена кнопка **Ориентация**. Нажатие на стрелку рядом с этой кнопкой вызывает меню (рис. 1.10) с перечнем стандартных названий ориентаций: **Сверху**, **Снизу**, **Слева**, **Справа**, **Спереди**, **Сзади**, **Изометрия XYZ**, **Изометрия YZX**, **Изометрия ZXY**, **Диметрия** (каждая из них соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель). Из этого меню выбирается команда, соответствующая нужной ориентации. Изображение будет перестроено в соответствии с указанным направлением взгляда. Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не проекционная плоскость, а вспомогательная плоскость или плоская грань детали. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и вызовите из меню кнопки **Ориентация** команду **Нормально к...** Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

Можно не только использовать стандартные названия ориентаций, но и запоминать текущую ориентацию под каким-либо именем, а затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка. Для этого нужно нажать на кнопку

Ориентация — на экране появится диалоговая панель со списком существующих в модели названий ориентаций. Нажать на кнопку **Добавить** и ввести название новой ориентации, которое появляется в списке. Нажать на кнопку **Выход**. Новое название появится в меню кнопки **Ориентация** на панели **Вид**.

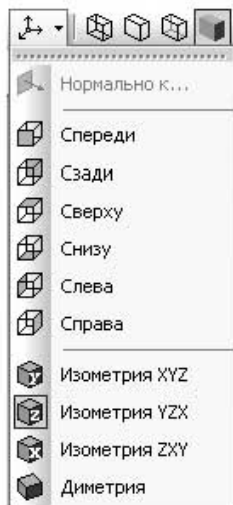


Рис. 1.10. Меню выбора стандартных ориентаций

1.4. Управление режимом отображения детали

В системе доступны несколько типов отображения модели: каркас, отображение без невидимых линий или с тонкими невидимыми линиями и полутонное отображение. Чтобы выбрать тип отображения, вызовите команду **Вид** ▶ **Отображение** и укажите нужный вариант. Можно также воспользоваться кнопками на панели **Вид**.

Каркас представляет собой совокупность всех ребер и линии очерка модели. Чтобы отобразить модель в виде каркаса, нужно вызвать команду **Вид** ▶ **Отображение** ▶ **Каркас** или нажать на кнопку **Каркас** на панели **Вид**.

Отображение модели с удалением невидимых линий представляет собой совокупность видимых (при текущей ориентации модели) ребер, видимых частей ребер и линии очерка модели. Чтобы отобразить модель без невидимых линий, нужно вызвать команду или нажать на кнопку **Вид** ▶ **Отображение** ▶ **Без невидимых линий** на панели **Вид**.

Невидимые линии (невидимые ребра и части ребер) можно отобразить отличающимся от видимых линий (более светлым) цветом. Чтобы отобразить модель с невидимыми линиями другого цвета, нужно вызвать команду **Вид** ▶ **Отображе-**

ние ▶ **Невидимые линии тонкие** или нажать на кнопку **Невидимые линии тонкие** на панели Вид.

Полутоновое отображение позволяет увидеть поверхность модели и получить представление о ее форме. Чтобы получить полутоновое отображение модели, нужно вызвать команду Вид ▶ **Отображение** ▶ **Полутоновое** или нажать на кнопку **Полутоновое** на панели Вид. При полутоновом отображении модели учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т. д.).

Перспектива. Посредством данного режима возможно получить еще более реалистичное изображение детали в соответствии с особенностями зрительного восприятия человека. Точка схода перспективы расположена посередине окна детали. Все перечисленные ранее режимы отображения (каркасное, полутоновое, без невидимых линий и с тонкими невидимыми линиями) можно сочетать с перспективной проекцией. Для получения отображения модели с учетом перспективы нужно вызвать команду Вид ▶ **Отображение** ▶ **Перспектива** или нажать на кнопку **Перспектива** на панели Вид.

1.5. Дерево модели

Дерево модели — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект дерева — сама модель, то есть деталь или сборка. Значки объектов автоматически возникают в дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне дерева отображается либо последовательность построения модели (рис. 1.11, *слева*), либо ее структура (рис. 1.11, *справа*). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки **Отображение структуры модели** на панели управления дерева модели, которая располагается в верхней части окна дерева.

В дереве модели отображаются обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции и указатель окончания построения модели.

Можно переименовать любой элемент в дереве модели. Для этого необходимо дважды щелкнуть мышью на его названии, в результате чего оно откроется для редактирования, ввести новое название элемента и щелкнуть мышью вне списка элементов дерева. Новое название элемента будет сохранено в дереве модели.

Слева от названия каждого объекта в дереве отображается значок, соответствующий способу, которым этот элемент получен. Значок, в отличие от названия объекта, изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании элементов в дереве модели остается наглядная информация о способе и порядке их создания. Дерево модели служит не только для фиксации последовательности построения, но и для облегчения выбора и указания объектов при выполнении команд.

Обычно значки отображаются в дереве модели синим цветом. Если объект выделен, то его значок в дереве зеленый. Если объект указан для выполнения операции, то значок красный. Можно изменить размер окна дерева, перетаскивая мышью его углы или границы.

Дерево построения документа — это структурированный список объектов, отражающий последовательность создания документа. Чтобы дерево построения

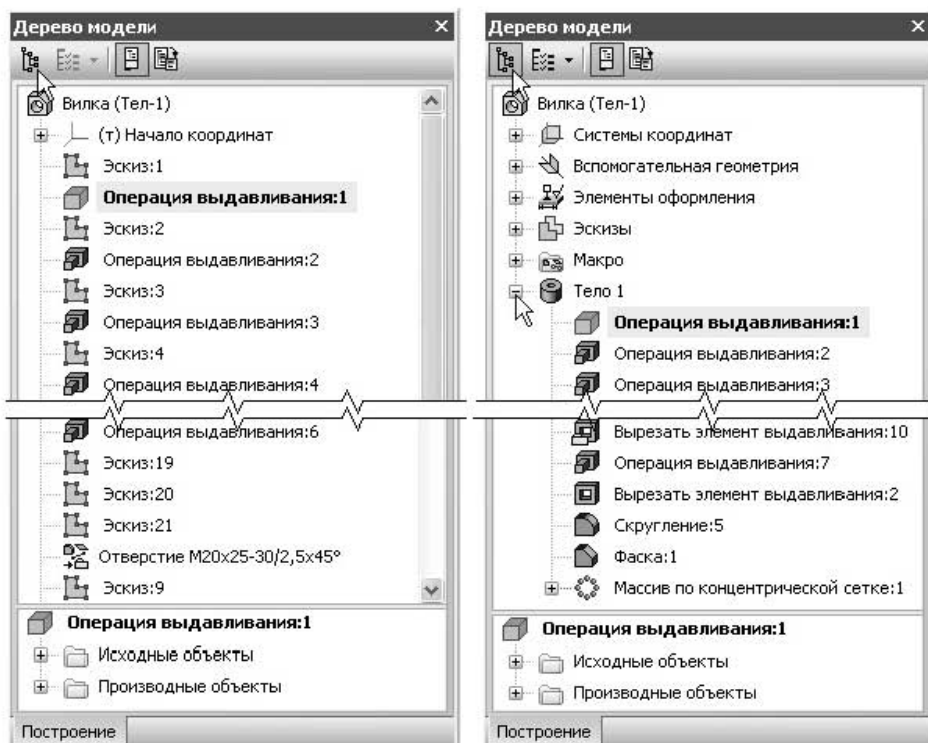
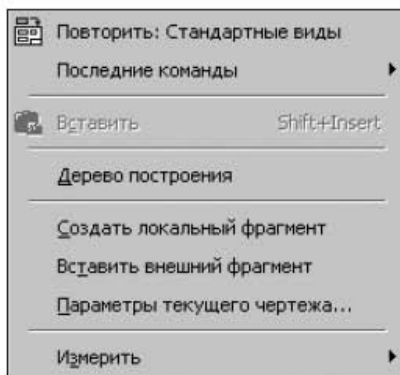


Рис. 1.11. Дерево модели

появилось на экране, щелкните правой кнопкой мыши в окне документа и в появившемся контекстном меню выберите команду **Дерево построения** (рис. 1.12). Тот же результат можно получить, если в меню **Вид** активизировать строку **Дерево построения**.

Рис. 1.12. Вызов команды **Дерево построения**

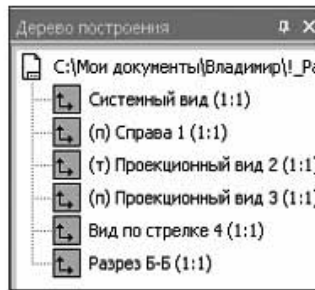


Рис. 1.13. Дерево построения чертежа

Дерево построения отображается в левой части окна документа (рис. 1.13). В нем указан список видов (имя и масштаб в скобках) в порядке их создания. Слева от имени приводится состояние вида: текущий — (т), фоновый — (ф) и погашенный — (п).

Используя контекстное меню элементов дерева построения, можно управлять состоянием и параметрами видов.

Глава 2

Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок

Сборка в КОМПАС-3D — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов. Следует повторить, что модели сборок можно создавать только в профессиональной версии КОМПАС-3D.

Выделяют следующие способы проектирования сборок:

- «снизу вверх»;
- «сверху вниз»;
- смешанный.

Проектирование сборки «снизу вверх» представляет собой последовательное добавление в сборку готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Такой порядок проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей их сборки требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

Проектирование сборки «сверху вниз» характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием «снизу вверх», так как позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Однако на практике чаще всего используют смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

2.1. Приемы создания модели сборки

Для того чтобы создать новый файл трехмерной модели сборки, необходимо вызвать из главного меню команду **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Новый документ** ▶ **Сборка** или нажать на кнопку **Сборка** на панели **Стандартная**.

На экране откроется окно нового документа — сборки. В окне сборки находятся дерево модели, система координат и плоскости проекций.

2.1.1. Добавление компонента из файла на месте

Добавление компонента из файла осуществляется в результате нажатия на кнопку **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**.

После вызова данной команды на экране появляется стандартный диалог выбора файлов. Выберите в нем нужный каталог и укажите имя файла, содержащего компонент. Изображение указанного компонента появится в окне просмотра диалого. Если файл компонента выбран верно, нажмите на кнопку **Открыть**. Укажите точку вставки компонента. Ее можно указать в окне сборки произвольно или используя привязку (например, к началу координат или к вершине) или ввести координаты X , Y , Z точки вставки в полях панели свойств.

Компонент будет вставлен в текущий документ: его начало координат совместится с указанной точкой вставки, направление осей системы координат совпадет с направлением осей системы координат текущей сборки. В дереве модели появится значок, соответствующий типу компонента (деталь или сборка).

Создание компонента на месте

При формировании сборки можно не только добавлять в нее готовые компоненты с диска, но и создавать их, не выходя из текущего файла сборки, то есть строить детали и подсборки в контексте сборки. При этом в окне видны все остальные компоненты сборки. Они недоступны для редактирования, но их элементы (грани, ребра, вершины, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов. Команды создания компонентов в контексте сборки расположены в меню **Операции** ▶ **Создать компонент**.

Кнопки быстрого вызова этих команд находятся в одной группе на инструментальной панели — это кнопки **Создать сборку** и **Создать деталь**. Команда **Создать деталь** доступна только в том случае, если в текущей модели выделен какой-либо плоский объект (вспомогательная или проекционная плоскость или плоская грань).

2.1.2. Задание взаимного положения элементов в сборке

После вставки компонента в сборку можно задать его приблизительное положение и ориентацию в ней. В системе предусмотрено несколько способов перемещения компонентов сборки: поворот вокруг центра его габаритного параллелепипеда, вокруг оси или вокруг точки, а также сдвиг в любом направлении. Команды перемещения компонентов сборки расположены в группе команд **Сервис**. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели **Редактирование сборки**:



— переместить компонент;



— повернуть компонент;




— повернуть компонент вокруг точки;



— повернуть компонент вокруг оси;

Следует иметь в виду, что если компонент зафиксирован, то его невозможно сдвинуть или повернуть в системе координат сборки. Перемещению компонента

в одном или нескольких направлениях могут препятствовать наложенные на этот компонент сопряжения, о которых будет сказано в дальнейшем. Перемещение компонентов сборки может вызвать нарушение существующих в ней параметрических связей и ограничений. Например, вспомогательные элементы после сдвига или поворота их опорных объектов остаются на прежних местах. Поэтому компоненты, которые были перемещены, помечаются красным флажком в дереве модели.

Чтобы устранить возникшие нарушения, необходимо перестроить и/или переместить объекты так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям. Перестроить объекты сборки можно с помощью команды **Перестроить** .

Иногда после перестроения сборки на месте флажков появляются восклицательные знаки, свидетельствующие об ошибке построения компонента, сопряжения или элемента сборки. Например, вырезанный из сборки элемент был выдавлен до грани какой-либо детали. Затем эту деталь переместили так, что указанная грань уже не может ограничивать элемент выдавливания (то есть либо эскиз элемента не полностью проецируется на эту грань, либо вовсе не может быть спроецирован на нее). Вырезание элемента становится невозможным, и после перестроения модели эта операция помечается в дереве модели как ошибочная.

При работе со сборкой можно зафиксировать компонент, чтобы он не мог перемещаться в системе координат сборки. Рекомендуется фиксировать один или несколько компонентов сборки, чтобы при наложении сопряжений перемещение других компонентов было предсказуемым.

Первый компонент, вставленный в новую сборку из файла, фиксируется автоматически и отмечается в дереве модели комбинацией символов (Ф). Для фиксации других компонентов в текущем положении выполните следующие действия:

1. Выделите компонент в дереве модели.
2. Вызовите из контекстного меню команду **Свойства компонента**.
3. Активизируйте переключатель **Фиксировать компонент** в группе **Фиксация** на вкладке **Свойства** панели свойств.
4. Нажмите на кнопку **Создать объект** на панели специального управления.


Справа от значка зафиксированного компонента в дереве модели отображается буква (Ф).

После того как в сборке будут созданы компоненты, можно приступить к заданию их точного положения в сборке за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение — это параметрическая связь между компонентами сборки, формируемая путем задания взаимного положения их элементов (например, после установления двух граней разных компонентов параллельно друг другу сами эти компоненты оказываются сопряженными; после расположения на одной оси двух отверстий разных компонентов эти компоненты оказываются сопряженными и т. д.). В сопряжениях могут участвовать грани, ребра, вершины, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы разных компонентов.

Команды наложения сопряжений расположены в группе команд меню **Операции** ▶ **Сопряжения компонентов**. Кнопки быстрого вызова этих команд находятся на панели **Сопряжения**.

Режим автосопряжений позволяет при перемещении компонентов распознавать приближающиеся друг к другу элементы (границы, вершины, ребра) и автоматически добавлять сопряжения, соответствующие их форме и типу. Например, при сближении плоских граней система на лету накладывает на них сопряжение «совпадение», а при сближении цилиндрических граней — сопряжение «соосность».

Кнопка **Включить/выключить режим автосопряжений** , расположенная на панели специального управления, служит индикатором этого режима: нажатая кнопка означает, что автосопряжение компонентов включено.


2.1.3. Создание массивов компонентов

Одинаковые компоненты (детали или под сборки) могут быть определенным образом упорядочены (например, прямоугольная сетка с заданными параметрами). Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться командами из группы **Операции** ▶ **Массив компонентов**. Можно построить массивы следующих типов: по образцу, по сетке, по окружности, вдоль кривой. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели **Редактирование сборки**.

После вызова команды на панели свойств появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры операции. Изменения значений параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде изменений фантома создаваемого в сборке массива компонентов. После задания всех параметров нажмите на кнопку **Создать объект** для построения массива. Созданный массив компонентов появляется в окне сборки, а соответствующий типу построенного массива значок — в дереве модели. Каждый элемент массива является копией исходного компонента.

Команда **Массив по образцу** позволяет создать массив компонентов текущей сборки, расположив их так же, как расположены объекты другого, уже существующего массива (образца). Образцом для массива компонентов сборки может являться любой массив элементов детали, принадлежащей этой сборке. Созданный массив компонентов будет иметь те же параметры, что и массив-образец.

Если в массиве-образце имелись удаленные экземпляры, то и новый массив не будет содержать экземпляров с этими номерами.

Для вызова команды нажмите на кнопку **Массив по образцу** , на панели редактирования сборки или выберите ее название в меню **Операции**. Активизируйте переключатель **Компоненты** на вкладке **Выбор объектов** панели свойств и укажите исходные компоненты в дереве модели или в окне модели. Перечень выбранных объектов отображается в окне **Список компонентов** на вкладке **Выбор объектов** панели свойств.

Для исключения выбранных объектов из списка укажите повторно исключаемые компоненты. Можно также выделить компонент в списке и нажать на кнопку **Удалить**.

Активизируйте элемент **Исходный массив** и укажите массив-образец. Название выбранного массива появится в справочном поле. В окне модели отобразится фантом массива. Он позволяет оценить правильность задания параметров и при необходимости изменить их.

После завершения выбора исходных объектов нажмите на кнопку **Создать объект**. Прервать создание массива можно нажатием кнопки **Прервать команду** или клавиши **Esc**.

Команда **Массив по концентрической сетке** позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах концентрической сетки. Для вызова команды нажмите на кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели редактирования сборки.

Выберите исходные компоненты для создания массива. Для этого укажите требуемые компоненты в окне дерева модели. В окне модели можно указать любой элемент, принадлежащий нужному компоненту.

Концентрическая сетка характеризуется положением ее плоскости и центра, радиусами окружностей и углами между пересекающимися их радиальными лучами. Положение плоскости сетки и ее центра можно определить, задав ось массива. Плоскость сетки будет перпендикулярна оси массива, а центр сетки — лежать на этой оси.

Активизируйте элемент **Ось** на вкладке **Параметры** панели свойств и укажите любой прямолинейный объект в дереве модели. Введите количество элементов в радиальном и кольцевом направлениях в поля **№ 1** и **№ 2** соответственно.


Введите значение шага в радиальном и кольцевом направлениях (поля **Шаг 1** и **Шаг 2** соответственно). Если активен переключатель **Шаг между соседними экземплярами**, то значение, заданное в поле **Шаг 2**, воспринимается как угол между соседними осями сетки. Если активен переключатель **Шаг между крайними экземплярами**, то это значение воспринимается как угол между первой и последней осями, то есть заданное количество экземпляров равномерно размещается на дуге, центральный угол которой задан в поле **Шаг 2**.

Переключатель **Направление** управляет расположением массива относительно начальной оси.

Начальная ось сетки проводится через любую точку исходного экземпляра массива. Затем добавляются остальные оси. Если направление добавления осей, предложенное системой, требуется изменить, активизируйте другой переключатель в группе.

Результат построения массива не зависит от состояния группы **Направление** в следующих случаях:

- Значение в поле **Шаг 2** равно 360, и активен переключатель **Шаг между крайними экземплярами**.
- Частное от деления 360 на значение в поле **Шаг 2** — целое число; это число меньше, чем значение в поле **№ 2**.








Группа **Ориентация**  управляет ориентацией элементов массива относительно проекционных плоскостей. Если все экземпляры должны быть ориентированы относительно плоскостей проекций так же, как исходный объект, активизируйте переключатель **Сохранять исходную ориентацию**. Активизация переключателя **Доворачивать до радиального направления** означает, что экземпляры массива будут

повернуты так, чтобы углы между ними и осями сетки, на которых они расположены, равнялись углу между исходным объектом и начальной осью сетки.

2.1.4. Формообразующие операции в сборке

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборке. Например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки, или отсечь часть сборки плоскостью. Все формообразующие операции, доступные в сборке, приводят к удалению материала компонентов.

Кнопки для вызова команд формообразующих операций расположены на панели Редактирование сборки:

-  — вырезать выдавливанием;
-  — вырезать вращением;
-  — вырезать кинематически;
-  — вырезать по сечениям;
-  — отверстие;
-  — сечение плоскостью;
-  — сечение по эскизу.

Порядок выполнения этих операций такой же, как при моделировании детали. Единственным исключением является то, что при вырезании из сборки элемента выдавливания недоступен один из типов определения глубины выдавливания — **До ближайшей поверхности**.

Эскизы элементов, которые будут вырезаны из сборки, должны быть построены в этой сборке. Плоскости или эскизы, по которым будет отсечена часть модели, могут принадлежать как сборке в целом, так и любому из ее компонентов.

Результат выполнения любой из этих операций хранится в файле сборки и не передается в модели компонентов, форма которых изменена операцией в сборке.

При редактировании деталей в контексте сборки можно производить над ними булевы операции: вычитание и объединение. В булевых операциях могут участвовать только детали. Команды доступны в режиме редактирования детали в контексте сборки.

Команда **Вычесть компоненты** позволяет образовать в редактируемой детали полость, имеющую форму другой детали. Для вызова команды нажмите на кнопку **Вычесть компоненты** на панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**. Выберите детали, которые необходимо вычесть из редактируемой детали, указав их в окне сборки или в дереве модели.

Указанные детали подсвечиваются в окне модели, а соответствующие им значки выделяются цветом в дереве модели. Названия отмеченных деталей отображаются в списке компонентов на вкладке **Параметры** панели свойств.

Если необходимо, чтобы размеры создаваемой полости отличались от размеров вычитаемой детали, задайте в поле **Масштаб** коэффициент масштабирования в процентах.

Чтобы исключить деталь из числа вычитаемых, выделите ее в списке компонентов и нажмите на кнопку **Удалить**. Можно также повторно указать деталь в дереве модели или в окне модели.

Заданные параметры вычитания фиксируются кнопкой **Создать объект** на панели специального управления. Отказаться от команды вычитания можно с помощью кнопки **Прервать команду** или клавиши **Esc**.

Команда **Объединить компоненты** позволяет создать новую деталь, являющуюся объединением двух или более деталей, входящих в сборку. Перед вызовом команды необходимо создать новую деталь в контексте текущей сборки. Для этого выделите в сборке какой-либо плоский объект (вспомогательную или проекционную плоскость или плоскую грань) и нажмите на кнопку **Создать деталь** на панели редактирования детали. На экране появится стандартный диалог сохранения файлов, в котором следует выбрать нужный каталог и ввести имя файла для записи новой детали. После сохранения файла новой детали система перейдет в режим создания эскиза ее основания.

Для создания детали, являющейся объединением имеющихся деталей, эскиз не требуется, поэтому выйдите из режима построения эскиза, нажав на кнопку **Закончить эскиз**. Система перейдет в режим редактирования детали. Нажмите на кнопку **Объединить компоненты** на панели редактирования детали или выберите ее название в меню **Операции**.

Выберите детали, которые необходимо объединить, указав их в окне модели или в дереве модели. Для выполнения операции необходимо, чтобы выбранные детали пересекались друг с другом или имели совпадающие грани. Указанные детали подсвечиваются в окне модели, а соответствующие им значки выделяются цветом в дереве модели. Названия этих деталей отображаются в списке компонентов на вкладке **Параметры панели свойств**.

Чтобы исключить какую-либо деталь из числа объединяемых, выделите ее в списке компонентов и нажмите на кнопку **Удалить**. Можно также повторно указать деталь в дереве или в окне модели.

После выбора деталей нажмите на кнопку **Создать объект** на панели специального управления для создания новой детали, объединяющей указанные. Отредактируйте созданную деталь или выйдите из режима контекстного редактирования. При необходимости можно скрыть или исключить из расчета детали, объединением которых является новая деталь.

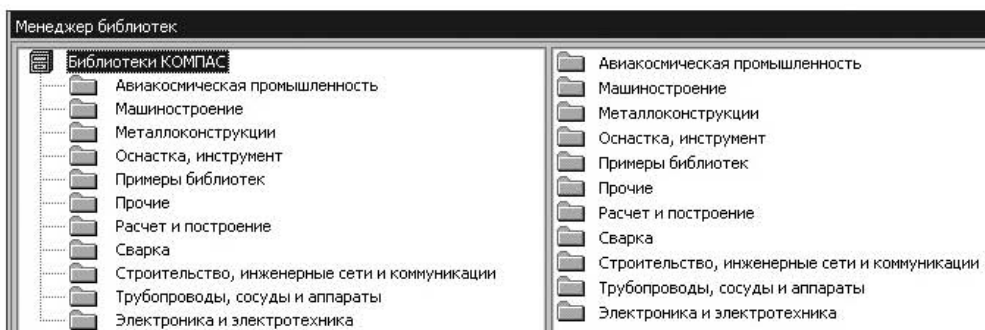
2.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов

Для ускорения разработки 3D-моделей сборок, содержащих типовые и стандартизованные детали (элементы крепежа, подшипники, пружины и т. д.), удобно применять готовые параметрические библиотеки. Библиотека системы КОМПАС — это приложение, созданное для расширения возможностей данной системы и поставляемое вместе с системой. В данном разделе рассмотрим особенности работы с двумя библиотеками.

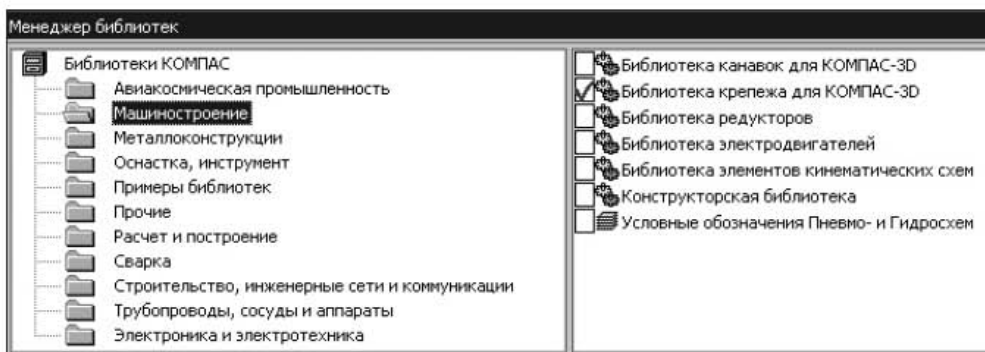
2.2.1. Работа с библиотекой крепежа для КОМПАС-3D

Для подключения библиотеки крепежа выполните следующие действия:

1. Выберите в меню Сервис команду Менеджер библиотек или нажмите на кнопку Менеджер библиотек на панели Стандартная. На экране появится окно Менеджер библиотек со списком разделов, включенных в систему (рис. 2.1, а). Диалоговое окно состоит из двух частей. В левой части находится список разделов библиотеки (предварительно все содержимое библиотеки сгруппировано в одиннадцать разделов). Этот же список продублирован и в правой части диалогового окна, потому что ни один из разделов не открыт (рис. 2.1, а).
2. Чтобы посмотреть, какие библиотеки содержатся в том или ином разделе, выделите мышью название раздела, и в правой части диалогового окна раскроется список библиотек этого раздела. Раскройте нужный раздел библиотеки и в правой части диалогового окна дважды щелкните мышью на названии выбранной библиотеки — Библиотека крепежа для КОМПАС-3D (рис. 2.1, б). На рис. 2.2 представлена конфигурация этой библиотеки.



а



б

Рис. 2.1. Выбор библиотеки крепежа



Рис. 2.2. Конфигурация библиотеки крепежа

3. В списке разделов раскройте соответствующий раздел библиотеки (например, Болты). Выберите на правой панели Болты с шестигранной головкой (рис. 2.3).

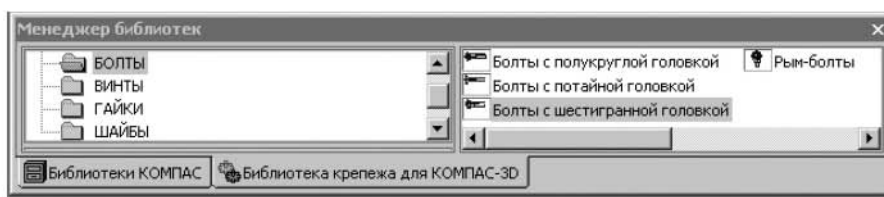


Рис. 2.3. Окно библиотеки крепежа

4. В появившемся на экране окне (рис. 2.4) укажите параметры вставляемого изделия. Например, выберите ГОСТ 7798–70, диаметр 12 мм и длину болта 30 мм. При необходимости установите флажки **Создавать объект спецификации** и **Упрощенно**, а после нажмите на кнопку **ОК**.
5. После этого система построит фантом болта, который можно свободно перемещать в окне модели сборки. Для размещения болта необходимо выполнить команду **Укажите элемент базирования крепежной детали**. После указания

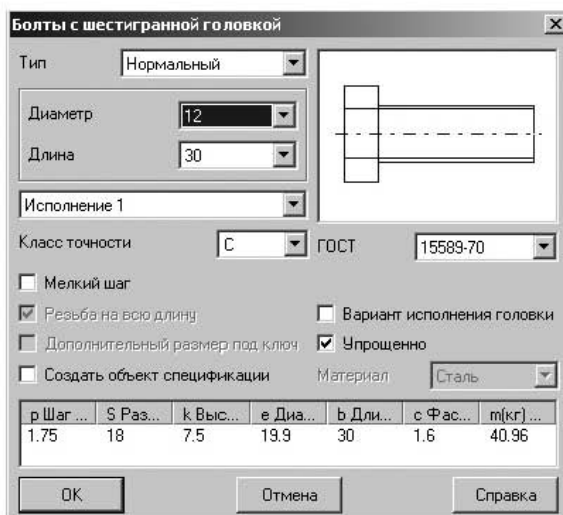



Рис. 2.4. Окно выбора параметров болта

цилиндрической поверхности отверстия под болт на него накладывается сопряжение *Соосность*, а после указания плоской грани под головкой болта — сопряжение *Совпадение*. Для окончания размещения нажмите на кнопку *Создать объект*.

Таким образом, если в окне текущей сборки была указана точка привязки стандартного компонента, то он будет вставлен в указанное место. Если в сборке указана поверхность, то при создании нового стандартного изделия в ней добавится сопряжение, а изделие разместится так, чтобы условие сопряжения не нарушалось.

При добавлении в сборку стандартного изделия в дереве модели появляется соответствующий ему значок .

Если в состав текущей сборки должны входить несколько одинаковых компонентов (деталей или подборок), то можно действовать следующим образом:

1. Вставьте в сборку нужный компонент. Можно также создать его в контексте текущей сборки.
2. Выделите этот компонент в дереве модели или в окне модели.
3. Нажмите клавишу **Ctrl** и удерживайте ее. Затем в окне модели установите курсор на требуемом компоненте, нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор.

Можно установить курсор на значке компонента в дереве модели, нажать левую кнопку мыши и переместить курсор за пределы окна дерева, затем нажать и удерживать клавишу **Ctrl**, продолжая перемещать курсор в окне модели. На экране появится фантом вставляемого компонента.

4. Укажите курсором положение компонента в окне модели и отпустите кнопку мыши и клавишу **Ctrl**.

5. Компонент будет вставлен в текущую сборку, а в дереве модели появится значок, соответствующий типу компонента — деталь или подсборка.

Вставленный компонент будет ориентирован относительно системы координат сборки так же, как первый компонент. Чтобы изменить его расположение, необходимо использовать команды перемещения и поворота, а также команды наложения сопряжений.

2.2.2. Работа с библиотекой Стандартные изделия

Кроме библиотек, подключаемых при помощи менеджера библиотек, в системе КОМПАС-3D имеется ряд дополнительных. Библиотека Стандартные изделия содержит типовые конструкторские элементы. С одной стороны, она дублирует возможности менеджера библиотек, с другой — более обширна и включает несколько параметров, весьма полезных при твердотельном моделировании.

Запуск библиотеки производится выбором пункта главного меню Библиотека ▶ Стандартные изделия ▶ Вставить элемент (рис. 2.5).

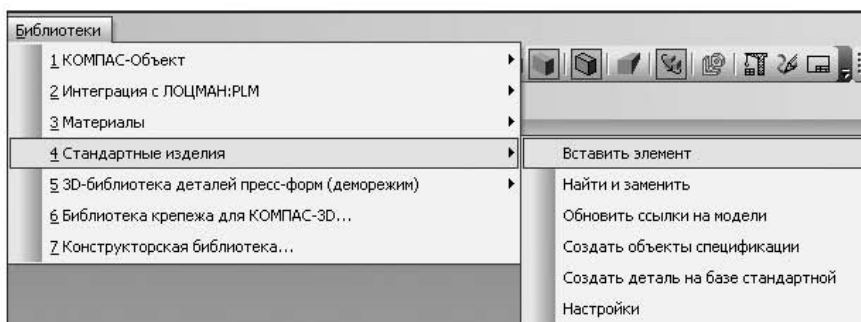


Рис. 2.5. Запуск библиотеки Стандартные изделия

На экране откроется окно Библиотека Стандартные Изделия (рис. 2.6). Откройте папку Крепежные изделия.

На экране появится информация о составе раздела Крепежные изделия (рис. 2.7, а). В дереве окна можно открыть любую папку, например Шпильки (рис. 2.7, б). Откройте папку Шпильки с винчиваемым концом.

Выполните двойной щелчок мышью на элементе Шпилька ГОСТ 22032–76 (рис. 2.8).

Можно изменить значение любого параметра (Группа прочности, Наименование (материала), Толщина покрытия и т. п.) в области свойств (рис. 2.9). Для этого необходимо выполнить двойной щелчок мышью в нужной строке.

В области свойств выполните двойной щелчок мышью в поле Конструкция и размеры. В окне Выбор типоразмеров и параметров (рис. 2.10) можно сделать необходимый выбор. В списке останется единственная строка, отвечающая заданным условиям. Выполните на ней двойной щелчок мышью, а после этого нажмите на кнопку Применить.

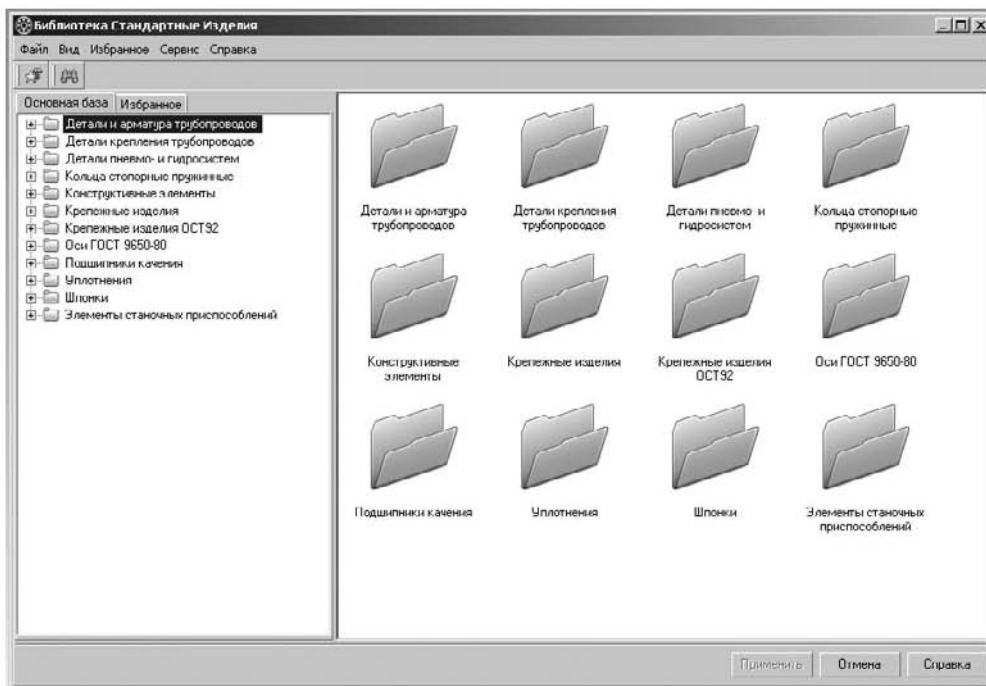


Рис. 2.6. Окно библиотеки Стандартные изделия

На рис. 2.11 в аксонометрии (*а*) и на виде спереди (*б*) показаны результаты добавления шпильки из библиотеки стандартных изделий (*слева*) и из библиотеки крепежа для КОМПАС-3D (*справа*).

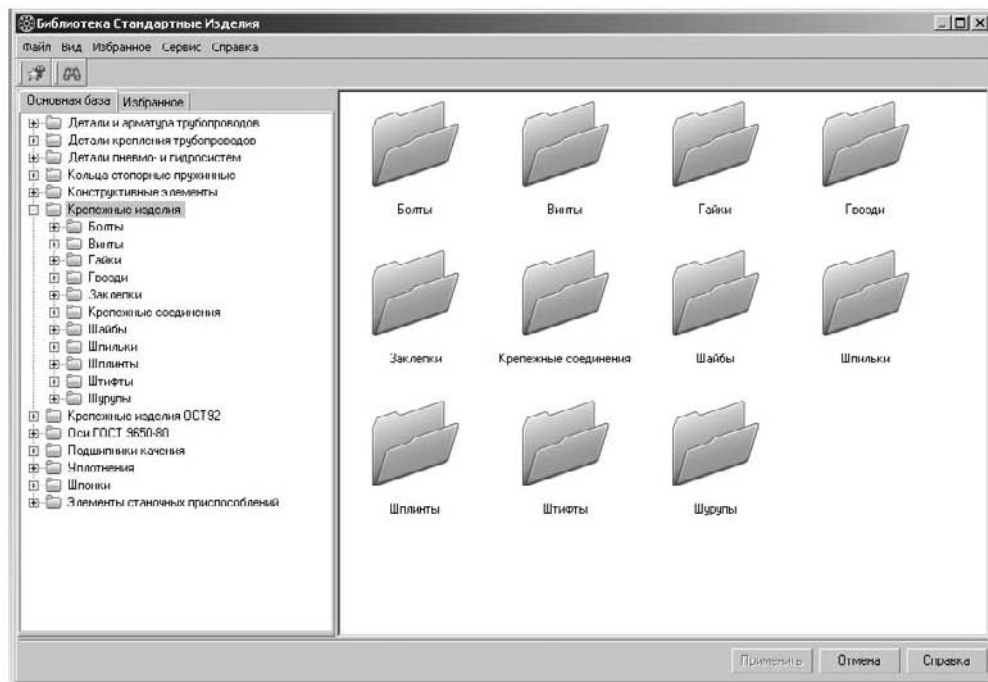
Отверстия под шпильки моделировались по-разному. Отверстие для левой шпильки выбрано из библиотеки стандартных изделий. Следует отметить, что при использовании этой библиотеки нельзя задать глубину отверстия, соответствующую требованиям ГОСТ 10549–80 к размерам недорезов.

В болтовом соединении детали прикрепляются друг к другу набором крепежных деталей: болтом шайбой и гайкой. Крепежные детали размещаются в одном отверстии, поэтому вместо размещения отдельных крепежных элементов можно вставить в сборку соединение целиком.

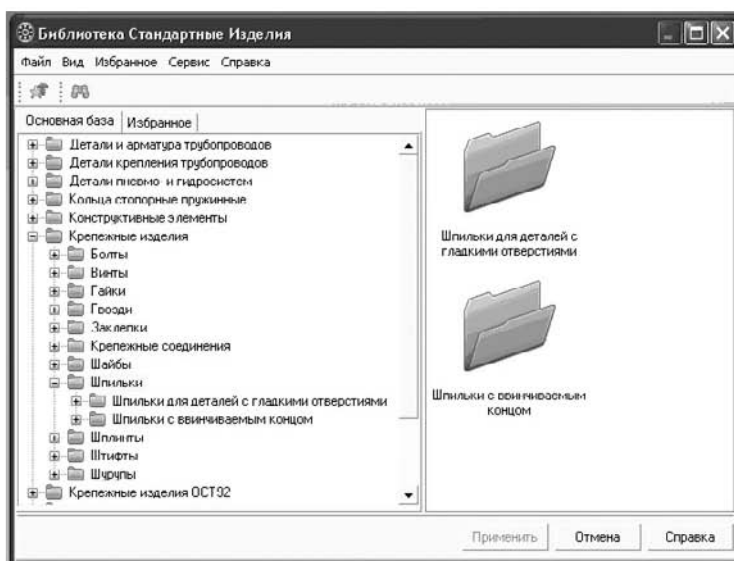
Откройте библиотеку стандартных изделий. В дереве библиотеки раскройте ветви Крепежные изделия ► Крепежные соединения ► Болтовое соединение, отверстие. Выполните двойной щелчок мышью на элементе Болт::Шайба-Гайка — система перейдет в режим позиционирования соединения (рис. 2.12).

На панели свойств нажмите на кнопку **Выбрать начальную поверхность** (рис. 2.13, *а*). В окне модели укажите плоскую грань угольника (рис. 2.13, *б*).

На панели свойств нажмите на кнопку **Выбрать конечную поверхность** (рис. 2.14, *а*). Разверните сборку обратной стороной и укажите плоскую грань планки (рис. 2.14, *б*).



а



б

Рис. 2.7. Состав раздела Крепежные изделия

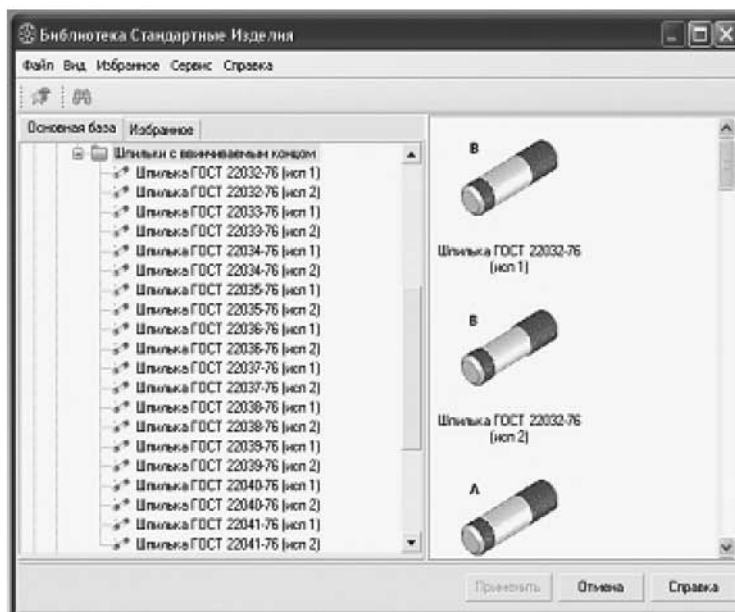


Рис. 2.8. Выбор шпильки определенного типа

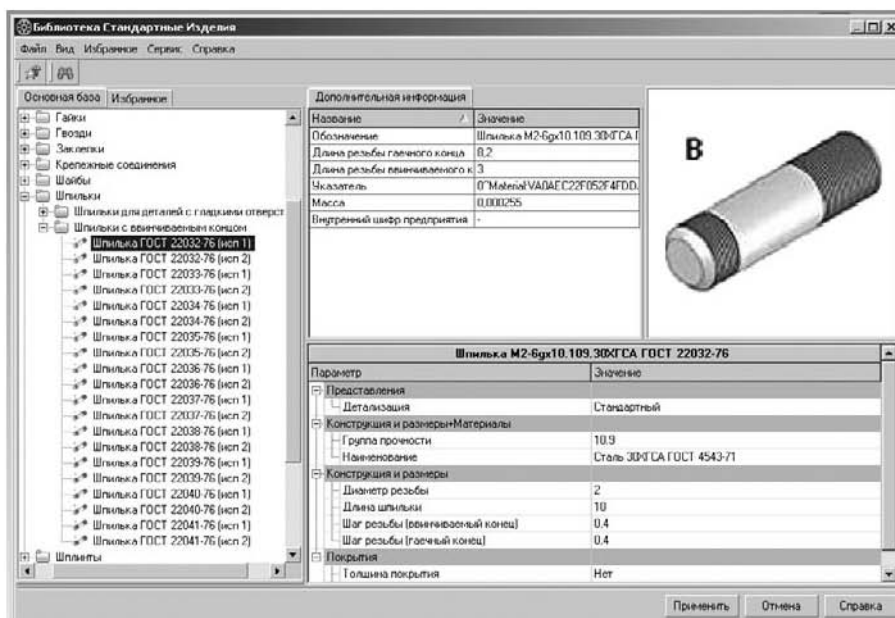


Рис. 2.9. Окно выбора свойств шпильки

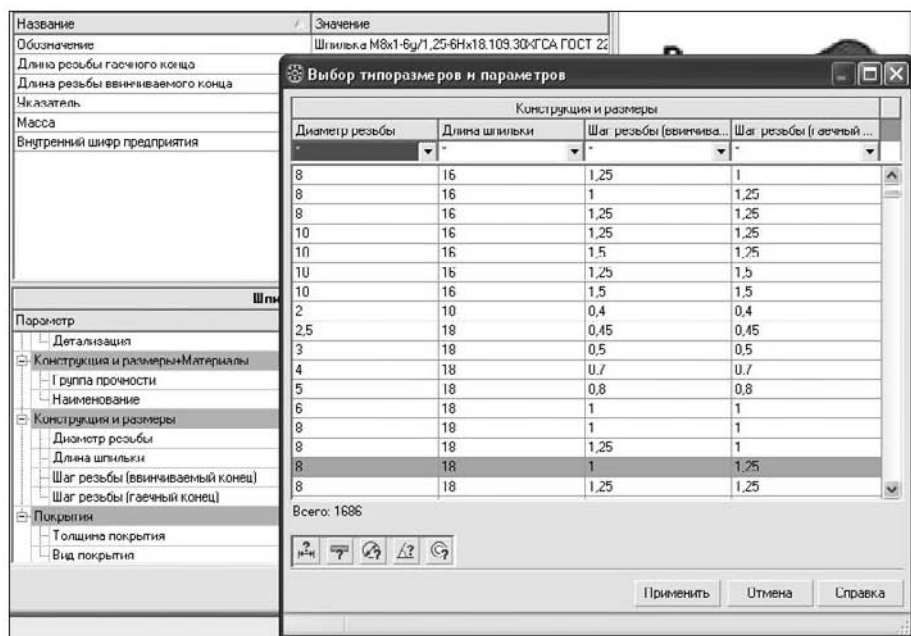


Рис. 2.10. Выбор типоразмеров шпильки

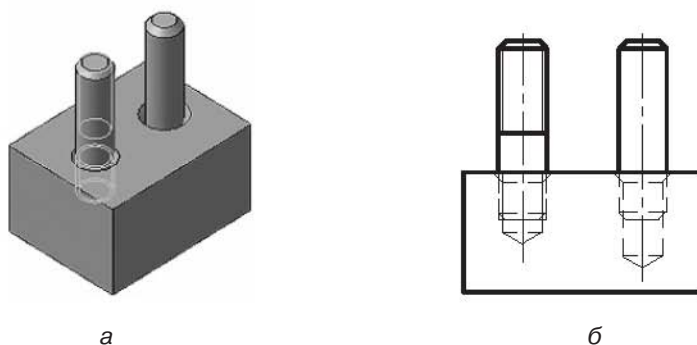


Рис. 2.11. Результат добавления шпилек

На панели свойств нажмите на кнопку Выбрать/отменить выбор цилиндрических поверхностей (рис. 2.15).

В окне модели укажите цилиндрические грани отверстия в планке (рис. 2.16).

На панели свойств нажмите на кнопку Создать объект – позиционирование соединения закончено. Система автоматически подберет параметры болтового соединения. В окне библиотеки стандартных изделий нажмите на кнопку Применить.

Можно изменить параметры любого из элементов соединения. Для этого необходимо выполнить двойной щелчок мышью на нужной строке (рис. 2.17).

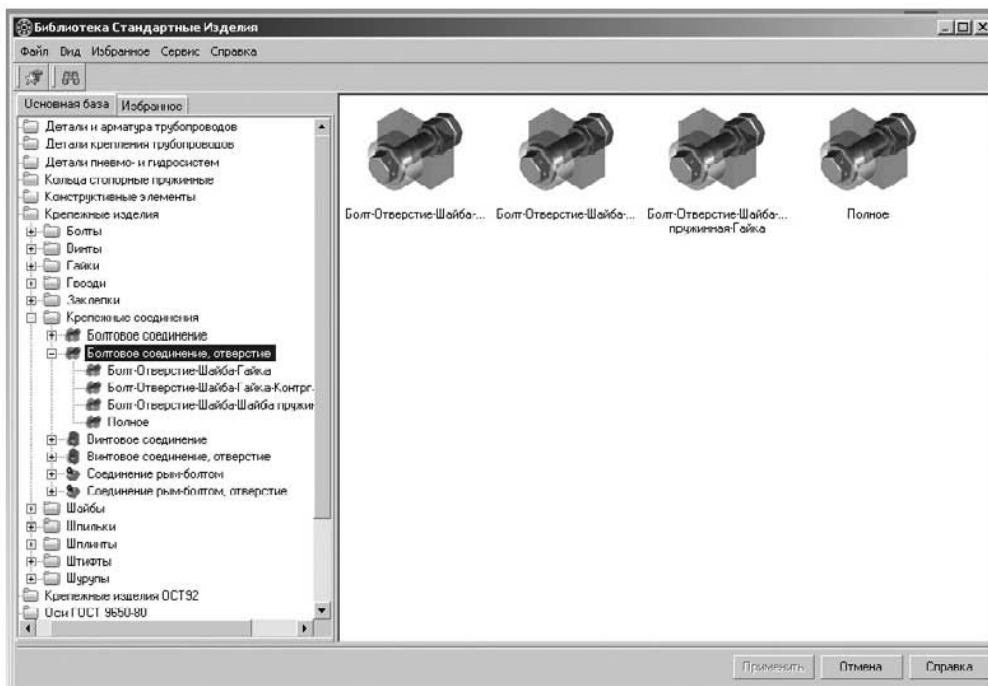


Рис. 2.12. Выбор набора элементов

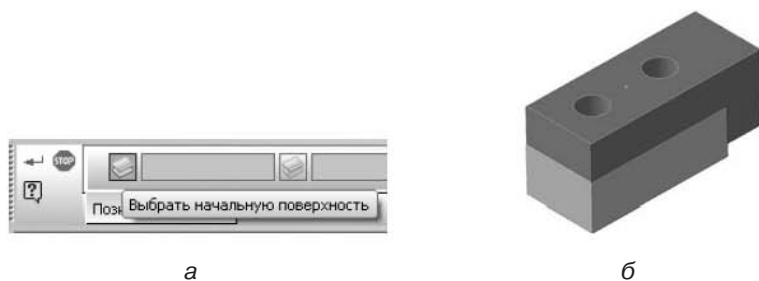


Рис. 2.13. Выбор начальной поверхности

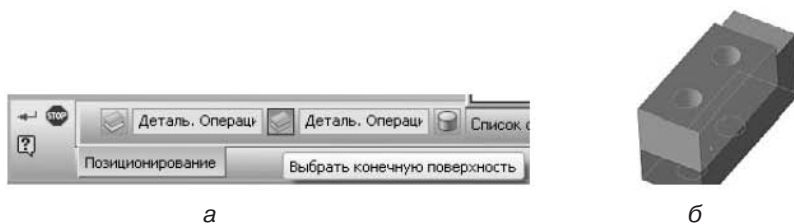


Рис. 2.14. Выбор конечной поверхности

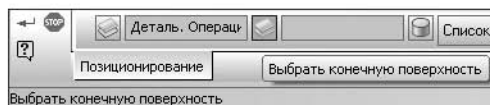


Рис. 2.15. Выбор на панели свойств

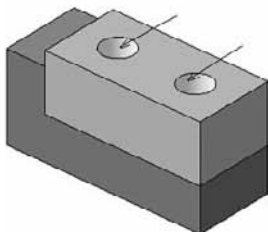


Рис. 2.16. Указание цилиндрических граней

Болт::Шайба-Гайка_35_10	
Параметр	Значение
[-] Представления	
[-] Детализация	Стандартный
[-] Конструкция и размеры	
[-] Шаг резьбы	1,5
[-] Болт	Болт ГОСТ 7796-70 (исп 1)
[-] Конструкция и размеры	
[-] БОЛТ.Длина болта	50
[-] БОЛТ.Размер под ключ	14
[-] Конструкция и размеры+Материалы	
[-] БОЛТ.Группа прочности	10.9
[-] БОЛТ.Наименование	Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71
[-] Покрытия	
[-] БОЛТ.Толщина покрытия	Нет
[-] БОЛТ.Вид покрытия	Без покрытия
[-] Шайба под гайкой	Шайба класса С ГОСТ 11371-78 (исп 1)
[-] Покрытия	
[-] ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ.Толщина покрытия	Нет
[-] ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ.Вид покрытия	Без покрытия
[-] Материалы	
[-] ШАЙБА ПОД ГАЙКОЙ.Наименование	АМг5 ГОСТ 4784-97
[-] Гайка	Гайка ГОСТ 5915-70 (исп 1)
[-] Конструкция и размеры+Материалы	
[-] ГАЙКА.Группа прочности	04
[-] ГАЙКА.Наименование	Сталь 10 ГОСТ 1050-88
[-] Конструкция и размеры	
[-] ГАЙКА.Размер под ключ	16
[-] Покрытия	
[-] ГАЙКА.Толщина покрытия	Нет
[-] ГАЙКА.Вид покрытия	Без покрытия

Рис. 2.17. Окно для изменения параметров

Результат вставки набора элементов показан на рис. 2.18.

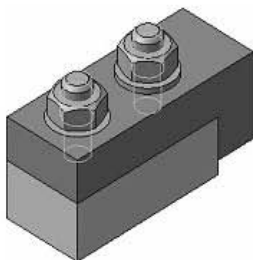


Рис. 2.18. Результат вставки набора элементов

2.3. Разнесение компонентов сборки

Иногда требуется представить сборку в «разобранном» виде так, чтобы были видны все ее компоненты.

Перед разнесением компонентов требуется установить параметры разнесения: выбрать компоненты, а также направление и величину их перемещения. Для указания параметров разнесения необходимо вызвать команду **Сервис ▶ Разнести компоненты ▶ Параметры**. После вызова команды на экране появляется панель для задания параметров разнесения компонентов.

В окне **Шаг разнесения** на вкладке **Параметры** панели свойств отображается список шагов разнесения компонентов. Если настройка параметров разнесения текущей сборки еще не производилась, то список пуст.

Чтобы добавить шаг разнесения, нажмите на кнопку **Добавить**. После этого нужно указать компоненты, участвующие в шаге разнесения, выбрать направление разнесения и задать расстояние. Далее введите в соответствующее поле расстояние, на которое должен переместиться компонент относительно своего прежнего положения.

После задания параметров шага разнесения компонентов нажмите на кнопку **Применить** на панели специального управления. Выбранные компоненты будут разнесены в соответствии с установленными параметрами.

Для изменения направления перемещения компонента воспользуйтесь переключателем **Направление** (прямое или обратное). После этого снова нажмите на кнопку **Применить**. Задайте требуемое количество шагов разнесения и настройте их параметры.

Для завершения настройки разнесения сборки нажмите на кнопку **Прервать команду** на панели специального управления. После этого сборка будет отображаться в разнесенном виде.

Чтобы включить режим обычного отображения сборки, нажмите на кнопку **Разнести** на панели **Вид** или вызовите команду **Сервис ▶ Разнести компоненты ▶ Разнести**. Эта команда служит переключателем режима разнесения и обычного отображения сборки. Когда компоненты разнесены, рядом с названием команды появляется флажок, а кнопка **Разнести** находится в нажатом состоянии.

2.3.1. Указание компонентов для разнесения

Для указания разносимых компонентов необходимо нажать на кнопку **Компоненты** на панели свойств и выбрать нужные объекты (детали или под сборки) в дереве модели или в окне модели.

Указанные компоненты подсвечиваются в окне модели, соответствующие им значки выделяются цветом в дереве модели, а их названия появляются в списке компонентов. Один и тот же компонент может участвовать в нескольких шагах разнесения. В одном шаге разнесения могут участвовать несколько компонентов. Компонент, входящий в под сборку (на любом уровне вложенности), может участвовать в шаге разнесения независимо от других компонентов этой под сборки.

Чтобы исключить компонент из числа участвующих в шаге разнесения, укажите его повторно. Можно также выделить название этого компонента в списке и нажать на кнопку **Удалить**.

2.3.2. Выбор объекта, задающего направление разнесения

Компоненты могут разноситься в направлении, совпадающем с ребром, или в направлении, перпендикулярном грани.

Нажмите на кнопку **Объект** на панели свойств и укажите в окне модели нужный объект — ребро или грань. Указанный элемент подсвечивается, а его название появляется в справочном поле вкладки **Параметры**.

Чтобы выбрать другой элемент, задающий направление разнесения, укажите его курсором. Выделение с прежнего элемента будет снято. Выбранными для выполнения операции окажутся вновь указанные ребро или грань.

2.4. Приемы создания спецификации

2.4.1. Создание спецификации в ручном режиме

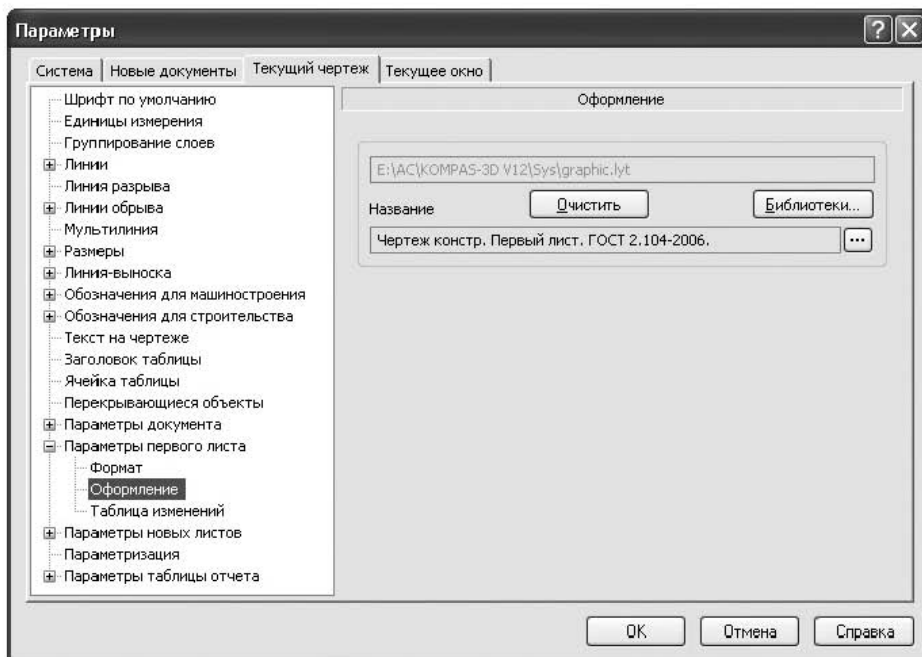
Создание спецификации в файле сборочного чертежа

Во введении отмечалось, что допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на формате А4. Такому совмещенному документу присваивают обозначения основного конструкторского документа — спецификации. Пример совмещения спецификации со сборочным чертежом рассмотрен в главе 3.

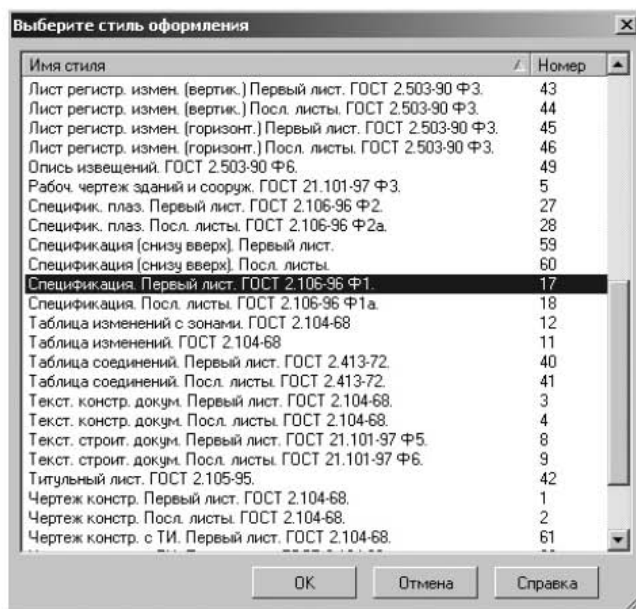
Создание спецификации как отдельного документа типа «чертеж»

Рассмотрим этапы создания спецификации как отдельного документа типа «чертеж»:

1. Создайте файл типа «чертеж». Раскройте меню **Сервис** ▶ **Параметры** ▶ **Текущий чертеж** ▶ **Параметры первого листа** ▶ **Оформление** и в правой части диалогового окна нажмите на кнопку **Выбрать**, которая расположена справа от записи «Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-2006 (рис. 2.19, а).



а



б

Рис. 2.19. Диалоговые окна для открытия бланка спецификации

Создание документа типа «спецификация»

С целью облегчения создания спецификации предусмотрен специальный тип документа «Спецификация» со стандартным расширением файла `.spw`. Пример создания в ручном режиме документа типа «Спецификация» рассмотрен в главе 3.

2.4.2. Создание спецификации в полуавтоматическом режиме

При создании моделей сборочных изделий возможно полуавтоматическое формирование спецификации. Передача объектов спецификации из модели в чертеж и спецификацию возможна благодаря установлению ассоциативных связей между создаваемыми конструкторскими документами. В каждой спецификации возможно автоматическое создание разделов «Сборочные единицы», «Детали» и «Стандартные изделия».

Подключение документов к объектам спецификации позволяет управлять документами из спецификации, которая является основным конструкторским документом. Пользователь может изменять обозначения и наименования сборочных единиц и деталей прямо в спецификации. Эти изменения будут передаваться в подключаемые документы.

Передача изменений выполняется и в обратном порядке — из документов в спецификацию. Согласование номеров позиций в спецификации и на сборочных чертежах также выполняется автоматически.

Пример формирования спецификации в полуавтоматическом режиме представлен в разделе 3.3.4.

2.5. Система координат и плоскости проекций

В каждом файле модели существуют система координат и проекционные плоскости, определяемые этой системой. Название этих объектов появляется в окне дерева модели после создания нового файла изделия. Изображение системы координат появляется посередине окна построения модели. Чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в дереве модели.

Плоскости изображаются на экране в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях, такое отображение позволяет увидеть расположение плоскости в пространстве. Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла модели. Можно их переименовать, а также отключить их показ в окне модели.

В системе КОМПАС-3D при ориентации Изометрия XYZ координатные оси и плоскости проекций расположены, как показано на рис. 2.21, а. Эта ориентация не совпадает с требованиями ГОСТ 2.319–69 (рис. 2.21, б).

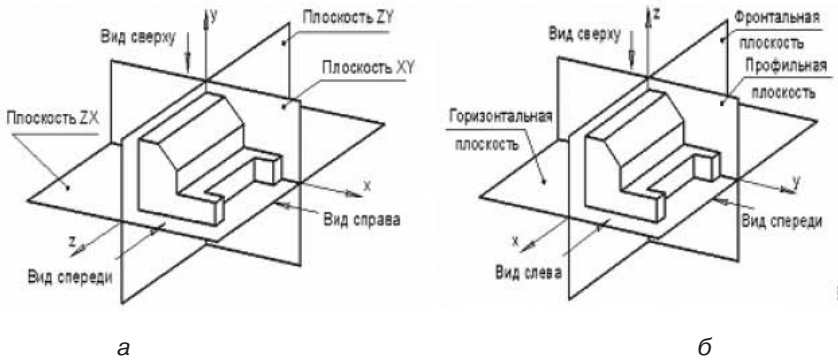


Рис. 2.21. Ориентация координатных осей и плоскостей проекций:
 а — в системе КОМПАС-3D; б — по ГОСТ 2.317–69

При выполнении сборочного чертежа необходимо правильно выбрать главное изображение. Согласно ГОСТ 2.305–68, в качестве главного принимается изображение на фронтальной плоскости проекций. Изделие располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме, размерах и функциональном назначении изделия:

- В общем случае целесообразен выбор ориентации **Изометрия XYZ**. Выбор ориентации **Изометрия YZX** оправдан при необходимости получения аксонометрии в прямоугольной диметрической проекции.
- Необходимо отметить, что многообразие выбора ориентаций может быть полезно при импорте в КОМПАС-3D моделей из различных систем в разных форматах в тех случаях, когда импортируемая модель должна занять адекватное положение.

2.6. Настройка параметров и расчет характеристик моделей

2.6.1. Определение и задание свойств модели

Щелкните правой кнопкой мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню вызовите команду **Свойства** (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Контекстное меню выбора команды **Свойства**

Отредактируйте обозначение и задайте наименование изделия, определите или задайте его цвет (рис. 2.23). Нажмите на кнопку Создать объект.

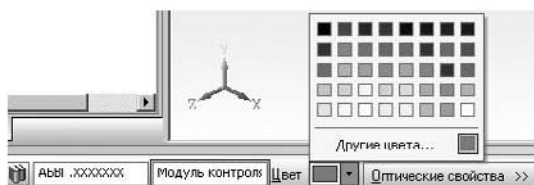


Рис. 2.23. Ввод обозначения и наименование детали, задание ее цвета

2.6.2. Управление свойствами поверхности модели

Часто параллельные грани модели сливаются на полутоновом изображении. Восприятие такого изображения можно улучшить, если свойства параллельных граней сделать разными. Чтобы задать свойства поверхности (степень блеска, прозрачность и т. д.) через контекстное меню выбора команды **Свойства**, необходимо вызвать панель настройки оптических свойств (рис. 2.24)

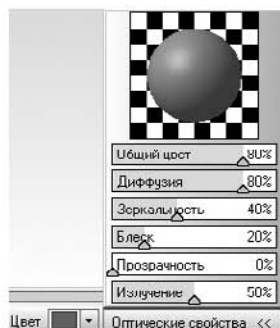


Рис. 2.24. Панель настройки оптических свойств

Настроив свойства поверхности, необходимо подтвердить сделанные изменения.

При создании моделей сборочных единиц целесообразно предварительно задавать разные цвета деталям, входящим в сборку.

2.6.3. Расчет массо-центровочных характеристик модели

Поддерживаются расчеты массы, площади поверхности, объема, координат центра масс, плоскостных, осевых и центробежных моментов инерции. Для выполнения расчета на инструментальной панели **Измерения** необходимо нажать соответствующую кнопку.

2.7. Создание ассоциативных видов

Многие трехмерные модели изделий создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей изделий. В системе КОМПАС-3D имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных изделий. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде.

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нем создаются выбранные пользователем ассоциативные виды и разрезы (сечения) изделия. Виды автоматически располагаются в проекционной связи. При необходимости связь можно отключить — это дает возможность произвольно размещать виды в чертеже.

Для создания в текущем чертеже стандартных видов детали вызовите команду Вставка ► Вид с модели ► Стандартные (рис. 2.25) или нажмите на кнопку Стандартные виды на панели Ассоциативные виды. После вызова команды на экране появится стандартное диалоговое окно выбора файла для открытия. Выберите деталь для создания видов и откройте файл. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов.

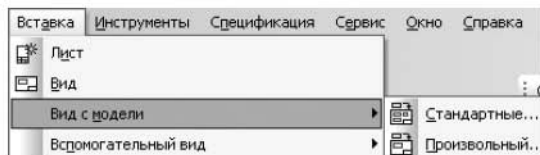


Рис. 2.25. Кнопки вызова стандартных видов

На панели свойств появятся элементы управления (рис. 2.26), которые позволяют задать параметры создаваемых видов. В окне Ориентация главного вида с помощью раскрывающегося списка можно выбрать требуемую ориентацию главного вида.

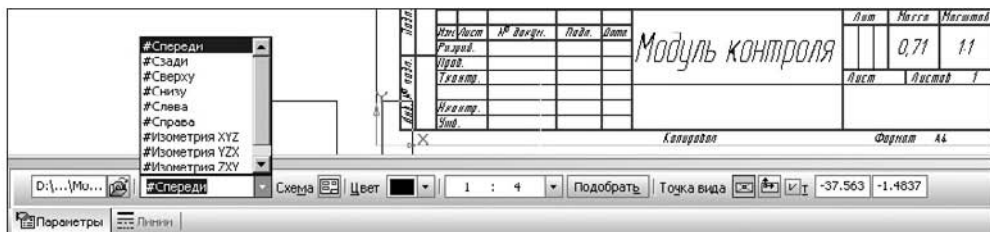


Рис. 2.26. Элементы управления параметрами задаваемых видов

После нажатия на кнопке Схема на экране появится диалоговое окно (рис. 2.27), в котором можно установить необходимый набор стандартных видов.

В окнах Зазор по горизонтали и Зазор по вертикали можно задать необходимые расстояния между главным видом и остальными видами. На вкладке Параметры

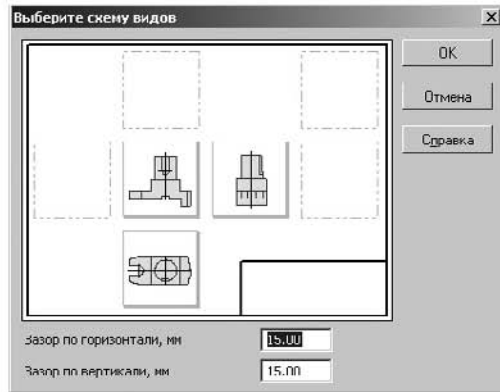


Рис. 2.27. Диалоговое окно Выберите схему видов

можно также назначить цвет изображения активных видов чертежа и установить изображения, а на вкладке **Линии** — изменить стиль линий видимого контура, включить или отключить отображение линий невидимого контура, установить отрисовку линий переходов.

После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите положение точки привязки изображения — начало координат главного вида. В чертеж будут вставлены выбранные виды изделия, а в основную надпись чертежа сборки переданы следующие сведения из документа-детали:

- обозначение;
- масса.

В дереве построения чертежа появятся значки созданных видов и их названия (рис. 2.28).

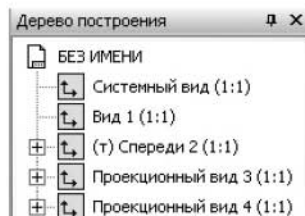


Рис. 2.28. Значки созданных видов

Чертеж модели, полученный с помощью команды **Стандартные виды**, нуждается в некоторой доработке: например добавлении осевых линий, обозначений центров и т. п. Кроме того, он не содержит объектов оформления: размеров, технических требований и др.

Глава 3

Создание моделей и документации сборочных единиц

В этой главе описаны этапы создания моделей, ассоциативных чертежей и спецификаций для двух сборочных единиц:

- крана;
- кабеля.

Для сборочной единицы печатная плата в сборе рассмотрены приемы, ускоряющие процесс автоматизированного конструирования.

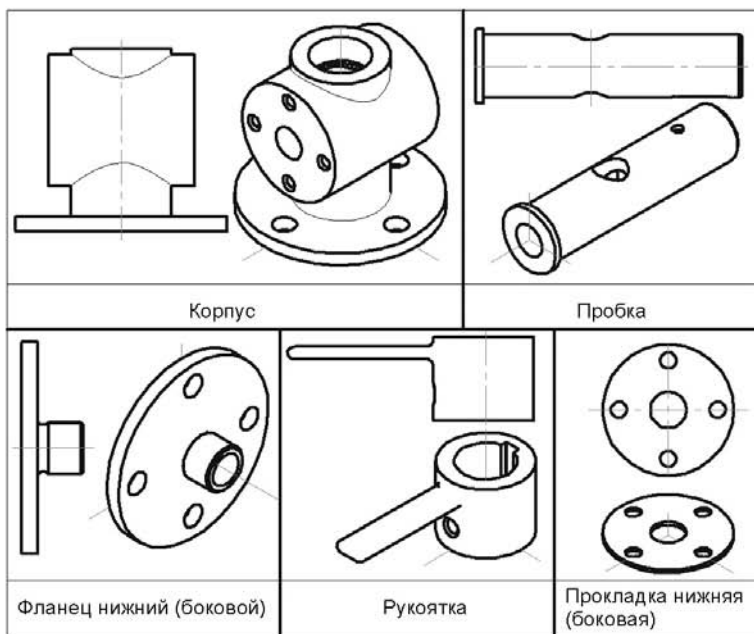


Рис. 3.1. Упрощенные главные и аксонометрические изображения деталей сборки крана

3.1. Замечания по моделированию крана

На рис. 3.1 упрощенно показаны главные и аксонометрические изображения деталей, входящих в состав крана.

На рис. 3.2–3.5 представлены чертежи деталей, входящих в состав крана.

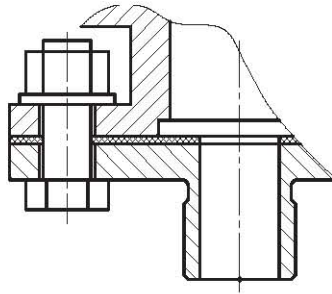


Рис. 3.2. Чертеж корпуса

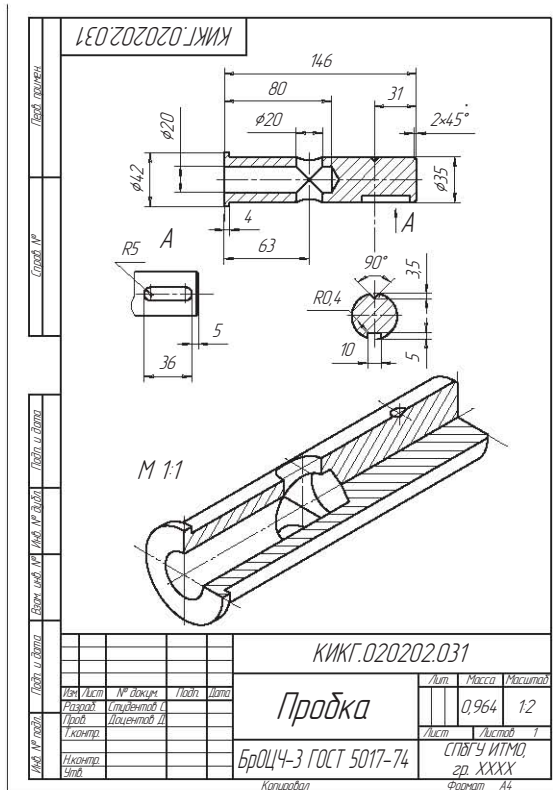


Рис. 3.3. Чертеж пробки

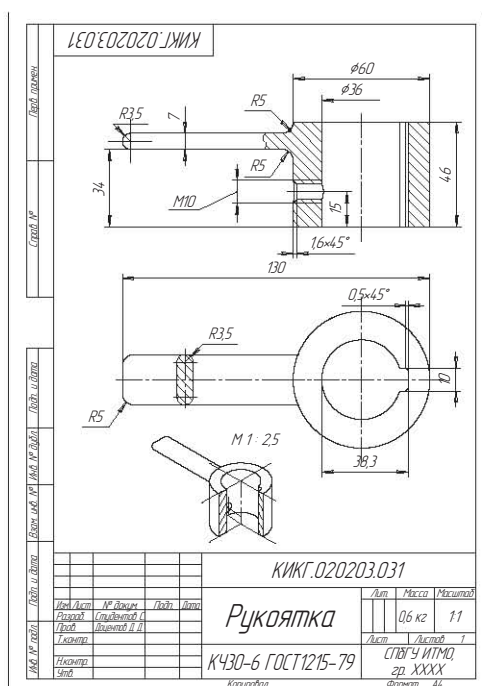


Рис. 3.4. Чертеж рукоятки

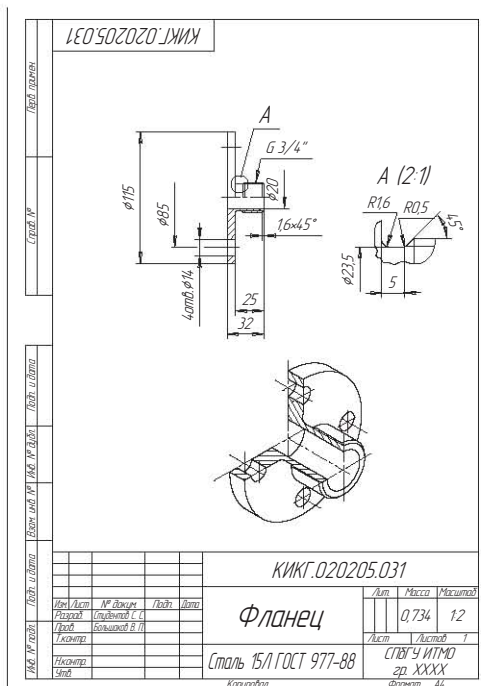



Рис. 3.5. Чертеж фланца

3.2. Соединение болтовое

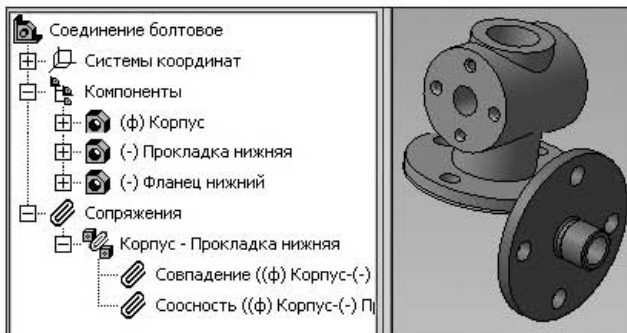
Для создания модели болтового соединения используются модели деталей корпус, прокладка нижняя, фланец нижний, показанные в упрощенном виде на рис. 3.1.

3.2.1. Этапы построения сборки

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Сборка**. Установите требуемую ориентацию координатных осей. В дереве модели название **Сборка** замените на **Соединение болтовое**.
2. На панели редактирования сборки нажмите на кнопку **Добавить из файла** . В списке файлов деталей сборки укажите документ **Корпус** и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели корпуса.
3. Укажите точку вставки корпуса. Целесообразно установить ее в центре начала координат сборки.
4. Добавьте в сборку вторую деталь — прокладку нижнюю. Внесите наименования деталей в дерево модели (рис. 3.6, а).



а

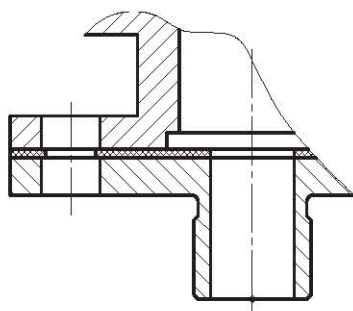


б

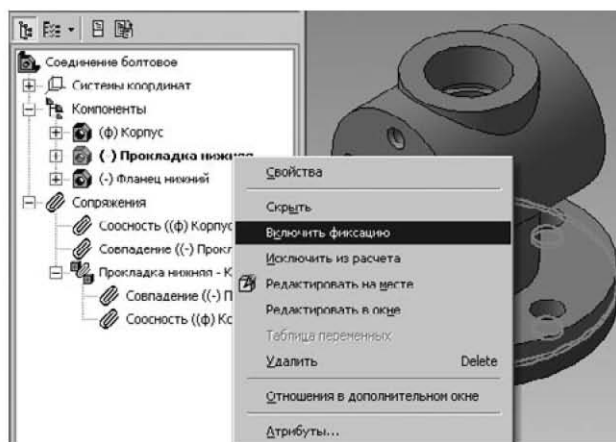
Рис. 3.6. Добавление компонентов в сборку

5. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ► **Соосность**. Эту же команду можно ввести, активизировав инструментальную панель **Сопряжение компонентов** с помощью кнопки **Соосность**. Отметьте последовательно две цилиндрические поверхности на частях сопрягаемых деталей. После отработки данного сопряжения обе детали будут расположены на одной оси. При необходимости обеспечьте соосность малых отверстий корпуса и прокладки.
6. Из меню **Операции** выберите команду **Совпадение**. На моделях деталей отметьте последовательно плоскости сопряжения. Для этого компоненты необходимо развернуть так, чтобы оказались видимыми сопрягаемые грани. После выполнения данной команды детали «слипнутся» и их относительное линейное перемещение друг относительно друга станет невозможным. Обе команды сопряжения будут отображены в дереве модели с указанием их наименований и имен сопрягаемых деталей (рис. 3.6, б). После перемещения или поворота компонента его значок в дереве модели помечается красным флажком. Это означает, что его новое положение отражено только на экране и не передано в файл сборки. В таком случае нажмите на кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

7. Добавьте в сборку третий компонент — фланец нижний (рис. 3.7, б). Внесите наименование компонента в дерево модели.
8. Для перемещения компонента нажмите на кнопку **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки**, при этом курсор изменит форму. Установите курсор на деталь фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение.
9. Для поворота компонента нажмите на кнопку **Повернуть компонент**. Установите курсор на деталь фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Для завершения поворота нажмите на кнопку **Прервать команду** на панели специального управления или клавишу Esc на клавиатуре.
10. После рационального размещения фланца нижнего выполните необходимое сопряжение компонентов (рис. 3.7, а).



а



б

Рис. 3.7. Сопряжение компонентов: а — результат на чертеже обработки сопряжений; б — фиксация компонентов

11. Перед добавлением в сборку крепежных элементов целесообразно зафиксировать положение деталей прокладка нижняя и фланец нижний. Чтобы зафиксировать компонент, выделите его в дереве модели, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выберите команду **Включить фиксацию** (рис. 3.7, б). Обозначение (Ф) слева от названия компонента в дереве модели означает, что он зафиксирован.
12. Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек** на панели **Стандартная**. На экране появится окно менеджера библиотек.
13. В левой части окна откройте папку **Машиностроение**. В правой отметьте флажком элемент **Библиотека крепежа**.
14. Откройте вкладку **Библиотека крепежа**. В списке разделов откройте раздел **Болты**. Выберите на правой панели **Болты с шестигранной головкой**.
15. В появившемся на экране окне укажите параметры вставляемого изделия: диаметр 12 мм, длина болта 30 мм. Поставьте флажок **Упрощенно** и нажмите на кнопку **ОК**.
16. После этого система построит фантом болта, который можно свободно перемещать в окне модели сборки. Для размещения болта необходимо выполнить команду **Укажите элемент базирования крепежной детали**. После указания цилиндрической поверхности отверстия под болт на него накладывается сопряжение **Соосность**, а после указания плоской грани под головкой болта — сопряжение **Совпадение**. Для окончания размещения нажмите на кнопку **Создать объект**. Болт займет свое место (рис. 3.8, а).

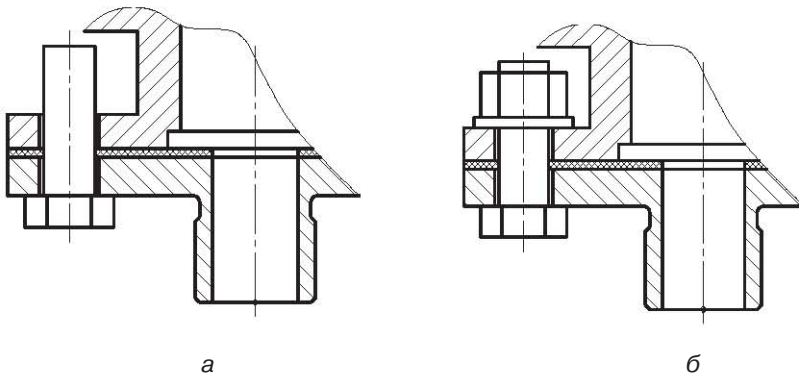


Рис. 3.8. Результат установки: а — болта; б — шайбы и гайки

17. Из библиотеки крепежа поочередно выберите шайбу и гайку необходимых размеров. Для окончательного размещения этих компонентов (рис. 3.8, б) укажите соответствующие элементы базирования.
18. Выберите команду **Массив по концентрической сетке**. В дереве модели отметьте болт, шайбу, гайку. Эти названия отражаются в окне **Компоненты**. Укажите ось и число элементов для создания массива (рис. 3.9).

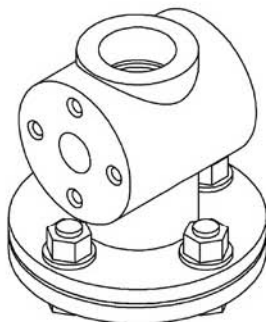


Рис. 3.9. Соединение болтовое

3.2.2. Построение спецификации в ручном режиме

При оформлении учебных документов можно использовать режим ручного заполнения спецификаций. Если изделие не содержит большого числа компонентов, то спецификацию несложно оформить до выполнения сборочного чертежа:

1. Нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**. Появится диалоговое окно **Новый документ**. Укажите тип создаваемого документа — **Спецификация**. На экране появится таблица новой спецификации.
2. На инструментальной панели **Спецификация** выберите команду **Добавить раздел**. Из диалогового окна выберите раздел **Документация** (рис. 3.10).

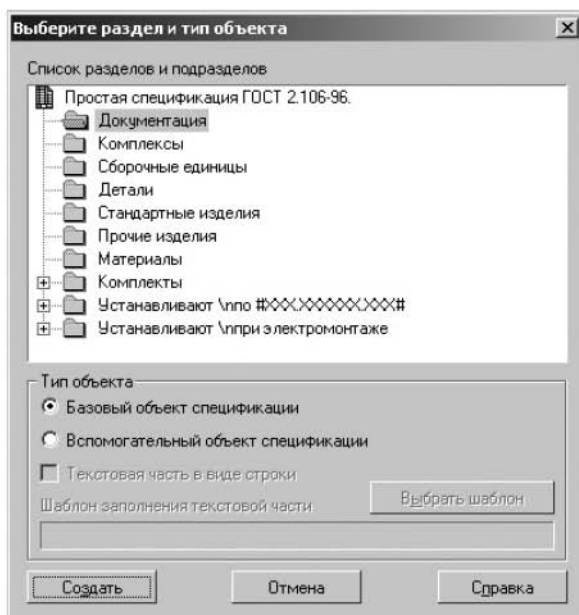


Рис. 3.10. Диалоговое окно выбора разделов спецификации

3. Заполните в появившейся строке поля **Формат**, **Обозначение**, **Наименование**.
4. Снова выберите команду **Добавить раздел**. Из диалогового окна выберите раздел **Детали**.
5. Заполните для каждой детали необходимые графы. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например фланец нижний. Наименования деталей указывают в порядке увеличения номера обозначения.
6. Для того чтобы увидеть основную надпись спецификации, нажмите на кнопку **Разметка страниц** на панели **Вид**. Заполните основную надпись спецификации (рис. 3.11). Закройте документ с сохранением данных.

Показанной на рис. 3.11 спецификации соответствует сборочный чертеж соединения болтового (рис. 3.12). Чертеж может быть получен из модели сборки

Лист	Формат	Знак	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
								Лист
<i>Документация</i>								
А1				КИКГ.020200.131СБ	Сборочный чертеж			
<i>Детали</i>								
А3		1		КИКГ.020201.031	Корпус	1		
А4		2		КИКГ.020205.031	Фланец нижний	1		
А4		3		КИКГ.020206.031	Пакладка нижняя	1		
<i>Стандартные изделия</i>								
		3			Болт М12х1,25-6х3058.05 ГОСТ 7798-70	4		
		4			Гайка М12х1,25-6Н6.05 ГОСТ 5915-70	4		
		5			Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371-78	4		
				КИКГ.020200.131				
Изм Лист № докум Подп Дата				Соединение болтовое		Лист		Листов 1
Разраб Чагина А.В.						1		
Пробл Большаков В.П.						1		
Исполн								
Читб								

Копировал Формат А4

Рис. 3.11. Спецификация соединения болтового

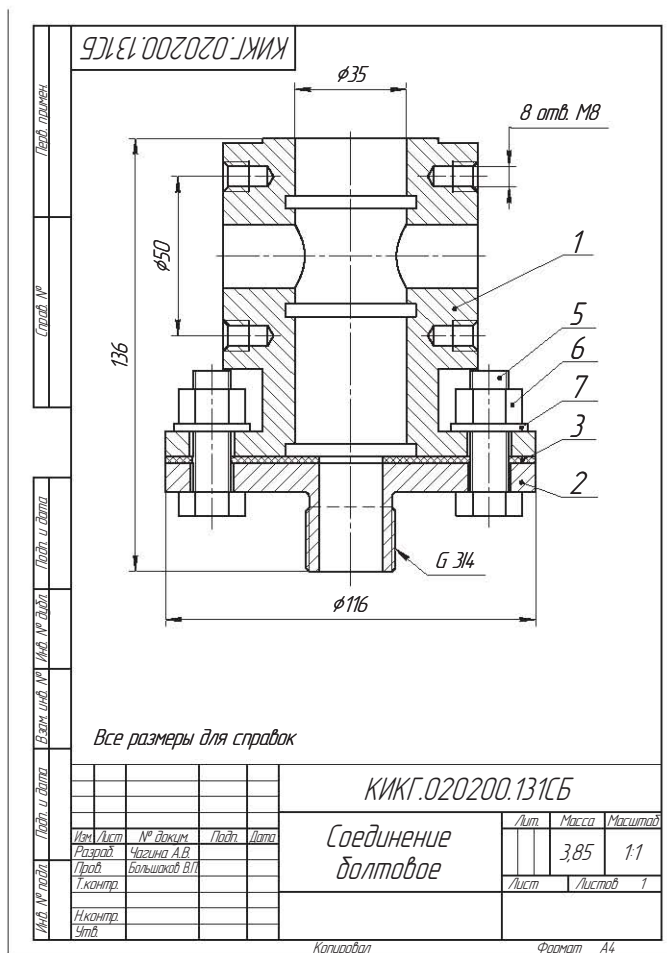


Рис. 3.12. Сборочный чертеж соединения болтового

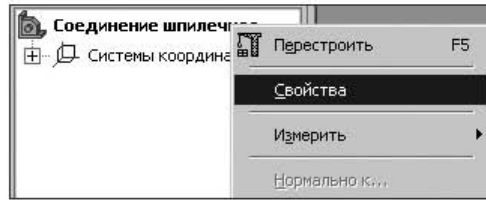
3.3. Соединение шпилечное

Для создания модели шпилечного соединения используются модели деталей корпус, прокладка боковая, фланец боковой, показанные в упрощенном виде на рис. 3.1.

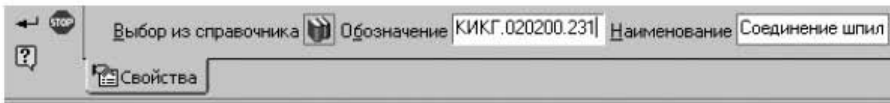
3.3.1. Этапы построения сборки

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Сборка**. Установите требуемую ориентацию координатных осей. В дереве модели название **Сборка** замените на **Соединение шпилечное** (рис. 3.13, а).

2. В дереве модели выполните двойной щелчок на элементе Соединение шпилечное. Из контекстного меню вызовите команду Свойства и на панели свойств укажите обозначение (рис. 3.13, б)



а



б

Рис. 3.13. Ввод названия и обозначения

3. На панели редактирования сборки нажмите на кнопку **Добавить из файла**. В списке файлов деталей сборки выберите компонент корпус и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели корпуса. Укажите точку вставки корпуса. Целесообразно ее установить в центре начала координат сборки.
4. Добавьте в сборку вторую деталь — прокладку боковую. Внесите наименования деталей в дерево модели (рис. 3.14, а).
5. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Соосность**. Отметьте последовательно две цилиндрические поверхности на частях сопрягаемых деталей. После отработки данного сопряжения обе детали будут расположены на одной оси. При необходимости обеспечьте соосность малых отверстий корпуса и прокладки.
6. Из меню **Операции** выберите команду **Совпадение**. На моделях деталей отметьте последовательно плоскости сопряжения.
7. Добавьте в сборку третий компонент — фланец боковой (рис. 3.14, б). Внесите наименования компонента в дерево модели.
8. После рационального размещения детали фланец боковой выполните необходимое сопряжение компонентов (рис. 3.15, а).
9. Перед добавлением в сборку крепежных элементов целесообразно зафиксировать положение деталей прокладка боковая и фланец боковой.
10. Затем их следует исключить из расчета. При исключении объекта из расчетов модель перестраивается так, как будто указанный элемент удален, однако информация о нем сохраняется в файле. Чтобы исключить один или несколько элементов из расчета, необходимо из контекстного меню вызвать команду **Исключить из расчета**.



а



б

Рис. 3.14. Добавление компонентов в сборку

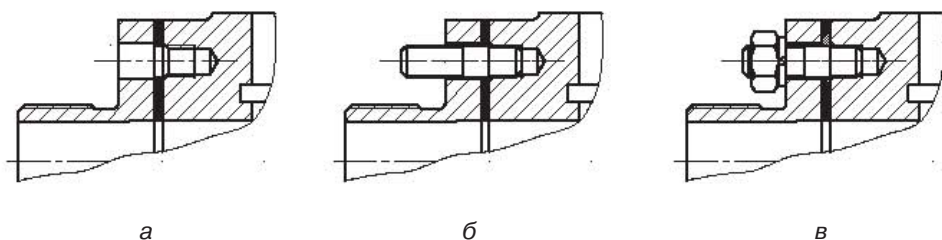


Рис. 3.15. Добавление шпильки, шайбы, гайки в сборку

11. В списке разделов библиотеки крепежа откройте папку Шпильки и в окне выбора параметров установите диаметр и длину шпильки. Нажмите ОК. Для размещения шпильки (рис. 3.15, б) укажите элементы базирования.
12. Включите в расчет детали прокладка боковая и фланец боковой. Из библиотеки крепежа поочередно выберите шайбу и гайку необходимых размеров. При размещении шайбы и гайки (рис. 3.15, в) укажите соответствующие элементы базирования.

13. После выполнения операции **Массив** по концентрической сетке создайте модель соединения с четырьмя шпильками. На рис. 3.16 показан фрагмент чертежа, включающего аксонометрию сборки с вырезом, а также выносной элемент. Шпильки и гайки показаны без упрощений.

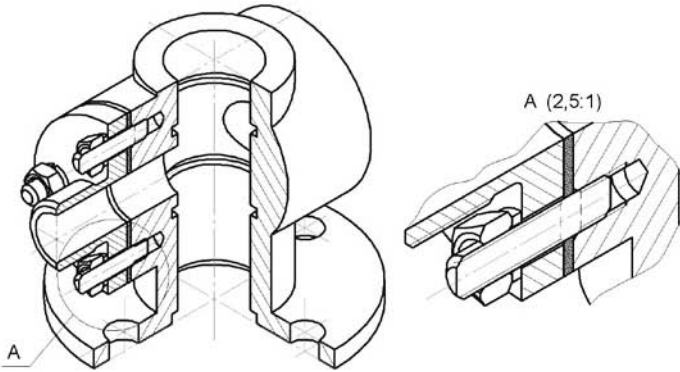


Рис. 3.16. Аксонометрия с выносным элементом соединения шпилечного

3.3.2. Ассоциативный чертеж

Чертеж сборочной единицы соединение шпилечное должен содержать единственное изображение — разрез. Сразу создать такое изображение нельзя. Вначале придется создавать два вида: главный вид и вид слева. Отказаться от создания главного вида невозможно, а вид слева необходим для размещения на нем линии разреза, по которой будет автоматически построен разрез.

1. Создание чертежа выполняется командой **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Чертеж**.
2. Сохраните чертеж на диске под именем **Соединение шпилечное**.
3. Создание стандартных видов выполняется командой **Вставка** ▶ **Вид с модели** ▶ **Стандартные**.
4. Откройте документ **Соединение шпилечное**. На вкладке **Параметры** панели свойств в поле **Ориентация** главного вида задайте **Справа**.
5. Нажмите кнопку **Схема видов**. Откажитесь от создания вида слева (рис. 3.17, а) и нажмите на кнопку **ОК**.
6. Укажите положение видов на чертеже (рис. 3.17, б).
7. Щелкните мышью на пунктирной рамке главного вида — вид будет выделен цветом. Нажмите клавишу **Delete** на клавиатуре и подтвердите удаление вида.
8. Откройте список **Состояние видов** на панели **Текущее состояние** и сделайте текущим вид номер 2 — **Вид сверху** (рис. 3.18).
9. Линия разреза должна показать положение фронтальной секущей плоскости, проходящей через горизонтальную осевую линию на виде сверху. Предварительно постройте вспомогательную прямую, чтобы использовать ее в качестве

объекта привязки при построении линии разреза. Включите привязку Точка на кривой.

10. Нажмите на кнопку Горизонтальная прямая на расширенной панели команд построения вспомогательных прямых инструментальной панели Геометрия. С помощью привязки Ближайшая точка укажите центр большей окружности на виде сверху.
11. На странице Размеры и технологические обозначения нажмите на кнопку Линия разреза.
12. С помощью привязки Точка на кривой укажите две точки на вспомогательной прямой, через которые должна пройти линия разреза. Направление стрелок задайте перемещением мыши. После этого на экране появится фантом изображения разреза в виде габаритного прямоугольника (рис. 3.19, а).

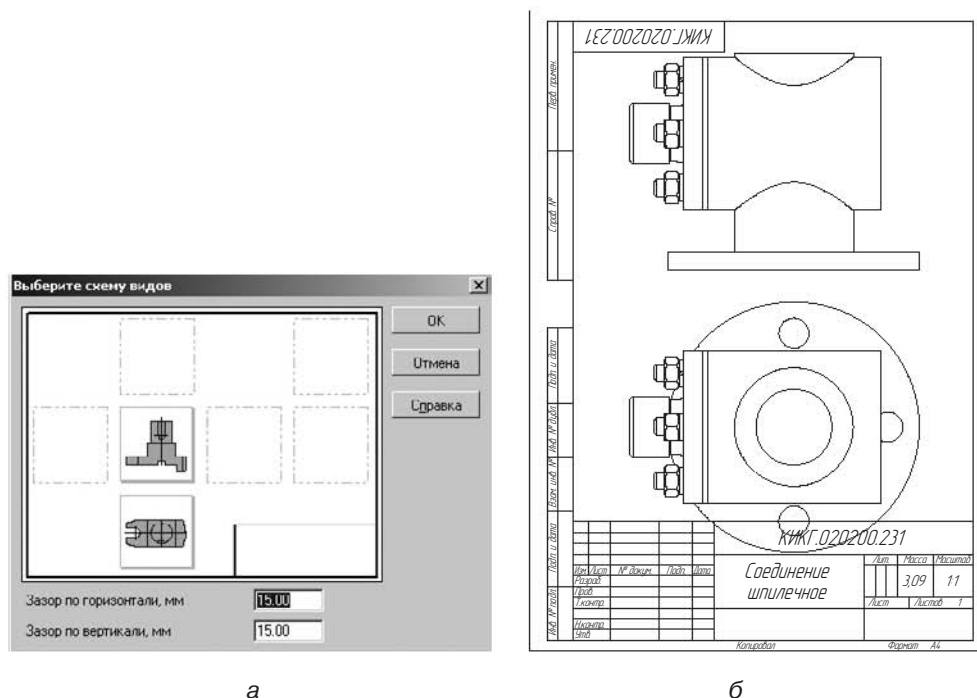


Рис. 3.17. Создание видов

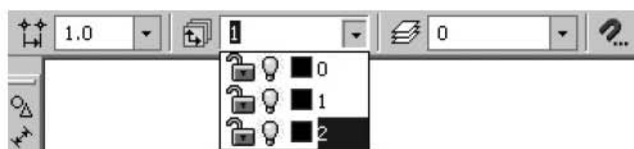
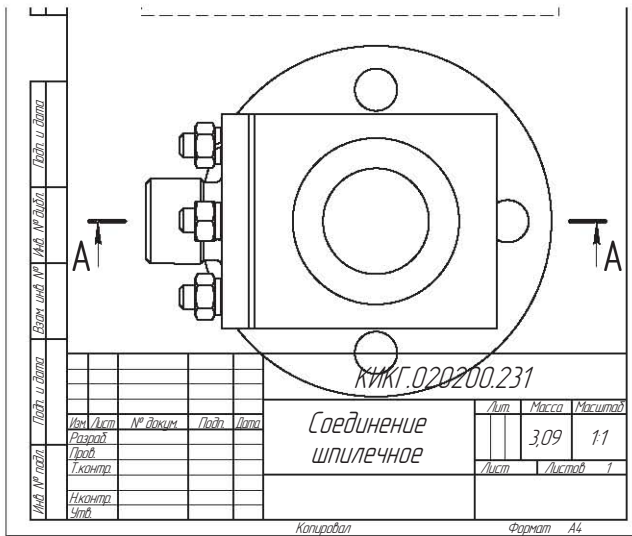
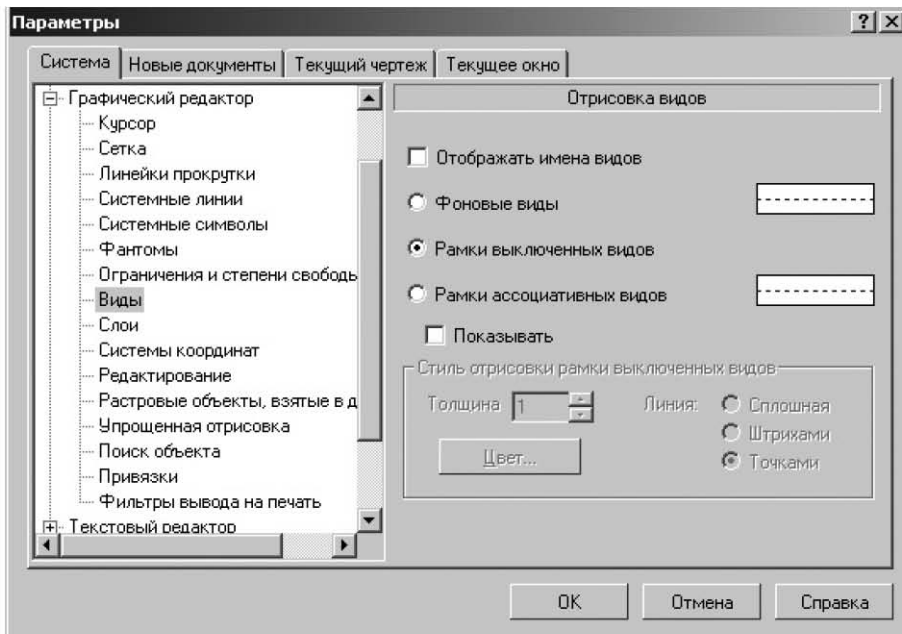


Рис. 3.18. Указание текущего вида



а



б

Рис. 3.19. Вставка разреза и удаление рамки

13. После создания разреза все остальные изображения чертежа становятся лишними. Заголовок разреза $A - A$ и вспомогательную линию необходимо

удалить. Для этого нажмите и удерживайте нажатой клавишу **Shift** на клавиатуре. Укажите заголовок сечения *A – A* и вспомогательную прямую – они будут выделены цветом. Отпустите клавишу **Shift**. Нажмите клавишу **Delete**. Выделенные объекты будут удалены с чертежа.

14. Поскольку вид сверху является избыточным, его можно скрыть. Для этого щелкните мышью по пунктирной рамке вида сверху – вид будет выделен цветом. Щелкните правой кнопкой мыши внутри выделения и вызовите из контекстного меню команду **Погасить** – вид исчезнет с чертежа.
15. На месте погашенного может остаться его габаритная рамка, которая не выводится на печать. При необходимости ее можно погасить. Для этого вызовите команду **Сервис** ▶ **Параметры** ▶ **Система** ▶ **Графический редактор** ▶ **Виды**. В правой части окна **Параметры** включите кнопку **Рамки выключенных видов** и сбросьте флажок **Показывать** (рис. 3.19, б).
16. Несмотря на то что вид сверху был погашен, разрез находится с ним в проекционной связи. Для облегчения компоновки чертежа проекционную связь целесообразно отключить. Щелкните правой кнопкой мыши внутри выделенного вида и сбросьте в контекстном меню флажок **Проекционная связь**. После этого вид можно перемещать в любом направлении.
17. При создании разрезов и сечений система автоматически штрихует все компоненты, попавшие в секущую плоскость, причем смежные детали штрихуются в разные стороны (по умолчанию установлены стиль штриховки **Металл** и расстояние между линиями штриховки 1,5 мм) (рис. 3.20). Выделите в чертеже штриховку детали **Прокладка боковая**, из контекстного меню вызовите команду **Изменить стиль** (рис. 3.21, а).

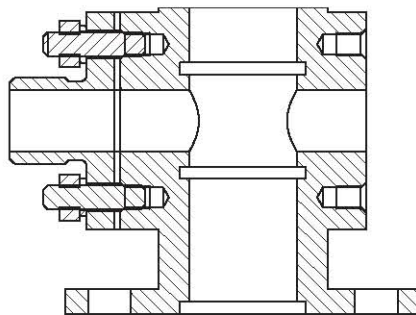
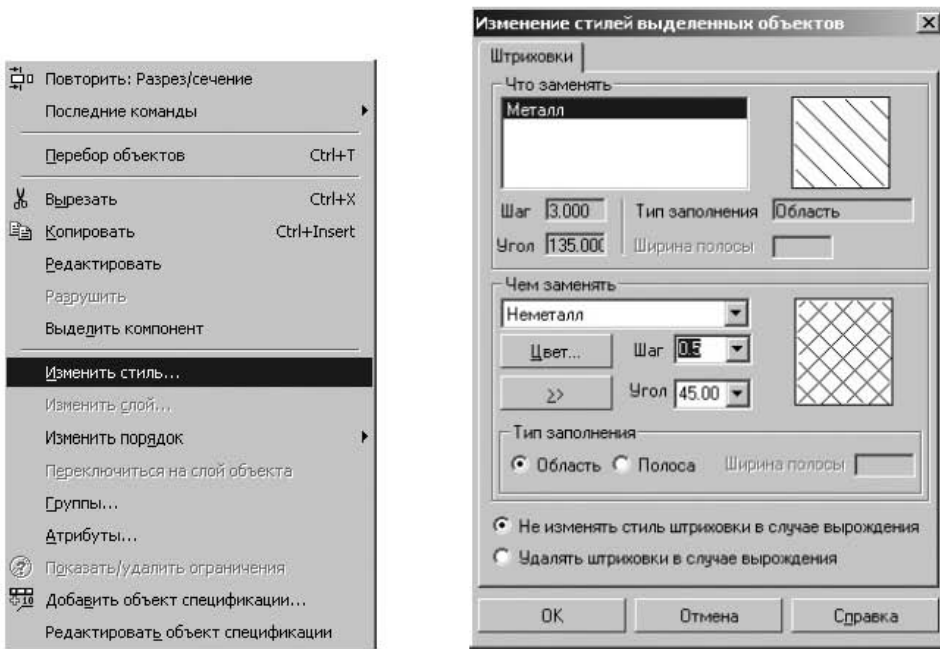


Рис. 3.20. Автоматическая штриховка всех компонентов на разрезе

18. В появившемся диалоговом окне **Изменение стилей выделенных объектов** откройте список **Чем заменить**, выберите стиль, задайте новые параметры графического обозначения и нажмите на кнопку **ОК** (рис. 3.21, б).
19. Покажите на разрезе нерассеченными гайки, шайбы и шпильки. Правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню окна документа и выберите команду **Дерево построения**. В дереве построения откройте **Разрез А-А**. В списке



а

б

Рис. 3.21. Изменение стиля штриховки

компонентов выделите, нажав клавишу Ctrl, нужные крепежные детали. Правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню и выберите команду Не разрезать. Перестройте чертеж.

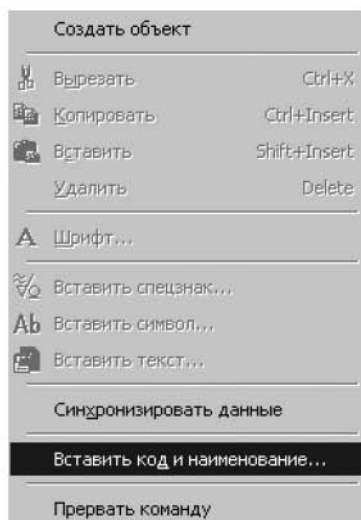
20. С помощью команды **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения** постройте на разрезе осевые линии. Точки, через которые должны пройти осевые линии, укажите с помощью привязки **Середина**.
21. Перед простановкой позиционных линий выносок включите режим параметризации. Для этого вызовите команду **Сервис** ► **Параметры**. На экране будет открыто диалоговое окно **Параметры**. На вкладке **Текущий чертеж** в левой части окна выделите пункт **Параметризация** в нижней части списка параметров. В правой части окна установите два флажка **Все** в группах **Ассоциировать при вводе** и **Параметризовать**. Нажмите кнопку **OK**.
22. Нажмите кнопку **Обозначение позиций** на инструментальной панели **Обозначение**. Построение начинается с задания точки, на которую указывает выноска. Затем нужно указать точку начала полки. Очередной номер позиции присваивается автоматически. Построение объекта заканчивается щелчком на кнопке **Создать объект**.
23. Выровняйте позиции по вертикали. Для этого выделите нужные объекты. Далее нажмите на кнопку **Выровнять позиции по вертикали** на расширенной панели команд простановки позиционных линий-выносок (рис. 3.22).

Укажите точку, по которой требуется выровнять выноски, например точку начала полки любой из линий-выносок. Щелчком на любом свободном месте чертежа отмените выделение объектов.

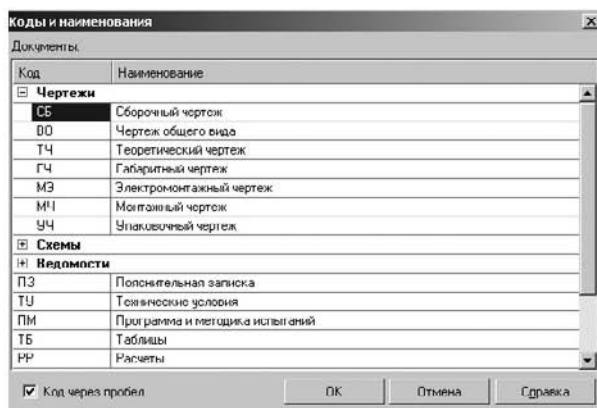


Рис. 3.22. Вызов команды Выровнять позиции по вертикали

24. Проставьте размеры.
25. Для завершения заполнения основной надписи можно использовать Справочник кодов и наименований. Войдите в режим заполнения основной надписи. Щелкните правой кнопкой мыши в любом месте штампа. Вызовите из контекстного меню команду Вставить код и наименование (рис. 3.23, а).
26. В справочнике Коды и наименования откройте раздел Чертежи, укажите Сб, Сборочный чертеж (рис. 3.23, б) и нажмите ОК. В основную надпись чертежа будут добавлены наименование и код документа.



а



б

Рис. 3.23. Использование Справочника кодов и наименований

Ассоциативный чертеж соединения шпилечного показан на рис. 3.24.

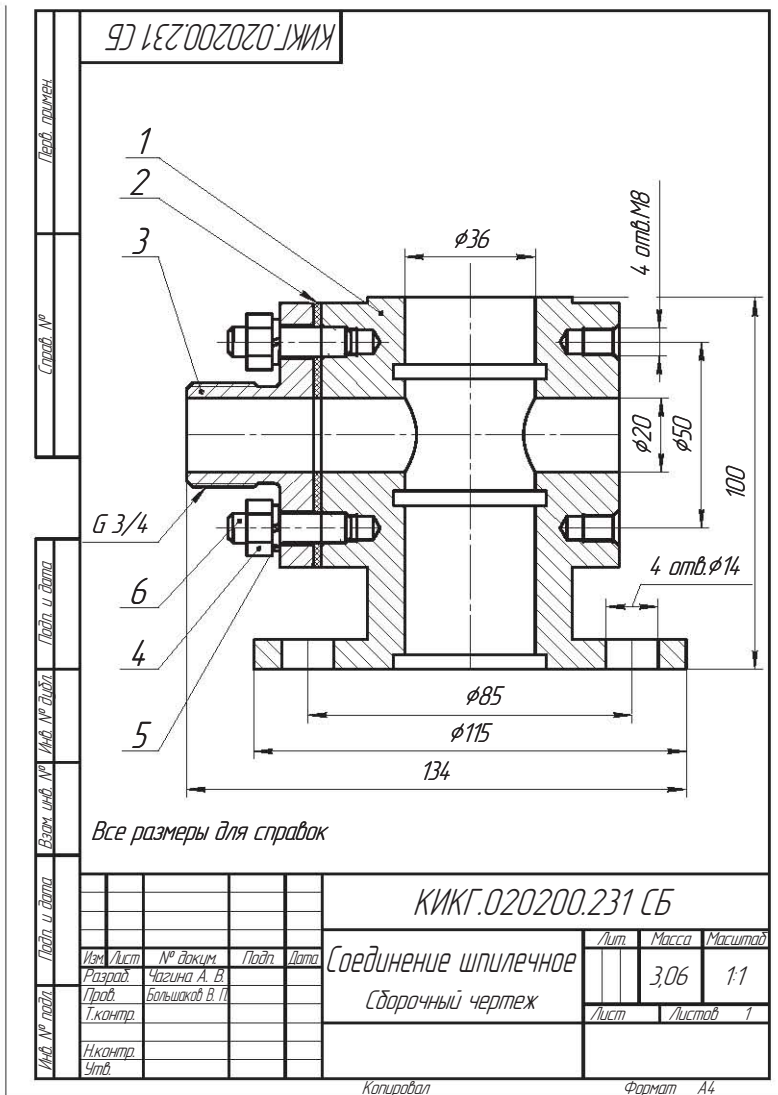


Рис. 3.24. Ассоциативный сборочный чертеж соединения шпильчного

3.3.3. Разрушение ассоциативного чертежа

Часто ассоциативный сборочный чертеж выполняется системой с некоторыми отступлениями от требований ЕСКД. Чертеж, показанный на рис. 3.24, не является исключением. В ГОСТ 2.109–73 говорится, что сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД.

Если имеющиеся в чертеже отступления от стандартов ЕСКД считаются недопустимыми, то в чертеже необходимо разрушить ассоциативные связи (выделить вид и из контекстного меню вызвать команду **Разрушить**) и отредактировать чертеж.

В рассматриваемом примере редактирование разреза (рис. 3.25) включает:

- удаление зазоров между шпилькой и фланцем;
- удаление фасок и недорезов в отверстиях корпуса;
- упрощенное изображение шпилек;
- упрощенное изображение пружинных шайб.

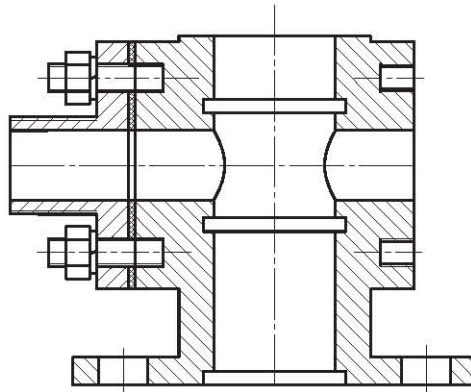


Рис. 3.25. Отредактированный разрез соединения шпильчатого

3.3.4. Построение спецификации в полуавтоматическом режиме

Для создания спецификации сборки в полуавтоматическом режиме необходимо по мере разработки составных частей изделия дополнять эти модели внутренними объектами спецификации. Возможность создавать в компонентах сборки объекты спецификации позволяет накапливать данные о составе изделия. Система КОМПАС выполняет автоматический обмен этими данными между документами, поэтому ускоряется создание документа — спецификации, к которой подключается сборочный чертеж изделия.

Создание объектов спецификации в составляющих сборки

1. Откройте файл детали корпус. Щелкните правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню. Выберите в нем пункт **Свойства**. Появится панель **Свойства**. Введите обозначение детали «КИКГ.020201.031», ее наименование «Корпус» и материал, из которого она изготовлена, «Сталь 25Л ГОСТ 977–88» (рис. 3.26). Закройте диалоговое окно определения свойств детали. Убедитесь в том, что вершина дерева модели текущая (выделена цветом). Если это не так, сделайте ее текущей.

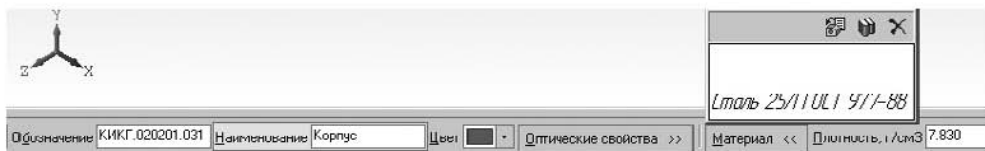


Рис. 3.26. Ввод свойств корпуса

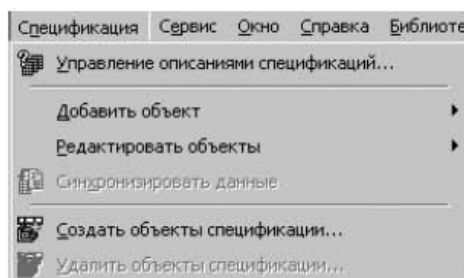
2. Для создания объекта спецификации щелкните в главном меню на пункте Спецификация и выполните команду **Добавить объект**. Укажите раздел **Детали**, к которому принадлежит корпус. Нажмите кнопку **Создать**. Поля **Обозначение** и **Наименование** диалогового окна **Объект спецификации** будут заполнены автоматически. Нажмите кнопку **ОК**. Объект спецификации будет сохранен в файле модели детали. Закройте окно детали корпус с сохранением внесенных изменений.
3. Откройте файл детали фланец боковой. Щелкните правой кнопкой мыши. Появится контекстное меню. Выберите в нем пункт **Свойства**. Появится панель **Свойства**. Введите обозначение детали «KIKG.020204.031», ее наименование «Фланец» и материал, из которого она изготовлена, «Сталь 15Л ГОСТ 977–88». Закройте диалоговое окно определения свойств детали. Убедитесь в том, что вершина дерева модели текущая (выделена цветом). Если это не так, сделайте ее текущей.
4. Для создания второго объекта спецификации щелкните в главном меню на пункте Спецификация и выполните команду **Добавить объект**. Укажите раздел **Детали**, к которому принадлежит компонент. Нажмите кнопку **Создать**. Поля **Обозначение** и **Наименование** диалогового окна **Объект спецификации** будут заполнены автоматически. Нажмите кнопку **ОК**. Объект спецификации будет сохранен в файле модели детали. Закройте окно детали фланец боковой с сохранением внесенных изменений.
5. Для создания третьего объекта спецификации раздела **Детали** с обозначением KIKG.020207.031 и наименованием **Прокладка** откройте файл **Прокладка боковая** и повторите действия, рассмотренные в п. 1–4.

При формировании твердотельной модели сборки стандартные изделия должны быть вставлены таким образом, чтобы команда **Создать объект спецификации** была включена. Если при вставке компонента она была отключена, то свойства компонента необходимо отредактировать:

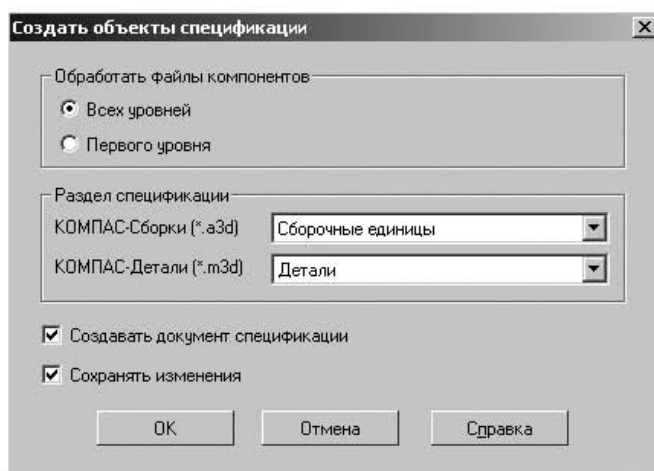
- Выделите библиотечный компонент в дереве модели и из контекстного меню вызовите команду **Редактировать**.
- В диалоговом окне задания параметров компонента убедитесь, что флажок **Создать объект спецификации** установлен. Нажмите **ОК**.
- На экране появится окно **Объект спецификации**, в котором содержится запись для передачи текстовых данных в соответствующие разделы спецификации. Для подтверждения нажмите на кнопку **ОК**.
- Выполните аналогичные действия для всех стандартных изделий.

Создание файла спецификации

1. Откройте сборку соединения шпилечного. Откройте меню Спецификация и вызовите команду Создать объекты спецификации (рис. 3.27, а).
2. В окне Создать объекты спецификации подтвердите установленные по умолчанию параметры нажатием кнопки ОК (рис. 3.27, б). После этого система создаст спецификацию со стилем Простая спецификация ГОСТ 2.106–96.



а



б

Рис. 3.27. Команда и окно Создать объекты спецификации

3. Просмотрите созданный системой документ. Откройте папку, где хранился файл исходной сборки, и найдите в ней созданный системой файл документа-спецификации — он имеет то же имя, но расширение `.sprw`. Откройте файл. Система открывает спецификацию в нормальном режиме (рис. 3.28). Для просмотра воспользуйтесь более наглядным режимом разметки страниц. Для этого нажмите на кнопку **Разметка страниц** на панели **Вид**.
4. Убедитесь, что в спецификацию переданы все объекты из исходной модели соединения шпилечного. Если необходимо, создайте в документе недостающие объекты спецификации.

Вид	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<i>Детали</i>		
AJ	1		КЖГ.020201.031	Корпус	1	
#	2		КЖГ.020207.031	Прокладка	1	
#	3		КЖГ.020304.031	Фланец	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
				Гайка М8 ГОСТ 5915-70	4	
				Шайба В Н ГОСТ 6402-70	4	
				Шпилька М8-6г 1 22.10914.01.26 ГОСТ 22012-76	4	

Рис. 3.28. Спецификация в нормальном режиме

5. По умолчанию система автоматически сортирует компоненты. Однако в ряде случаев требуется откорректировать порядок их следования. Для этого необходимо снова перейти в нормальный режим просмотра спецификации и выделить строку компонента, порядок следования которого надо изменить. Отключите **Автоматическую сортировку объектов** в текущем разделе спецификации. Командой **Редактор** ► **Сдвинуть объект вниз** переместите компонент на нужную строку. Отредактируйте номера позиций.

Созданную спецификацию необходимо доработать:

- подключить ее к сборочному чертежу;
- объекты спецификации подключить:
 - к позиционным линиям-выноскам на сборочном чертеже;
 - рабочим чертежам;
- в спецификации создать раздел «Документация»;
- оформить основную надпись.

Подключение спецификации к сборочному чертежу

Система автоматически сформировала связи между 3D-сборкой и спецификацией. Связь между спецификацией и чертежом нужно сформировать вручную.

1. Если вы находитесь в режиме разметки страниц, вернитесь в нормальный режим работы со спецификацией. Нажмите на кнопку **Управление сборкой** на инструментальной панели **Спецификация**.
2. В появившемся диалоговом окне **Управление сборкой** нажмите на кнопку **Подключить документ**.

3. В обычном диалоговом окне выбора файлов выберите файл ассоциативного сборочного чертежа для его подключения к спецификации и нажмите на кнопку **Открыть**. Имя файла документа и путь к нему появятся в списке подключенных к спецификации чертежей. Выделив какое-либо имя в списке, можно увидеть соответствующий документ в окне просмотра.

Нажмите на кнопку **Выход**.

Подключение объектов спецификации к позиционным линиям-выноскам

Номера позиций, проставленные пользователем в сборочном чертеже, скорее всего, не будут соответствовать номерам в спецификации. Это возможное временное несогласование номеров будет устранено при подключении позиционных линий-выносок к объектам спецификации после включения этих линий в состав объектов спецификации. Система будет автоматически согласовывать номера позиций объектов в спецификации и на сборочном чертеже.

1. Откройте ассоциативный сборочный чертеж соединения шпилечного. Теперь открыты два документа: спецификация и сборочный чертеж. Работу с объектами спецификации удобнее выполнять, когда на экране одновременно видны окно спецификации и окно сборочного чертежа. Выполните команду **Окно ▶ Мозаика вертикально**. Приведите документы в удобный для дальнейшей работы вид (рис. 3.29):
 - 1) сделайте текущим окно спецификации и нажмите на кнопку **Масштаб по ширине листа** на панели **Вид**;
 - 2) сделайте текущим окно сборочного чертежа и нажмите на кнопку **Показать все**.
2. Проверьте соответствие номеров позиций на сборочном чертеже номерам в спецификации.
3. Для согласования номера позиции сделайте текущим окно спецификации и нажмите на кнопку **Расставить позиции** на панели **Спецификация**.
4. После подключения линий-выносок ко всем объектам спецификации нажмите на кнопку **Синхронизировать данные**. Это позволит передать в лист сборочного чертежа изменения, внесенные в объекты спецификации. Система выполнит согласование номеров позиций в спецификации с номерами линий-выносок на сборочном чертеже. Команда **Синхронизировать данные** автоматически выполняется при сохранении спецификации.
5. Для того чтобы проверить или просмотреть состав объекта спецификации, выделите строку с названием компонента (например, корпус) и активизируйте команду **Показать состав объекта** на странице **Спецификация**. На всех ассоциативных изображениях чертежа выделенный компонент будет подсвечен зеленым цветом. Вместе с изображением компонента выделяется и указывающая на него позиционная линия-выноска, если она имеет правильный номер позиции. Просмотрите состав других объектов спецификации.

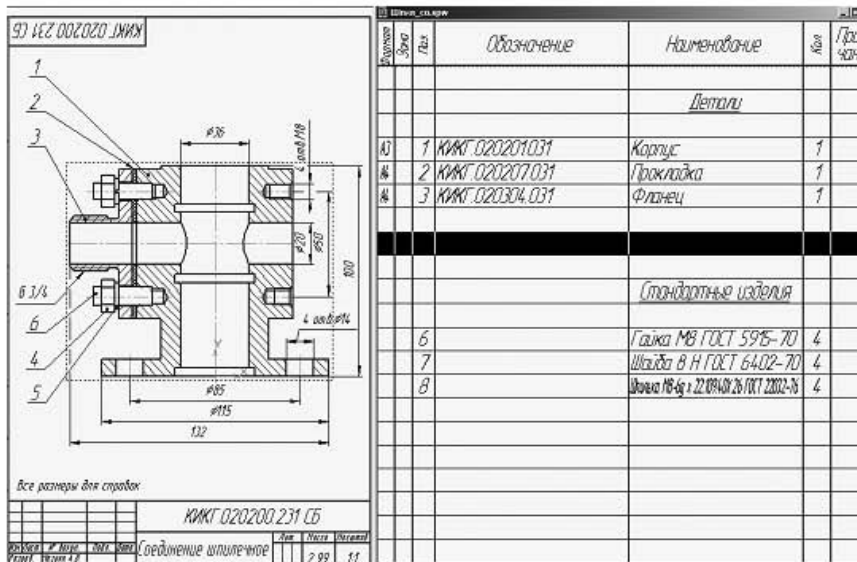


Рис. 3.29. Документы сборочного чертежа и спецификации в режиме Мозаика вертикально

Подключение рабочих чертежей к объектам спецификации

Подключение рабочих чертежей к объектам спецификации позволяет изменять обозначения и наименования деталей прямо в спецификации. Подключите рабочие чертежи изделия Соединение шпильчное к объектам спецификации:

1. В спецификации выделите строку с подключаемым компонентом (например, Корпус). Откройте вкладку Документы на панели свойств. Нажмите кнопку Добавить документ (рис. 3.30, а).
2. В диалоговом окне открытия файлов укажите ассоциативный чертеж с корпусом и нажмите на кнопку Открыть.
3. Установите флажок Передавать изменения в документ (рис. 3.30, б). Включение этого режима позволит автоматически передавать в основную надпись рабочего чертежа наименование и обозначение документа, если они будут изменены в спецификации.
4. В списке подключенных документов чертеж должен стоять на первом месте. Убедитесь, что текущей является строка рабочего чертежа. Нажмите кнопку Переместить вверх на панели управления окна Добавить документ (рис. 3.30, в).
5. Нажмите на кнопку Да в ответ на запрос системы относительно копирования данных из основной надписи чертежа. В спецификации теперь заполнена ячейка «Формат подключенного рабочего чертежа», если она не была заполнена ранее.

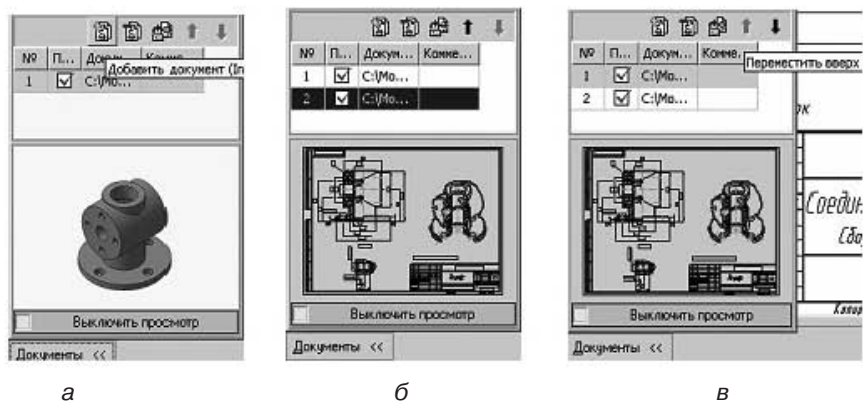


Рис. 3.30. Команды подключения рабочих чертежей к объектам спецификации

6. Аналогично подключите к спецификации другие составные части сборочного изделия.

Создание раздела «Документация» и заполнение основной надписи

Введите в спецификации раздел «Документация», в котором должны быть указаны документ или документы, на которые распространяется настоящая спецификация.

1. Выделите первую строку спецификации и нажмите на кнопку **Добавить раздел** на странице **Спецификация**. В окне **Выберите раздел и тип объекта** выделите **Документация** и нажмите на кнопку **Создать**. В спецификации появится указанный раздел и новый (пустой) объект спецификации в режиме редактирования.
2. Подключите к объекту ассоциативный сборочный чертеж клапана. Откройте вкладку **Документы** на панели свойств. Нажмите на кнопку **Добавить документ**. В диалоге открытия файлов выберите документ с ассоциативным сборочным чертежом и нажмите на кнопку **Открыть**. В ответ на запрос системы относительно копирования данных из основной надписи чертежа нажмите на кнопку **Да**. В окне **Добавить документ** не устанавливайте флажок **Передавать изменения в документ**.
3. В графе наименования замените название **Соединение шпилечное Сборочный чертеж** на **Сборочный чертеж**. Нажмите на кнопку **Создать объект** на панели свойств.
4. Сократите количество резервных строк в разделе «Документация» (по умолчанию система резервирует две пустые строки в каждом разделе спецификации). Для этого сделайте текущей строку «Сборочный чертеж», раскройте список **Количество резервных строк** на панели **Текущее состояние** и укажите нужное значение, например 0 (рис. 3.31). Отказаться от пустой строки в конце раздела невозможно — ее наличие предусмотрено стандартом.

3.4. Соединение шпонкой и установочным винтом

Для создания модели соединения шпонкой и установочным винтом используются модели деталей пробка и рукоятка, показанные в упрощенном виде на рис. 3.1.

Если в библиотеке крепежа отсутствуют стандартные изделия, необходимые для модели сборки, то их можно создать как компоненты на месте или смоделировать предварительно. На рис. 3.33 показаны этапы создания модели установочного винта М10×12 ГОСТ 11075–93.

Упрощенная модель установочного винта выполняется на основе использования соответствующих фрагментов из конструкторской библиотеки плоских параметризованных изображений. Целесообразно задать ориентацию создаваемых моделей такой, чтобы при последующей сборке их не приходилось поворачивать.

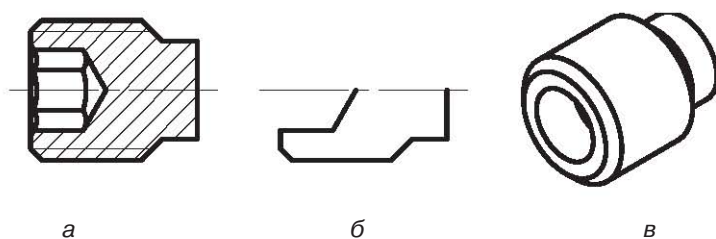


Рис. 3.33. Создание модели установочного винта: *а* — вставка во фрагмент; *б* — редактирование фрагмента; *в* — упрощенная модель

Модели стандартных изделий находятся также в библиотеке крепежа и библиотеке стандартных изделий. При моделировании сборки обратимся к последней, так как в библиотеке крепежа модель необходимой шпонки отсутствует.

1. Выполните **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Сборка** и создайте файл с именем **Соединение шпоночное**.
2. Добавьте в сборку первый компонент — пробку. При размещении укажите точку начала координат модели.
3. Добавьте в сборку второй компонент — рукоятку.
4. Рационально расположите компоненты сборки (рис. 3.34, *а*). Для их сопряжения примените операцию **Соосность** для отверстий под установочный винт.

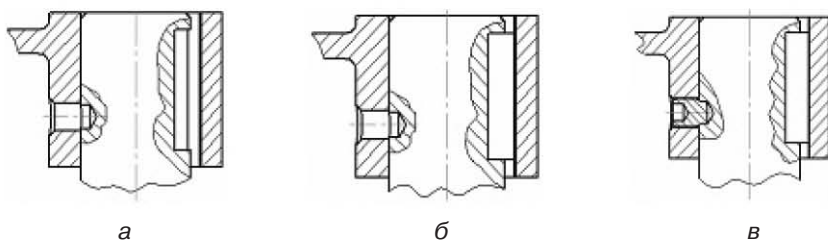


Рис. 3.34. Добавление компонентов: *а* — деталей; *б* — шпонки; *в* — винта

5. Выполните команду Библиотеки ▶ Стандартные изделия ▶ Вставить элемент.
6. На экране откроется окно Библиотека Стандартные Изделия. Откройте вкладку Крепежные изделия.
7. В дереве окна раскройте ветвь Шпонки щелчком на значке «+» слева от ее названия (рис. 3.35).
8. Раскройте ветвь Шпонки ГОСТ 22360–78 ▶ Шпонки ГОСТ 22360–78 исп. 1.

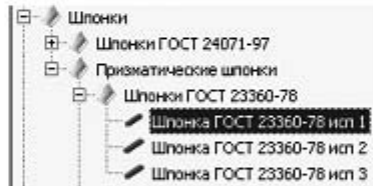


Рис. 3.35. Выбор и раскрытие раздела Шпонки

9. В появившемся окне Конструкция и размеры укажите параметры Опорный диаметр и Длина.
10. На экране появится фантом вставляемой шпонки. Укажите точку вставки и установите шпонку в нужное место (рис. 3.34, б).
11. Добавьте из файла деталь — винт. Рационально расположите компонент сборки. Для сопряжения примените операцию Соосность, указывая цилиндрические поверхности отверстия и установочного винта.
12. При необходимости примените операцию Переместить компонент и установите винт в нужное место (рис. 3.34, в).

3.5. Создание модели крана

Для создания полной модели крана добавим в модель соединения шпильками два кольца и две сборки, показанные рис. 3.36.

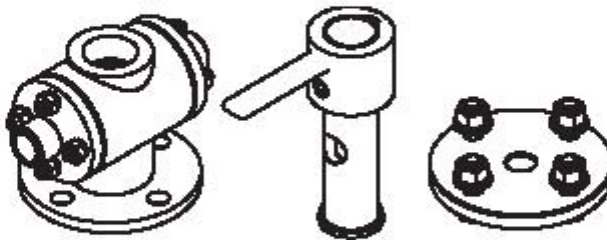


Рис. 3.36. Изображения соединяемых сборок

Кольца в проточки центрального отверстия корпуса устанавливать целесообразно предварительно (при создании модели корпуса), смещая горизонтальную

плоскость симметрии каждого кольца на требуемое расстояние от горизонтальной плоскости проекций. Это расстояние определяется расстоянием от проточек до горизонтальной плоскости проекций корпуса и диаметром колец.

На рис. 3.37 представлена аксонометрия с вырезом одной четверти крана.

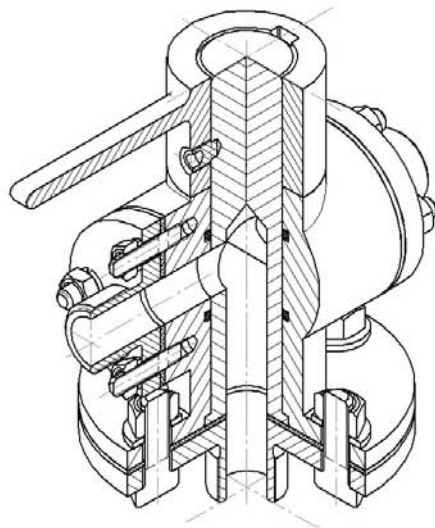


Рис. 3.37. Аксонометрия крана

3.6. Разнесение компонентов шпилечного соединения

Рассмотрим пример разнесения компонентов соединения шпилечного, собранного в разделе 3.3.

1. Откройте сборку соединения шпилечного. Выполните команду **Сервис** ▶ **Разнести компоненты** ▶ **Параметры** (рис. 3.38, а). На экране появится панель свойств. В верхней части окна нажмите на кнопку **Добавить** (рис. 3.38, б). Окно **Шаг разнесения** закроется, и автоматически активизируется переключатель **Выбрать компоненты для разнесения**.
2. Укажите в дереве модели компоненты, которые необходимо разносить, — **Шпилька** (4 экземпляра). Имена выбранных компонентов отразятся в окне **Список компонентов**.
3. Нажмите на кнопку **Объект** для указания базового объекта разнесения, задающего направление разнесения (компоненты могут разноситься в направлении любого ребра или перпендикулярно любой грани).
4. В окне документа курсором выделите базовый объект разнесения — боковую грань детали фланец.
5. На панели свойств задайте направление разнесения — **Прямое**.

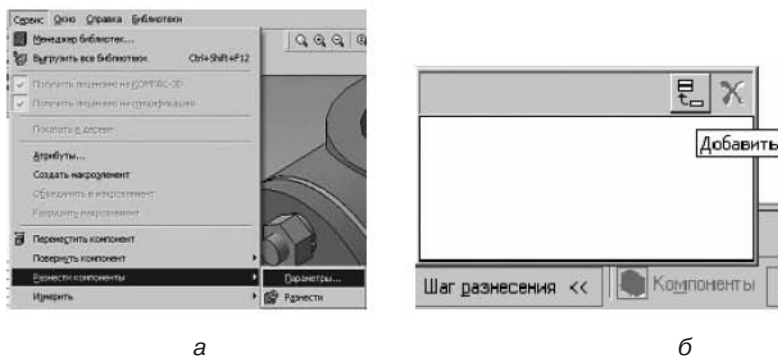


Рис. 3.38. Разнесение компонентов: а — запуск процедуры; б — панель свойств

6. В поле **Расстояние** вручную или с помощью счетчика приращения/уменьшения введите значение расстояния (**200**), на которое компонент будет смещен относительно его положения в сборке.
7. Нажмите на кнопку **Применить**. Шпильки окажутся в заданном месте (рис. 3.39). На панели свойств в окне **Шаг разнесения** появится номер шага (номера шагов разнесения начинаются с нулевого: Шаг 0, Шаг 1, Шаг 2 и т. д.).

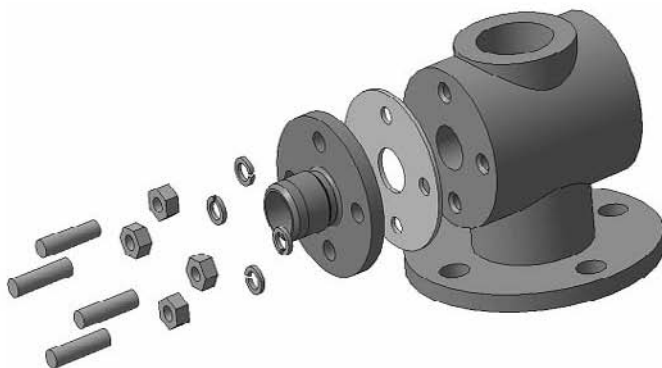


Рис. 3.39. Соединение шпилечное в режиме разнесения компонентов

8. Если полученное расположение компонента отличается от ожидаемого, задайте новые параметры разнесения и нажмите на кнопку **Применить** еще раз. Редактировать параметры разнесения можно и позже — для этого надо только выделить требуемый шаг в окне **Шаг разнесения**, чтобы перевести его в текущее состояние.
9. Если расположение компонента вас устраивает, перейдите к разнесению следующего компонента — выполните построение очередного шага разнесения. В окне документа система переместит выбранный компонент в указанном направлении на заданное расстояние. В рассматриваемом примере (см.

рис. 3.39) приняты следующие шаги разнесения: для гаек — 140, шайб — 100, фланца — 60, прокладки — 30.

10. Когда разнесение закончено, нажмите на кнопку **Прервать команду**. В дальнейшем можно изменить параметры разнесения, вызвав панель свойств командой **Сервис ▶ Разнести компоненты ▶ Параметры**. Когда компоненты сборки разнесены, недоступны все команды редактирования сборки, создания пространственных кривых, поверхностей и др.
11. Чтобы включить режим обычного отображения сборки, вызовите команду **Сервис ▶ Разнести компоненты ▶ Разнести**. Кнопка для вызова команды **Разнести** находится также на панели **Вид**. Эта команда служит переключателем режима разнесения и обычного отображения сборки.

3.7. Моделирование кабеля

При небольшом количестве составных частей в сборочном изделии допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом. Это довольно рационально, так как отпадает необходимость выполнения отдельного документа со спецификацией и возможно быстрое установление соответствия между позициями на сборочном чертеже и составными частями в спецификации.

В данном разделе рассмотрен пример совмещения спецификации со сборочным чертежом кабеля.

3.7.1. Детали для моделирования кабеля

Для создания модели сборочной единицы кабель используются модели компонентов: кабеля, розетки, вилки. Указанные компоненты моделируются в виде деталей, главные и аксонометрические изображения которых упрощенно показаны на рис. 3.40.

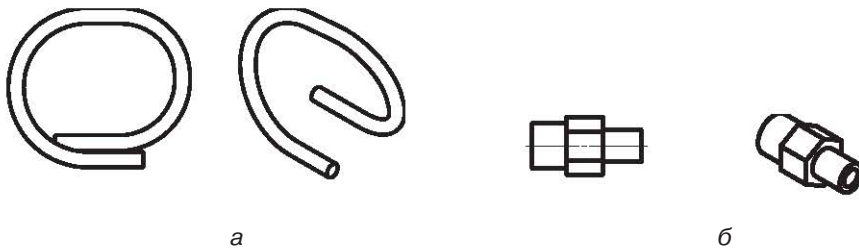


Рис. 3.40. Изображения деталей сборки кабеля: а — кабель; б — вилка (розетка)

Вилка и розетка схожи по конструкции, имеют одинаковые габаритные размеры и различаются резьбовыми концами: на вилке резьба наружная, у розетки — внутренняя.

3.7.2. Этапы построения сборки



1. Выполните команду **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Сборка**. Установите требуемую ориентацию координатных осей. В дереве модели название **Сборка** замените на **Кабель**.
2. На панели редактирования сборки нажмите на кнопку **Добавить из файла** . В списке файлов деталей сборки укажите документ **Кабель** и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели кабеля.
3. Укажите точку вставки кабеля. Целесообразно ее установить в центре начала координат сборки.
4. Добавьте в сборку второй компонент — **вилку**. Внесите наименования компонентов в дерево модели (рис. 3.41, а).



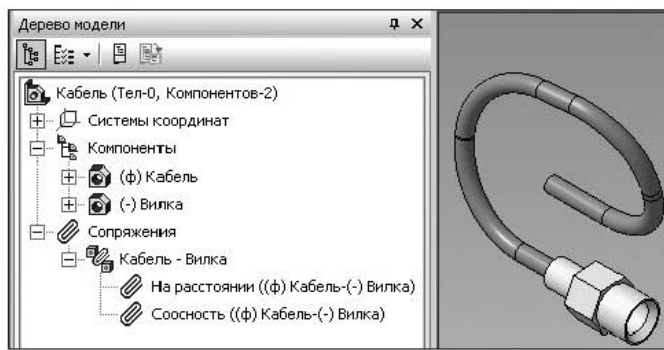
Рис. 3.41. Добавление компонента Вилка в сборку

5. Разверните вилку. Для поворота компонента нажмите на кнопку **Повернуть компонент**. Установите курсор на вилку, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Для окончания поворота нажмите на кнопку **Прервать команду** на панели специального управления или клавишу **Esc** на клавиатуре.
6. После поворота компонента его значок в дереве модели помечается красным флажком (рис. 3.41, б). Это означает, что его новое положение отражено только на экране и не передано в файл сборки. В таком случае нажмите на кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

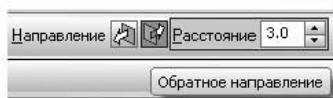
В дальнейшем после выполнения очередных операций и появления красных флажков у значков в дереве модели нажимайте на кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

7. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Соосность**. Эту же команду можно ввести, активизировав инструментальную панель **Сопряжение компонентов**  с помощью кнопки **Соосность**. Отметьте последовательно две цилиндрических поверхности на частях сопрягаемых деталей. После отработки данного сопряжения обе сопрягаемые цилиндрические поверхности деталей будут расположены на одной оси.
8. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **На расстоянии** (рис. 3.42, а). На моделях деталей отметьте последовательно плоскости

сопряжения. Для этого компоненты необходимо развернуть так, чтобы оказались видимыми сопрягаемые грани. На панели свойств укажите **Обратное направление** и **Расстояние: 3**, на которое кабель входит в вилку (рис. 3.42, б). После выполнения данной команды детали «слипнутся» и их относительное линейное перемещение друг относительно друга станет невозможным.



а



б

Рис. 3.42. Сопряжение компонентов кабель и вилка

9. Перед тем как добавить в сборку третий компонент — розетку, целесообразно зафиксировать положение вилки. Чтобы зафиксировать компонент, выделите его в дереве модели, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выберите команду **Включить фиксацию**. Обозначение (ф) слева от названия компонента в дереве модели означает, что он зафиксирован. После фиксации компонента наложенные сопряжения следует удалить.
10. Добавьте в сборку третий компонент — розетку. После выполнения действий, аналогичных рассмотренным в п. 5–9, получим результат, показанный на рис. 3.43.

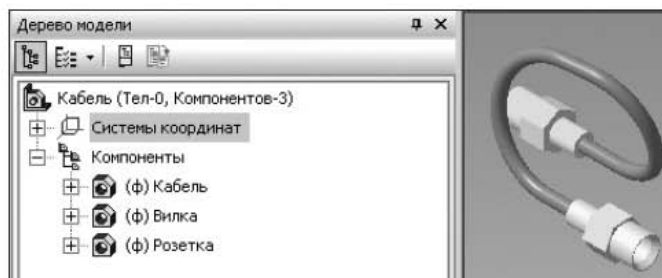


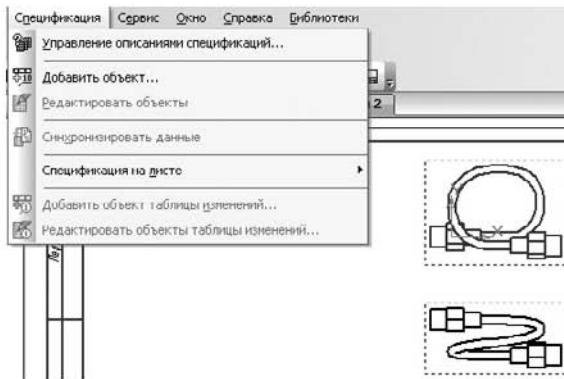
Рис. 3.43. Сопряжение компонентов Кабель, Вилка, Розетка

3.7.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа

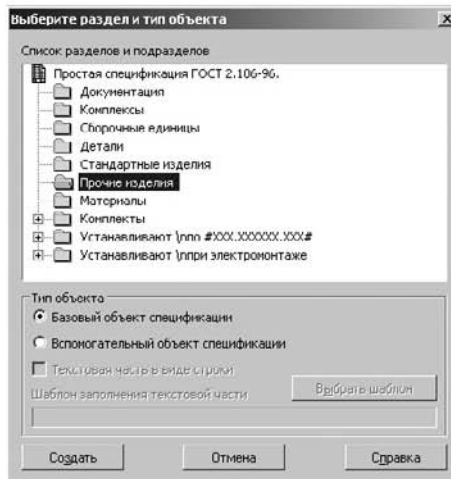
Спецификация, совмещенная со сборочным чертежом на листе формата А4, создается в ручном режиме и располагается над основной надписью чертежа. При этом раздел «Документация» не заполняют.

Рассмотрим этапы создания совмещенного документа.

1. Создайте, используя сведения из раздела 2.7, сборочный чертеж, в котором будет размещена спецификация. В сборочном чертеже достаточно оставить два вида: спереди и сверху (рис. 3.44, а).
2. В строке главного меню откройте пункт Спецификация и выберите команду Добавить объект (см. рис. 3.44, а).



а



б

Рис. 3.44. Этапы создания первого объекта спецификации

3. На экране появится диалоговое окно Выберите раздел и тип объекта (рис. 3.44, б). Выделите раздел, который первоначально нужно вставить в спецификацию, в рассматриваемом примере Прочие изделия и нажмите на кнопку Создать.
4. Введите информацию для первого объекта спецификации в появившемся диалоговом окне Объект спецификации. Номер позиции система предложит сама. Нажмите ОК. Диалоговое окно исчезнет с экрана, а объект будет добавлен как пункт спецификации.
5. По описанной схеме добавьте в спецификацию информацию о втором объекте спецификации (рис. 3.45).
6. Далее по описанной схеме добавьте в раздел «Материалы спецификации» информацию о третьем объекте спецификации.
7. Чтобы созданная спецификация появилась вместе со сборочным чертежом, активизируйте команду Спецификация ► Спецификация на листе ► Показать (рис. 3.46).

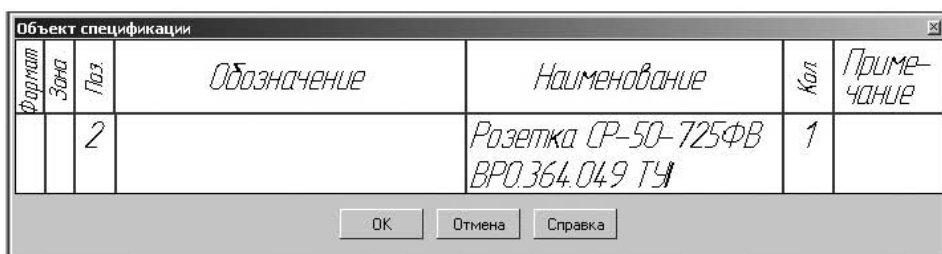


Рис. 3.45. Диалоговое окно Объект спецификации

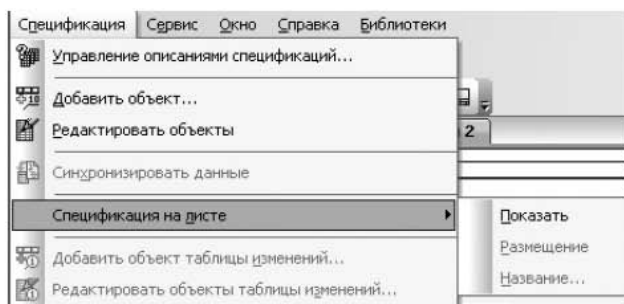


Рис. 3.46. Вызов команды Показать спецификацию на листе

8. После появления спецификации в сборочном чертеже над основной надписью (рис. 3.47, а) целесообразно в разделах спецификации уменьшить количество резервных строк. Для этого активизируйте команду Спецификация ► Редактировать объекты. На экране появятся новые кнопки. Выделите разделы, в которых следует уменьшить количество резервных строк (рис. 3.47, б).

3.8.1. Этапы конструирования передней панели

Проведем конструирование в последовательности, показанной на рис. 3.49.

Рисунок 3.49, *а* иллюстрирует ориентировочный выбор габаритных размеров ПП и расположение отверстий с условным обозначением ① под невыпадающие винты. Габаритные размеры ПП определяют следующие основные факторы:

- количество и габаритные размеры изделий, устанавливаемых на ПП;
- количество и размеры печатных плат модуля;
- габаритные размеры изделий на печатных платах.

Отверстия под невыпадающие винты выполняются с резьбой и располагаются по краям ПП. В качестве базового можно выбрать отверстие с координатами центра 7,46 и 3,1. Координаты остальных отверстий определяются значениями величин A_1 и A_2 из табл. В.1 и В.2. На рис. 3.49, *б* показан пример расположения отверстий на одном из вариантов стандартной панели.

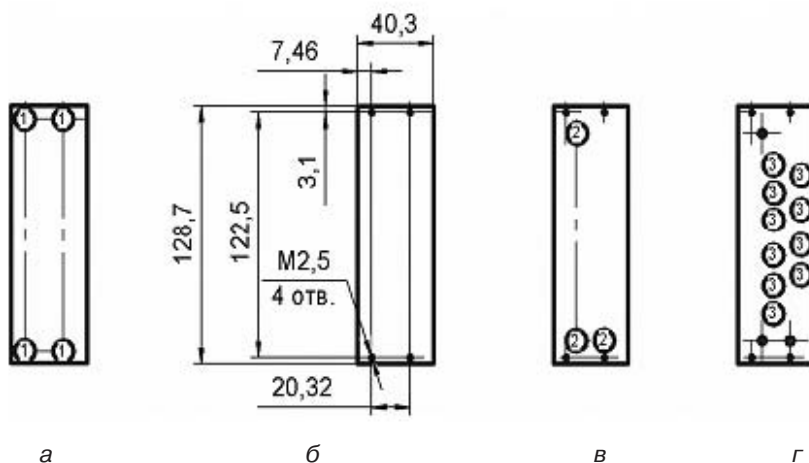


Рис. 3.49. Этапы конструирования

На рис. 3.49, *в* показаны также отверстия с условным обозначением ② для крепления печатной платы и ручки. Как отмечалось на с. 17–18, положение первой печатной платы относительно шаговой линии определяется размером $A = 3,27$ мм. С учетом размера 7,62 мм, устанавливающего положение левых отверстий под невыпадающие винты относительно шаговой линии, можно определить расстояние от средней линии печатной линии до осевой линии, проходящей через центры этих отверстий, которое равно 4,35 мм. Окончательный выбор расположения отверстий ② должен учитывать конструкцию элементов соединения ПП и печатной платы, расположение и конструкцию ручки, располагаемой в нижней части ПП. Для крепления элементов к ПП используют винты с потайной головкой, чтобы можно было закрыть их лицевой панелью.



Рисунок 3.49, *г* иллюстрирует расположение отверстий с условным обозначением ③ под изделия, устанавливаемые на ПП. При размещении отверстий для крепления изделий к ПП необходимо, в первую очередь, учитывать:

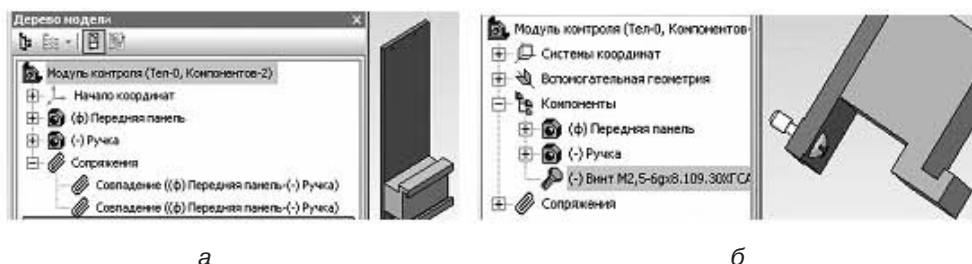
- структуру расположения изделий на ПП;
- габаритные размеры и количество устанавливаемых изделий;
- разметку для крепления устанавливаемых изделий;
- габариты и размещение печатных плат модуля и элементов на этих платах;
- рациональность зазоров между смежными изделиями, в том числе исходя из необходимости размещения надписей и символов на лицевой панели модуля.

Размещать отверстия для крепления изделий целесообразно в направлении слева направо от первой печатной платы, группируя отверстия в колонки и ряды вдоль минимального числа осевых линий.

3.8.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня

Очевидно, что 3D-моделированию «снизу вверх» модуля первого уровня должно предшествовать создание моделей деталей и подборок, входящих в состав модуля. Рассмотрим этапы 3D-моделирования модуля первого уровня.

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Создать** ▶ **Сборка**. Установите требуемую ориентацию координатных осей. В дереве модели название **Сборка** замените на **Модуль контроля**.
2. На панели редактирования сборки нажмите на кнопку **Добавить из файла** . В списке файлов деталей сборки укажите документ **Передняя панель** и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели ПП.
3. Укажите точку вставки ПП. Целесообразно ее установить в центре начала координат сборки.
4. Добавьте в сборку вторую деталь — ручку. Внесите наименования деталей в дерево модели (рис. 3.50, а).
5. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Совпадение**. Эту же команду можно ввести, активизировав инструментальную панель **Сопряжение компонентов**  с помощью кнопки **Совпадение**. Последовательно отметьте две пары граней на частях сопрягаемых деталей. После отработки данных сопряжений детали «слипнутся». При этом останется возможность перемещать ручку вертикально.



а б
Рис. 3.50. Добавление в сборку: а — ручки; б — винта

6. Выполните команды Библиотека ▶ Стандартные изделия ▶ Вставить элемент (рис. 2.5).

На экране откроется окно Библиотека Стандартных Изделий (рис. 2.6). Откройте вкладку Крепежные изделия.

На экране появится информация о составе раздела Крепежные изделия (см. рис. 2.7, а). В дереве окна откройте ветвь, например Винты. Откройте ветвь Винты невыпадающие. Выполните двойной щелчок на элементе Винт ГОСТ 10341–80. В окне Выбор типоразмеров и параметров выберите диаметр 2,5 мм, длину 6 мм. В списке останется единственная строка, отвечающая выбранным параметрам. Выполните на ней двойной щелчок, после чего нажмите на кнопку Применить.

7. После этого система построит фантом винта, который можно свободно перемещать в окне модели сборки. Дважды выполните действия, обозначенные в строке сообщений Укажите точку привязки детали. Вначале укажите цилиндрическую поверхность под устанавливаемый винт, а затем грань ПП, с которой совмещается грань головки винта. В результате винт займет положение, показанное на рис. 3.50, б.
8. После установки винта следует уточнить расположение детали ручка. Для перемещения компонента нажмите на кнопку Переместить компонент на панели Редактирование сборки, при этом курсор поменяет форму. Установите курсор на деталь Ручка, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь вниз в новое положение, которое не будет препятствовать доступу к невыпадающему винту (рис. 3.51).

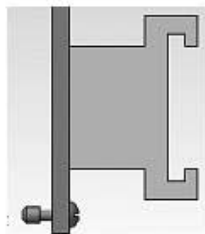


Рис. 3.51. Результат перемещения ручки

9. Добавьте в сборку третью деталь — печатную плату. Внесите наименование детали в дерево модели. Из меню Операции выберите команду Сопряжение компонентов ▶ На расстоянии. Эту же команду можно ввести, активизировав инструментальную панель Сопряжение компонентов с помощью кнопки Совпадение. Отметьте пару нижних граней на частях сопрягаемых деталей (передней панели и печатной платы) и задайте расстояние 14,35 мм (см. табл. В.1). Выполните отработку данного сопряжения. Отметьте пару вертикальных граней на передней панели и печатной плате (на рис. 3.52 эти грани проецируются в виде отрезков) и задайте расстояние 2,54 мм (см. рис. В.2). Выполните отработку данного сопряжения. Отметьте пару вертикальных граней на передней панели и печатной плате (на рис. 3.52 эти грани

обращены к читателю) и задайте расстояние 3,35 мм (при толщине заготовки печатной платы 2 мм). Выполните обработку данного сопряжения.

10. Печатная плата расположится, как показано на рис. 3.52. Для проверки правильности расположения печатной платы в модуле на компактной панели активизируйте инструментальную панель Измерения (3D). Используя команду Расстояние и угол, выполните необходимые измерения, результаты которых будут выведены на панель Информация (рис. 3.52).

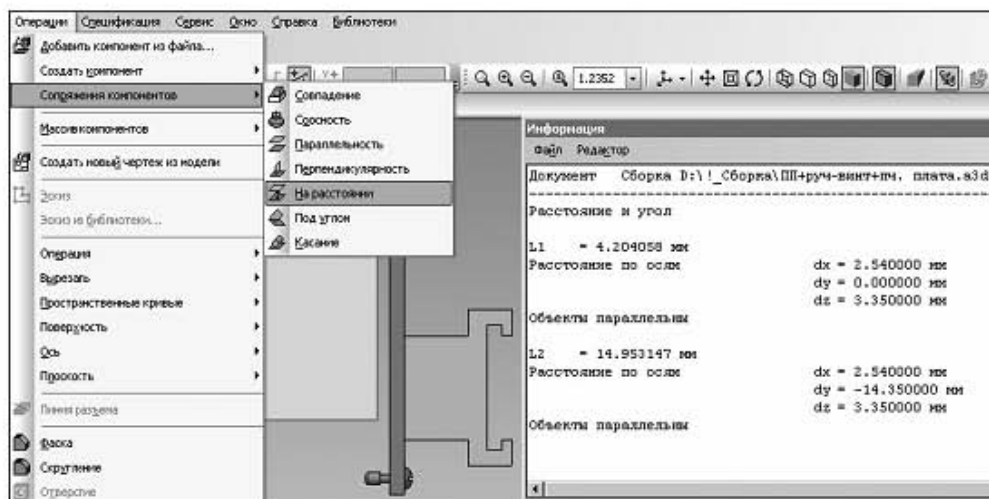


Рис. 3.52. Результат размещения печатной платы

11. Зафиксируйте положение детали печатная плата. Чтобы зафиксировать компонент, выделите его в дереве модели, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выберите команду Включить фиксацию (см. рис. 3.7, б). Обозначение (Ф) слева от названия компонента в дереве модели означает, что он зафиксирован.
12. Добавьте в сборку четвертую деталь — уголок. Внесите наименование детали в дерево модели. Из меню Операции выберите команду Сопряжение компонентов ► Совпадение. Последовательно отметьте три пары граней на частях сопрягаемых деталей и расположите уголок сверху печатной платы, как показано на рис. 3.53, а. После обработки заданных сопряжений детали «слипнутся».
13. Добавьте в сборку пятую деталь — уголок. Повторите действия, описанные в п. 12, и расположите второй уголок внизу печатной платы, как показано на рис. 3.53, б.
14. Повторите действия, описанные в п. 6, и расположите винты М3,5, соединяющие уголки с печатной платой сверху (рис. 3.54, а) и снизу (рис. 3.54, б).
15. Повторите действия, описанные в п. 6, и расположите винт М3,5×25, соединяющий ручку с передней панелью и уголком (рис. 3.55, а).



Рис. 3.53. Расположение в сборке уголков: *а* — сверху печатной платы; *б* — внизу печатной платы

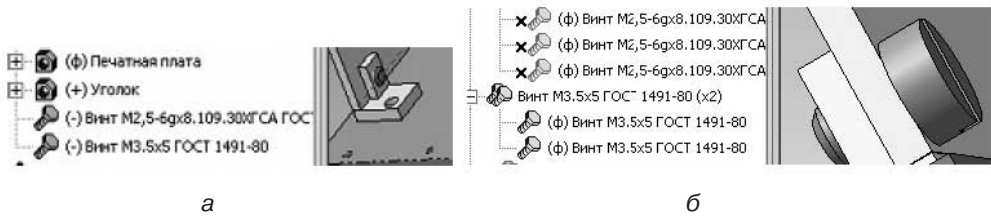
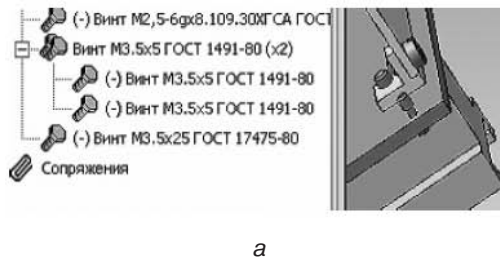
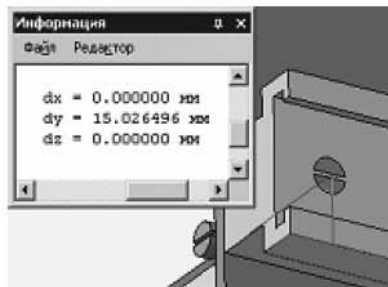


Рис. 3.54. Расположение винтов для соединения уголка с печатной платой: *а* — сверху платы; *б* — внизу платы



а



б

Рис. 3.55. Расположение винта для соединения ручки с передней панелью и уголком

16. Выполните команды **Операции** ▶ **Ось** ▶ **Конической поверхности** и укажите цилиндрическую поверхность вставленного винта ГОСТ 17475–80. В дереве модели в разделе **Вспомогательная геометрия** появится запись **Ось конической поверхности:1**.
17. Используя информацию из п. 10, определите расстояние от нижней грани ручки до центра отверстия под винт (рис. 3.55, б).
18. Окончательно задайте положение ручки. Для этого из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **На расстоянии**. Задайте расстояние 15 мм от нижней грани ручки до центра отверстия под винт. После этого зафиксируйте положение ручки и установленных стандартных изделий. После фиксации удалите сопряжения, которые стали ненужными.
19. Создайте второе отверстие для соединения ручки с ПП, обеспечив в эскизе соответствующие привязки (рис. 3.56, а).
20. В созданное отверстие установите винт с потайной головкой. Затем с обратной стороны ПП установите пружинную шайбу и гайку (рис. 3.56, б).



Рис. 3.56. Соединение ручки с передней панелью: а — создание отверстия; б — установка шайбы и гайки

21. Добавьте в сборку следующий компонент — переключатель. Внесите наименование компонента в дерево модели. Вначале установите переключатель, анализируя его положение на различных видах, без сопряжения с другими компонентами сборки (рис. 3.57).

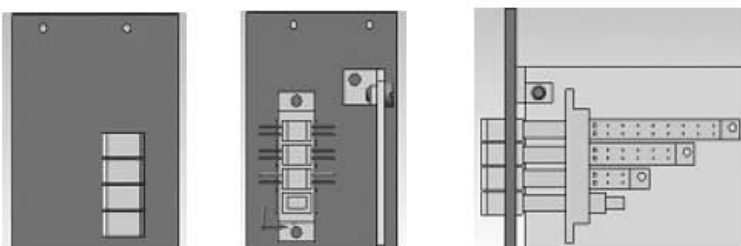


Рис. 3.57. Расположение переключателя на различных видах

22. Откройте эскиз на лицевой грани ПП и спроецируйте в него контуры установочных отверстий переключателя. Отредактируйте размеры, определяющие

положение центров, приведя их к значениям, приведенным на рис. 3.58, а. Вырежьте эти отверстия в ПП.

23. Используя информацию из п. 10, определите расстояние от внутренней грани ПП до ближайшей к ней параллельной грани переключателя (рис. 3.58, б).
24. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **На расстоянии**. Отметьте грани, между которыми в п. 23 было определено расстояние, и задайте расстояние 13 мм. Выполните обработку данного сопряжения. После этого зафиксируйте положение переключателя и удалите сопряжения, которые стали ненужными.
25. Откройте для редактирования эскиз (рис. 3.58, а) созданный ранее на лицевой грани ПП. Дополните его разметкой для установки на ПП последующих компонентов (рис. 3.58, в). Закройте эскиз.

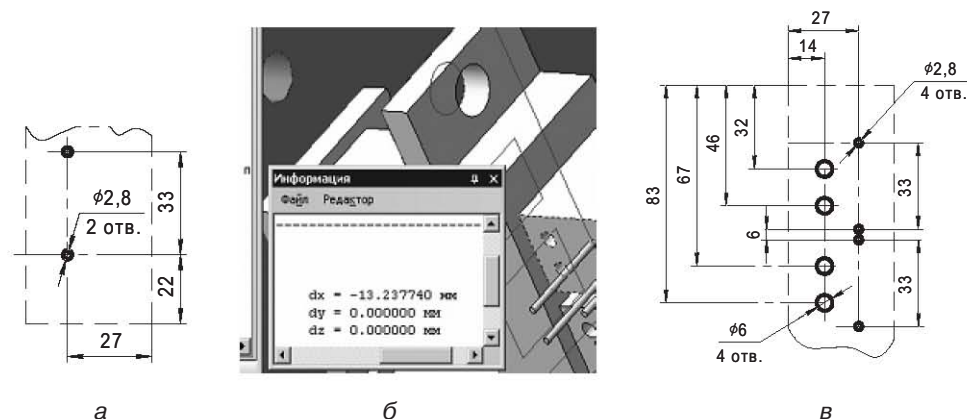


Рис. 3.58. Этапы подготовки к размещению в сборке новых компонентов

26. Создание на ПП отверстий для установки второго переключателя и четырех гнезд контроля позволяет ускорить завершение создания 3D-модели модуля контроля. Добавьте в сборку второй переключатель. Внесите наименование компонента в дерево модели. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Соосность**. Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий на ПП и переключателе. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Совпадение**. Укажите вертикальные сопрягаемые грани у переключателя 1 и переключателя 2. После обработки заданных сопряжений получим результат, показанный на рис. 3.59, а. Зафиксируйте положение переключателя и удалите сопряжения, которые стали ненужными.
27. Добавьте в сборку компонент **Гнездо контрольное**. Внесите его наименование в дерево модели. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Соосность**. Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий у ПП и гнезда. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Совпадение**. Укажите лицевую грань ПП и после разворота — сопрягаемую вертикальную грань гнезда. После обработки заданных

сопряжений получим результат, показанный на рис. 3.59, б. Зафиксируйте положение гнезда и удалите сопряжения, которые стали ненужными

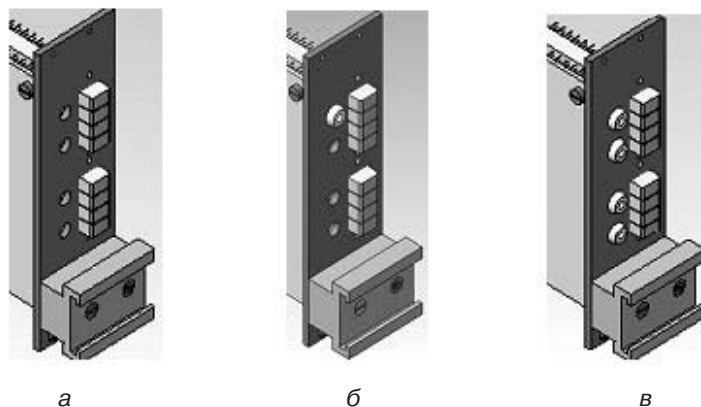


Рис. 3.59. Результаты добавления в сборку новых компонентов

28. Поочередно добавляйте в сборку еще три гнезда. Внесите наименования компонентов в дерево модели. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Соосность**. Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий у ПП и гнезда. Из меню **Операции** выберите команду **Сопряжение компонентов** ▶ **Совпадение**. Поочередно укажите лицевую грань каждого из устанавливаемых гнезд. После отработки заданных сопряжений получим результат, показанный на рис. 3.59, в. Зафиксируйте положение гнезд и удалите сопряжения, которые стали ненужными.

3.8.3. Создание компонентов в контексте сборки

Создадим в контексте сборки деталь для установки переключателей на передней панели. Для этого:

1. Разверните сборку и укажите обратную (не лицевую) грань ПП.
2. Нажмите на панели **Редактирование сборки** (рис. 3.60, а) на кнопку **Создать деталь** (рис. 3.60, б).
3. Сохраните новую деталь на диске под именем «Втулка» в папке **Модуль контроля**. Система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали. Обратите внимание на то, что расположенные рядом на панели **Текущее состояние** кнопки **Эскиз** и **Редактировать на месте** находятся во включенном состоянии. Все компоненты выделены цветом. Таким образом система сообщает, что компоненты временно недоступны для редактирования, но их элементы (границы, ребра, вершины и др.) могут использоваться в операциях создания нового компонента.
4. Выполните **Операции** ▶ **Спроецировать объект**. Укажите на грани ПП установочное для переключателя отверстие $\varnothing 2,8$ мм (см. рис. 3.58, а) для

проецирования его в эскиз. Постройте вторую окружность $\varnothing 4,8$ мм (рис. 3.61). Закройте эскиз.

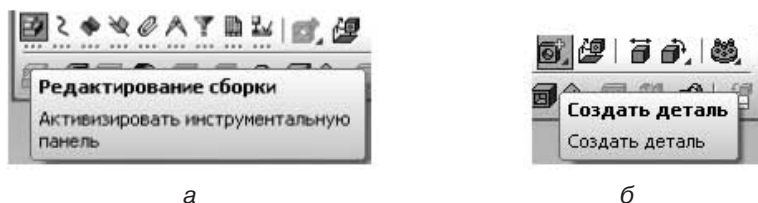


Рис. 3.60. Команды для создания детали

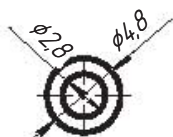





Рис. 3.61. Эскиз основания втулки

- Щелкните на кнопке **Операция выдавливание**  на панели **Редактирование детали** . Внизу экрана появится панель свойств, на которой установите параметры выдавливания — **Прямое направление**, **Расстояние 1** — 13,0. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать объект** . Щелкните на кнопке **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. Внизу появившейся панели щелкните на кнопке **Да**. В результате в контексте сборки будет создана новая деталь втулка (рис. 3.62, а). В дереве модели появится новая запись (+) **Деталь** (рис. 3.62, б).

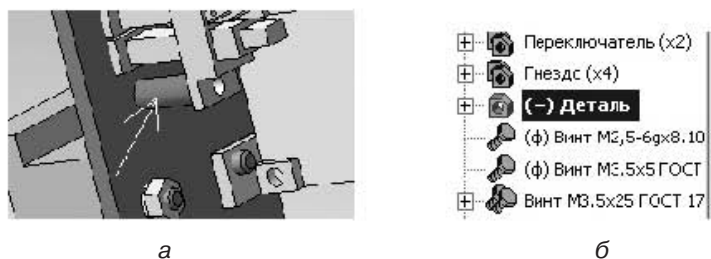


Рис. 3.62. Создание новой детали

- В дереве модели укажите наименование новой детали — **Втулка**, и зафиксируйте эту деталь.
- Выберите из главного меню **Библиотеки** **Стандартные изделия** или со стандартной панели **Менеджер** **Машиностроение** **Библиотека крепежа для КОМПАС-3D**. Добавьте в сборку указанные в дереве модели и показанные на рис. 3.63 стандартные изделия. Винт установите через созданную втулку.

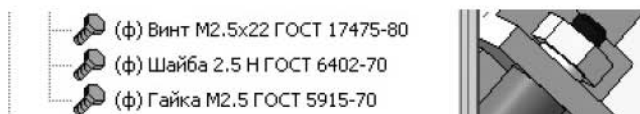


Рис. 3.63. Фрагмент соединения переключателя с передней панелью

3.8.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня

Часто при построении сборок требуется установить несколько одинаковых компонентов (деталей и/или подборок) так, чтобы они были упорядочены определенным образом (например, образовывали прямоугольную сетку с заданными параметрами). Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться различными вариантами команды **Массив компонентов** (см. п. 2.1.3).

На рис. 3.64 показаны модель и дерево модели модуля контроля. По состоянию дерева модели видно, что **Массив по сетке** использовался несколько раз (для размещения невыпадающих винтов и подборок, которые включают втулки, созданные в контексте сборки, и крепежные элементы).

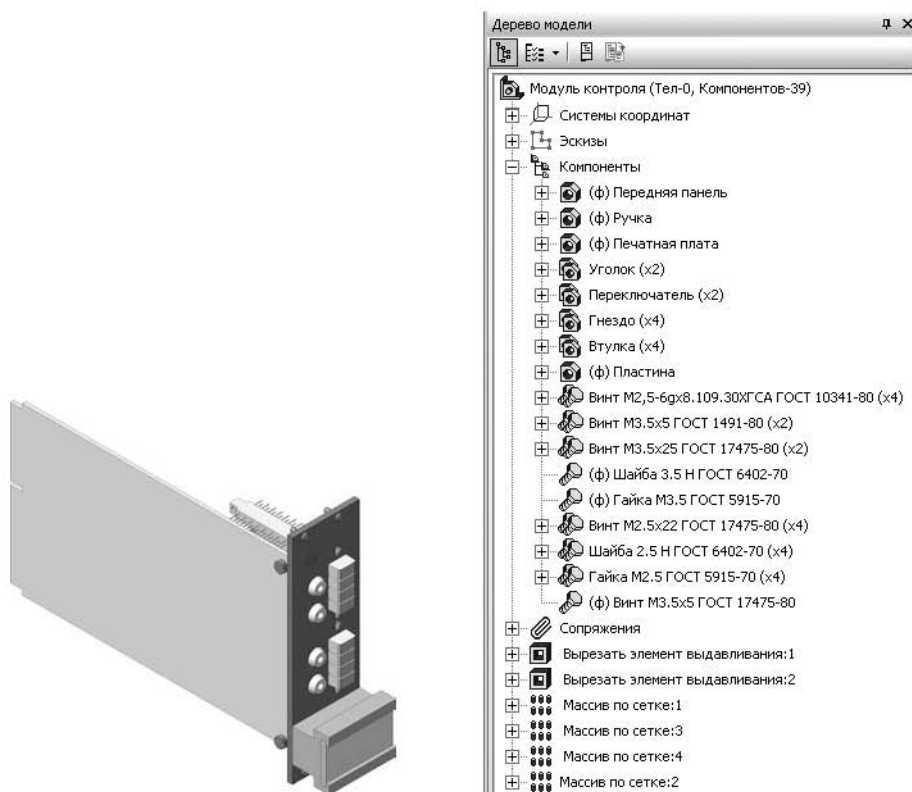


Рис. 3.64. Модель и дерево модели модуля контроля

Созданная модель модуля не содержит лицевой панели, на которой располагаются необходимые надписи и которая закрывает потайные головки крепежных винтов.

На рис. 3.65 показан фрагмент сборочного чертежа, созданного по полученной модели модуля.

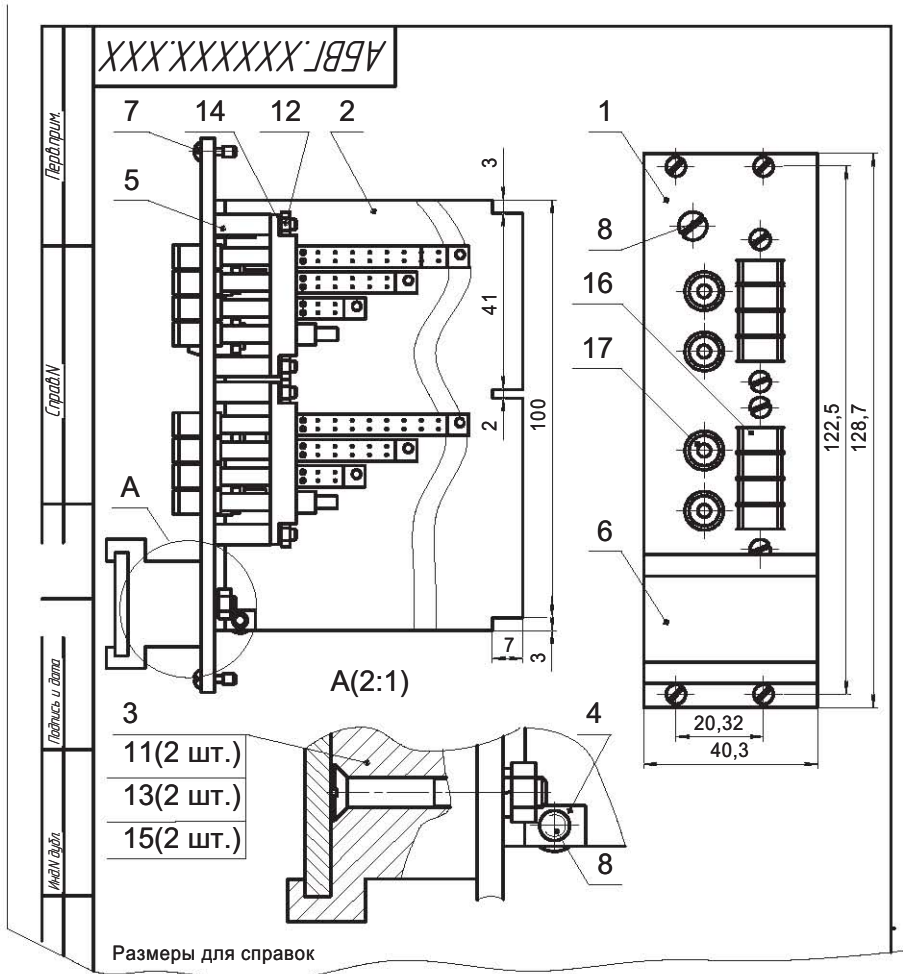


Рис. 3.65. Фрагмент сборочного чертежа

SolidWorks

Глава 4 Общие сведения о системе SolidWorks

Система SolidWorks предназначена для создания твердотельных параметрических моделей деталей, сборок и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих и сборочных чертежей, содержащих все необходимые типы изображений. SolidWorks также поддерживает поверхностное моделирование, проектирование деталей, изготовленных литьем и из листового материала.

Для SolidWorks разработан ряд приложений, например CosmosWorks — прочностной расчет деталей методом конечных точек, CosmosMotion — расчет кинематики и динамики механизма и др. При разработке функций и интерфейса SolidWorks учитывались приемы работы, свойственные машиностроительному проектированию. Система разработана специально для операционной среды MS Windows и в полной мере использует все ее возможности для обеспечения пользователю максимального комфорта и удобства в работе.

4.1. Основные типы документов

В терминах SolidWorks любое изображение, которое можно построить средствами системы, принято называть документом. С помощью SolidWorks можно создавать документы трех типов: деталь, сборку, чертеж. В случаях, когда идет речь о трехмерных изображениях деталей, употребляется еще один термин — модель.

Деталь — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала без применения сборочных операций. Детали хранятся в файлах с расширением *.sldprt.

Сборка — модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. Сборки хранятся в файлах с расширением *.sldasm.

Чертеж — основной тип графического документа в SolidWorks. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные объекты оформления (технические требования и т. д.). Чертеж SolidWorks может содержать несколько листов заданного пользователем формата. Чертежи хранятся в файлах с расширением *.slddrw.

4.2. Основные элементы интерфейса

Команды вызываются из пунктов раскрывающегося меню, контекстного меню или при помощи кнопок на ленте диспетчера команд (Command Manager).

При работе с документом любого типа на экране отображаются строка меню и несколько инструментальных панелей: **Стандартная**, **Вид**, **Диспетчер команд**.

Меню системы служит для вызова команд (рис. 4.1). Вызвать некоторые из них можно также с помощью кнопок диспетчера команд. По умолчанию строка меню располагается в верхней части окна.

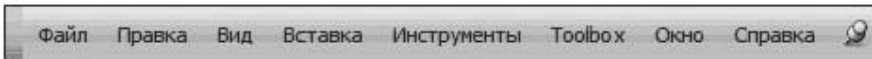


Рис. 4.1. Строка меню

При выборе пункта меню раскрывается перечень команд этого пункта. Некоторые из команд имеют собственные подменю. Для вызова команды (выполнения соответствующего ей действия) щелкните мышью на ее названии.

Стандартная панель содержит кнопки вызова команд стандартных операций с файлами и объектами (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Стандартная панель

Панель **Вид** содержит кнопки вызова команд настройки отображения активного документа. Набор полей и кнопок панели **Вид** зависит от того, какой документ активен (рис. 4.3). Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид** ▶ **Панели инструментов** ▶ **Вид**.



Рис. 4.3. Панель Вид при работе с деталями и сборками

Лента диспетчера команд содержит вкладки переключения между режимами работы, зависящими от типа текущего документа. Например, при работе с документом **Деталь** это **Элементы** и **Эскиз**. Щелкнув правой кнопкой мыши, можно добавить или исключить другие вкладки: **Листовой металл**, **Сварные детали**, **Поверхности** и др. Состав инструментальной панели диспетчера команд зависит от выбранного режима (рис. 4.4, 4.5).



Рис. 4.4. Диспетчер команд в режиме Элементы



Рис. 4.5. Диспетчер команд в режиме Эскиз

Для включения отображения ленты на экране служит команда Вид ► Панели инструментов ► Command Manager (Диспетчер команд).

Пользователь может изменять состав меню и инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова окна диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда Инструменты ► Настройка (рис. 4.6). Для добавления выбранной команды необходимо перетащить ее кнопку с панели Настройка на любую панель инструментов.

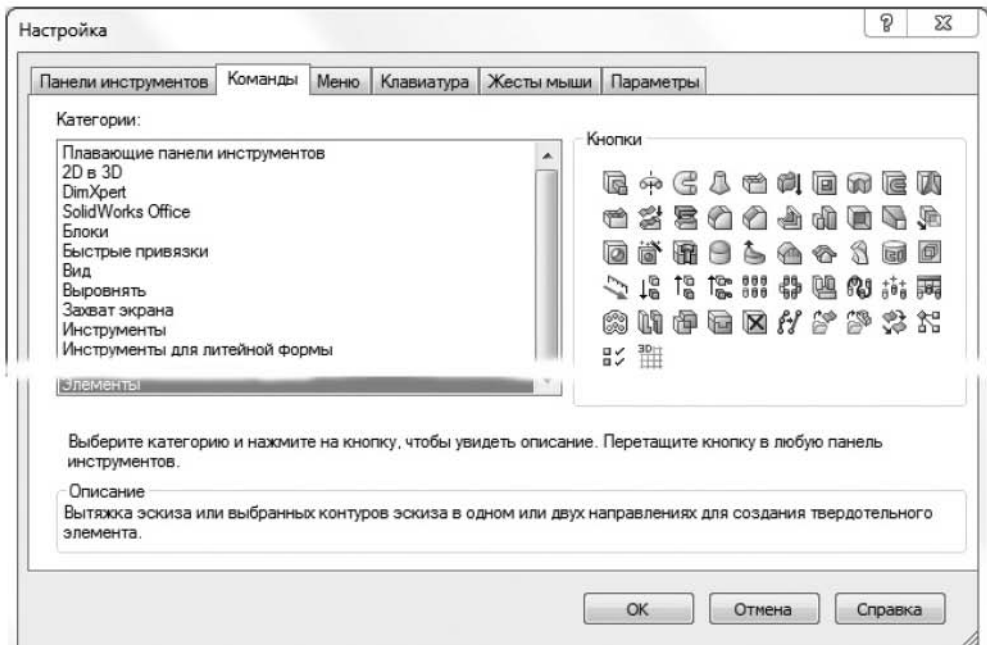


Рис. 4.6. Диалоговое окно Настройка

Панель свойств служит для изменения параметров и свойств объектов при их создании и редактировании (рис. 4.7).

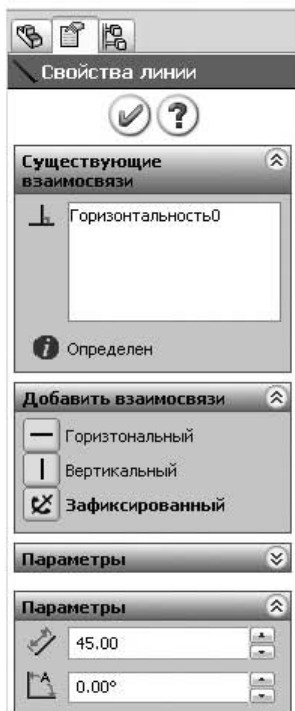


Рис. 4.7. Панель свойств отрезка прямой

4.3. Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню или контекстной панели. Эти меню и панель появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши, а панель — и при нажатии левой кнопки мыши на объекте в рабочей области или на элементе дерева конструирования. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут собраны наиболее типичные для текущего момента работы команды (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Контекстная панель свойств модели детали

Например, в режиме редактирования эскиза при щелчке правой клавишей мыши на экране появится меню, показанное на рис. 4.9.

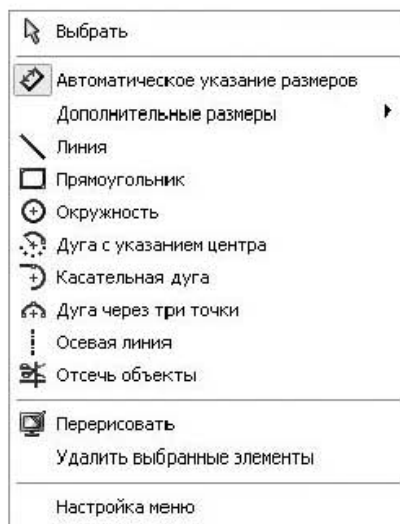



Рис. 4.9. Контекстное меню в режиме редактирования эскиза

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только с помощью строки меню или инструментальных панелей, но и с помощью контекстного меню или контекстной панели.

4.4. Управление масштабом, сдвигом изображения и поворотом модели

Для управления масштабом изображения модели предназначены команды Изменить в размер экрана, Увеличить элемент вида, Увеличить/Уменьшить вид, Увеличить выбранный элемент, Вращать, Перемещать и др. Эти команды расположены в меню Вид ► Изменить, а кнопки для быстрого вызова некоторых из них — на панели Вид.

Для настройки углового шага поворота модели с помощью стрелочных клавиш, скорости мыши вызовите диалоговое окно из меню Инструменты ► Параметры (рис. 4.10).

Чтобы передвинуть изображение модели в окне, нажмите на кнопку Перемещать  из меню Вид ► Изменить.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для быстрого сдвига изображения (без вызова специальной команды) можно воспользоваться клавиатурными комбинациями Ctrl + клавиши со стрелками или Ctrl + нажатое колесо мыши.

Для изменения масштаба отображения объекта удобно пользоваться вращением колеса мыши. Для изменения размера объекта в размер экрана нажмите на кнопку F.

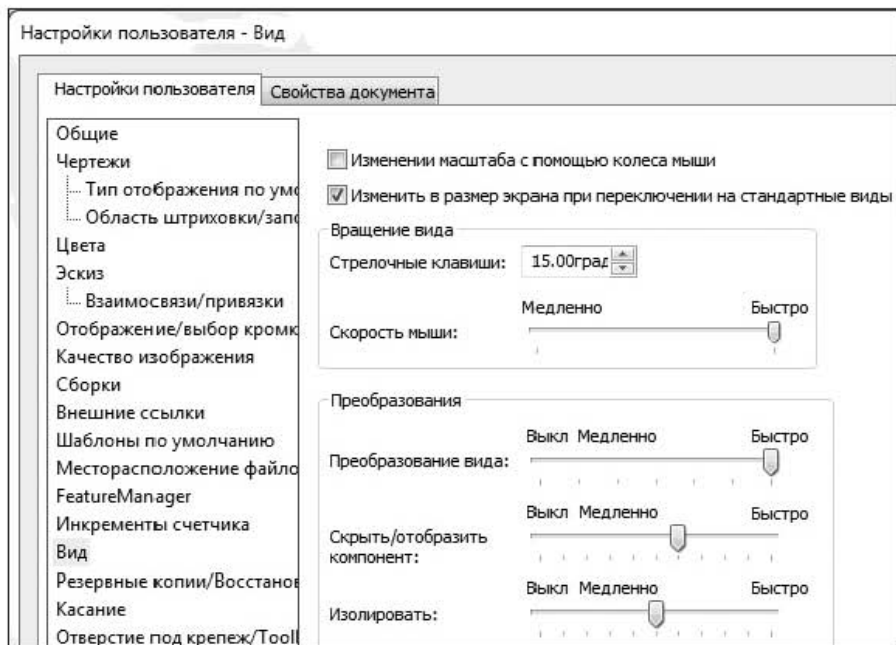



Рис. 4.10. Диалоговое окно Настройки пользователя, пункт Вид

При создании модели может возникнуть необходимость видеть ее с разных сторон. Для этого в SolidWorks предусмотрена возможность вращения модели. Чтобы повернуть модель, вызовите команду Вид ► Изменить ► Вращать или двигайте мышью при нажатом колесе. Также можно воспользоваться клавишами со стрелками.

4.5. Управление ориентацией детали

Для изменения ориентации модели в SolidWorks можно воспользоваться командой Вид ► Изменить ► Ориентация вида.

Часто требуется такая ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует ее изображению на чертеже в стандартной проекции, например на виде сверху или слева). Такую ориентацию трудно получить, поворачивая модель мышью. В этом случае для изменения ориентации можно пользоваться предусмотренной системой списком названий ориентаций.

На панели Вид расположена кнопка Ориентация видов . Нажатие на стрелку рядом с этой кнопкой вызывает меню (рис. 4.11) с перечнем стандартных ориентаций (каждая из них соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель).

Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не проекционная плоскость, а вспомогательная плоскость или плоская грань модели. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и вызовите из

меню кнопки **Ориентация видов** команду **Перпендикулярно** . Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

ПРИМЕЧАНИЕ

Удобно пользоваться клавиатурными комбинациями, например, для установки изометрического изображения — комбинацией клавиш **Ctrl+7**, для установки режима перпендикулярно — комбинацией клавиш **Ctrl+8**.

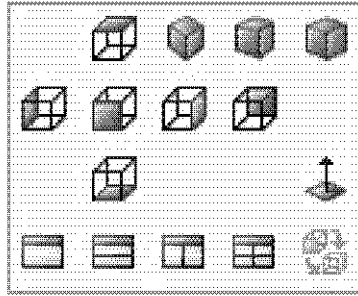




Рис. 4.11. Меню выбора стандартных ориентаций







Можно не только использовать стандартные ориентации, но и запомнить текущую ориентацию под каким-либо именем, а затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка. Для этого выберите команду **Вид** ▶ **Изменить** ▶ **Ориентация вида**. На экране появится диалоговая панель со списком существующих в модели названий ориентаций. Нажмите кнопку **Новый вид**  и введите название новой ориентации, которое появится в списке названий ориентаций. Нажмите на кнопку **ОК**. Новое название появится в меню команды **Ориентация вида**.

Впоследствии, когда ориентация модели изменится, можно выбрать созданную ориентацию из меню команды **Ориентация вида**, и модель повернется так, чтобы ее ориентация соответствовала указанному названию.

4.6. Управление режимом отображения детали

При работе в SolidWorks доступно несколько типов отображения модели: Каркасное представление, Невидимые линии отображаются, Удалить невидимые линии, Закрасить, Закрасить с кромками. Чтобы выбрать тип отображения, вызовите команду **Вид** ▶ **Отображение** и укажите нужный вариант. Можно также воспользоваться кнопками на панели **Вид**:

- **Каркасное представление** — отображаются все кромки модели. Чтобы отобразить модель в виде каркаса, вызовите команду **Вид** ▶ **Отображение** ▶ **Каркасное представление** или нажмите на кнопку **Каркасное представление**  на панели **Вид**.

- **Невидимые линии отображаются** (невидимые ребра и части ребер) — все кромки модели, которые невозможно увидеть под выбранным углом, отображаются серым цветом и штриховыми линиями. Чтобы отобразить модель с невидимыми линиями другого цвета, вызовите команду Вид ▸ Отображение ▸ Невидимые линии отображаются или нажмите на кнопку  на панели Вид.
- **Удалить невидимые линии** — все кромки модели, которые невозможно увидеть под выбранным углом, не отображаются.
Чтобы отобразить модель без невидимых линий, вызовите команду Вид ▸ Отображение ▸ Удалить невидимые линии или нажмите на кнопку  на панели Вид.
- **Закрасить с кромками** — отображение закрашенного вида модели с видимыми кромками. Чтобы получить полутоновое отображение модели, вызовите команду Вид ▸ Отображение ▸ Закрасить с кромками или нажмите на кнопку  на панели Вид. При полутоновом отображении модели учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т. д.).
- **Закрасить** — отображает закрашенное изображение модели .
- **Перспектива**. Посредством данного режима, возможно, получить еще более реалистичное изображение детали в соответствии с особенностями зрительного восприятия человека. Точка схода перспективы расположена посередине окна детали. Все перечисленные ранее режимы отображения (каркасное, полутоновое, без невидимых линий и с тонкими невидимыми линиями) можно сочетать с перспективной проекцией. Для получения отображения модели с учетом перспективы вызовите команду Вид ▸ Отображение ▸ Перспектива или нажмите на кнопку  Просмотр настроек ▸ Перспектива  на панели Вид.

Какой бы тип отображения не был выбран, он не оказывает влияния на свойства модели. Например, при выборе каркасного отображения модель остается сплошной и твердотельной, а не превращается в набор ребер, просто ее поверхность и материал не видны на экране.

4.7. Дерево конструирования

При работе с любой деталью в SolidWorks на экране кроме окна, в котором отображается модель, видно окно, содержащее дерево конструирования (FeatureManager).

Дерево конструирования — это окно, в котором в виде структурированного списка (дерева) отражается последовательность построения трехмерной модели с перечислением объектов, составляющих деталь. Они отображаются в дереве в порядке создания.

В дереве конструирования отображаются обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции и указатель окончания построения модели. Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на ветви дерева конструирования, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в дереве

отображается знак «+». После щелчка мышью на этом знаке в дереве разворачивается список участвующих в операции эскизов (рис. 4.12). Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на верхнем уровне дерева конструирования.

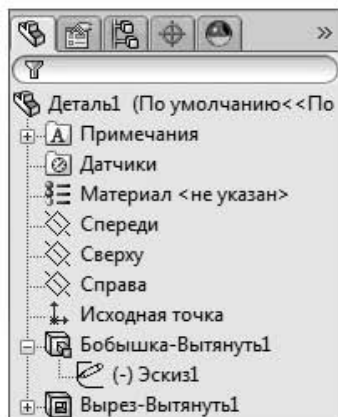


Рис. 4.12. Окно дерева конструирования

Каждый элемент автоматически возникает в дереве конструирования сразу после того, как он создан. Название присваивается элементам также автоматически в зависимости от способа, которым они получены, например: «Бобышка-Вытянуть», «Вырез-Вытянуть», «Вырез-Повернуть», «Скругление» и т. д.

В детали может существовать множество однотипных элементов. Чтобы можно было различать их, к названию элемента автоматически добавляется порядковый номер элемента данного типа, например «Скругление 1» и «Скругление 2».

Можно переименовать любой элемент в дереве конструирования. Для этого необходимо дважды (с паузой) щелкнуть мышью на его названии или выбрать из контекстного меню (появляется после щелчка правой кнопкой мыши на названии элемента) команду **Свойства элемента**. Новое название элемента будет сохранено в дереве конструирования.






Слева от названия любого из объектов в дереве отображается значок, соответствующий способу, которым этот элемент получен. Значок, в отличие от названия объекта, изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании элементов в дереве конструирования остается наглядная информация о способе и порядке их создания.

Дерево конструирования и графическая область динамически связаны. Можно выбирать элементы, эскизы, чертежные виды и вспомогательную геометрию в любой из областей окна.

Обычно значки отображаются в дереве конструирования каждый своим цветом. Если объект выделен, то его значок в дереве — синий.

Можно отключить показ дерева конструирования. Для этого в меню **Вид** снимите флажок с пункта **Область дерева FeatureManager** или нажмите клавишу F9. Чтобы включить показ дерева, отметьте флажком данный пункт или снова нажмите клавишу F9.

Дерево конструирования отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна редактируемого документа. Можно изменить размер окна дерева, перетаскивая мышью его границы.

Кроме дерева конструирования  на других вкладках располагаются менеджер свойств , менеджер конфигураций  (Configuration Manager), менеджер размеров  (DimXpertManager) и менеджер отображения  (DisplayManager) (см. рис. 4.12).

В окне менеджера свойств (PropertyManager) отображаются свойства объекта или элемента. Менеджер конфигурации (ConfigurationManager) служит для создания, выбора и просмотра многочисленных конфигураций деталей и сборок. Менеджер размеров (DimXpertManager) — это набор инструментов, который используется для нанесения размеров и указания допусков деталей в соответствии с требованиями стандарта ASME Y14.41–2003. Менеджер отображения (DisplayManager) содержит список всех внешних видов, надписей, освещения, сцен и камер, примененных к текущей модели.

Глава 5

Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок

Сборка в SolidWorks — это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов. Выделяют следующие способы проектирования сборок:


- «снизу вверх»;
- «сверху вниз»;
- смешанный.

Проектирование сборки «снизу вверх» представляет собой последовательное добавление в сборку готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Последовательность сборки модели аналогична последовательности реальной сборки. Такой порядок проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей «сборки» требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других.

Проектирование сборки «сверху вниз» характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Удобно для этого использовать компоновочный эскиз. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием «снизу вверх», так как при изменении компоновочного эскиза автоматически изменяются размеры компонентов сборки. Такой порядок позволяет также автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных параметризованных компонентов сборки.




Однако на практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

5.1. Приемы создания модели сборки

Для того чтобы создать новый файл трехмерной модели сборки, необходимо вызвать из главного меню команду **Файл** ▶ **Новый** ▶ **Сборка** или нажать на кнопку **Создать** ▶ **Сборка**  на панели **Стандартная**.

На экране откроется окно нового документа — сборки. Шаблон сборки отличается от шаблона детали наличием в дереве конструирования строки **Группа сопряжений**.

5.1.1. Добавление компонента из файла

Добавление компонента осуществляется в результате выбора команды меню **Вставка** ▶ **Компонент** ▶ **Из файла** или нажатия кнопки на вкладке ленты **Сборка** ▶ **Вставить компоненты** . После вызова данной команды откроется окно **Вставить компонент**. Используя кнопку **Обзор** (если файл компонента не открыт), выберите нужный файл компонента и нажмите на кнопку **Открыть**. Если же файл открыт, укажите его в области **Открыть документы** (рис. 5.1). Укажите щелчком мыши на графической области точку вставки компонента. Если хотите, чтобы точка вставки совпадала с началом координат, после выделения файла просто щелкните на кнопке **ОК**. В дереве конструирования появится значок, соответствующий типу компонента (деталь:  или сборка: .

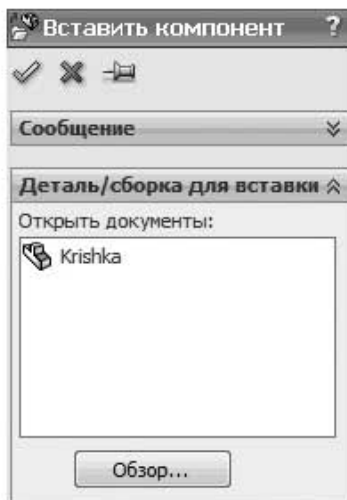




Рис. 5.1. Окно Вставить компонент

Компонент будет вставлен в текущий документ, его начало координат совместится с указанной точкой вставки, направление осей его системы координат совпадет с направлением осей системы координат текущей сборки. Если точка вставки совпадает с началом координат, то компонент будет зафиксирован, о чем символизирует префикс (Ф) рядом с именем компонента в дереве конструирования.

Если компонент вставлен произвольно, то префикс имеет вид (-). Компонент можно зафиксировать или снять фиксацию, выбрав команду **Зафиксированный** или **Освободить** в контекстном меню, вызываемом щелчком правой кнопкой мыши на имени компонента в дереве конструирования.

5.1.2. Создание компонента на месте

При формировании сборки можно не только добавлять в нее готовые компоненты с диска, но и создавать их, не выходя из текущего файла сборки, то есть строить детали и под сборки в контексте сборки. При этом в окне видны все остальные компоненты сборки. Они недоступны для редактирования, но их элементы (грани, ребра, вершины, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов. Команды создания компонентов в контексте сборки расположены в меню **Вставка** ▶ **Компонент** ▶ **Новая деталь (Новая сборка)**, их можно также вызвать на вкладке ленты **Сборка** ▶ **Создать**  (**Новый узел** .

После выбора команды вставки новой детали программа входит в режим редактирования компонента и запрашивает плоскость эскиза. После указания плоскости нужно действовать, как при создании детали: создать эскиз и применить к нему формообразующую операцию.

После выбора команды вставки новой сборки в дереве конструирования появляется строка **Сборка**. Выделив данную строку, вставьте новую деталь и далее действуйте, как описано ранее.

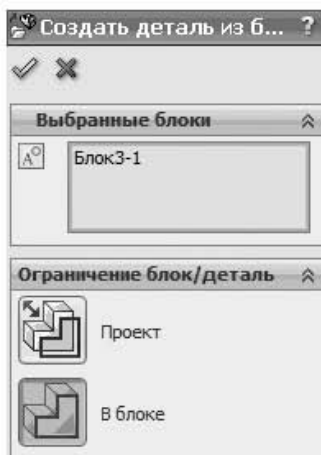








Рис. 5.2. Окно свойств команды Создать деталь из блока



При проектировании сборки «сверху вниз» часто используют *компоновочный эскиз*. Для его формирования создайте файл сборки и выберите команду ленты **Расположение** ▶ **Создать компоновку** . Откроется 3D-эскиз, и в дереве конструирования (FeatureManager) будет отображен параметр **Компоновка** . Создайте объекты эскиза и сгруппируйте связанные объекты в блоки, применив команду **Создать блок** . Закройте блоки и эскизы. Выберите команду **Создать деталь из блока** .

после чего появится окно свойств команды (рис. 5.2). В области Ограничение блок/деталь есть два пункта:

- Проект , с помощью которого создается деталь, которая проецируется от плоскости блока в компоновочном эскизе. Деталь не обязательно должна быть компланарной этой плоскости. В этой сборке деталь можно перетащить в направлении, перпендикулярном плоскости блока;
- В блоке , в результате выбора которого деталь становится компланарной плоскости блока в компоновочном эскизе.


Войдите в режим редактирования детали и примените формообразующую операцию к блоку.

5.1.3. Задание взаимного положения элементов в сборке

После вставки компонента в сборку можно задать его приблизительное положение и ориентацию в ней. В системе предусмотрена возможность перемещения компонентов сборки и поворот компонента в любом направлении. Для вызова этих команд выберите на вкладке ленты Сборка ► Переместить компонент  (Вращать компонент ).

Следует иметь в виду, что если компонент зафиксирован, то его невозможно сдвинуть или повернуть в системе координат сборки. Перемещению компонента в одном или нескольких направлениях могут препятствовать наложенные на этот компонент сопряжения, о которых будет сказано в дальнейшем.

После того как в сборку будут вставлены (в ней созданы) все компоненты, можно приступить к заданию их точного положения в сборке за счет формирования между ними сопряжений. Сопряжения создают геометрические взаимосвязи между компонентами сборки. При добавлении сопряжений следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Можно перемещать компонент в пределах его степеней свободы, наблюдая за поведением сборки. В сопряжениях могут участвовать грани, ребра, вершины, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы разных компонентов.

Команда наложения сопряжений расположена на вкладке ленты Сборка ► Условия сопряжения . Можно создавать некоторые типы автосопряжений, перетаскивая компоненты в сборку с использованием определенной геометрии модели. Нужно указывать ссылки на геометрию существующих компонентов, чтобы после перетаскивания новых компонентов создавались сопряжения.




Для того чтобы перетащить компонент, используйте один из следующих элементов:

- линейную или круговую кромку;
- временную ось;
- вершину;
- плоскую грань;
- цилиндрическую/коническую грань;
- исходную точку или систему координат.




Для того чтобы создать автосопряжения, необходимо предпринять следующие действия:

1. Если компонент (деталь или узел сборки) принадлежит сборке, выберите его элемент, при нажатой клавише **Alt**, и перетащите, но пока не размещайте.
2. Наведите указатель мыши на элемент другого компонента, который является потенциальным участником сопряжения. Через несколько секунд указатель изменит вид на свойственный для сопряжения (сопряжений), которое будет применено, если отпустить компонент в данном месте. Тут же создается предварительный вид компонента.

Или



1. Выберите команду **Переместить компонент** , затем **Автосопряжение** .
2. Дважды щелкните левой кнопкой мыши на элементе компонента. Наведите курсор мыши на элемент другого компонента, который является потенциальным участником сопряжения, щелкните на нем левой кнопкой мыши. Отображается всплывающая панель инструментов **Сопряжение**, в котором можно изменить при необходимости тип сопряжения.
3. Нажмите на кнопку **OK**  во всплывающей панели инструментов **Сопряжение** или на панели свойств команды **Переместить компонент**.


5.1.4. Создание массивов компонентов

Одинаковые компоненты (детали или под сборки) могут быть определенным образом упорядочены. Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться командами ленты **Сборка** ▶ **Массив линейных компонентов**  (Массив круговых компонентов . Массив компонентов, управляемых элементами ).

После вызова команды на панели свойств появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры операции. Изменения значений параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде изменений фантома, создаваемого в сборке массива компонентов. После задания всех параметров нажмите на кнопку **Создать объект** для построения массива. Созданный массив компонентов появляется в окне сборки, а соответствующий типу построенного массива значок — в дереве конструирования. Каждый элемент массива является копией исходного компонента.





Команда **Массив линейных компонентов**  позволяет создать линейный массив компонентов в сборке в одном или двух направлениях:


1. Выберите **Вставка** ▶ **Массив компонента** ▶ **Линейный массив**.
2. В **PropertyManager** (Менеджере свойств) в разделе **Направление 1**:
 - выберите линейную кромку или линейный размер для параметра **Направление массива**;
 - нажмите на кнопку **Реверс направления** , если необходимо;
 - введите нужное значение для параметра **Интервал** . Это расстояние между центрами экземпляров;

- введите нужное значение для параметра Количество экземпляров . Это общее количество экземпляров, включая исходные компоненты.
3. При двунаправленном массиве повторите те же действия для параметра Направление 2.





СОВЕТ


Выберите параметр Только исходный элемент, чтобы создать массив из исходного компонента только во втором направлении. Если параметр не выбран, SolidWorks создаст массив из всех экземпляров, созданных для параметра Направление 1, и исходного компонента для второго направления.


4. Нажмите в разделе Компоненты массива на кнопку , затем выберите исходные компоненты.
5. Чтобы пропустить экземпляры, нажмите в области Пропустить экземпляры  и выберите предварительный вид экземпляра в графической области.
6. Вид указателя изменяется на , когда он находится в графической области на предварительном виде.
7. Чтобы восстановить экземпляры, выберите экземпляр в разделе Пропустить экземпляры и нажмите Удалить.
8. Щелкните на кнопке .

Команда Массив круговых компонентов  позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их по окружности. Для создания кругового массива компонентов:

Нажмите в меню Вставка ► Массив компонента ► Круговой массив.



1. В PropertyManager (Менеджере свойств) в окне Параметры выберите для параметра Ось массива один из следующих элементов:
 - круговая кромка или линия эскиза;
 - линейная кромка или линия эскиза;
 - цилиндрическая грань или поверхность;
 - повернутая грань или поверхность.Будет выполнен поворот массива вокруг этой оси.
2. Нажмите кнопку Реверс направления  если необходимо.
3. Введите нужное значение для параметра Угол . Это величина угла между центрами экземпляров.
4. Введите нужное значение для параметра Количество экземпляров . Это общее количество экземпляров, включая исходные компоненты.
5. Выберите параметр Равный шаг, чтобы установить для параметра Угол значение 360°. Это значение угла можно изменить на другое. Экземпляры будут равномерно размещены по всему диапазону угла.
6. Нажмите в разделе на кнопку Первоначальный компонент(ы) , затем выберите исходные компоненты.






7. Чтобы пропустить экземпляры, нажмите в области **Пропустить экземпляры**  и щелкните на появившейся точке ненужного экземпляра в графической области.

Вид указателя изменяется на , когда он находится в графической области на точке экземпляра.

В окне модели отображается фантом массива, что позволяет оценить правильность задания параметров и при необходимости внести в них изменения.

8. Щелкните на кнопке .

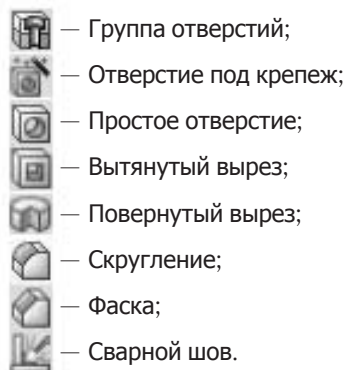
Команда **Массив компонентов, управляемых элементами**  позволяет создать массив компонентов текущей сборки, расположив их так же, как расположены объекты другого, уже существующего массива (образца). Данную команду удобно использовать, например, для вставки крепежных изделий в отверстия, размноженные с помощью массива или выполненные за одну операцию с использованием команды **Отверстие под крепеж** . Образцом для массива компонентов сборки может являться любая массив элементов детали, принадлежащей этой сборке. Созданный массив компонентов будет иметь те же параметры, что и массив-образец. Если в массиве-образце имелись удаленные экземпляры, то и новый массив не будет содержать экземпляров с этими номерами.

1. Нажмите **Вставка** ► **Массив компонента** ► **Управляемый элементом...**
2. Выберите компоненты, которые необходимо размножить для параметра **Компоненты для массива** .
3. Щелкните в разделе **Производный элемент**  и выберите элемент массива в дереве конструирования или грань экземпляра массива в графической области.
4. Чтобы изменить расположение исходного элемента, нажмите **Выбрать позицию исходного элемента** и выберите другой экземпляр массива для использования в качестве исходного элемента в графической области.
5. Чтобы пропустить экземпляры, щелкните в области **Пропустить экземпляры**  и выберите предварительный вид экземпляра в графической области. Вид указателя изменяется на , когда он находится в графической области на предварительном виде.
6. Нажмите кнопку .

5.1.5. Формообразующие операции в сборке

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе. Например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки, или отсечь часть сборки плоскостью. Все формообразующие операции, доступные в сборке, приводят к удалению материала компонентов.

Кнопки для вызова команд формообразующих операций расположены на панели ленты **Сборка** ► **Элементы сборки**:




Порядок выполнения этих операций такой же, как при моделировании детали.

Эскизы элементов, которые будут вырезаны из сборки, должны быть построены в этой сборке. Плоскости или эскизы, по которым будет отсечена часть модели, могут принадлежать как сборке в целом, так и любому из ее компонентов. При создании элемента сборки вы указываете, на какие компоненты этот элемент будет влиять.

Установите в разделе **Область действия элемента** окна PropertyManager (Менеджера свойств) следующие параметры:

- **Все компоненты.** Применяет элемент ко всем компонентам модели при каждом перестроении элемента. При добавлении в модель новых компонентов, которые пересекаются с элементом, эти новые компоненты также будут перестраиваться вместе с элементом.
- **Выбранные компоненты.** Применяет элемент к выбранным компонентам. При добавлении компонентов в модель, на которую должен влиять элемент, необходимо использовать параметр **Редактировать элемент**, чтобы редактировать элемент, выбрать компоненты и добавить их в список выбранных компонентов. Если новые компоненты не будут добавлены в список выбранных компонентов, они останутся неизменными.
- **Распространить элемент в детали.** Добавляет элемент в файл детали для каждого вовлеченного компонента. При создании элемента в сборке элемент массива распространяется и на файл детали. В детали создаются внешние ссылки на элемент сборки, а сам элемент отображается в нижней части дерева конструирования для деталей. Для элементов на основе эскиза в детали также создается производный эскиз. Элемент редактируется в контексте сборки. Если требуется отредактировать элемент в документе детали, требуется сначала разорвать внешние ссылки.
- **Авто-выбор** (доступен, если выбран параметр **Выбранные компоненты**). Автоматически выбирает все компоненты, которые пересекает элемент. Функция **Авто-выбор** работает быстрее, чем **Все компоненты**, так как при внесении изменений в элемент перестраиваются только компоненты исходного списка (вместо всех компонентов модели). Если выбрать параметр **Выбранные**

компоненты и отключить параметр Авто-выбор, то в графической области необходимо выбрать компоненты, которые требуется включить.










- Повлияет на компоненты  (доступен, если не выбран параметр Авто-выбор). В графической области выберите компоненты, которых коснутся изменения.

Результат выполнения любой из этих операций хранится в файле сборки и не передается в модели компонентов, форма которых изменена операцией в сборке.

5.1.6. Сопряжения в сборке

Сопряжения создают геометрические взаимосвязи между компонентами сборки. При добавлении сопряжений следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Можно перемещать компонент в пределах его степеней свободы, наблюдая за поведением сборки.

В окне PropertyManager (Менеджера свойств) всегда отображаются все сопряжения, но доступны лишь те, которые можно использовать с выбранными элементами:

-  Совпадение. Располагает выбранные грани, кромки и плоскости (в соответствии друг с другом или вместе с отдельной вершиной) так, чтобы они лежали на одной бесконечной плоскости. Располагает две вершины так, чтобы они соприкасались.
-  Выровнять оси (доступно при применении сопряжения совпадения между исходными точками и системами координат.) Полностью ограничивает компонент.
-  Параллельность. Располагает выбранные объекты так, чтобы они находились на определенном постоянном расстоянии друг от друга.
-  Перпендикулярность. Располагает выбранные объекты под углом 90° по отношению друг к другу.
-  Касательность. Располагает выбранные элементы касательно по отношению друг к другу (как минимум один из элементов должен быть цилиндрической, конической или сферической гранью).
-  Концентричность. Располагает элементы так, чтобы у них совпадала осевая линия.
-  Блокировка. Выдерживает расположение и ориентацию между двумя компонентами.
-  Расстояние. Располагает элементы на заданном расстоянии друг от друга.
-  Угол. Располагает элементы под заданным углом по отношению друг к другу.

Кроме основных есть еще дополнительные и механические сопряжения, но в данной книге мы их рассматривать не будем.

5.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов

Для ускорения разработки 3D-моделей сборок, содержащих типовые и стандартизованные детали (элементы крепежа, подшипники, пружины и т. д.), удобно применять готовые параметрические библиотеки. Библиотека системы SolidWorks — это приложение, созданное для расширения возможностей данной системы и поставляемое вместе с системой.

5.2.1. Работа с библиотекой крепежа

Для подключения библиотеки крепежа Toolbox зайдите в меню Инструменты ► Добавления и установите флажок слева от строки SolidWorks Toolbox Browser. Если хотите, чтобы данная библиотека подключалась впоследствии автоматически, при загрузке программы, установите флажок и справа (рис. 5.3).

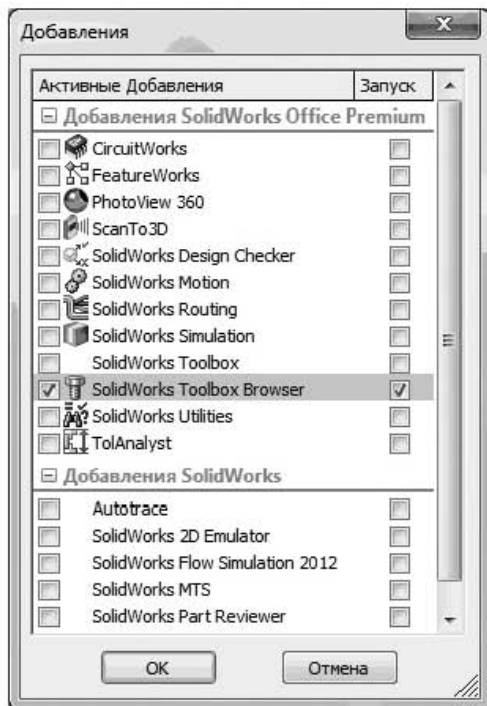



Рис. 5.3. Окно подключения библиотеки SolidWorks Toolbox Browser

Библиотека крепежа появится после нажатия на панели задач кнопки Библиотека проектирования  и папки Toolbox. Будет ли библиотека ГОСТ, зависит от поставки. В общем случае при установке русифицированной версии это будет библиотека, представленная на рис. 5.4.

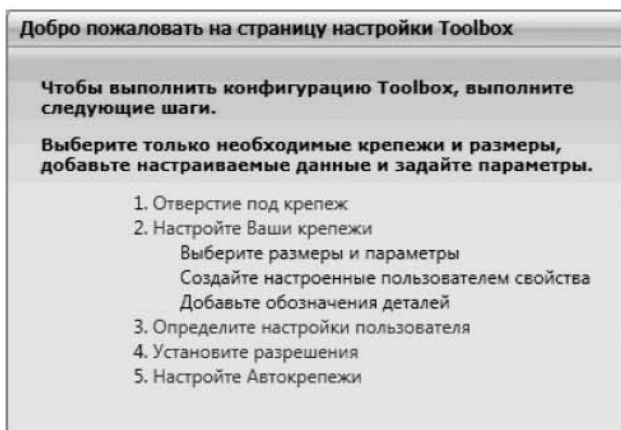


Рис. 5.5. Заставка окна настройки библиотеки Toolbox

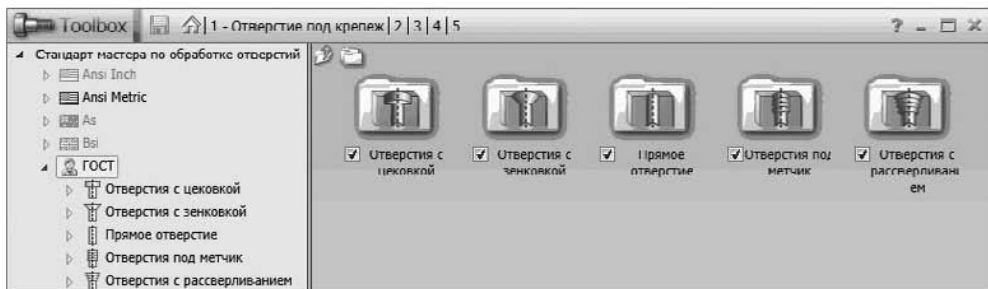


Рис. 5.6. Настройка библиотеки отверстий под крепеж

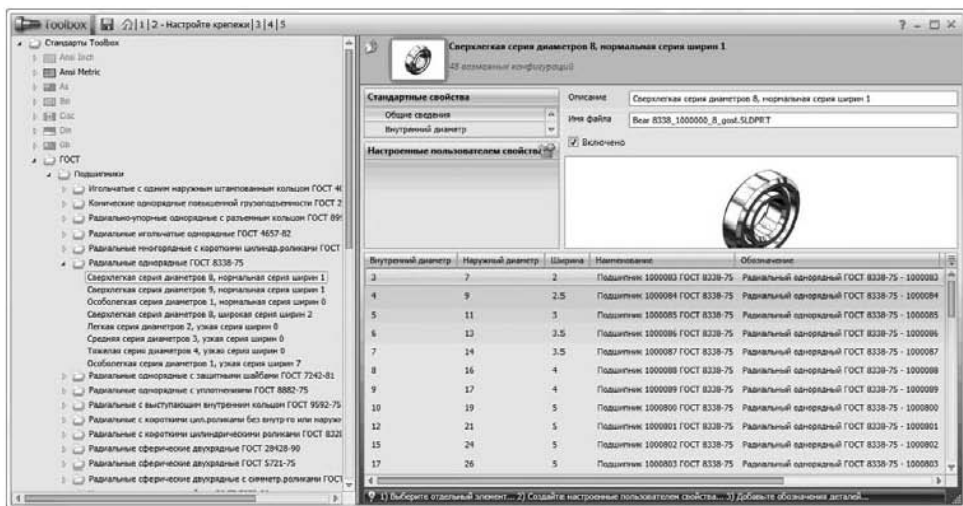


Рис. 5.7. Настройка библиотек крепежа

Третий шаг — Параметры пользователя — для задания настройки операций Toolbox.

Четвертый шаг — Разрешения — для создания пароля защиты Toolbox от несанкционированного доступа и разрешения для функций Toolbox.

Пятый шаг — Автокрепежи — можно задать значения по умолчанию и настройки для крепежей, используемых с отверстиями, созданными с применением и без применения функции Отверстие под крепеж.

Некоторые компоненты Toolbox адаптируются к размеру геометрии элементов компонентов сборки при их размещении.

Для вставки в сборку, например, болта, выберите в библиотеке проектирования Toolbox ► ГОСТ ► Болты и винты ► Болты ► Болт с шест. гол...ГОСТ 15589-70 (рис. 5.8).

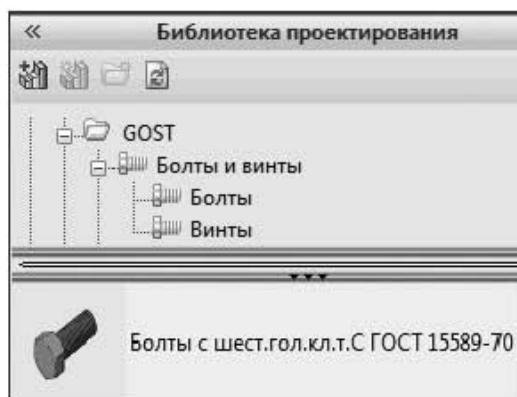



Рис. 5.8. Выбор из Toolbox библиотеки проектирования

Захватите его мышью (при нажатой левой кнопки мыши) и переместите на графическую область. Не отпуская левой кнопки мыши, подведите курсор к отверстию — болт изменит размер в соответствии с размером отверстия, точно отобразится для предварительного просмотра, сработают автоматические сопряжения, и рядом с курсором появятся значки Концентричность (конические грани) и Совпадение (смежные плоские грани)  — отпустите левую кнопку мыши. После этого при необходимости на панели свойств PropertyManager (Менеджера свойств) можно отредактировать свойства болта (рис. 5.9).

При выборе параметра Авто-настройка размера к геометрии сопряжений на панели PropertyManager (Менеджера свойств) стандартный компонент обновляется при изменении геометрии компонента, с которым сопряжен. После вставки первого стандартного компонента программа предлагает вставить следующий компонент с выбранными параметрами.

При добавлении в сборку стандартного изделия в дереве конструирования появляется соответствующий ему значок .

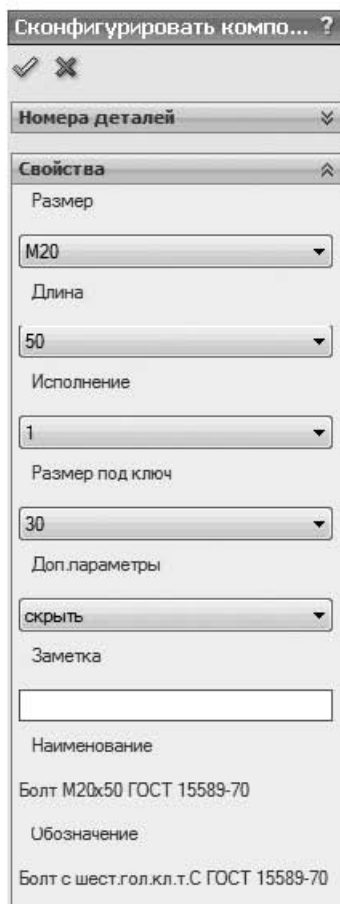




Рис. 5.9. Свойства болта

5.2.2. Добавление набора элементов

В винтовом (болтовом) соединении детали часто прикрепляются друг к другу набором крепежных изделий: винтом, шайбой и гайкой. Крепежные изделия размещаются в одном отверстии, поэтому вместо отдельных крепежных элементов можно вставить в сборку соединение целиком.

Это возможно, когда отверстие под крепеж создано специальной командой **Отверстие под крепеж** . Или, например, отверстие под крепеж построено и размножено с помощью прямоугольного массива. Вызовите команду **Автокрепежи**  (рис. 5.10). Нажмите на кнопку **Заполнить все** (можно вставить крепеж в указанные пользователем отверстия).

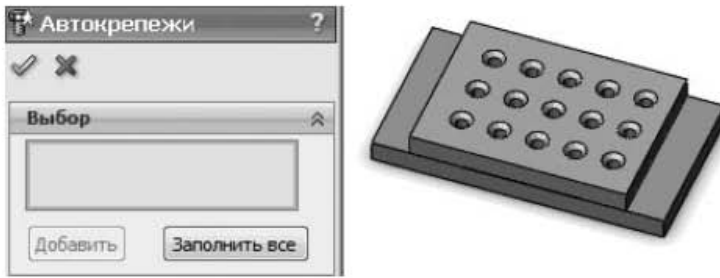
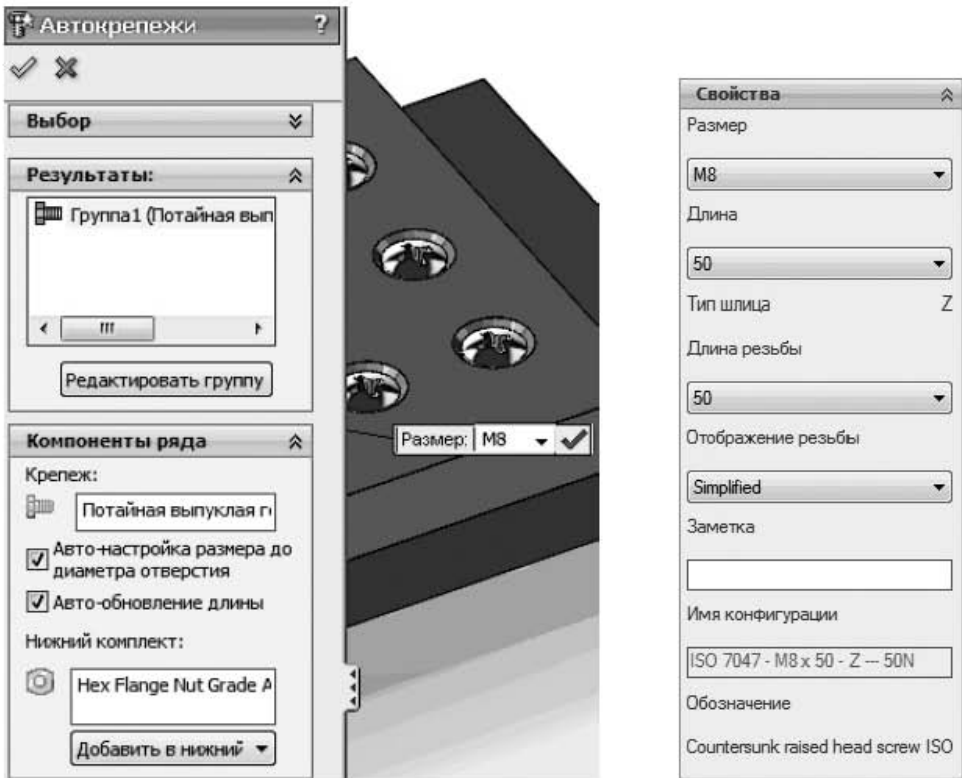


Рис. 5.10. Вызов команды Автокрепежи

На панели свойств Автокрепежи в разделе Нижний комплект можно добавить шайбу и гайку, нажав на кнопку **Добавить** в нижний (рис. 5.11, а). Также можно изменить геометрические размеры крепежных изделий (рис. 5.11, б). (В данном примере были созданы отверстия стандарта ISO, поэтому и крепеж вставляется этого же стандарта.)



а

б

Рис. 5.11. Панель Свойства команды Автокрепежи

В итоге произойдет автозаполнение всех отверстий указанным набором крепежных изделий (рис. 5.12).

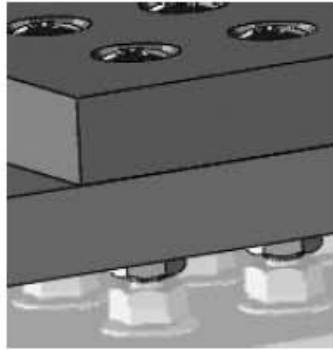




Рис. 5.12. Результат применения команды Автокрепежи

5.3. Разнесение компонентов сборки

Иногда требуется представить сборку в «разобранном» виде — так, чтобы были видны все ее компоненты.

Для разнесения выберите команду Вид с разнесенными частями . Выделите компонент, в появившейся системе координат выделите ось нужного направления, нажмите на нее и, удерживая левую кнопку мыши, переместите компонент на нужное расстояние. Для отсчета величины перемещения можно воспользоваться режимом Элементы ▶ Instant3D . При активном данном режиме после захватывания левой кнопкой мыши стрелки-направления перемещения рядом с курсором появляется линейка (рис. 5.13), по которой можно отслеживать величину перемещения.

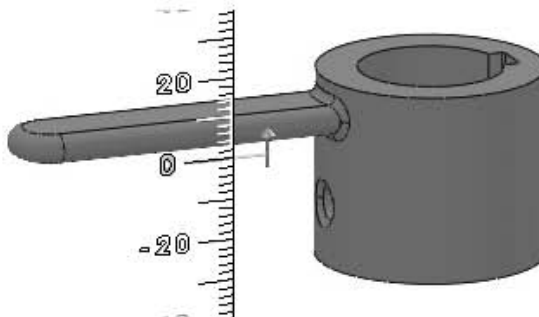


Рис. 5.13. Активный режим Instant3D

Более подробно создание разнесенной сборки будет рассмотрено в главе 6.

5.4. Настройка параметров и расчет характеристик моделей

5.4.1. Задание внешнего вида и свойств модели

С помощью команды Внешние виды  можно отобразить цвета граней, элементов, тел и детали. Она также является ярлыком для редактирования внешнего вида. Иерархию цветов можно просмотреть, раскрыв палитру данной команды (рис. 5.14).

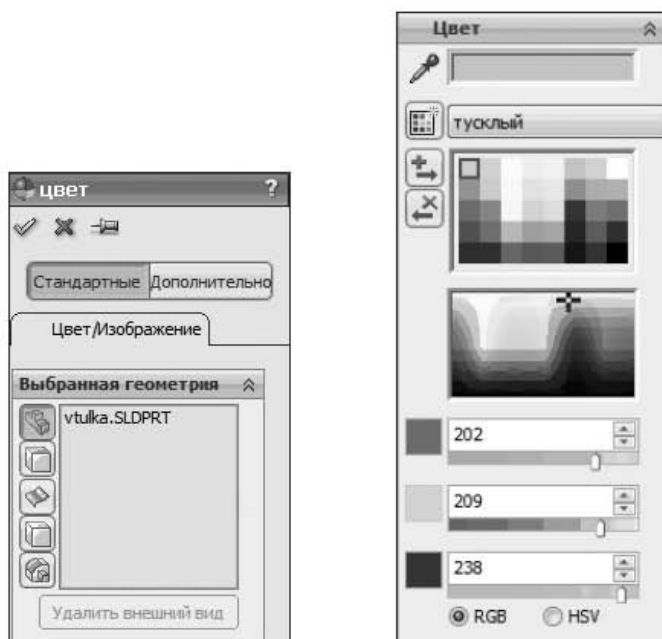


Рис. 5.14. Назначение цвета компоненту

Можно применить материал к детали, одному или нескольким телам детали, состоящей из нескольких тел, или одному или нескольким компонентам детали в сборке.

Чтобы применить материал:

1. Вызовите контекстное меню для материалов:


- детали. Для этого в документе детали щелкните правой кнопкой мыши на строке **Материал**  в дереве конструирования FeatureManager (рис. 5.15);
- многотельной детали. В дереве проектирования FeatureManager в папке **Solid Bodies** (Твердые тела) щелкните правой кнопкой мыши на теле и выберите параметр **Материал**. Для применения материала к нескольким телам перед нажатием правой кнопки мыши выберите несколько компонентов;



Рис. 5.15. Назначение материала детали

- сборки. В дереве конструирования FeatureManager щелкните правой кнопкой мыши на компоненте детали и выберите **Материал** (рис. 5.16). Для применения материала к нескольким компонентам перед нажатием правой кнопки мыши выберите несколько компонентов.

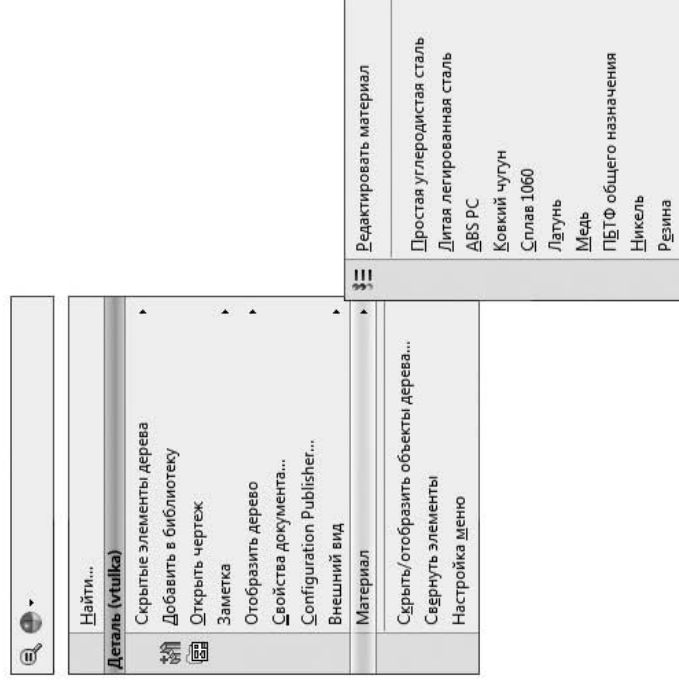



Рис. 5.16. Назначение материала компоненту

2. Выберите материал в списке наиболее часто используемых. Выберите Редактировать материал, укажите материал в дереве материалов, нажмите на кнопку Применить, затем на кнопку Закрыть.

При создании моделей сборочных единиц целесообразно предварительно задавать разные цвета деталям, входящим в сборку.

5.4.2. Расчет массо-центровочных характеристик модели

Поддерживаются расчеты массы, площади поверхности, объема, координат центра масс, моментов инерции. Для выполнения расчета выберите на ленте команду Анализировать ► Массовые характеристики . В результате появится окно Массовые характеристики (рис. 5.17).

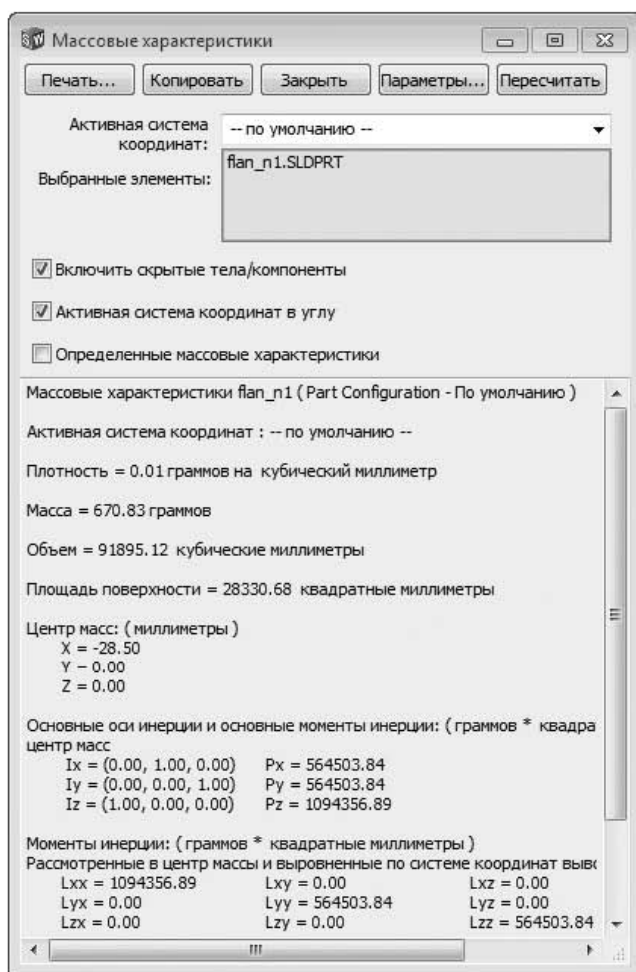


Рис. 5.17. Массовые характеристики компонента

5.5. Создание ассоциативных видов

Многие трехмерные модели изделий создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей изделий. В системе SolidWorks имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных изделий. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нем создаются выбранные пользователем ассоциативные виды и разрезы (сечения) изделия. Виды автоматически приобретают проекционную связь. При необходимости связь можно отключить — это позволяет размещать виды на чертеже произвольно.

Глава 6

Создание моделей и документации сборочных единиц

В этой главе описаны этапы создания моделей, ассоциативных чертежей и спецификаций для двух сборочных единиц:

- крана;
- кабеля.

Для третьей сборочной единицы, модуля первого уровня, рассмотрены приемы, ускоряющие процесс автоматизированного конструирования.

6.1. Моделирование крана

На рис. 6.1 упрощенно показаны главные и аксонометрические изображения деталей, входящих в состав крана.

6.2. Соединение болтовое

Для создания модели болтового соединения используются модели деталей: корпуса, прокладки нижней, фланца нижнего, — показанные в упрощенном виде на рис. 6.1.

6.2.1. Этапы построения сборки

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Новый** ▶ **Сборка**.
2. На панели **PropertyManager** (Менеджер свойств) в разделе **Деталь/сборка для вставки** нажмите на кнопку **Обзор** (рис. 6.2, *a*) (если файл детали не открыт). В списке файлов деталей сборки укажите документ «Корпус» (*korpus.sldprt*) и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели корпуса.
3. Укажите точку вставки корпуса.

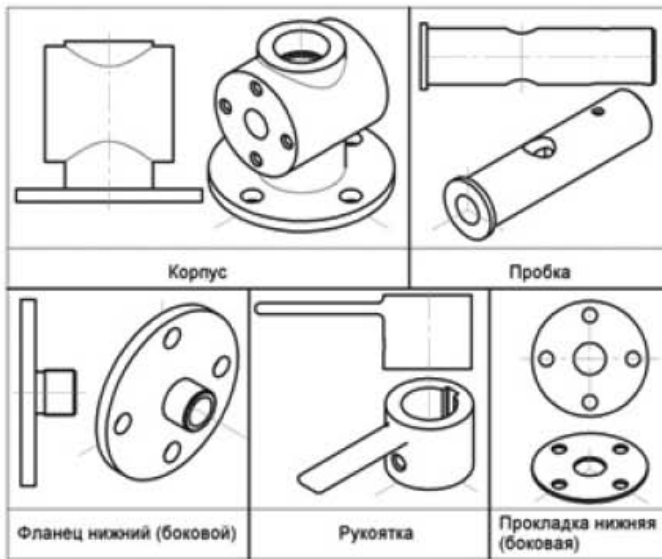



Рис. 6.1. Упрощенные главные и аксонометрические изображения деталей сборки крана

4. Обратите внимание на то, что в дереве конструирования рядом с названием вставленного корпуса в скобках появилась буква (Ф), означающая фиксацию корпуса (рис. 6.3, б). Фиксацию можно включить/выключить, щелкнув правой кнопкой мыши на имени элемента в дереве конструирования.
5. Добавьте в сборку вторую деталь — прокладку нижнюю, используя команду ленты меню Сборка ▶ Вставить компоненты  (рис. 6.2, б).

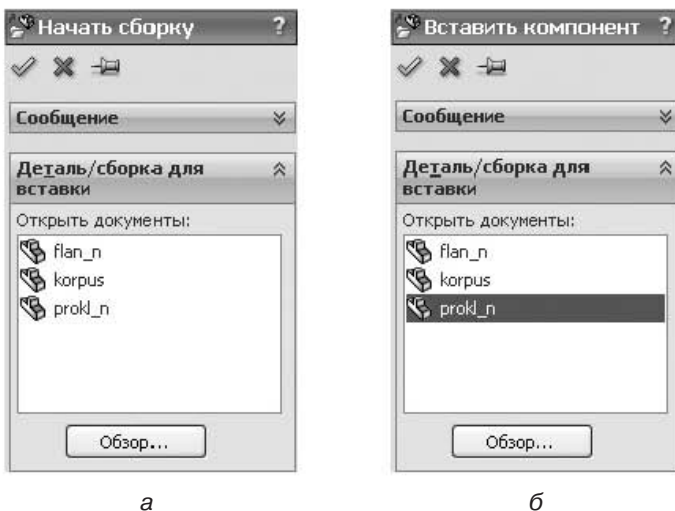



Рис. 6.2. Создание сборки и добавление компонентов в сборку

6. На ленте Сборка выберите команду Условия сопряжения  (рис. 6.3, а). Эту же команду можно выбрать из меню Вставка ► Условия сопряжения.

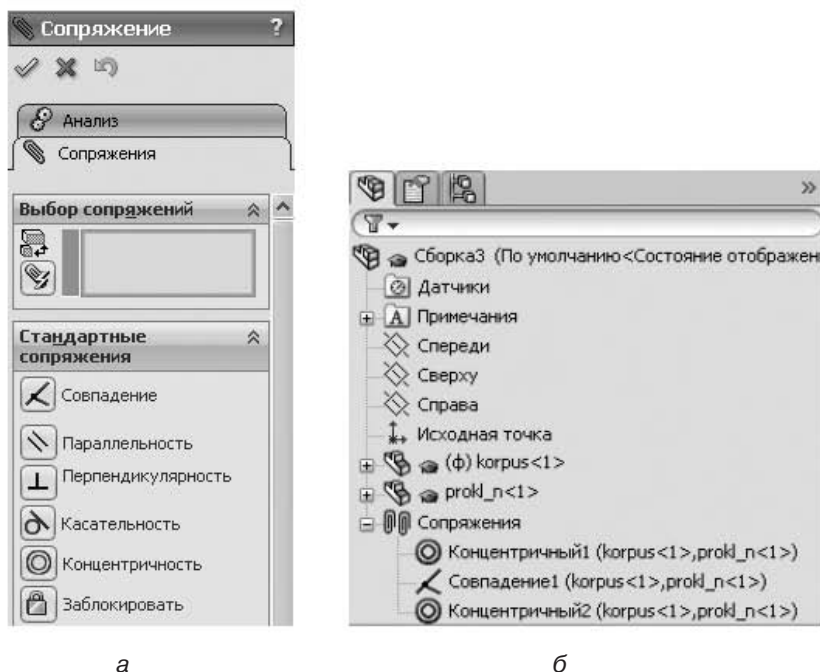



Рис. 6.3. Панель выбора и назначения сопряжений. Деревянная структура построения

Выберите **Концентричность**, отметьте последовательно две цилиндрические формообразующие поверхности на частях корпуса и прокладки. После отработки данного сопряжения обе детали будут расположены на одной оси.

7. Установите концентричность крепежных отверстий корпуса и прокладки.
8. Выберите команду **Совпадение** плоскостей корпуса и прокладки. На моделях деталей отметьте последовательно плоскости сопряжения. Для этого компоненты необходимо разворачивать так, чтобы оказались видимыми сопрягаемые грани (используйте для этого нажатие колесика и перемещение мыши). После выполнения данных команд линейное перемещение компонентов относительно друг друга станет невозможным. Все команды сопряжения будут отображены в дереве построения с указанием наименований операций сопряжения и имен сопрягаемых деталей (рис. 6.3, б).
9. Добавьте в сборку третий компонент — фланец нижний.
10. Для перемещения компонента нажмите на кнопку **Переместить компонент**  на ленте **Сборка**, при этом курсор изменит форму. Установите курсор на фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение. После перемещения или поворота компонента его значок в дереве построения помечается «светофором» (рис. 6.4). Это

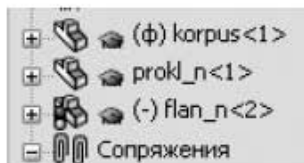





Рис. 6.4. Отображение значка «светофор» после изменения положения элемента в сборке

означает, что его новое положение отражено только на экране и не передано в файл сборки. В таком случае нажмите на кнопку **Перестроить** .

11. Для поворота компонента нажмите на кнопку **Вращать компонент** . Установите курсор на фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Для выхода из команды поворота нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре.
12. После рационального размещения фланца нижнего выполните необходимое сопряжение компонентов аналогично наложению сопряжений на прокладку (рис. 6.3). Если в дереве конструирования рядом с названием компонента в скобках отображается знак «←» (рис. 6.4), то это означает, что компонент недоопределен.
13. Если вы хотите, чтобы в дереве конструирования отображались не имена файлов, а читаемые названия компонентов, войдите в меню **Инструменты** ▶ **Параметры** ▶ **Внешние ссылки**, снимите флажок у опции **Обновить имена компонентов, когда документы заменяются**. Щелкните правой кнопкой мыши на имени компонента в дереве конструирования, выберите **Свойства компонента** , измените название компонента (рис. 6.5).

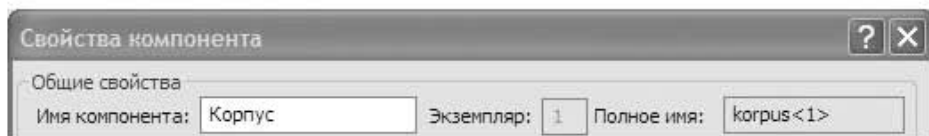



Рис. 6.5. Фрагмент диалогового окна **Свойства компонента**

Далее рассмотрим добавление в сборку крепежных элементов:

1. Выберите пункт меню **Инструменты** ▶ **Добавления**, в результате появится диалоговое окно (рис. 6.6).
2. Выберите пункт **SolidWorks Toolbox Browser**, установите флажок слева (приложение подключится к текущему сеансу работы). Если установить флажок справа, приложение будет загружаться и в ходе последующих сеансов работы.
3. На панели задач (если она отсутствует, подключите ее, щелкнув правой кнопкой мыши на любой панели инструментов) выберите вкладку **Библиотека проектирования**  ▶ **Toolbox** ▶ **ГОСТ** (рис. 6.7, а).

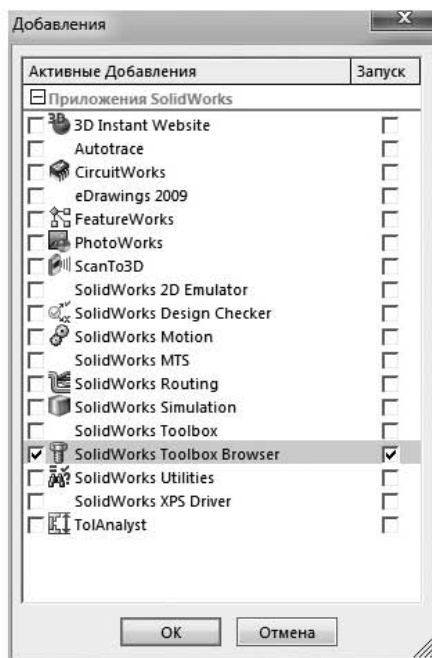


Рис. 6.6. Диалоговое окно Добавления

4. Выберите раздел Болты и винты ► Болты ► Болты ГОСТ 7798–70. Перетащите мышью изображение болта на рабочую область (рис. 6.7, б), не отпуская кнопки мыши подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей) (рис. 6.7, в), отпустите кнопку мыши.

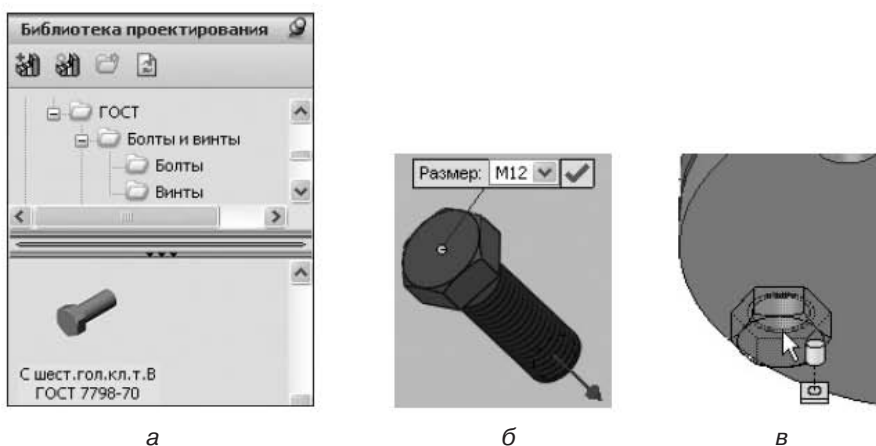


Рис. 6.7. Окно библиотеки проектирования, библиотечный элемент и его расположение в посадочном отверстии

5. Задайте нужные параметры согласно заданию: Болт М12×35 ГОСТ 7798–70 (рис. 6.8). Вставьте оставшиеся болты в крепежные отверстия.

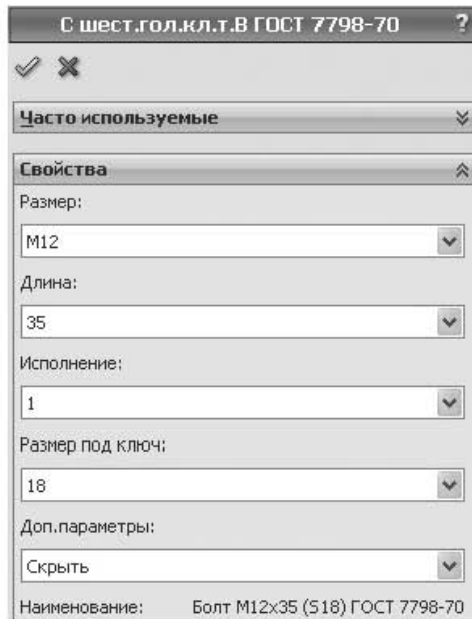


Рис. 6.8. Панель свойств

6. Аналогично вставьте шайбы: Шайба 12 ГОСТ 11371–68, и гайки: Гайка М12 ГОСТ 5915–70.
7. Готовая модель сборки болтового соединения представлена на рис. 6.9.

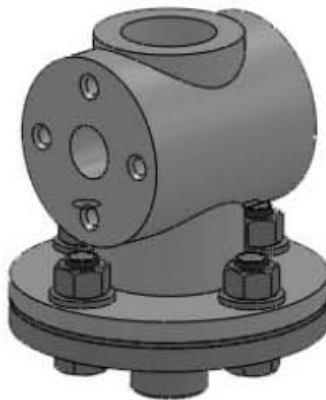



Рис. 6.9. Болтовое соединение

6.2.2. Создание сборочного чертежа

1. Находясь в открытом файле модели сборки, выберите пункт меню **Файл** ▶ **Создать чертеж из сборки**.
2. После выбора шаблона на экране появится изображение выбранной форматки, справа откроется палитра видов. Захватите мышью нужный вид и перетащите его на рабочую область.
3. Постройте необходимые изображения. Построение разрезов и других типов изображений рассматривать не будем — данная тема подробно рассматривалась в книге [1].
4. Если у вас не отображается резьба на видах и разрезах, выберите на ленте вкладку **Примечания** ▶ **Элементы модели** или эту же команду из меню **Вставка**. На появившейся панели свойств включите в разделе **Примечания** ▶ **Условные виды резьбы** (рис. 6.10).
5. Нанесите необходимые размеры и позиции. При нанесении позиций (команда **Позиция** ) на панели свойств команды выберите в поле **Текст позиции** ▶ **Текст** (рис. 6.11).

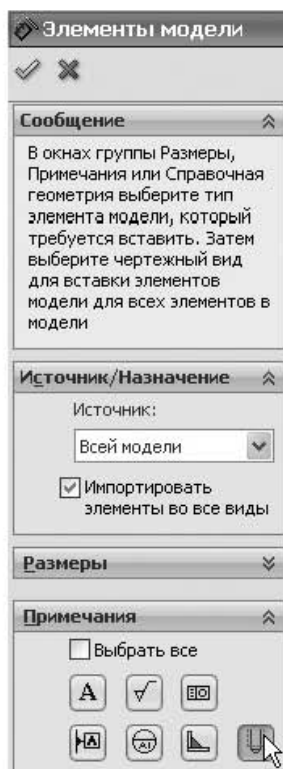


Рис. 6.10. Панель свойств команды Элементы модели

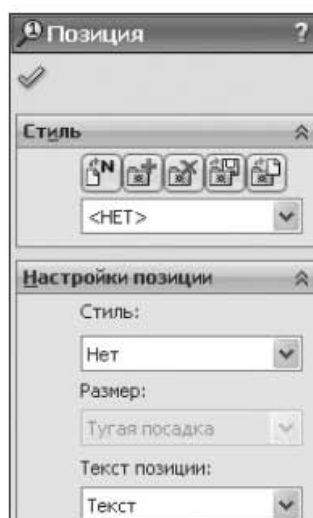


Рис. 6.11. Панель свойств команды Позиция

6.2.3. Построение спецификации с использованием программы SWR-спецификация

1. Проверьте, чтобы в каждом файле детали, в файле модели сборки были заполнены необходимые поля диалогового окна команды **Файл** ▶ **Свойства** (рис. 6.12).

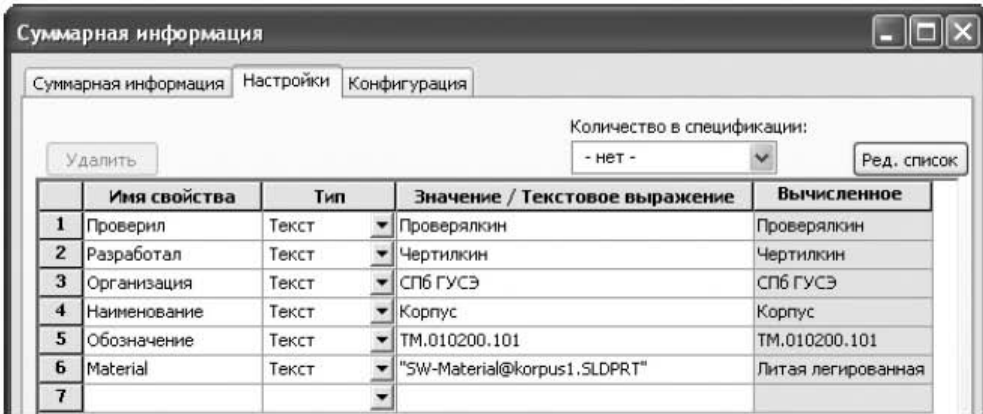


Рис. 6.12. Окно свойств файла Корпус

2. Подключите приложение SWR-спецификация, войдя в меню **Инструменты** ▶ **Добавления**, и в диалоговом окне (рис. 6.13) установите флажок слева от SWR-SP. Появится новый пункт меню SWR-SP.

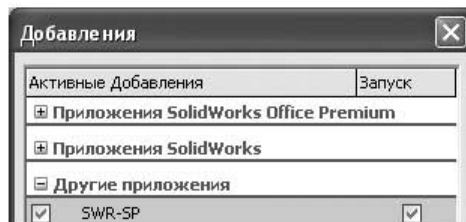



Рис. 6.13. Подключение приложения SWR-спецификация

3. Выберите **SWR-SP** ▶ **Передать данные в спецификацию**. Откроется окно программы SWR-спецификация и появится таблица новой спецификации (рис. 6.14).
4. Или можно сначала загрузить программу SWR-спецификация, затем выбрать меню **Вставка** ▶ **Прочитать из сборки SolidWorks** (рис. 6.15).
5. При необходимости можно отсортировать записи, нажав на кнопку **Сортировать** .

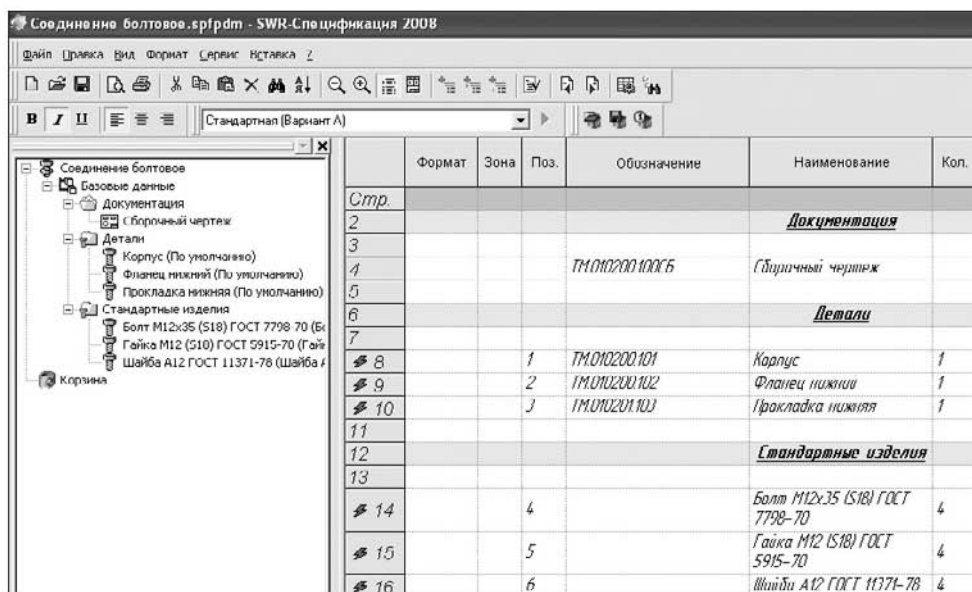


Рис. 6.14. Окно программы SWR-спецификация

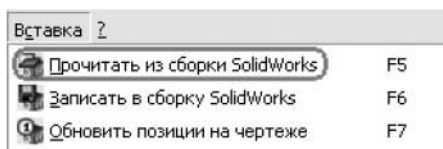



Рис. 6.15. Импорт данных из SolidWorks в приложение SWR-спецификация

6. Для того чтобы увидеть основную надпись спецификации, нажмите на кнопку Просмотр . Заполните основную надпись спецификации, щелкнув левой клавишей мыши на нужном поле (рис. 6.16). Сохраните документ.

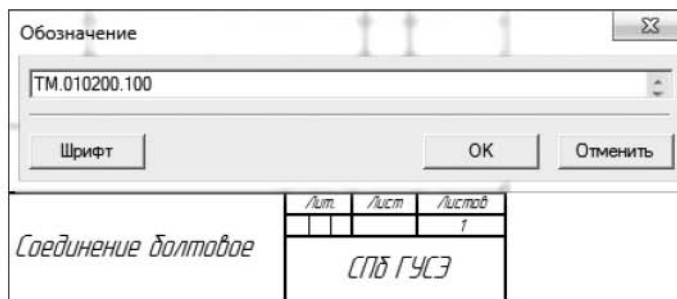


Рис. 6.16. Заполнение графы Обозначение

Спецификации, показанной на рис. 6.17, соответствует сборочный чертеж соединения болтового, показанный на рис. 6.18.

Формат		Экз	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
№	№						
Лист 1					<u>Документация</u>		
				ТМ.010200.100СБ	Сборочный чертеж		
Лист 2					<u>Детали</u>		
Лист 3	1			ТМ.010200.101	Корпус	1	
	2			ТМ.010200.102	Фланец нижний	1	
	3			ТМ.010201.103	Прокладка нижняя	1	
					<u>Стандартные изделия</u>		
	4				Болт М12х35 (S18) ГОСТ 7798-70	4	
	5				Гайка М12 (S18) ГОСТ 5915-70	4	
	6				Шайба А12 ГОСТ 11371-78	4	
				ТМ.010200.100			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разработ.		Чертыжкин				Лист	Лист
Прод.		Проверькин					Листов
				Соединение болтовое		1	
Исполн.						СПб ГУСЭ	
Чтд.							

Копировал Формат А4

Рис. 6.17. Спецификация соединения болтового

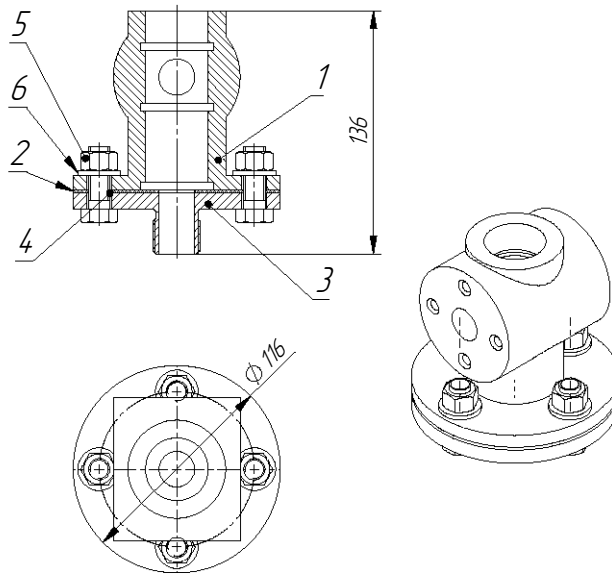




Рис. 6.18. Сборочный чертеж соединения болтового

6.3. Соединение шпилечное

Для создания модели шпилечного соединения используются модели деталей: корпуса, прокладки боковой, фланца бокового, — показанные в упрощенном виде на рис. 6.1.

6.3.1. Этапы построения сборки

Создадим сборку шпилечного соединения на основе уже созданного болтового:

1. Откройте файл сборки болтового соединения. В дереве конструирования погасите все компоненты, кроме корпуса.
2. Добавьте в сборку вторую деталь — прокладку боковую, используя команду ленты Сборка ► Вставить компоненты . Наложите сопряжения Концентричность центрального отверстия корпуса и прокладки, Концентричность одного из крепежных отверстий в прокладке и корпусе, Совпадение сопрягаемых плоскостей поверхности прокладки и корпуса.
3. Добавьте третью деталь — фланец боковой. Наложите аналогичные сопряжения.
4. Погасите видимость прокладки и фланца.
5. На панели задач выберите вкладку Библиотека проектирования , пункты Toolbox ► ГОСТ.

6. Выберите раздел Шпильки ▶ Для резьбовых соединений ▶ ГОСТ 22032–76. Перетащите мышью изображение шпильки на рабочую область. Не отпуская кнопки мыши, подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей), отпустите кнопку мыши (рис. 6.19). Задайте нужные параметры.



Рис. 6.19. Вставка шпильки

7. Сразу же аналогично установите оставшиеся три шпильки (рис. 6.20).
8. Включите видимость прокладки и фланца (рис. 6.21).

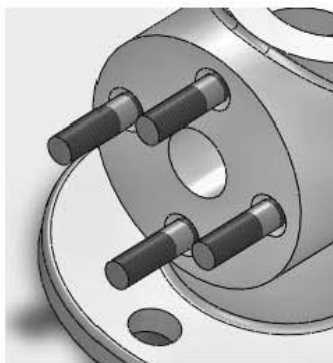


Рис. 6.20. Вставка оставшихся шпилек

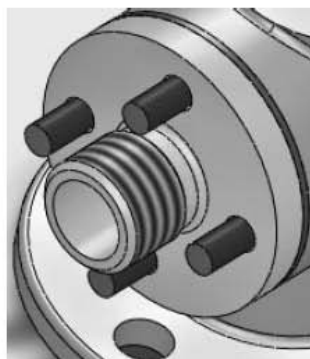


Рис. 6.21. Видимые прокладка и фланец

9. Выберите раздел Шайбы ▶ Пружинные ▶ ГОСТ 6402–70. Перетащите мышью изображение шайбы на рабочую область. Не отпуская кнопки мыши, подведите курсор к шпильке. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей), отпустите кнопку мыши (рис. 6.22).

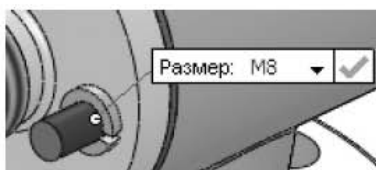


Рис. 6.22. Вставка шайбы

10. Сразу же аналогично установите оставшиеся три шайбы (рис. 6.23).

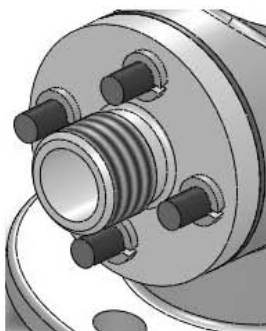


Рис. 6.23. Вставка оставшихся шайб

11. Выберите раздел Гайки ▶ Шестигранные кл. В ▶ ГОСТ 5915–70. Перетащите мышью изображение гайки на рабочую область. Не отпуская кнопки мыши, подведите курсор к шпильке. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей), отпустите кнопку мыши (рис. 6.24).



Рис. 6.24. Вставка гайки

12. Сразу же аналогично установите оставшиеся три гайки (рис. 6.25).

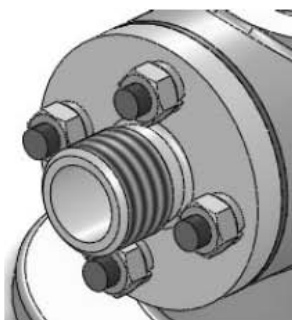

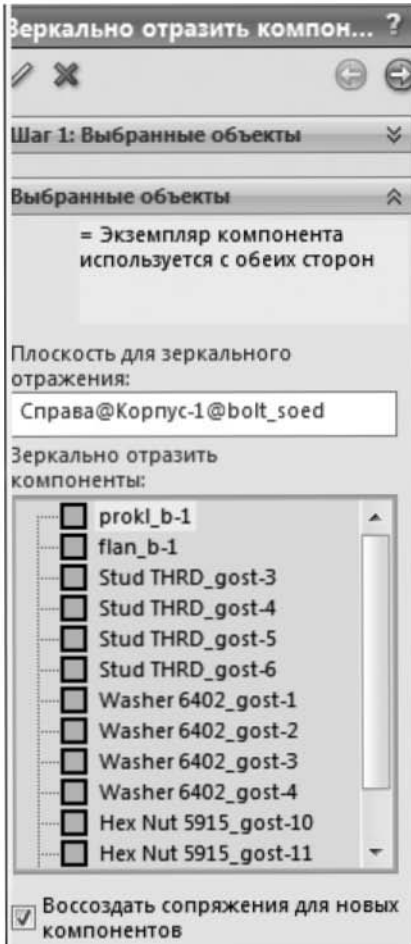
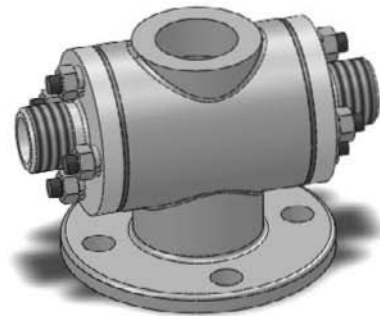


Рис. 6.25. Вставка оставшихся гаек

13. Выделите в дереве конструирования при нажатой клавише Ctrl боковую прокладку, боковой фланец, шпильки, шайбы и гайки. Выберите команду Сборка ► Зеркальное отражение компонентов , отразите относительно плоскости корпуса Справа выделенные компоненты (рис. 6.26).



а



б

Рис. 6.26. Зеркальное отражение компонентов шпилечного соединения:
а — диалоговое окно команды; б — результат

На рис. 6.27 показана спецификация, а на рис. 6.28 — сборочный чертеж соединения шпилечного.

Перо примен		Формат	Зона	Паз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
Справ №		<u>Документация</u>							
					TM.010200.100CB	Сборочный чертеж			
		<u>Детали</u>							
		1			TM.010200.101	Карпус	1		
		7			TM.010200.104	Пакладка боковая	2		
		8			TM.010200.105	Фланец боковой	2		
		<u>Стандартные изделия</u>							
			9			Гайка М8 ГОСТ 5915-70	8		
			10			Шайба 8Т 65Г 05 ГОСТ 6402-70	8		
			16			Шпилька М8-6дх25 ГОСТ 22032-76	8		
Документ .. по вр. исп. ..		Паз и дата		Изд. № докл.		Взам. изд. №		Паз и дата	
Изд. № паз		Изм.		Лист		№ докум.		Подп.	
Изд. № паз		Разраб.		Чертилкин		Дата			
Изд. № паз		Пров.		Проверялкин					
Изд. № паз		Н.контр.							
Изд. № паз		Утв.							
TM.010200.100									
Соединение шпильчное									
						Лит Лист Листов			
						1			
						СПб ГУСЭ			
Копировал						Формат А4			

Рис. 6.27. Спецификация соединения шпильчного

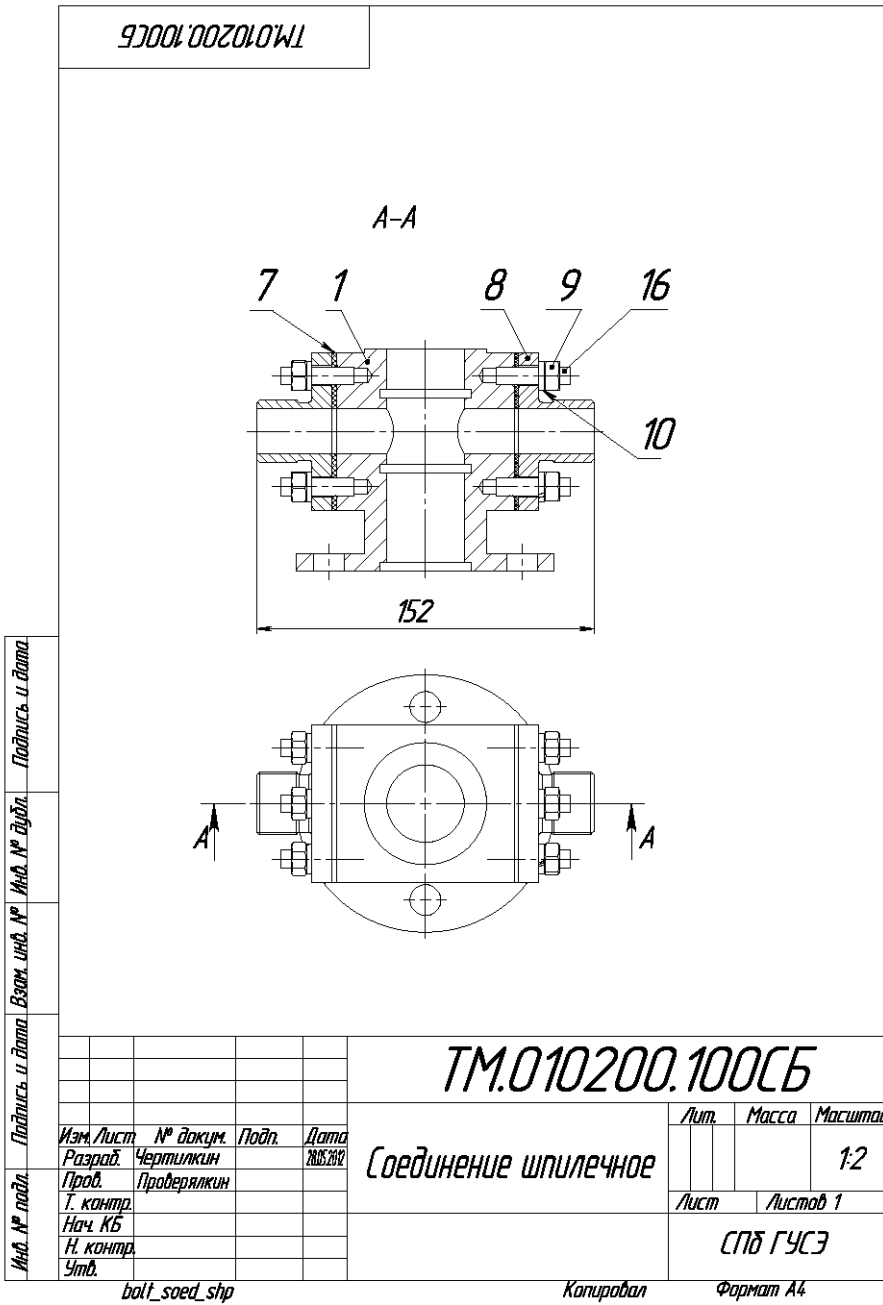


Рис. 6.28. Сборочный чертеж соединения шпильчатого

6.3.2. Построение спецификации в ручном режиме

1. Создайте новый файл чертежа, выбрав шаблон спецификации (рис. 6.29).

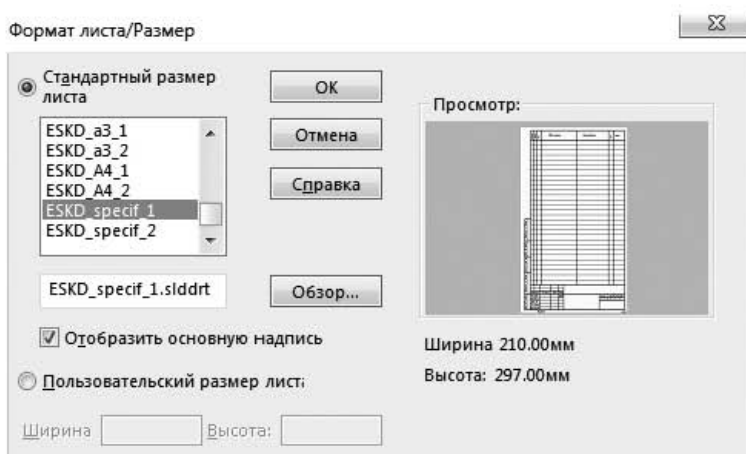



Рис. 6.29. Создание файла чертежа

2. Откроется пустой первый лист спецификации. Выберите команду Примечание ▸ Заметка **A**. Щелкните левой кнопкой мыши в поле листа и введите нужный текст (рис. 6.30).

A4		ТМ.010200.100СБ	Сборочный чертеж	1	
			<u>Детали</u>		
A4	1	ТМ.010200.101	Корпус	1	
A4	7	ТМ.010200.104	Прокладка боковая	2	
A4	8	ТМ.010200.105	Фланец боковой	2	

Рис. 6.30. Фрагмент спецификации, заполненной вручную

6.4. Вставка пробки и уплотнительных колец

1. Погасите видимость всех компонентов, за исключением корпуса.
2. Вставьте в сборку компоненты (рис. 6.32) пробку и два кольца из Библиотеки проектирования ▸ Toolbox ▸ ГОСТ ▸ Уплотнения ▸ Кольца резиновые ▸ Кольцо уплотнительное круглого сечения...ГОСТ 9833–73 с параметрами, показанными на рис. 6.31.
3. Для удобства наложения сопряжений выполните Разрез  вертикальной плоскостью (рис. 6.33).

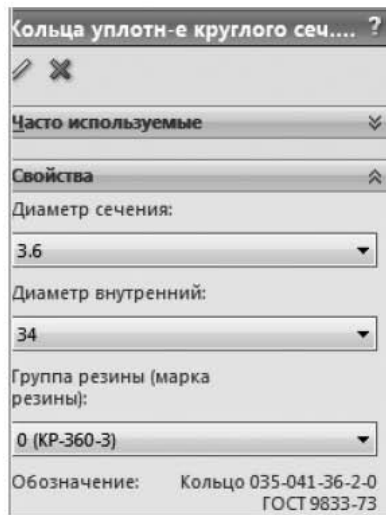


Рис. 6.31. Свойства кольца уплотнительного



Рис. 6.32. Вставленные в сборку компоненты

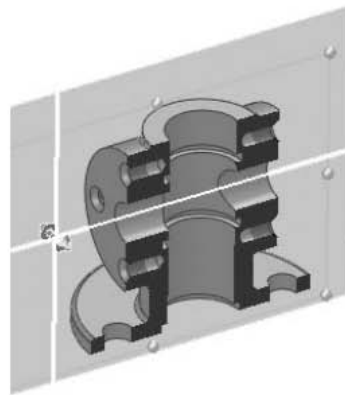



Рис. 6.33. Разрез корпуса

4. Вставьте в канавку корпуса кольцо, наложив сопряжения **Совпадение**, выделив цилиндрическую часть канавки и поверхность кольца (рис. 6.34, *а*), и еще раз **Совпадение**, выделив плоскость канавки и поверхность кольца (рис. 6.34, *б*). При необходимости воспользуйтесь кнопкой **Переставить сопряжение** .
5. Аналогично вставьте второе кольцо (рис. 6.35).
6. Вставьте пробку, наложив сопряжения **Соосность** центрального отверстия в корпусе и **Совпадение** буртика пробки с углублением под него в корпусе (рис. 6.36).

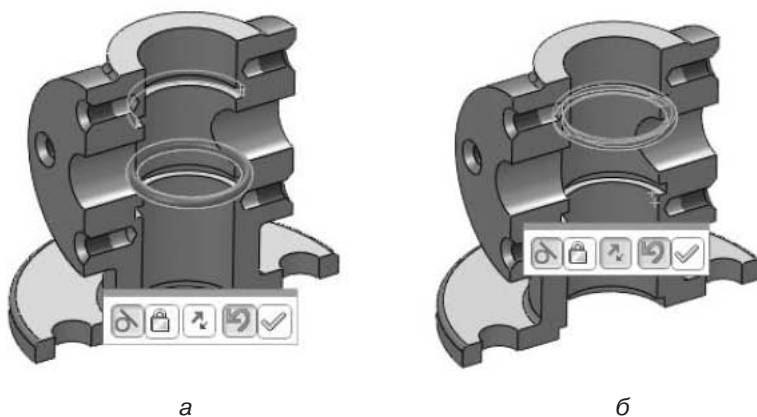


Рис. 6.34. Наложение сопряжений на кольцо

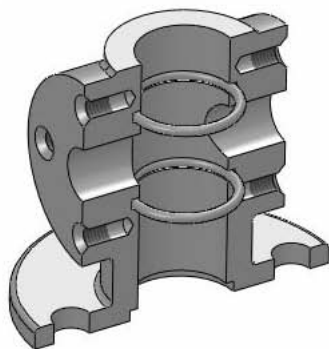


Рис. 6.35. Вставленные в корпус кольца

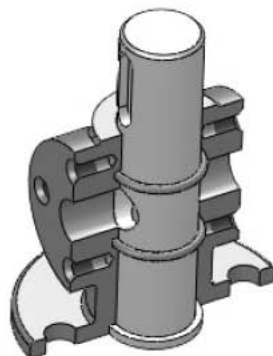


Рис. 6.36. Вставленная пробка

7. Отключите кнопку Разрез . В итоге получите подставку (рис. 6.37).

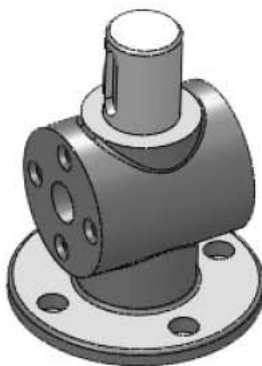


Рис. 6.37. Подборка корпуса с пробкой и уплотнительными кольцами

6.5. Соединение ручки шпонкой и установочным винтом

Для создания модели соединения шпонкой и установочным винтом используются модели деталей пробка и рукоятка, показанные в упрощенном виде на рис. 6.1.

1. Погасите видимость всех компонентов, за исключением корпуса и пробки.
2. Вставьте в сборку компоненты (рис. 6.39): ручку и шпонку (Библиотеки проектирования ▶ Toolbox ▶ BSI ▶ Шпонки ▶ Шпонка призматическая ▶ Шпонка призматическая четырехугольная закругленная с обоих концов) с параметрами 10×8×36, а также винт (Библиотеки проектирования ▶ Toolbox ▶ ГОСТ ▶ Болты и винты специальные ▶ Винты установочные) с параметрами, показанными на рис. 6.38.

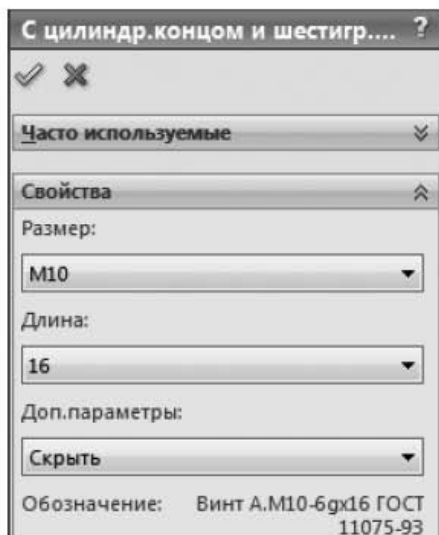


Рис. 6.38. Параметры винта

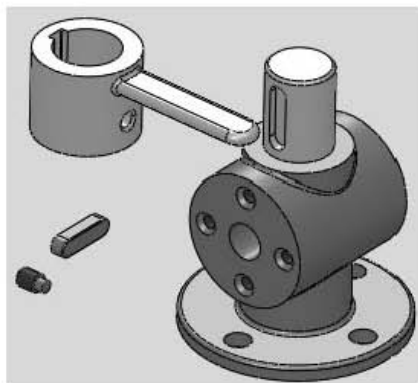


Рис. 6.39. Добавление компонентов — шпонки и ручки

3. Вставьте шпонку в паз на пробке, наложив сопряжения: **Концентричный**, выделив скругление шпонки и паза; **Совпадение боковых плоскостей шпонки и паза** (рис. 6.40, а); **Совпадение плоскости дна паза и плоскости шпонки** (рис. 6.40, б).
4. Задайте положение ручки, наложив сопряжения **Соосность**, **Совпадение поверхности паза и шпонки**, **Совпадение плоскости корпуса и плоскости основания цилиндрической части ручки**.
5. Вставьте винт, назначив сопряжения **Соосность** отверстия и винта и **Касательность**, выделив торцевую плоскость ступеньки винта и цилиндрическую поверхность пробки (рис. 6.41).

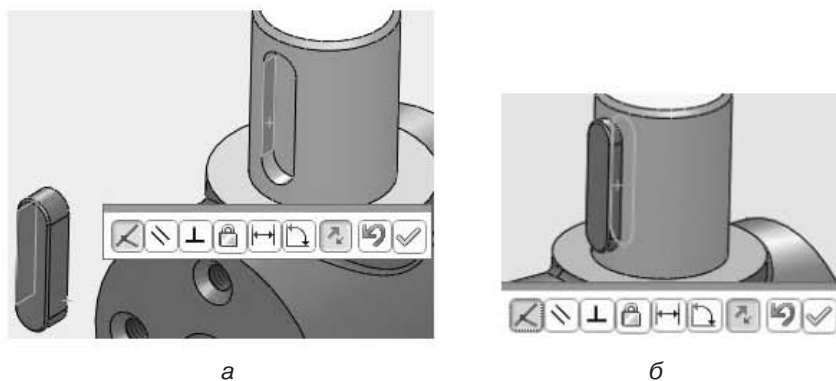


Рис. 6.40. Наложение сопряжений на шпонку и пробку

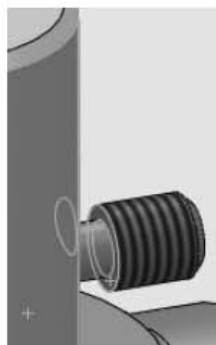


Рис. 6.41. Сопряжение Касательность

6.6. Вырез четверти модели сборки

Для создания выреза одной четверти сборки:

1. Выберите горизонтальную плоскость **Сверху** и создайте эскиз в виде двух пересекающихся отрезков (рис. 6.42).

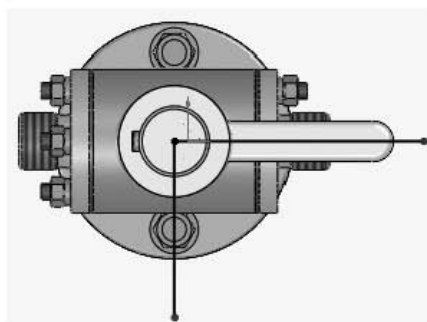


Рис. 6.42. Эскиз для выреза одной четверти

2. Выберите команду **Вырез-Вытянуть**, в настройках свойств команды (рис. 6.43) укажите те компоненты, которые надо вырезать, исключая стандартные крепежные изделия.

На рис. 6.44 представлена аксонометрия с вырезом одной четверти крана.

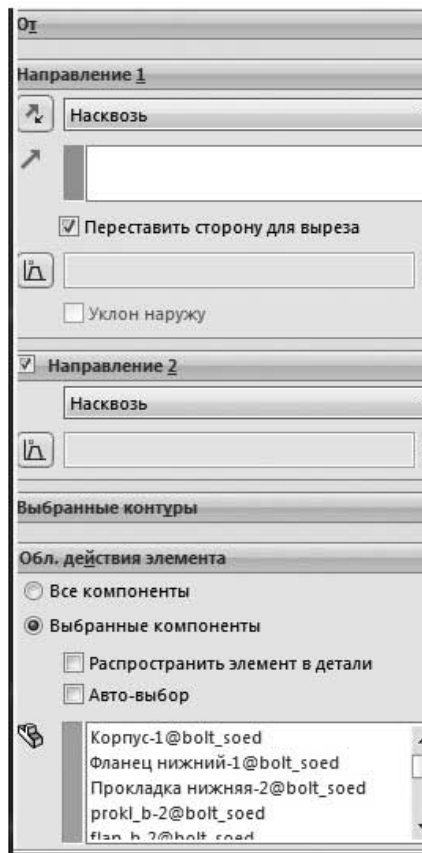


Рис. 6.43. Свойства команды Вырез-Вытянуть

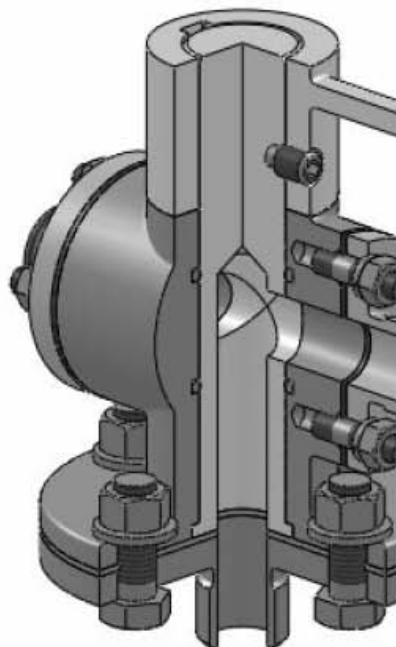



Рис. 6.44. Вырез одной четверти сборки крана

6.7. Разнесение компонентов сборки

Рассмотрим создание разнесения компонентов сборки. Все компоненты необходимо разносить так, чтобы была понятна последовательность сборки.

1. Выберите команду Вид с разнесенными частями . Выделите винт, в появившейся системе координат выделите ось нужного направления (вдоль оси вращения винта) (рис. 6.45).

- Щелкните на выделенной оси левой кнопкой мыши и удерживайте ее. Переместите винт на **45 мм** (рис. 6.46) (величину перемещения можно задать на панели свойств).

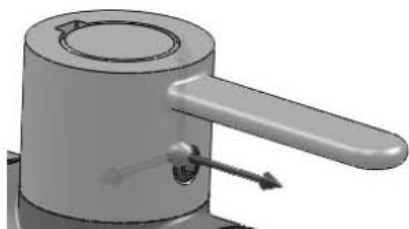


Рис. 6.45. Выделение винта и оси направления перемещения

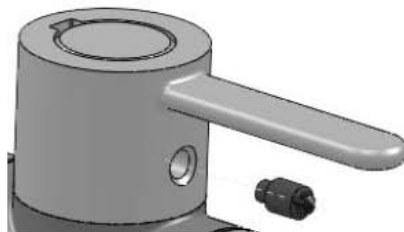


Рис. 6.46. Перемещение винта

- Выделите ручку и направление перемещения (рис. 6.47).

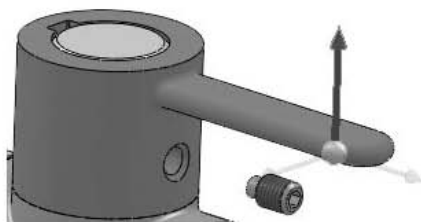


Рис. 6.47. Выделение ручки и оси направления перемещения

- Щелкните на выделенной оси левой кнопкой мыши и удерживайте ее. Переместите ручку на **60 мм** (рис. 6.48).

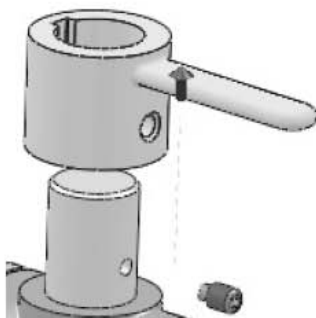


Рис. 6.48. Перемещение ручки

- Аналогичным образом переместите шпонку и все компоненты (с одной стороны) шпилечного соединения (рис. 6.49). Несколько компонентов,

например гайки, можно выделить в дереве конструирования при нажатой клавише Ctrl (выборочно) или Shift (подряд).

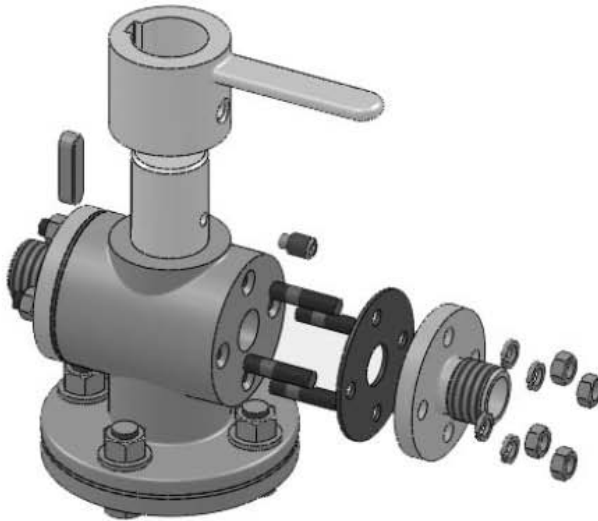


Рис. 6.49. Разнесенное состояние компонентов винтового, шпоночного и шпилечного соединений

6. Разнесите симметричные компоненты шпилечного соединения (рис. 6.50).

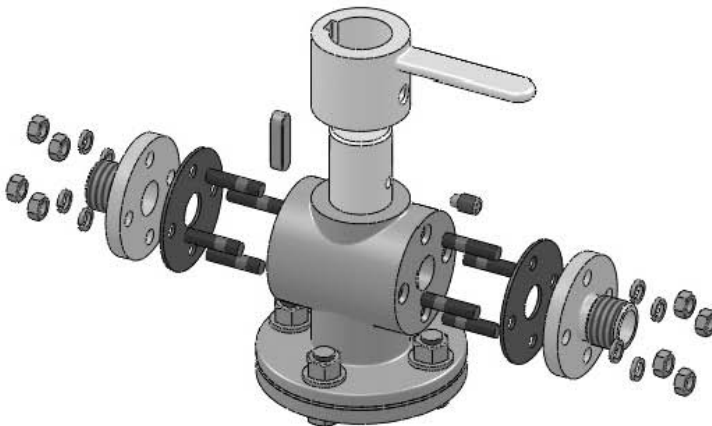


Рис. 6.50. Разнесенное состояние шпилечного соединения

7. Аналогично разнесите компоненты болтового соединения (рис. 6.51).
8. После разнесения, чтобы собрать сборку, в контекстном меню (вызывается щелчком правой кнопкой мыши) выберите команду Составить (рис. 6.52).

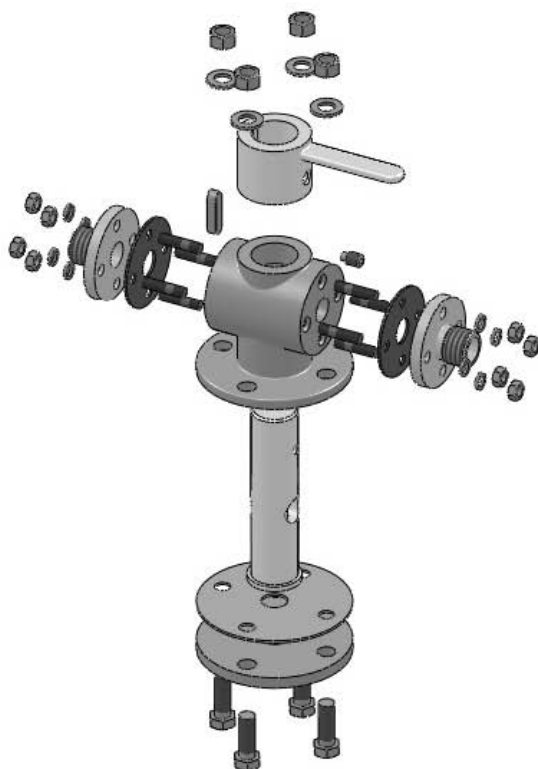


Рис. 6.51. Разнесенная сборка крана

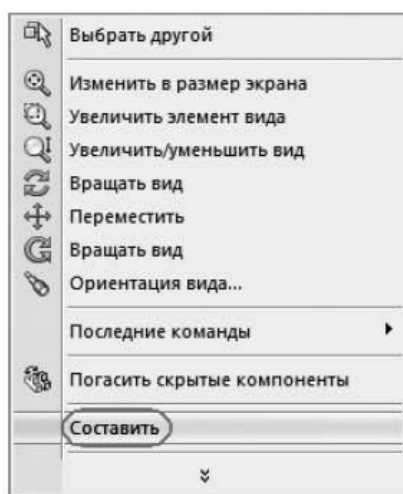


Рис. 6.52. Команда Составить в контекстном меню

9. Программа SolidWorks позволяет создать анимацию, в том числе сборки-разборки компонентов сборочной единицы. Щелчком правой кнопкой мыши на любой панели инструментов вызовите контекстное меню и включите панель команд MotionManager (рис. 6.53).

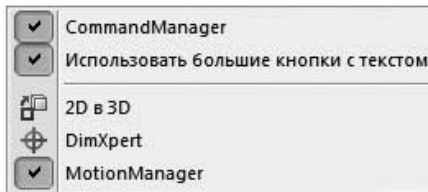



Рис. 6.53. Подключение панели MotionManager

10. Вызовите команду Помощник для создания анимации . В диалоговом окне выберите тип анимации — Разнести (рис. 6.54). Нажмите на кнопку Далее.

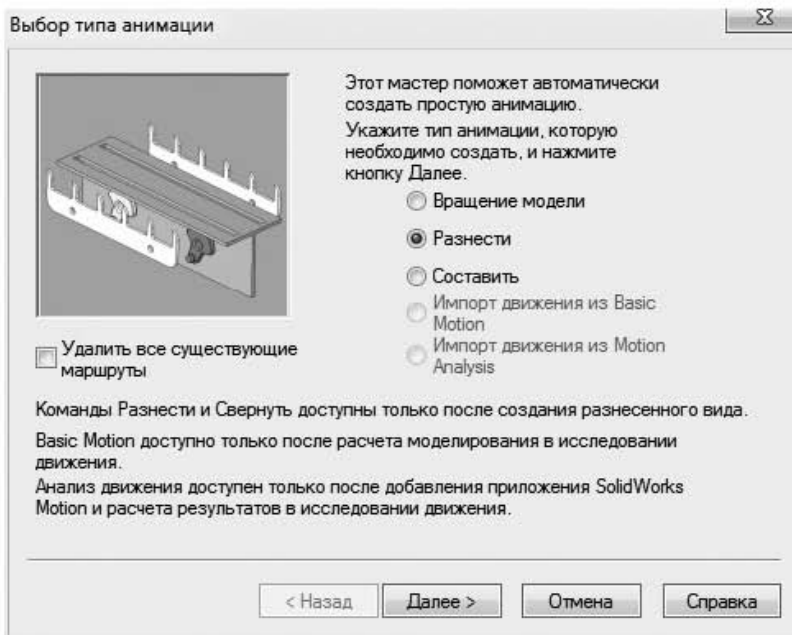



Рис. 6.54. Диалоговое окно команды Помощник для создания анимации

11. Во втором окне диалога установите время каждого шага разнесения и начала анимации (рис. 6.55).
12. Нажмите на кнопку Готово. Анимация будет создана. Для проигрывания и просмотра анимации выберите кнопку Воспроизведение . Аналогично можно создать анимацию по сборке узла, еще раз вызвав помощник и указав тип анимации Составить. Анимацию можно сохранить в формате *.avi.

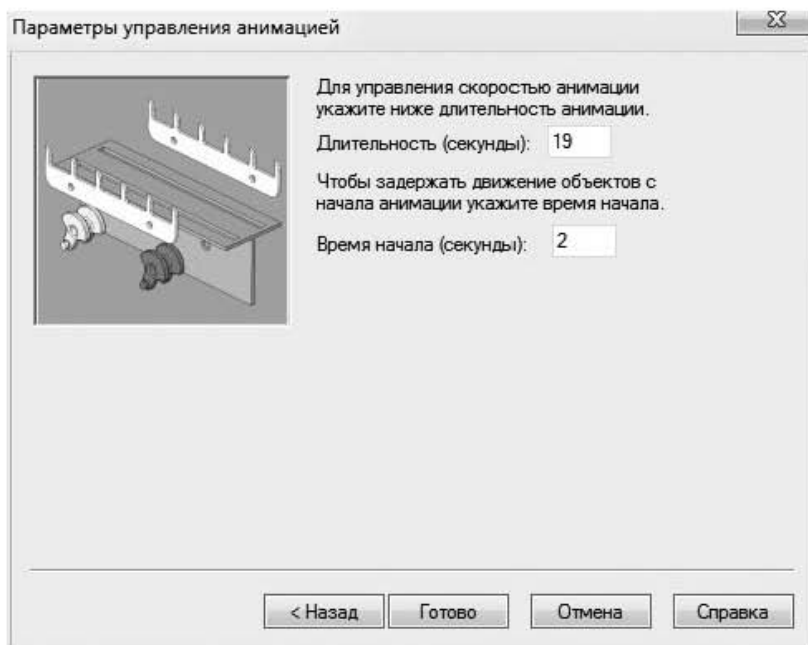


Рис. 6.55. Установка временных параметров анимации

6.8. Моделирование кабеля

В данном разделе рассмотрен пример совмещения спецификации со сборочным чертежом кабеля.

6.8.1. Детали для моделирования кабеля


Для создания модели сборочной единицы кабеля используются модели компонентов: кабеля, розетки и вилки. Указанные компоненты моделируются в виде деталей, главные и аксонометрические изображения которых упрощенно показаны на рис. 6.56.



Рис. 6.56. Изображения деталей сборки кабеля: а — кабель; б — вилка (розетка)

Вилка и розетка схожи по конструкции, имеют одинаковые габаритные размеры и различаются резьбовыми концами: на вилке резьба наружная, у розетки — внутренняя.

6.8.2. Этапы построения сборки

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Новый** ▶ **Сборка**.
2. На панели **PropertyManager** (Менеджер свойств) в разделе **Деталь/сборка** для вставки нажмите на кнопку **Обзор** (если файл детали не открыт). В списке файлов деталей сборки укажите документ «Кабель» (*kabel.sldprt*) и нажмите на кнопку **Открыть**. На экране появится фантом модели кабеля.
3. Укажите точку вставки кабеля.
4. Добавьте в сборку вторую деталь — вилку, используя команду ленты **Сборка** ▶ **Вставить компоненты**  (рис. 6.57, *а*).

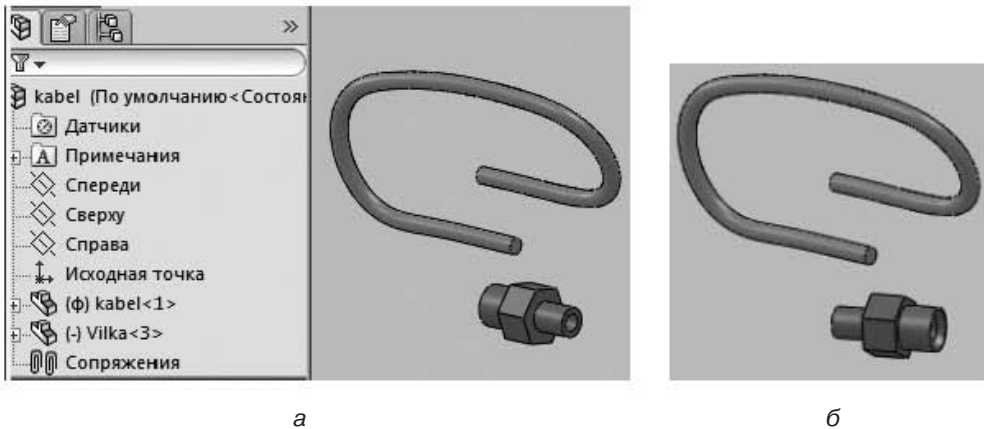




Рис. 6.57. Добавление в сборку и поворот компонента вилки

5. Разверните вилку. Для поворота компонента нажмите на кнопку **Вращать компонент** . Установите курсор на вилку, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Для выхода из команды вращения нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре (рис. 6.57, *б*).
6. На ленте **Сборка** выберите команду **Условия сопряжения** . Отметьте окружность основания кабеля и цилиндрическую поверхность вилки, выберите **Концентричность** и подтвердите выбор.
7. Установите сопряжение **Расстояние** (рис. 6.58, *а*). На моделях деталей отметьте последовательно торцевые плоскости сопряжения. Для этого компоненты необходимо развернуть так, чтобы оказались видимыми сопрягаемые грани. На панели свойств укажите **Переставить размер** и **Расстояние**: **3**, на которое кабель входит в вилку (рис. 6.58, *б*).
8. Добавьте в сборку третий компонент — розетку. После выполнения действий, аналогичных рассмотренным в пп. 4–7, получим результат, показанный на рис. 6.59.



а



б

Рис. 6.58. Сопряжение компонентов кабеля и вилки



Рис. 6.59. Сопряжение компонентов кабеля, вилки, розетки

6.8.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа

Спецификация, совмещенная со сборочным чертежом на листе формата А4, создается в ручном режиме и располагается над основной надписью чертежа. При этом раздел «Документация» не заполняют.

Рассмотрим этапы создания совмещенного документа:

1. Создайте, используя сведения из раздела 6.2, сборочный чертеж, в котором будет размещена спецификация. В сборочном чертеже достаточно оставить два вида: спереди и сверху (рис. 6.60, а).
2. На вкладке Примечания ленты выберите пункт Таблицы ► Спецификация (рис. 6.60, б).
3. Укажите главное изображение чертежа. На панели свойства выберите шаблон спецификации bom-standard.sldbomtbt (рис. 6.61). Включите параметр Прикрепить к точке привязки.
4. Нажмите на кнопку ОК. На экране появится таблица (рис. 6.62).

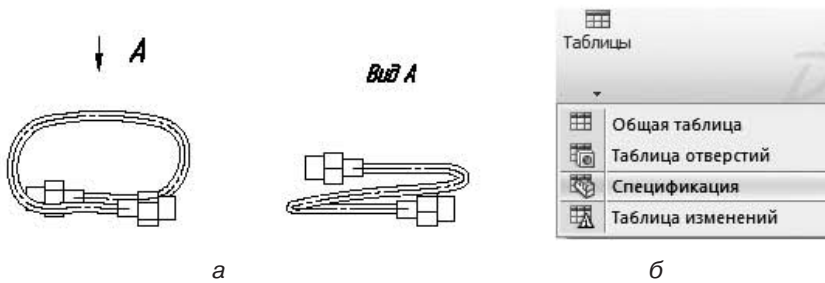


Рис. 6.60. Вставка таблицы спецификации на лист чертежа

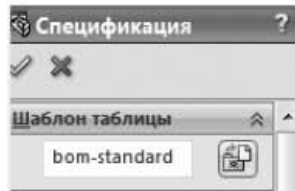


Рис. 6.61. Выбор шаблона таблицы спецификации

ПОЗИЦИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	К-ВО																																																								
1	kabel		1																																																								
2	Vilka		1																																																								
3	Rozетка		1																																																								
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>29.05.2012</td> <td></td> <td></td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лист</td> <td></td> <td>Листов 1</td> </tr> <tr> <td>Нач. КБ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб	Разраб.				29.05.2012			1:1	Проб.								Т. контр.					Лист		Листов 1	Нач. КБ								Н. контр.								Утв.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб																																																				
Разраб.				29.05.2012			1:1																																																				
Проб.																																																											
Т. контр.					Лист		Листов 1																																																				
Нач. КБ																																																											
Н. контр.																																																											
Утв.																																																											
<p>Имя, № листа: Подпись и дата: Взам. инв. №: Инв. № докум. №: Вид А</p>																																																											
<p>kabel2 Копировал Формат А4</p>																																																											

Рис. 6.62. Созданная таблица спецификации

- Отредактируйте как вид таблицы, так и ее содержание. При изменении имен компонентов в ответ на предупреждение выбирайте **Сохранить связь с моделью**. Вставьте недостающие колонки, выделив предварительно колонку (установите курсор над заголовком столбца, чтобы он принял вид вертикальной стрелки) и используя контекстное меню (рис. 6.63).
- Для поворота надписи в заголовке некоторых колонок выделите ячейку и в появившейся панели выберите кнопку **Вращать** (рис. 6.64).

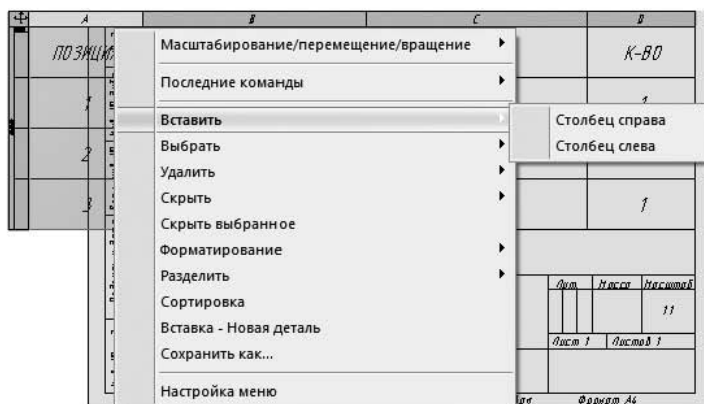


Рис. 6.63. Контекстное меню редактирования таблицы

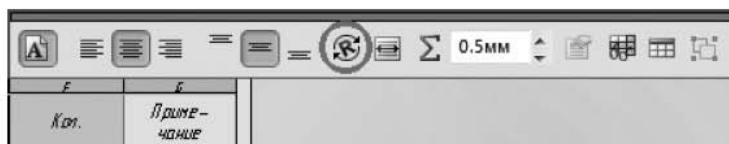


Рис. 6.64. Команда Вращать надпись

7. Для изменения ширины столбца выделите столбец и выберите в контекстном меню команду Форматирование ▶ Ширина столбца (рис. 6.65).
8. Появится диалоговое окно, в котором необходимо ввести нужное значение (рис. 6.66).
9. Заключительный этап оформления документа (рис. 6.67) включает редактирование сборочного чертежа, нанесение размеров, ввод технических требований, заполнение основной надписи.

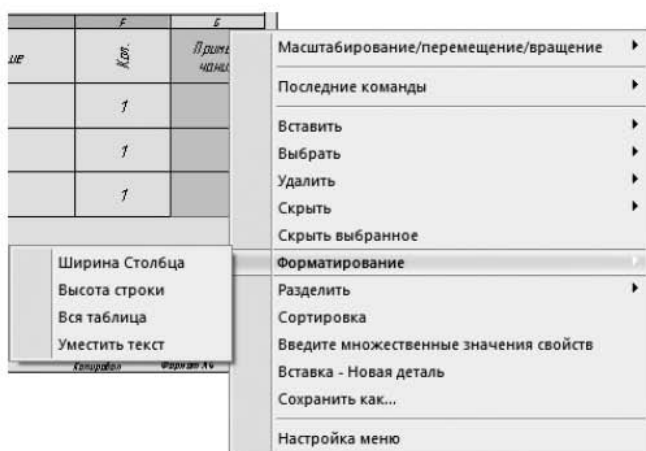


Рис. 6.65. Команда Ширина столбца

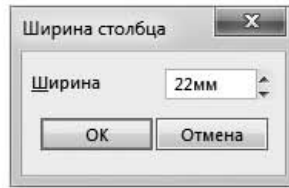


Рис. 6.66. Диалоговое окно установки значения ширины столбца

TM.010200.200

1. * Размеры для справок
2. ТТ к электромонтажу вилки и розетки по ВР0.364.049ИЗ
3. Пайка ПОС61 ГОСТ 21930-76
4. Остальные ТТ по ОСТ4ГО.070.015

Формат	Зона	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
			<u>Прочие изделия</u>		
	1		Вилка СР-50-726 ФВ ВР0.364.049 ТУ	1	
	2		Розетка СР-50-725 ФВ ВР0.364.049 ТУ	1	
			<u>Материалы</u>		
	3		Кабель РК-50-2-29 ТУ16.505.806-81	0.11 м	

TM.010200.200

	Кабель	Лит.	Масса	Масштаб
Изм. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	1:1
Разраб.	Чертилкин	29.05.2018		
Проб.	Проверлякин			
Т. контр.				
Нач. КБ				
Н. контр.				
Учб.				

кабель
Копировал
Формат А4

Рис. 6.67. Спецификация, совмещенная со сборочным чертежом

6.9. Моделирование модуля первого уровня

При размещении электрорадиоэлементов на передней панели модуля первого уровня целесообразно использовать 3D-технологии создания моделей сборок. В данном разделе рассмотрен пример моделирования модуля первого уровня, основными компонентами которого являются передняя панель (ПП) и печатная плата.



6.9.1. Этапы конструирования передней панели

Фрагмент теоретических сведений об особенностях моделирования ПП модуля первого уровня приведен в разделе 3.8.

6.9.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня

Очевидно, что 3D-моделированию «снизу вверх» модуля первого уровня должно предшествовать создание моделей деталей и подборок, входящих в состав модуля. Эти модели можно найти на сайте издательства «Питер» (www.piter.com).

Рассмотрим этапы 3D-моделирования модуля первого уровня:

1. Выполните команду **Файл** ▶ **Новый** ▶ **Сборка**. Сохраните файл с именем **Модуль контроля**.
2. Выберите команду ленты **Сборка** ▶ **Вставить компоненты** . Нажмите на кнопку **Обзор** и выберите файл **Передняя панель**, нажмите на кнопку **ОК**. Начало координат модели ПП будет совмещено с началом координат сборки.
3. Добавьте в сборку вторую деталь — ручку. Измените наименования компонента в дереве конструирования, используя команду **Свойства компонента**  из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши (рис. 6.68).

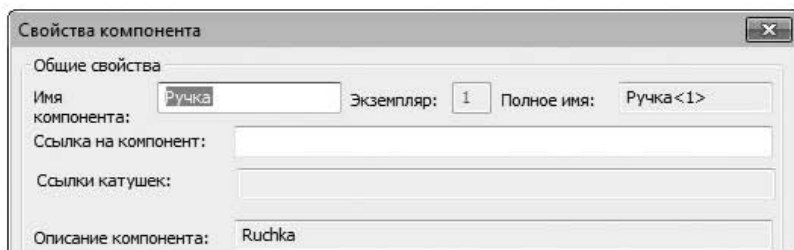



Рис. 6.68. Изменение наименования компонента в дереве конструирования

4. Выберите команду **Сборка** ▶ **Условия сопряжения**. Последовательно отметьте две пары граней на частях сопрягаемых деталей. После отработки данных сопряжений детали «слипнутся» (рис. 6.69). При этом останется возможность перемещать ручку вертикально.
5. На панели задач выберите вкладку **Библиотека проектирования** , пункты **Toolbox** ▶ **ГОСТ**.

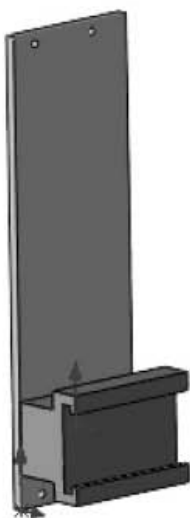


Рис. 6.69. Сопряженные передняя панель и ручка

Выберите раздел Специальные болты и винты ▶ Винты невыпадающие ▶ Винты... ГОСТ 10341–80. Перетащите мышью изображение винта на рабочую область. Не отпуская кнопки мыши, подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей), отпустите кнопку мыши. Задайте нужные параметры (диаметр **2,5 мм**, длина **6 мм**).

6. Вставьте еще три винта и выйдите из команды, нажав клавишу Esc. В результате винты займут положение, показанное на рис. 6.70.

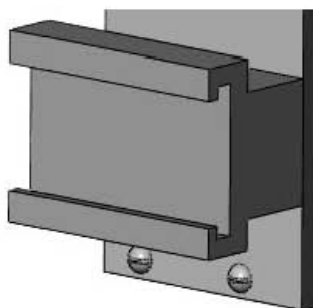




Рис. 6.70. Вставленные в ПП винты

7. Добавьте в сборку третью деталь — печатную плату. Используя команду Свойства компонента , вызываемую щелчком правой кнопкой мыши на компоненте в дереве конструирования, измените имя компонента. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Отметьте пару нижних торцевых

граней на передней панели и печатной плате и задайте расстояние **14,35 мм** (на рис. 6.71 эти грани обращены к вам и обозначены 1). Выполните отработку данного сопряжения. Отметьте пару боковых вертикальных граней на передней панели и печатной плате, обращенных друг к другу (на рис. 6.71 обозначены 2), и задайте расстояние **2,54 мм**. Выполните отработку данного сопряжения. Отметьте пару вертикальных граней: торцевую на передней панели и основную плоскость на печатной плате (на рис. 6.71 обозначены 3) – и задайте расстояние **3,35 мм** (при толщине заготовки печатной платы 2 мм). Выполните отработку данного сопряжения. Печатная плата расположится, как показано на рис. 6.71.

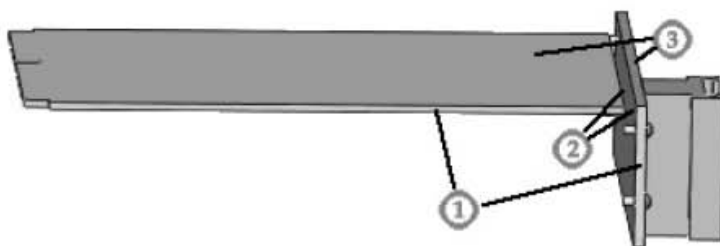


Рис. 6.71. Результат размещения печатной платы

8. Зафиксируйте положение печатной платы, для чего выделите компонент в дереве конструирования, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выберите команду **Зафиксированный** (рис. 6.72). Обозначение (Ф) слева от названия компонента в дереве модели означает, что он зафиксирован.

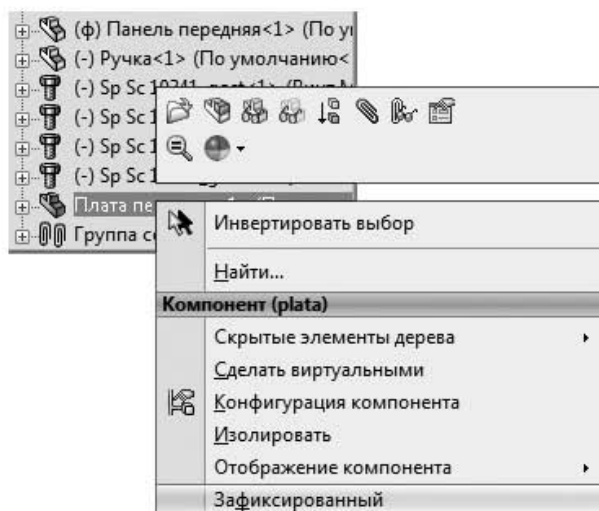



Рис. 6.72. Фиксирование печатной платы

9. Добавьте в сборку четвертую деталь — уголок. Измените наименование компонента в дереве конструирования. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Последовательно отметьте три пары граней на частях сопрягаемых компонентов и расположите уголок вверх печатной платы, как показано на рис. 6.73.

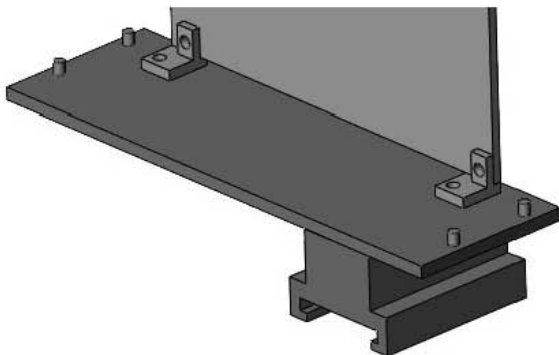






Рис. 6.73. Расположение в сборке уголков вверх и вниз печатной платы

10. Добавьте в сборку пятую деталь — уголок. При нажатой на компоненте уголок в дереве конструирования левой кнопке мыши перетащите курсор на рабочую область и отпустите кнопку мыши. Появится копия уголка. Повторите действия, описанные в п. 9, и расположите второй уголок вниз печатной платы, как показано на рис. 6.73.
11. Создайте отверстия в печатной плате, для чего войдите в режим редактирования платы на месте: Сборка ▶ Редактировать деталь . Создайте эскиз на плоскости платы. Спроецируйте отверстия в уголках на плату, выбрав Эскиз ▶ Преобразование объектов . Вырежьте их командой Элементы ▶ Вытянутый вырез .
12. Повторите действия, описанные в п. 5, и расположите винты М3,5×4 ГОСТ1491–80, соединяющие уголки с печатной платой сверху и снизу (рис. 6.74).
13. Повторите действия, описанные в п. 11, и создайте отверстия в передней панели под соединения с уголками.
14. Используя сопряжение На расстоянии, установите ручку на расстоянии **15 мм** от оси отверстия в передней панели под винт (рис. 6.75).
15. Выберите команду Сборка ▶ Элементы сборки ▶ Отверстие под крепеж , создайте два отверстия в ручке, а второе (глубиной **20 мм**) — в передней панели (рис. 6.76).
16. Выберите команду Сборка ▶ Автокрепёжи. Укажите отверстия, созданные на предыдущем шаге, настройте параметры: Винт М3×25 ГОСТ 17475–80.
17. Один винт ввинчивается в уголок, а второй надо закрепить шайбой и гайкой: Шайба 3 ГОСТ 6402–70, Гайка М3 ГОСТ 5915–70 (рис. 6.77).

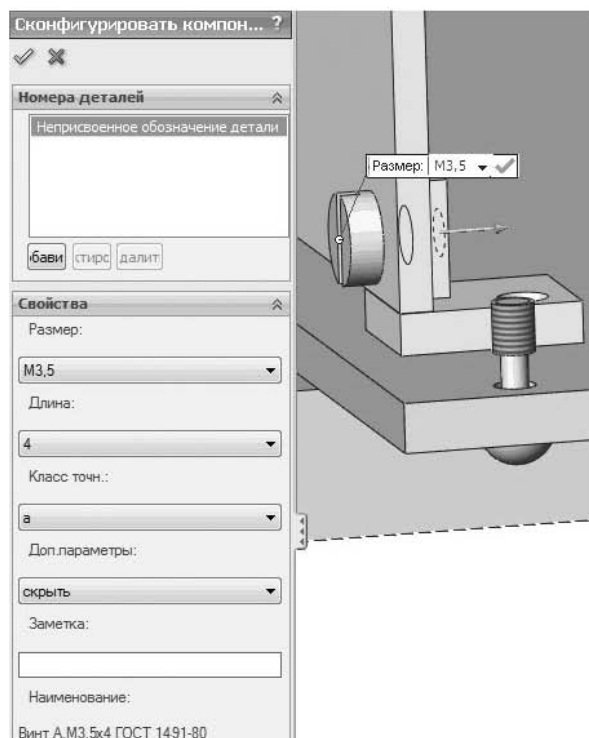


Рис. 6.74. Расположение винтов для соединения уголка с печатной платой

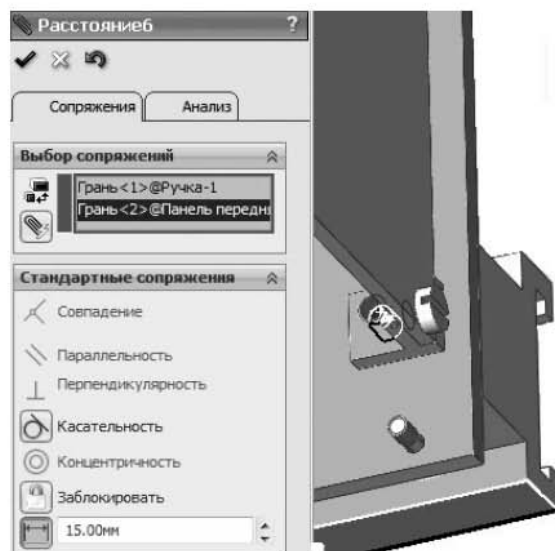


Рис. 6.75. Задание расположения ручки

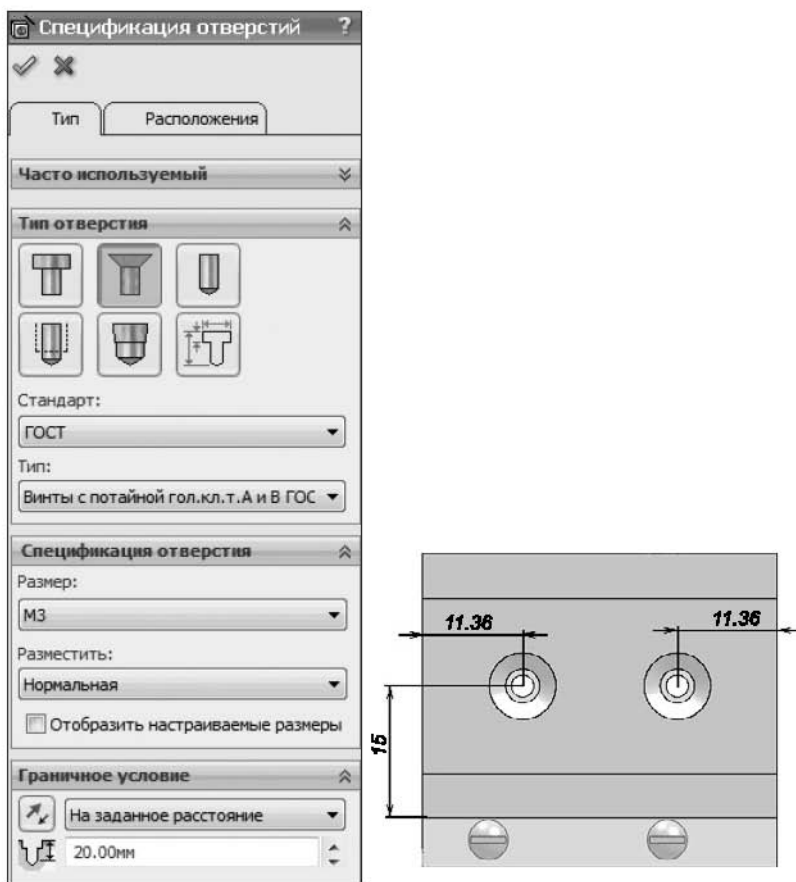


Рис. 6.76. Выбор типа, параметров и расположения отверстий

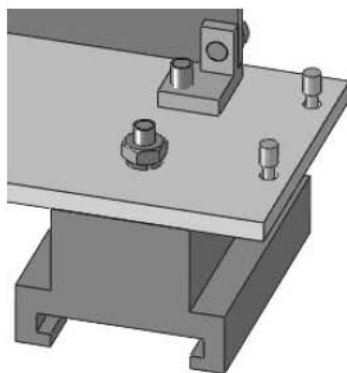


Рис. 6.77. Ручка и плата присоединены к передней панели

18. Добавьте в сборку следующий компонент — переключатель. Вначале установите переключатель, анализируя его положение на различных видах, без сопряжения с другими компонентами сборки (рис. 6.78, а, б).

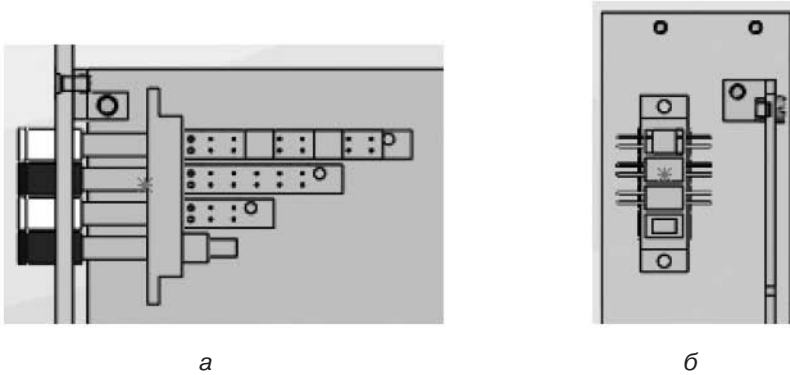



Рис. 6.78. Расположение переключателя на различных видах

19. Создайте эскиз на лицевой грани ПП для установочных отверстий переключателя (рис. 6.79, а). Вырежьте эти отверстия в ПП.
20. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Установите соосность крепежных отверстий переключателя и ПП, выберите тыльную вертикальную грань ПП и ближайшую к ней грань переключателя и задайте сопряжение На расстоянии 13 мм.
21. Откройте для редактирования эскиз (см. рис. 6.79, а), созданный ранее на лицевой грани ПП. Дополните эскиз разметкой для установки на ПП последующих компонентов (рис. 6.79, б). Закройте эскиз.

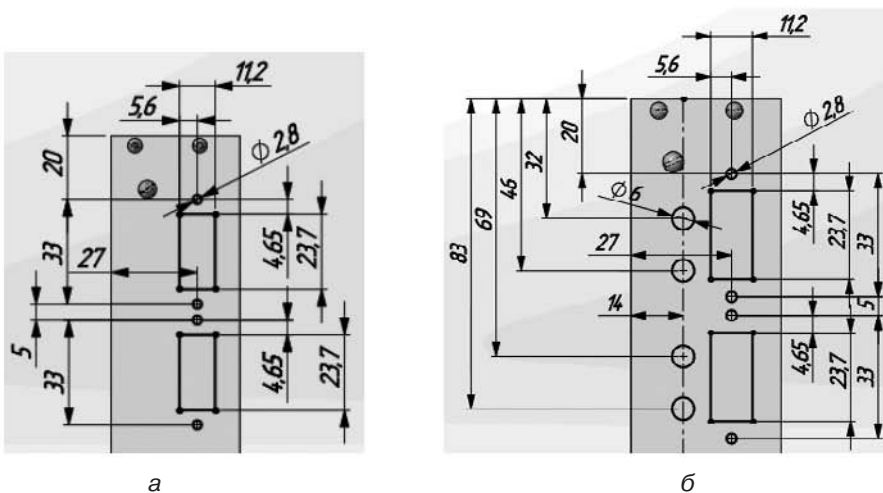




Рис. 6.79. Этапы подготовки к размещению в сборке новых компонентов

22. Добавьте в сборку второй переключатель. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Установите соосность крепежных отверстий переключателя и ПП, выберите тыльную вертикальную грань ПП и ближайшую к ней грань переключателя и задайте сопряжение На расстоянии **13 мм** (рис. 6.80, а).
23. Добавьте в сборку компонент гнездо контрольное. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий ПП и гнезда, назначьте сопряжение Соосность. Укажите лицевую грань ПП и — после разворота — сопрягаемую вертикальную грань гнезда, назначьте сопряжение Совпадение. После отработки заданных сопряжений получим результат, показанный на рис. 6.80, б.

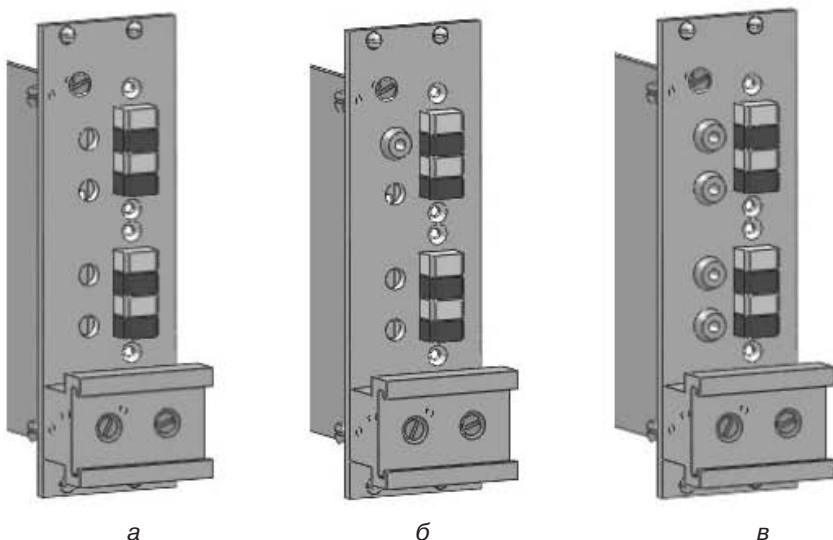



Рис. 6.80. Результаты добавления в сборку новых компонентов

24. Поочередно добавьте в сборку еще три гнезда. Выберите команду Сборка ▶ Условия сопряжения . Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий ПП и гнезда, назначьте сопряжение Соосность. Поочередно укажите лицевую грань ПП и — после разворота — сопрягаемую вертикальную грань гнезда, назначьте сопряжение Совпадение. После отработки заданных сопряжений получим результат, показанный на рис. 6.80, в.

6.9.3. Создание компонентов в контексте сборки

Создадим в контексте сборки деталь для установки переключателей на ПП. Для этого:

1. Разверните сборку и укажите обратную (не лицевую) грань ПП.
2. Выберите команду на ленте Сборка ▶ Вставить компоненты ▶ Создать, выберите Деталь.

3. Система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали. В дереве конструирования новый компонент выделяется синим цветом, что означает режим редактирования (создания) компонента.

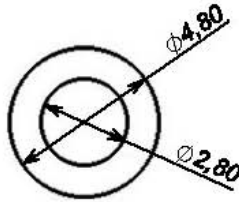
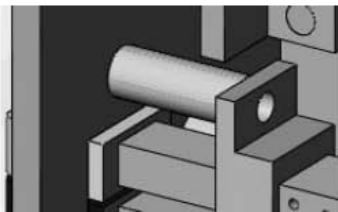
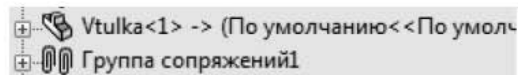


Рис. 6.81. Эскиз основания втулки

4. Выберите команду Эскиз ▶ Преобразование объектов . Укажите на переключателе установочное отверстие $\text{Ø}2,8 \text{ мм}$ (см. рис. 3.58, а). Постройте вторую окружность $\text{Ø}4,8 \text{ мм}$ (рис. 6.81). Выйдите из эскиза.
5. Выберите команду Элементы ▶ Вытянутая бобышка/основание . Выдавите на 13 мм . Отключите кнопку Редактировать компонент. В результате в контексте сборки будет создана новая деталь — втулка (рис. 6.82, а). В дереве конструирования появится новая запись (+) Деталь, переименуйте ее (рис. 6.82, б).



а



б

Рис. 6.82. Создание новой детали — втулки

6. На панели задач выберите вкладку Библиотека проектирования , пункты Toolbox ▶ ГОСТ.

Выберите раздел Болты и винты ▶ Винты ▶ Винты...ГОСТ 17475–80. Перетащите мышью изображение винта на рабочую область. Не отпуская кнопки мыши, подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев значки автоматического сопряжения (соосности и совпадения поверхностей), отпустите кнопку мыши. Если по каким-либо причинам автоматическое сопряжение не срабатывает или срабатывает не то, которое должно быть, назначьте сопряжение вручную. Задайте нужные параметры (диаметр $2,5 \text{ мм}$, длина 25 мм). Добавьте из библиотеки шайбу и гайку: Шайба 2,5 ГОСТ 6402–70, Гайка М2,5 ГОСТ 5915–70. Добавьте в сборку указанные в дереве модели и показанные на рис. 6.83 стандартные изделия. Винт установите через созданную втулку.






-  (-) SC GOST 17475_gost<4> (Винт А.М2,5х25 ГОСТ 17475-80)
-  (-) Washer 6402_gost<1> (Шайба 2,5Т 65Г 05 ГОСТ 6402-70)
-  (-) Hex Nut 5915_gost<1> (Гайка М2,5 ГОСТ 5915-70)




Рис. 6.83. Фрагмент соединения переключателя с передней панелью

6.9.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня

Часто при построении сборок требуется установить несколько одинаковых компонентов (деталей и/или подборок) так, чтобы они были упорядочены определенным образом (например, образовывали прямоугольную сетку с заданными параметрами). Для создания в сборке групп из несколько одинаковых компонентов можно воспользоваться различными вариантами команды **Массив компонентов, управляемый элементами**  (см. раздел 5.1.4).

Создайте отверстия с зенковкой под крепеж переключателя со втулками к ПП, используя команду **Отверстие под крепеж** . Установите параметры отверстия под М2,5. На вкладке **Расположение** укажите курсором центры предварительных отверстий, которые были смоделированы в п. 21 раздела 6.9.2.

Выберите команду **Массив компонентов, управляемый элементами** , выделите в дереве конструирования втулку, винт, шайбу и гайку, укажите одно из только что созданных отверстий (рис. 6.84) и завершите команду. В результате в указанные отверстия будут вставлены выделенные компоненты.

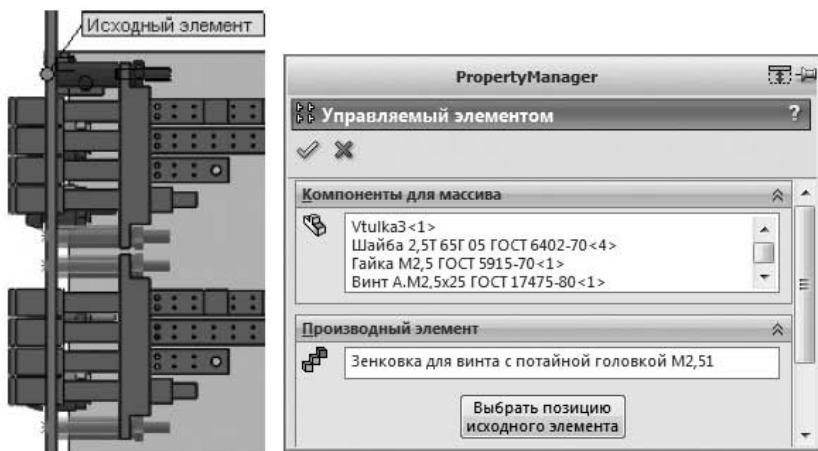


Рис. 6.84. Модель с фантомами элементов массива и панель свойств команды **Массив компонентов, управляемый элементом**

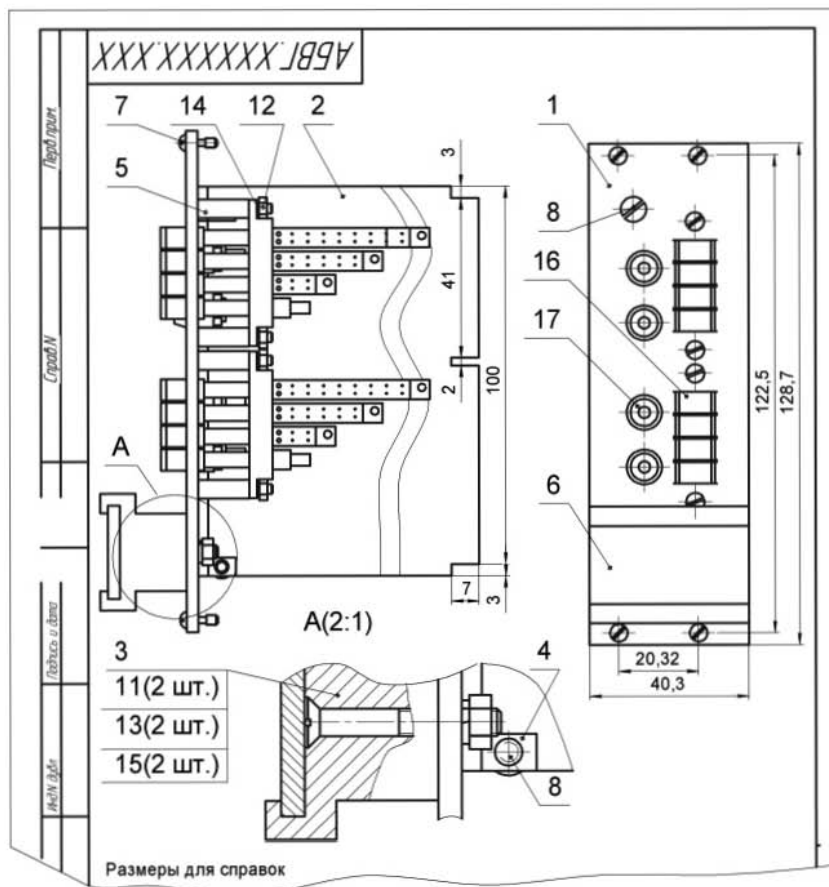


Рис. 6.85. Фрагмент сборочного чертежа

Autodesk Inventor

Глава 7 Общие сведения о системе Autodesk Inventor

Система Autodesk Inventor предназначена для создания твердотельных параметрических моделей деталей, сборок и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих и сборочных чертежей, содержащих все необходимые типы изображений.

7.1. Основные типы документов

С помощью Autodesk Inventor можно создавать документы шести типов: деталь, сборку, чертеж, презентацию, деталь из тонкостенного материала, сварную деталь.

Деталь — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала без применения сборочных операций. Детали хранятся в файлах с расширением *.ipt.

Сборка — модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. Сборки хранятся в файлах с расширением *.iam.

Чертеж — графический документ, содержащий графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда дополнительные объекты оформления (технические требования и т. д.). Чертеж Autodesk Inventor может содержать несколько листов заданного пользователем формата. Чертежи хранятся в файлах с расширением *.idw, *.dwg.

Схема — графический документ, содержащий разнесенные схемы сборки-разборки, анимационные ролики и другие стилизованные представления сборки. Любая статическая схема может быть представлена в виде чертежа. Схемы хранятся в файлах с расширением *.ipnt.

7.2. Основные элементы интерфейса

При создании (открытии) любого файла Inventor на экране монитора появляются шесть основных областей:

- *графическая область* — рабочая область построения объектов;
- *лента*;
- *браузер*;
- *панель навигации*;

- *отслеживающее меню;*
- *панель быстрого доступа.*

Лента содержит вкладки и соответствующие им инструменты. По умолчанию располагается в верхней части окна (рис. 7.1).

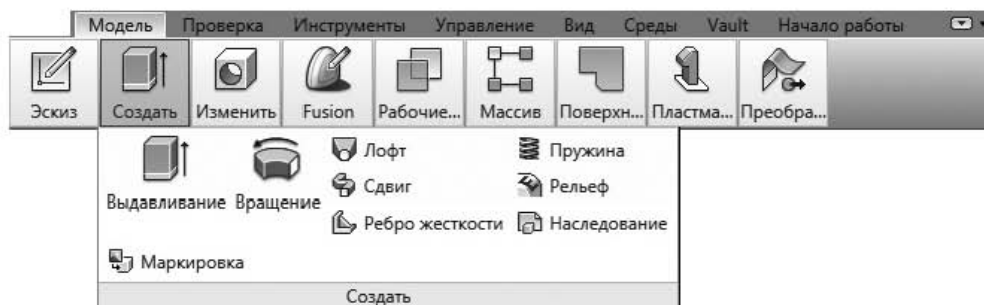


Рис. 7.1. Лента в режиме создания модели, команды Модель ▶ Создать

7.3. Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню, а начиная с 2012 версии, после щелчка правой кнопкой мыши появляется отслеживающее меню. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем собраны наиболее типичные для текущего момента работы команды. Например, в режиме построения или редактирования эскиза при щелчке правой кнопкой мыши на экране появится меню, показанное на рис. 7.2. В режиме создания или редактирования детали появится меню, приведенное на рис. 7.3. Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро выполнить нужное действие не только с помощью команд ленты, но и через отслеживающие меню.

Состав команд отслеживающего меню можно настроить, используя диалоговое окно команды ленты Инструменты ▶ Настройки ▶ Адаптация (рис. 7.4).

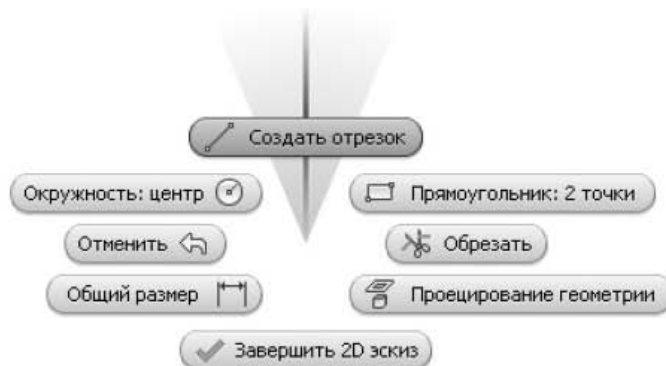


Рис. 7.2. Отслеживающее меню в режиме построения эскиза

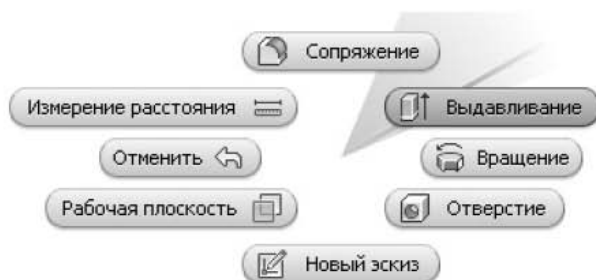


Рис. 7.3. Отслеживающее меню в режиме создания детали

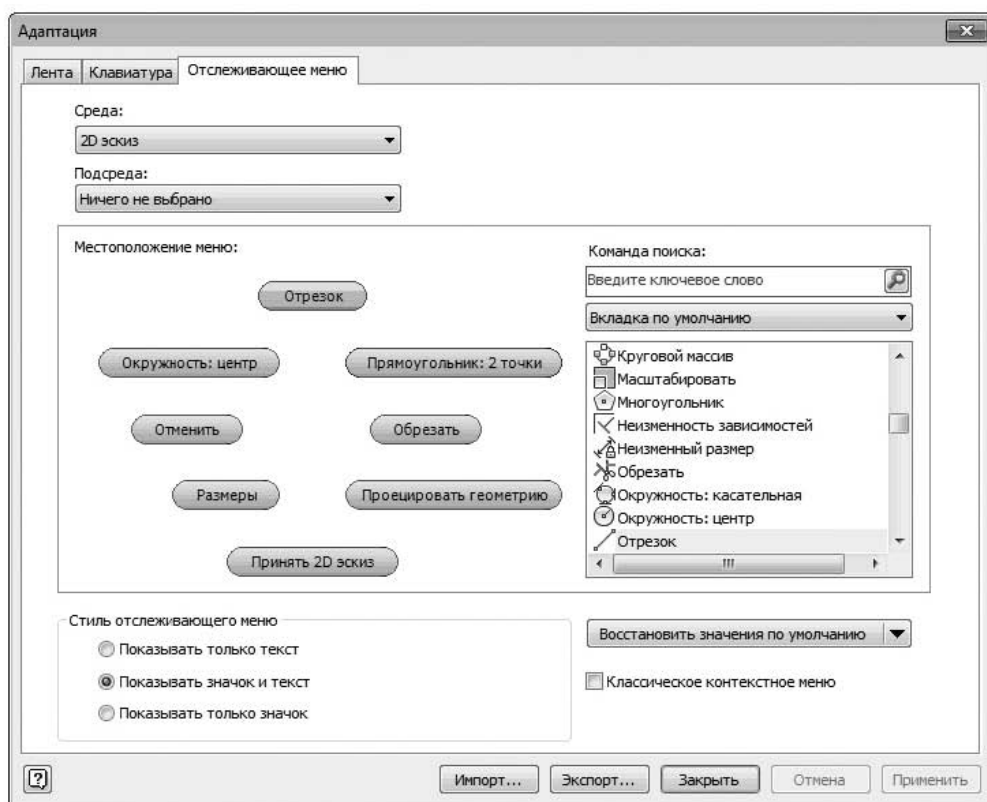


Рис. 7.4. Диалоговое окно команды Адаптация

7.4. Управление отображением модели


Панель навигации по умолчанию располагается в верхней правой части графической области. Содержит команды определения ориентации модели (видовой

куб); штурвалы, позволяющие оперативно переключаться между инструментами навигации; инструменты навигации, такие как панорамирование, зуммирование, орбита, вид грани (рис. 7.5). Состав панели также можно настроить, нажав на кнопку **Адаптация** в правом нижнем углу панели.




Рис. 7.5. Панель навигации

При создании модели может возникнуть необходимость видеть ее с разных сторон. Для этого в Autodesk Inventor предусмотрена возможность вращения модели.

Чтобы повернуть модель, нажмите на кнопку **Орбита**  — появится орбитальное кольцо. При наведении курсора внутрь кольца и нажатии левой кнопки мыши можно произвести свободное вращение модели.

Для изменения ориентации модели в Autodesk Inventor можно воспользоваться **Видовым кубом**.



Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась вспомогательная плоскость или плоская грань модели. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и нажмите на кнопку **Вид грани** . Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.


ПРИМЕЧАНИЕ

Для изменения масштаба отображения объекта удобно пользоваться вращением колеса мыши. Для увеличения размера объекта до размера экрана нажмите на клавиатуре клавишу Home.

Чтобы передвинуть изображение модели в окне, переместите мышь при нажатом колесе мыши.

Для поворота модели используйте клавишу F4.

Для установки режима Вид грани используйте клавишу Page Up.

При работе в Autodesk Inventor доступно несколько режимов отображения модели: реалистичный, тонированный, тонированный с ребрами, тонированный со скрытыми ребрами, каркасный, каркасный со скрытыми ребрами, каркасный с видимыми ребрами, монохромный, акварель, рисунок. Чтобы выбрать режим отображения, воспользуйтесь командой ленты Вид ► Представление модели ► Стиль отображения . Можно добавить кнопку Стиль отображения на стандартную панель навигации (рис. 7.6).

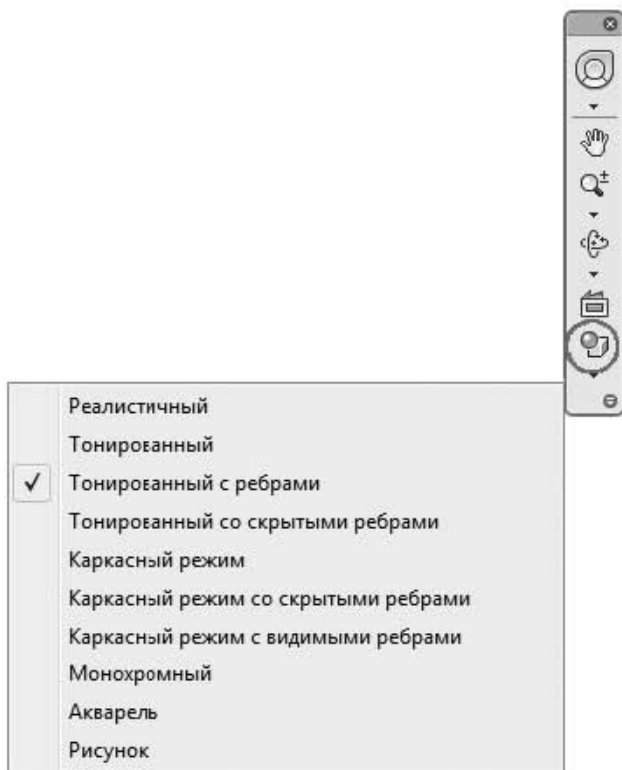




Рис. 7.6. Панели навигации с добавленной командой Стиль отображения

Рассмотрим режимы отображения:

- **Реалистичный** — реалистичные цвета отображения из библиотеки материалов Autodesk, отображение ребер отключено.
- **Тонированный** — отображаются цвета стандартного представления, отображение ребер отключено.
- **Тонированный с ребрами** — отображаются цвета стандартного представления, видимые ребра отображаются сплошными линиями.
- **Тонированный со скрытыми ребрами** — отображаются цвета стандартного представления, видимые ребра отображаются сплошными линиями, невидимые — пунктирными.

- Каркасный режим — отключена видимость граней, ребра отображаются одним цветом.
- Каркасный режим со скрытыми ребрами — отключена видимость граней, видимые ребра отображаются сплошными линиями, невидимые — пунктирными.
- Каркасный режим с видимыми ребрами — отключена видимость граней, видимые ребра отображаются сплошными линиями.
- Монохромный — для компонентов используются монохромные цвета, отображение ребер отключено.
- Акварель — применяется эффект нефотореалистичных цветов, отображение ребер отключено. Полотно или фон имеют вид материала, обладающего выработанной текстурой.
- Рисунок — компоненты отображаются белым цветом, ребра отображаются одним цветом. Отображается текстура выдавливания с назначенными цветами.

Ортогональная проекция. В данном режиме деталь отображается таким образом, что все ее точки проецируются на экран вдоль параллельных линий .

Перспективная проекция. Посредством данного режима возможно получить еще более реалистичное изображение детали в соответствии с особенностями зрительного восприятия человека. Точка схода перспективы расположена посередине окна детали. Все перечисленные режимы отображения (каркасное, полутонное, без невидимых линий и с тонкими невидимыми линиями) можно сочетать с перспективной проекцией. Для получения отображения модели с учетом перспективы нажмите на кнопку *Перспективная проекция* .

Какой бы тип отображения не был выбран, он не влияет на свойства модели. Например, при выборе каркасного отображения модель остается сплошной и твердотельной, а не превращается в набор ребер; просто ее поверхность и материал не показываются на экране.

7.5. Браузер

При работе с любым документом в Autodesk Inventor на экране кроме рабочей области показывается окно — браузер (рис. 7.7).

Браузер — окно, в котором отображается иерархическая структура деталей, узлов и видов чертежа и т. п. Браузер всегда отображает информацию для активного файла.

В браузере детали обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции и указатель окончания построения модели, в режиме сборки отображаются детали и узлы, в режиме чертежа — листы, виды и другие данные.

Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на ветви браузера, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в браузере отображается знак «+». После щелчка мышью на этом знаке в браузере разворачивается

список участвующих в операции эскизов. Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на верхнем уровне браузера.

Каждый элемент автоматически возникает в браузере сразу после того, как он создан. Название элемента также присваивается автоматически в зависимости от способа, которым они получены, например: «Выдавливание», «Вращение», «Сопряжение» и т. д.

В детали может существовать множество однотипных элементов. Чтобы различать их, к названию элемента автоматически прибавляется порядковый номер элемента данного типа, например: «Сопряжение 1», «Сопряжение 2».

Любой элемент в браузере можно переименовать. Для этого необходимо дважды (с паузой) щелкнуть мышью на его названии или выбрать из контекстного меню (вызывается щелчком правой кнопки мыши на названии элемента) команду **Свойства**. Новое название элемента будет сохранено в браузере.

Слева от названия каждого объекта в браузере отображается значок, соответствующий способу, которым этот элемент получен. Значок, в отличие от названия объекта, изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании элементов в браузере остается наглядная информация о способе и порядке их создания.

Браузер и графическая область динамически связаны. Можно выбирать элементы, эскизы, чертежные виды и вспомогательную геометрию в любой из областей окна.

Можно отключить показ браузера. Для этого в меню **Вид** ▶ **Панели инструментов** снимите флажок у пункта **Браузер**.

Дерево конструирования отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна редактируемого документа. Можно изменить размер окна дерева, перетаскивая мышью его границы.

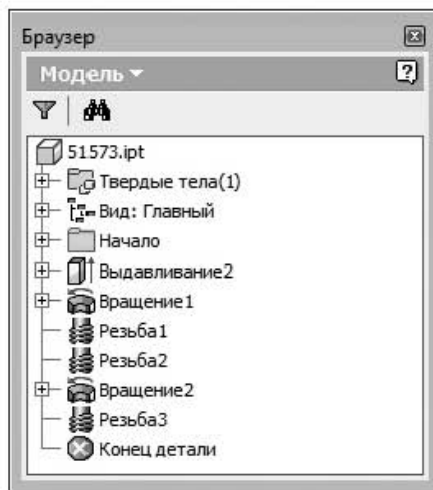


Рис. 7.7. Окно браузера

7.6. Панель быстрого доступа

На панели быстрого доступа (рис. 7.8) отображаются часто используемые команды.

На панель быстрого доступа можно добавить любые инструменты. Те из них, которые выходят за пределы максимальной ширины панели, отображаются в раскрывающихся меню (например, команда **Цвет** на рис. 7.8).

Для того чтобы добавить на панель быстрого доступа команду ленты, щелкните на требуемой команде правой кнопкой мыши и выберите **Добавить на панель быстрого доступа**. Некоторые команды можно добавить из списка, появляющегося при нажатии на кнопке **Адаптация** (черный треугольник справа на панели). Команды добавляются на панель быстрого доступа справа от команд по умолчанию.



Рис. 7.8. Панель быстрого доступа

Глава 8

Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок

Сборка в Inventor — это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов. Выделяют следующие способы проектирования сборок:


- «снизу вверх»;
- «сверху вниз»;
- смешанный.

Проектирование сборки «снизу вверх» представляет собой последовательное добавление в нее готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Последовательность сборки модели аналогична порядку реальной сборки. Такой способ проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей их «сборки» требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.


Проектирование сборки «сверху вниз» характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Удобно для этого использовать компоновочный эскиз. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием «снизу вверх», так как при изменении компоновочного эскиза автоматически изменяются размеры компонентов сборки. Такой порядок проектирования позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных параметризованных компонентов сборки.




Однако на практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

8.1. Приемы создания модели сборки

Для того чтобы создать новый файл трехмерной модели сборки, необходимо вызвать из главного меню команду Создать ► Сборка или нажать на кнопку Создать  ► Сборка на панели быстрого доступа. На экране откроется окно нового документа — сборки.

8.1.1. Добавление компонента из файла

Добавление компонента осуществляется в результате выбора команды ленты Сборка ► Компонент ► Вставить  или нажатия соответствующей кнопки на отслеживающем меню.

После вызова данной команды откроется окно Вставить компонент (рис. 8.1). Выберите в нем нужный файл компонента и нажмите на кнопку Открыть. Первый элемент вставляется с совмещением локальной системы координат компонента с глобальной системой координат сборки и фиксируется, на что указывает в браузере значок . Для вставки нескольких одинаковых компонентов укажите щелчком мыши в графической области точку вставки следующего компонента. В дереве конструирования появится значок, соответствующий типу компонента (деталь  или сборка .

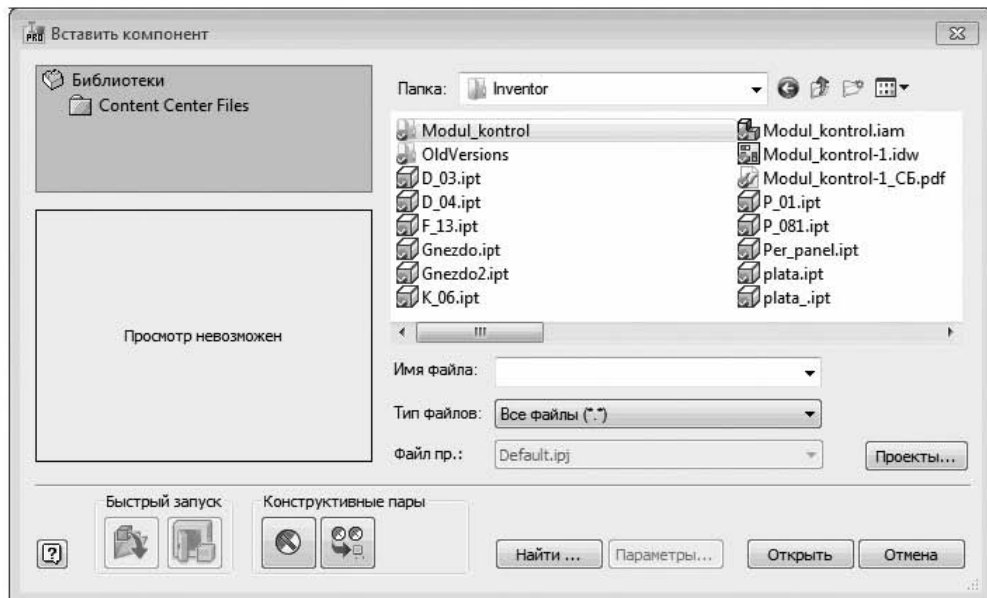



Рис. 8.1. Окно Вставить компонент

Можно зафиксировать компонент, выбрав команду Фиксированный, или отменить фиксацию, сняв флажок напротив команды Фиксированный в контекстном меню, вызываемом щелчком правой кнопки мыши на имени компонента в браузере.



8.1.2. Создание компонента на месте

При формировании сборки можно не только добавлять в нее готовые компоненты с диска, но и создавать их, не выходя из текущего файла сборки, то есть строить детали и под сборки в контексте сборки. При этом в окне видны все остальные компоненты сборки. Они недоступны для редактирования, но их элементы (границы, ребра, вершины, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов. Команды создания компонентов в контексте сборки расположены в меню **Сборка** ▶ **Компонент** ▶ **Создать** .

После выбора команды вставки новой детали появляется диалоговое окно (рис. 8.2), в котором можно задать имя и расположение файла компонента. После закрытия окна указываем плоскость эскиза — программа входит в режим создания эскиза компонента. Далее действуем, как при создании детали: создаем эскиз и применяем к нему формообразующую операцию.


8.1.3. Задание взаимного положения элементов в сборке

После вставки компонента в сборку можно задать его приблизительное положение и ориентацию в ней.

В системе предусмотрена возможность перемещения компонентов сборки и поворот компонента в любом направлении. Для вызова этих команд выберите на вкладке ленты **Сборка** ▶ **Позиция** ▶ **Перенос**  (**Поворот** .

Следует иметь в виду, что если компонент зафиксирован, то его невозможно переместить или повернуть в системе координат сборки. Перемещению компонента в одном или нескольких направлениях могут препятствовать наложенные на этот компонент зависимости, о которых будет сказано в дальнейшем.

После того как в сборку будут вставлены (в ней созданы) все компоненты, можно приступить к заданию их точного положения в сборке за счет формирования зависимостей между компонентами. Зависимости создают геометрические взаимосвязи между компонентами сборки. При добавлении зависимостей следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Можно перемещать компонент в пределах его степеней свободы, наблюдая за поведением сборки.

В зависимостях могут участвовать грани, ребра, вершины, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы разных компонентов (оси, плоскости). Команда наложения зависимостей расположена на вкладке ленты **Сборка** ▶ **Позиция** ▶ **Зависимость** . При выборе этой команды станут доступны следующие зависимости:

- **Совмещения** — размещает компоненты с параллельным расположением выбранных граней. Зависимость смещения размещает компоненты с расположением выбранных граней противоположно друг другу. Зависимость расположения заподлицо размещает грани в одном направлении. Грани могут быть смещены относительно друг друга;

- Угол — служит для позиционирования ребер или плоских граней двух компонентов под заданным углом;
- Касательность — служит для позиционирования плоскостей, сплайнов, а также цилиндрических, сферических и конических поверхностей по касательной друг к другу. Касание может быть как с внутренней, так и с внешней стороны кривой;
- Вставка — служит для позиционирования плоских граней цилиндрических конструктивных элементов перпендикулярно оси цилиндра.

Кроме вкладки Сборка есть еще Динамические зависимости и Управляющие зависимости и вкладки команды Набор ограничений, позволяющей связать две пользовательские системы координат вместе, но в данной книге мы их рассматривать не будем.


Существует также функция Авторазмещение, которая позволяет оптимизировать и ускорить процесс проектирования. При использовании авторазмещения автоматически проверяется геометрия, что позволяет определить размеры и место вставки на основе параметров компонентов. Выделяется геометрическая совместимость компонента в выбранном семействе, а также выполняется предварительный просмотр рекомендуемого размера и места вставки. Если перемещать курсор на различные поддерживаемые элементы геометрии, авторазмещение динамически обновляет предварительный просмотр до тех пор, пока элемент не будет выбран. После выбора элемента используйте доступные команды, чтобы изменить или принять размер.

Например, можно вставить болт, винт, перетащить гайку на болт в сборке. Функция авторазмещения находит болт, соответствующий указанному отверстию, либо гайку, соответствующую стержню болта, вставляет ее и позиционирует в контексте сборки. При этом не требуется выполнять поиск соответствующей детали и размера.

С помощью авторазмещения можно вставлять следующие компоненты:

- болты — за исключением болтов, включенных в категорию «Прочее»;
- гайки;
- шайбы (за исключением шайб — шаровых элементов);
- штифты с отверстием под шплинт;
- подшипники;
- стопорные кольца.

8.1.4. Создание массивов компонентов

Одинаковые компоненты (детали или под сборки) могут быть определенным образом упорядочены. Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться командами ленты Сборка ► Компонент ► Массив . После вызова команды появится диалоговое окно, которое позволяет задать параметры операции. Изменения значений параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде изменений фантома создаваемого в сборке

массива компонентов. После задания всех параметров нажмите на кнопку ОК для построения массива. Созданный массив компонентов появляется в окне сборки, а соответствующий типу построенного массива значок — в браузере. Каждый элемент массива является копией исходного компонента.

Вкладка **Массив прямоугольный** позволяет создать линейный массив компонентов в сборке в одном или двух направлениях (рис. 8.2).

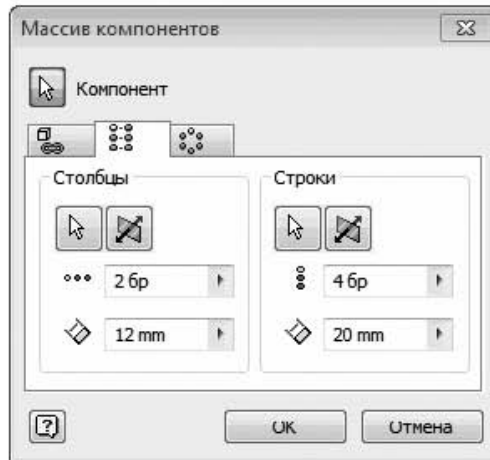


Рис. 8.2. Диалоговое окно построения Прямоугольного массива

Для создания прямоугольного массива:

1. Выберите команду ленты **Сборка** ▶ **Компонент** ▶ **Массив**.
2. Выберите компонент.
3. В разделе **Столбцы**:
 - Выберите линейную кромку для параметра **Направление столбца**.
 - Нажмите на кнопку **Сменить направление**, если необходимо.
 - Введите нужное значение для параметра **Количество столбцов**. Это общее количество экземпляров, включая исходные компоненты.
 - Введите нужное значение для параметра **Интервал между столбцами**. Это расстояние между центрами экземпляров.
4. Повторите те же действия для параметра **Направление ряда** в разделе **Строки**.
5. Чтобы подавить элемент массива, щелкните мышью, чтобы развернуть массив компонентов сборки в браузере (подавить можно только развернутый элемент).
6. В браузере выберите один или несколько элементов массива, которые требуется подавить.
7. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду **Подавить**.
8. Нажмите на кнопку **ОК**.

9. Вкладка **Круговой массив** позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их по окружности (рис. 8.3).

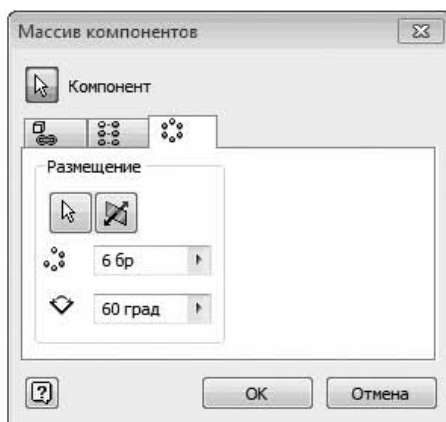


Рис. 8.3. Диалоговое окно построения кругового массива

Для создания кругового массива компонентов:

1. Выберите команду ленты **Сборка** ▶ **Компонент** ▶ **Массив**.
2. Выберите компонент.
3. В разделе **Размещение** для параметра **Направление оси** выберите один из следующих элементов:
 - круговая кромка или линия эскиза;
 - линейная кромка или линия эскиза;
 - цилиндрическая грань или поверхность;
 - повернутая грань или поверхность.Будет выполнен поворот массива вокруг этой оси.
 - Нажмите на кнопку **Сменить направление**, если необходимо.
 - Введите нужное значение для параметра **Количество**. Это общее количество экземпляров, включая исходные компоненты.
 - Введите нужное значение для параметра **Угол**. Это величина угла между центрами экземпляров.
4. Нажмите на кнопку **ОК**.

Вкладка **Ассоциативность** позволяет создать массив компонентов текущей сборки, расположив их так же, как расположены объекты другого, уже существующего массива (образца) (рис. 8.4). Данную команду удобно использовать, например, для вставки крепежных изделий в отверстия, размноженные с помощью массива. Образцом для массива компонентов сборки может являться любой массив элементов детали, принадлежащей этой сборке. Созданный массив компонентов будет иметь те же параметры, что и массив-образец. Если в массиве-образце имелись подавленные экземпляры, то и новый массив не будет содержать экземпляры с этими номерами.

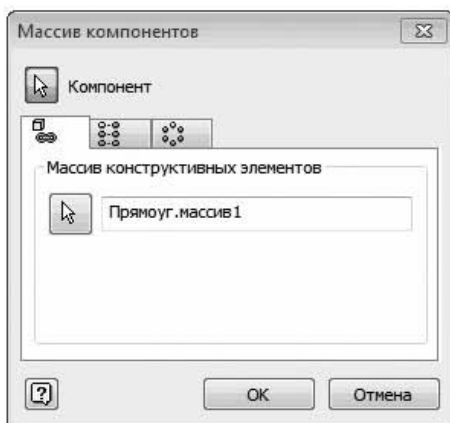


Рис. 8.4. Диалоговое окно построения ассоциативного массива




Для построения ассоциативного массива:





1. Выберите команду ленты Сборка ► Компонент ► Массив.
2. Выберите компонент.
3. В разделе Массив конструктивных элементов укажите либо массив ассоциированных элементов в браузере, либо существующий экземпляр массива в графической области.
4. Нажмите на кнопку ОК.

8.1.5. Формообразующие операции в сборке

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе. Например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки, или отсечь часть сборки плоскостью. Все формообразующие операции, доступные в сборке, приводят к удалению материала компонентов.

Кнопки для вызова команд формообразующих операций расположены на панели ленты Модель ► Изменить сборку:

-  — **Выдавливание.** Создает элемент или тело, добавляя глубину для замкнутого или разомкнутого контура или области.
-  — **Вращение.** Создает элемент или новое твердое тело путем вращения одного или нескольких эскизных контуров вокруг оси. Вращаемый контур и ось должны быть компланарными.
-  — **Отверстие.** Создает цекованные и зенкованные отверстия, отверстия с местом под уплотнение и высверленные отверстия с нестандартной резьбой. При этом типы дна отверстия отвечают различным конструктивным требованиям. Можно задать простое, резьбовое, конусное резьбовое или крепежное отверстие и добавить типы резьбы из таблицы данных резьбы.


-  — **Сопряжение**. Создает конструктивные элементы, сглаживающие или закрывающие внутренние или внешние углы и элементы детали.
-  — **Фаска**. Создает фаску, представляющую собой скос, размещенный на ребре.
-  — **Сдвиг**. Создает элементы или тела сдвига посредством перемещения или сдвига одного или нескольких эскизных контуров по заданной траектории. Несколько используемых профилей должны существовать на одном эскизе. Траектория может быть разомкнутой или замкнутой, но она должна пересекать плоскость контура.
-  — **Смещение граней**. Создает смещение одной или нескольких граней элемента или базового твердого тела.

Порядок выполнения этих операций такой же, как при моделировании детали.

Эскизы элементов, которые будут вырезаны из сборки, должны быть построены в этой сборке.


8.2. Добавление в сборку стандартных изделий и одинаковых компонентов

Для ускорения разработки 3D-моделей сборок, содержащих типовые и стандартизованные детали (элементы крепежа, подшипники, пружины и т. д.), удобно применять готовые параметрические библиотеки. Библиотека системы Autodesk Inventor — это приложение, созданное для расширения возможностей данной системы и поставляемое вместе с системой.

Для вызова библиотеки выберите команду ленты Сборка ► Компоненты ► Вставить из Библиотеки компонентов . Окно библиотеки представлено на рис. 8.5.

Некоторые компоненты библиотеки адаптируются к размеру геометрии элементов компонентов сборки при их размещении.

Для вставки в сборку, например, болта выберите в разделе Вид категории библиотеки компонентов Крепежные изделия ► Болты Винты ► С шестигранной головкой ► Болт ГОСТ 7798–70 (рис. 8.6).

1. Выберите нужный компонент, нажмите ОК. Переместите курсор на графическую область, рядом с курсором появится фантом компонента и знак вопроса с контекстно-зависимым значком. Подведите курсор к отверстию, болт изменит размер в соответствии с размером отверстия, если размер компонента соответствует целевой геометрии, знак вопроса превратится в зеленый флажок.
2. Щелкните на целевом ребре, откроется окно с параметрами компонента (рис. 8.7, а). Отобразится панель инструментов авторазмещения с включенным по умолчанию переключателем  Следование за образцом (рис. 8.7, б).

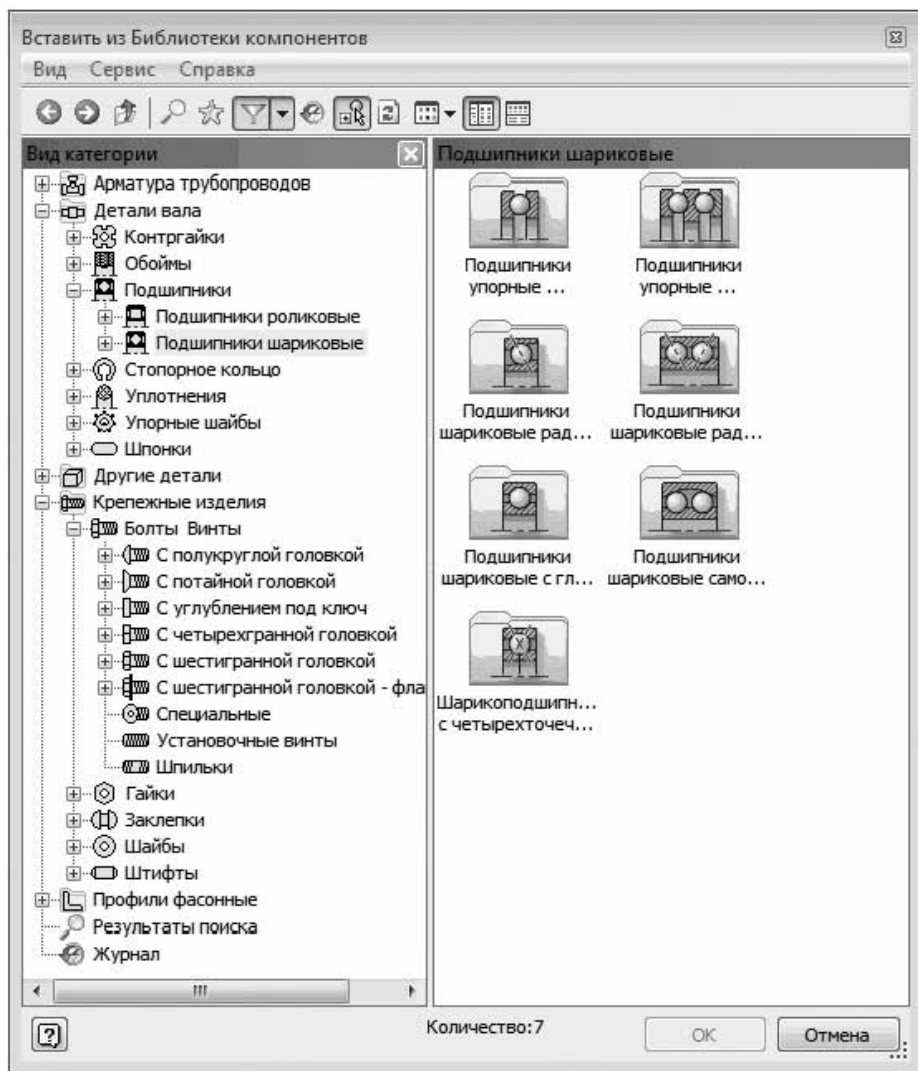



Рис. 8.5. Окно библиотеки компонентов

3. Чтобы указать длину болта, перетащите стрелку длины (рис. 8.7, б) или дважды щелкните на стрелке и выберите длину из списка. Доступны только стандартные параметры длины библиотеки компонентов.
4. Щелкните на кнопке Применить , чтобы вставить компонент вместо образца.

После вставки первого стандартного элемента программа предлагает вставить следующий компонент с выбранными параметрами.

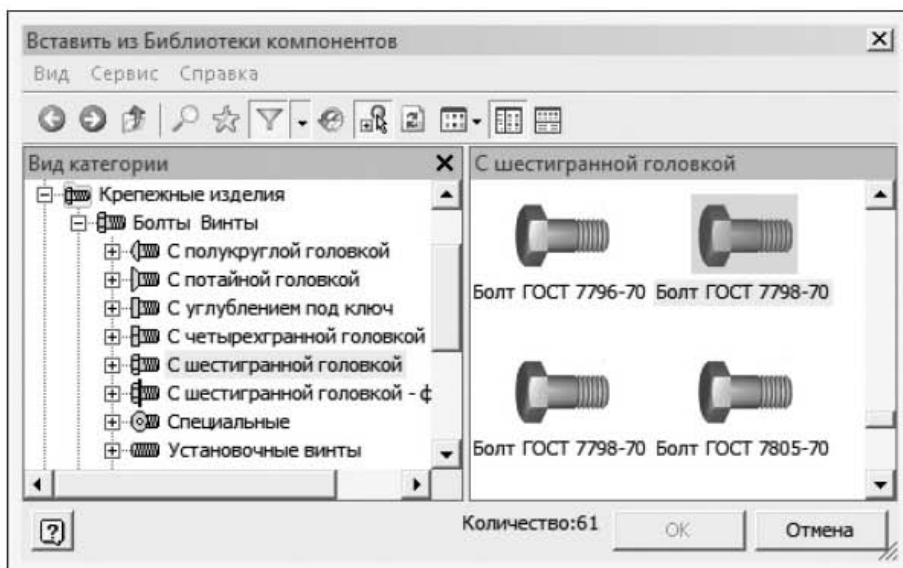


Рис. 8.6. Выбор из Библиотеки компонентов

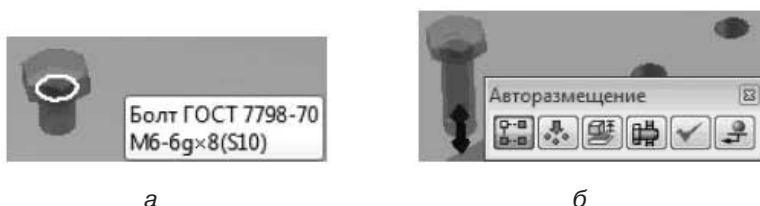


Рис. 8.7. Вставка компонента из библиотеки компонентов

При добавлении в сборку стандартного изделия в дереве конструирования появляется соответствующий ему значок .

8.3. Разнесение компонентов сборки

Иногда требуется представить сборку в разобранном виде так, чтобы были видны все ее компоненты.

Для разнесения создайте файл Схема . Выберите команду Представление ▶ Создать ▶ Создать вид . Укажите в диалоговом окне файл сборки и нажмите ОК.

Выберите команду Представление ▶ Создать ▶ Сдвинуть компоненты .

Откроется диалоговое окно Сдвиг компонента (рис. 8.8). Для создания сдвига необходимо определить направление, выбрать компоненты, которые требуется переместить, и указать расстояние. При первом открытии диалогового окна Сдвиг компонента кнопка Направление активирована.

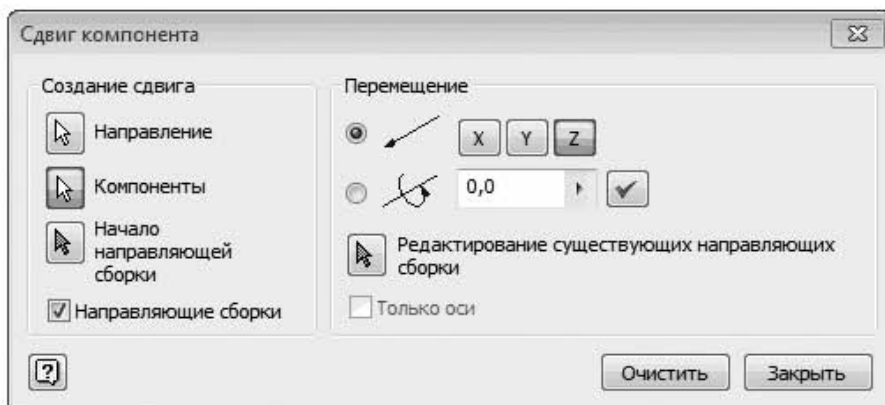


Рис. 8.8. Диалоговое окно Сдвиг компонента

Более подробно создание разнесенной сборки рассматривается в главе 9.

8.4. Настройка параметров и расчет характеристик моделей

Внешний вид и свойства модели определяются ее цветом и материалом, из которого она выполнена. По умолчанию цвет компонентов сборки соответствует цвету материала. Для изменения цвета:

1. Выберите требуемый компонент в браузере или графической области.
2. На панели быстрого доступа щелкните на стрелке возле поля **Переопределение цвета**.
3. Выберите из списка требуемый цвет.

При создании моделей сборочных единиц целесообразно предварительно задавать разные цвета деталям, входящим в сборку.

Для выбора материала, из которого изготавливается компонент, в браузере выберите из контекстного меню, открывшегося в результате щелчка правой кнопкой мыши, команду **Свойства Inventor**. Появится диалоговое окно.

На вкладке **Физические** в области **Материал** (рис. 8.9) задайте материал компонента.

В нижней части этого диалогового окна можно видеть рассчитанные основные масс-инерционные характеристики модели.

8.5. Создание ассоциативных видов

Многие трехмерные модели изделий создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей изделий.

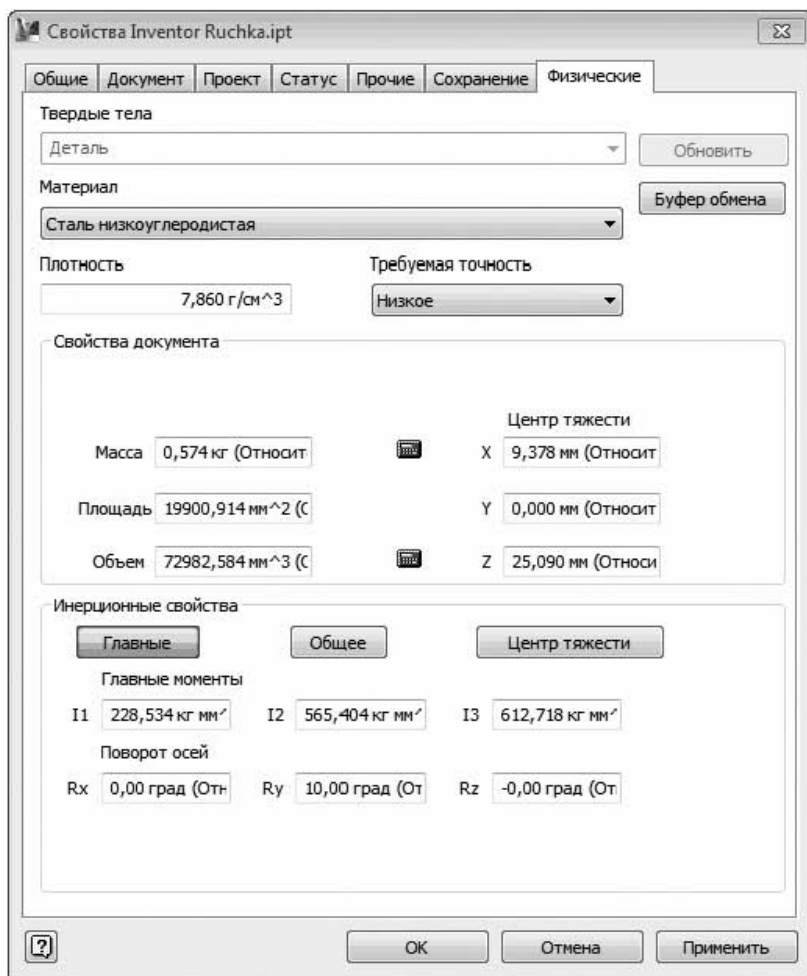


Рис. 8.9. Назначение материала компоненту

В системе Autodesk Inventor имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных изделий. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом из ассоциативных видов.

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нем создаются выбранные пользователем ассоциативные виды и разрезы (сечения) изделия. Виды автоматически снабжаются проекционной связью. При необходимости связь можно отключить — это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже.

Глава 9

Создание моделей и документации сборочных единиц

В этой главе описаны этапы создания моделей, ассоциативных чертежей и спецификаций для двух сборочных единиц:

- крана;
- кабеля.

Для третьей сборочной единицы, модуля первого уровня, рассмотрены приемы, ускоряющие процесс автоматизированного конструирования.

9.1. Моделирование крана

На рис. 9.1 упрощенно показаны главные и аксонометрические изображения деталей, входящих в состав крана.

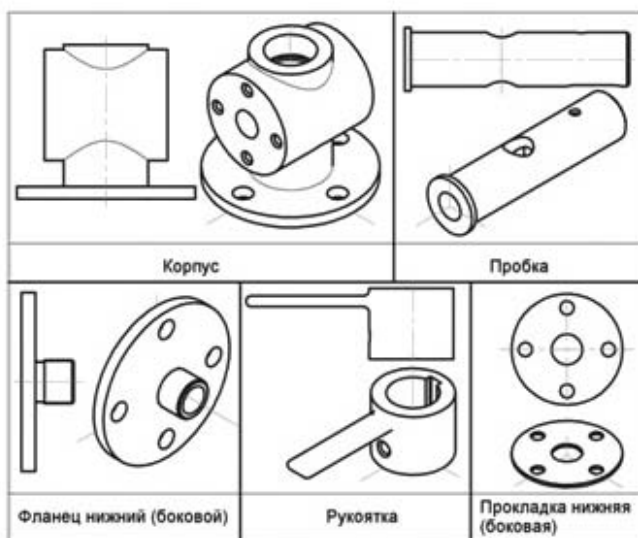






Рис. 9.1. Упрощенные главные и аксонометрические изображения деталей сборки крана

9.2. Соединение болтовое

Для создания модели болтового соединения используются модели деталей — корпуса, прокладки нижней, фланца нижнего, — показанные в упрощенном виде на рис. 9.1.

9.2.1. Этапы построения сборки

1. Выполните команду Создать ► Сборка.
2. Выберите команду Вставить . В диалоговом окне выберите файл модели корпуса (korpus.ipt) и нажмите на кнопку Открыть. На экране появится фантом модели корпуса.
3. Укажите точку вставки корпуса.
4. Обратите внимание на то, что в браузере рядом с названием вставленного корпуса появился значок , означающий фиксацию корпуса. Фиксацию можно выключить, щелкнув правой кнопкой мыши на имени элемента в браузере и сняв в контекстном меню флажок с пункта Фиксированный.
5. Добавьте в сборку вторую деталь — прокладку нижнюю (prokl_n.ipt), используя команду ленты Вставить . Вставьте ее в произвольное место в стороне от корпуса.
6. На ленте Сборка в разделе Позиция выберите команду Зависимость  (рис. 9.2).

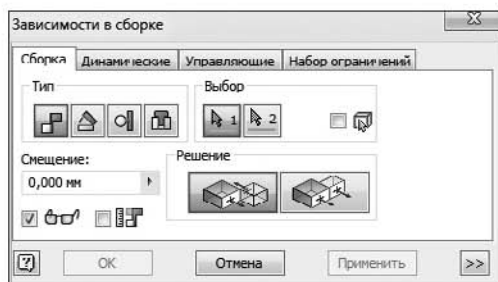


Рис. 9.2. Панель выбора и назначения сопряжений

По умолчанию будет активно Совмещение. Отметьте последовательно две цилиндрические формообразующие поверхности на частях корпуса и прокладки. После отработки данного сопряжения обе детали будут расположены на одной оси.

7. Выберите команду Совмещение плоскостей корпуса и прокладки. На моделях деталей отметьте последовательно плоскости сопряжения. Для этого компоненты необходимо разворачивать так, чтобы оказались видимыми сопрягаемые плоскости (используйте для этого нажатие колесика мыши и клавиши Shift).
8. Установите Совмещение крепежных отверстий корпуса и прокладки (цилиндрических поверхностей). После выполнения данных команд линейное

перемещение компонентов относительно друг друга станет невозможным. Все команды сопряжения будут отображены в браузере с указанием наименований и значков операций сопряжения (рис. 9.3).

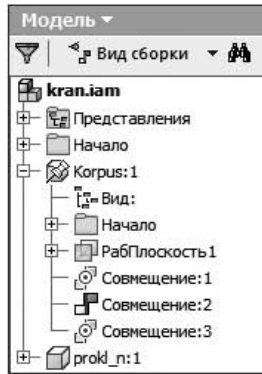





Рис. 9.3. Отображение браузера

9. Добавьте в сборку третий компонент — фланец нижний (flan_n.ipt).
10. Для перемещения компонента при необходимости нажмите на кнопку ленты Сборка ► Позиция ► Перенести компонент . Установите курсор на фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите деталь в новое положение. Для обновления файла сборки нажмите на кнопку Локальное обновление .
11. Для поворота компонента при необходимости нажмите на кнопку Повернуть компонент . Установите курсор на фланец нижний, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Для прекращения поворота нажмите клавишу Esc на клавиатуре.
12. После рационального размещения фланца нижнего выполните необходимые сопряжения компонентов аналогично наложению сопряжений на прокладку (рис. 9.3).
13. Если вы хотите, чтобы в браузере отображались не имена файлов, а названия компонентов, щелкните правой кнопкой мыши на имени компонента в браузере, выберите Свойства Inventor..., измените название компонента на вкладке Вхождения ► Имя (рис. 9.4).

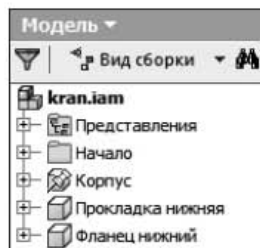



Рис. 9.4. Фрагмент браузера

Рассмотрим добавление в сборку крепежных элементов.

1. Выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки компонентов , в результате появится диалоговое окно (рис. 9.5).

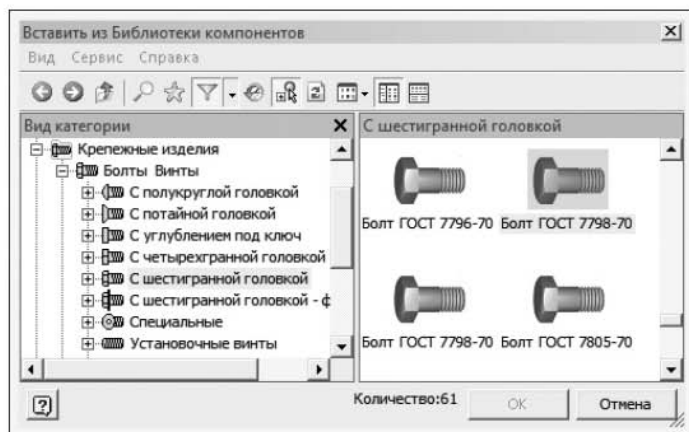



Рис. 9.5. Диалоговое окно Вставить из Библиотеки компонентов

2. Выберите раздел Крепежные изделия ▶ Болты Виты ▶ С шестигранной головкой ▶ Болт ГОСТ 7798–70. Выделите нужное крепежное изделие и нажмите на кнопку ОК. Подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев выделение ребра, щелкните на нем (рис. 9.6, а), нажмите на кнопку панели Авторазмещение — Применить. Завершить текущую вставку и перейти к другой . Другие команды данной панели показаны на рис. 9.7.

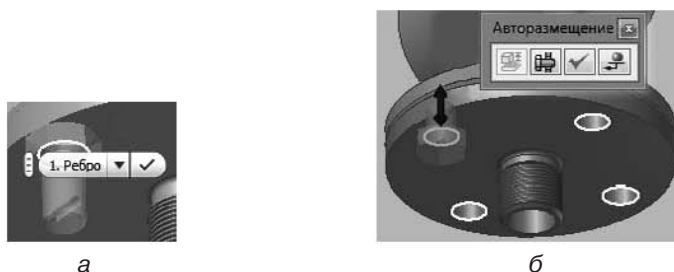


Рис. 9.6. Вставка в сборку библиотечного элемента и расположение его в посадочном отверстии

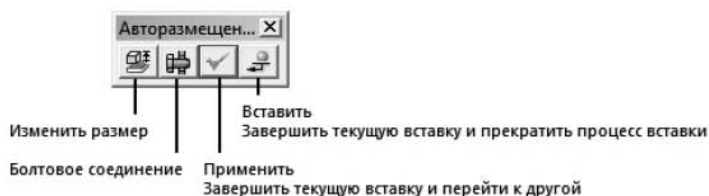


Рис. 9.7. Контекстная панель Авторазмещение

- Для изменения параметров (длины болта) на Болт М12×35 ГОСТ 7798–70 щелкните правой кнопкой мыши в браузере на компоненте Болт..., выберите команду Изменить размер... В диалоговом окне выберите нужные размеры, включите параметр Заменить все и нажмите ОК. В результате все болты будут нужного размера (рис. 9.8). Или при вставке наведите курсор на стрелку (см. рис. 9.6, б) и растяните стержень на нужную длину.
- Аналогично вставьте шайбы: Шайба 12 ГОСТ 11371–68, и гайки: Гайка М12 ГОСТ 5915–70.
- Готовая модель сборки болтового соединения представлена на рис. 9.9.

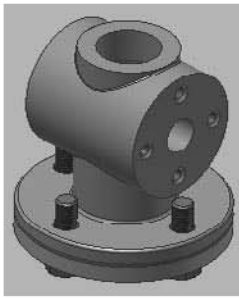



Рис. 9.8. Болты вставлены



Рис. 9.9. Болтовое соединение

9.2.2. Создание сборочного чертежа

- Находясь в открытом файле модели сборки, выберите команду Создать чертёж .
- При необходимости в браузере измените формат листа, для чего дважды щелкните мышью на нужном формате в разделе Чертежные ресурсы ▶ Форматы листов (рис. 9.10).

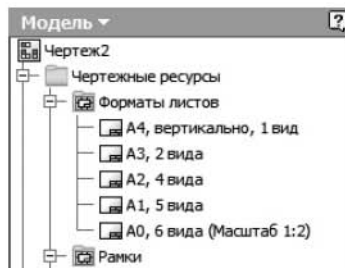



Рис. 9.10. Браузер, раздел Форматы листов

- Выберите команду на вкладке Размещение видов ▶ Создать ▶ Базовый .
- В появившемся диалоговом окне (рис. 9.11) выберите необходимые параметры, укажите вид сверху, поместите изображение на лист и щелкните мышью.

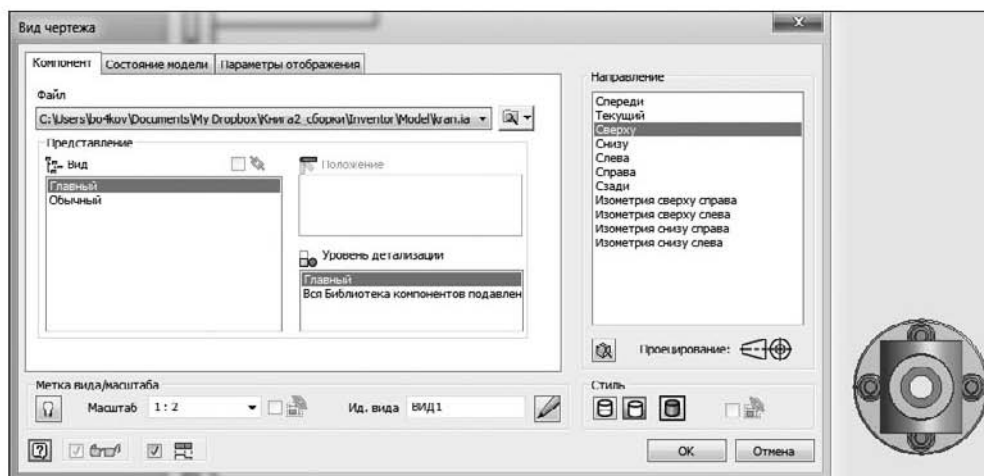


Рис. 9.11. Диалоговое окно Вид чертежа

- Для отображения на чертеже резьбы и при необходимости других обозначений зайдите на вкладку диалогового окна Вид чертежа ▶ Параметры отображения. Установите флажок у пункта Резьба (рис. 9.12).

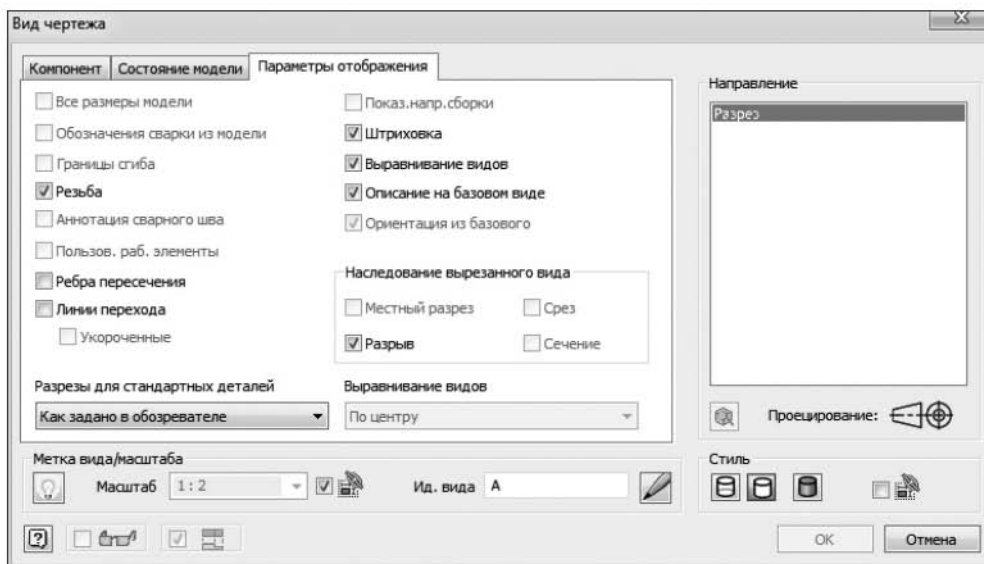







Рис. 9.12. Настройка параметров отображения вида чертежа

- Создайте разрез на месте главного изображения, используя команду Сечение .

7. Зайдите на вкладку ленты Пояснение, нанесите осевые линии, используя команды **Осевая линия**  и для вида сверху — **Окружность центров** , задайте необходимые размеры  и позиции. При нанесении позиций удобнее всего воспользоваться командой **Автонумерация позиций** . Укажите вид чертежа, компоненты сборки и нажмите ОК (рис. 9.13). При необходимости можно изменить как расположение позиций, так и элементы их обозначения.

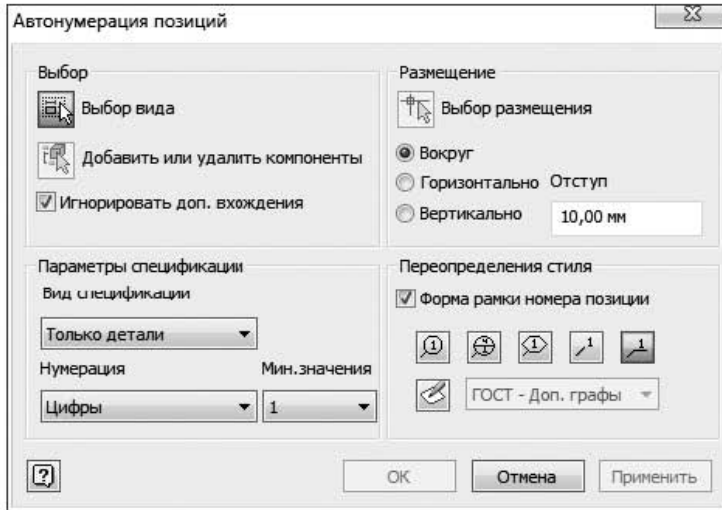




Рис. 9.13. Диалоговое окно команды Автонумерация позиций

9.2.3. Построение спецификации вручную

Если у вас нерусифицированная версия Autodesk Inventor или в ней не установлены команды раздела Пояснение (ESKD) ленты, то необходимо настроить спецификацию и создать ее вручную. Далее приводится описание создания спецификации для подобной версии. Для полностью русифицированной версии Autodesk Inventor 2012 создание спецификации описано в примере формирования соединения шпилечного.

1. Проверьте, чтобы в каждом файле детали модели сборки были заполнены необходимые поля диалогового окна команды **Свойства** , вызываемого щелчком на кнопке  (рис. 9.14–9.16). Создайте новый файл чертежа, в котором будем создавать спецификацию. В файле спецификации укажите такие же свойства, как у сборочного чертежа.
2. В браузере установите в разделе Чертежные ресурсы ► Основные надписи ► Форма 2 (рис. 9.17).
3. В браузере удалите в разделе Лист 1 ► Эскизные обозначения ► Доп. графы 3 (рис. 9.18).

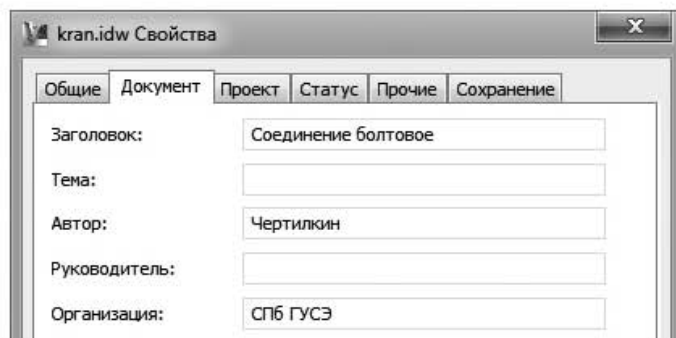


Рис. 9.14. Вкладка Документ окна Свойства

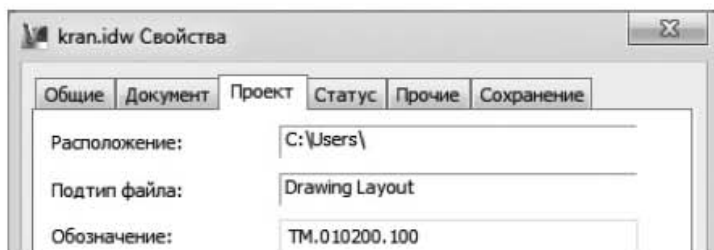


Рис. 9.15. Вкладка Проект окна Свойства

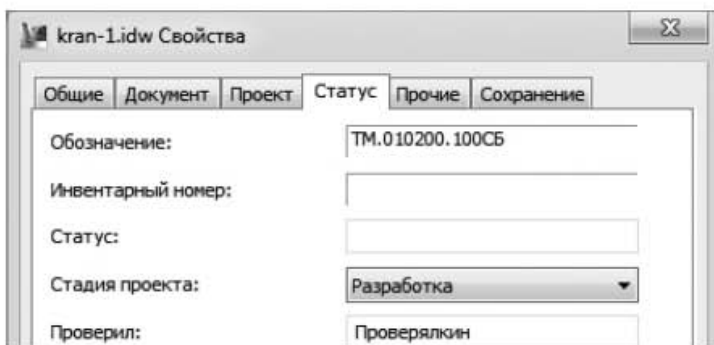


Рис. 9.16. Вкладка Статус окна Свойства

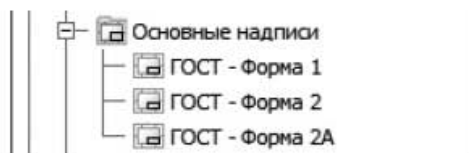


Рис. 9.17. Браузер, раздел Основные надписи

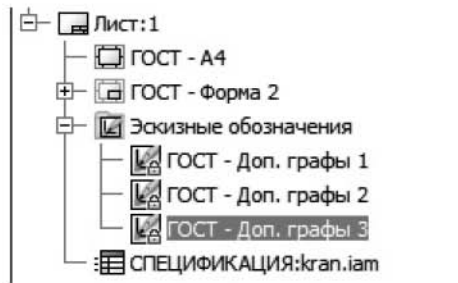


Рис. 9.18. Браузер, раздел Эскизные обозначения

4. Выберите на ленте вкладку **Управление** ▶ **Стили и стандарты** ▶ **Редактор стилей**. Откроется диалоговое окно (рис. 9.19). Выберите в нем раздел **Список деталей** ▶ **Спецификация ГОСТ**, переименуйте названия столбцов и создайте необходимые столбцы нужного размера, для чего нажмите на кнопку **Выбор столбца** . В появившемся диалоговом окне создайте необходимые названия столбцов (рис. 9.20), нажмите **ОК**. Задайте нужную ширину каждого столбца и сохраните настройки.

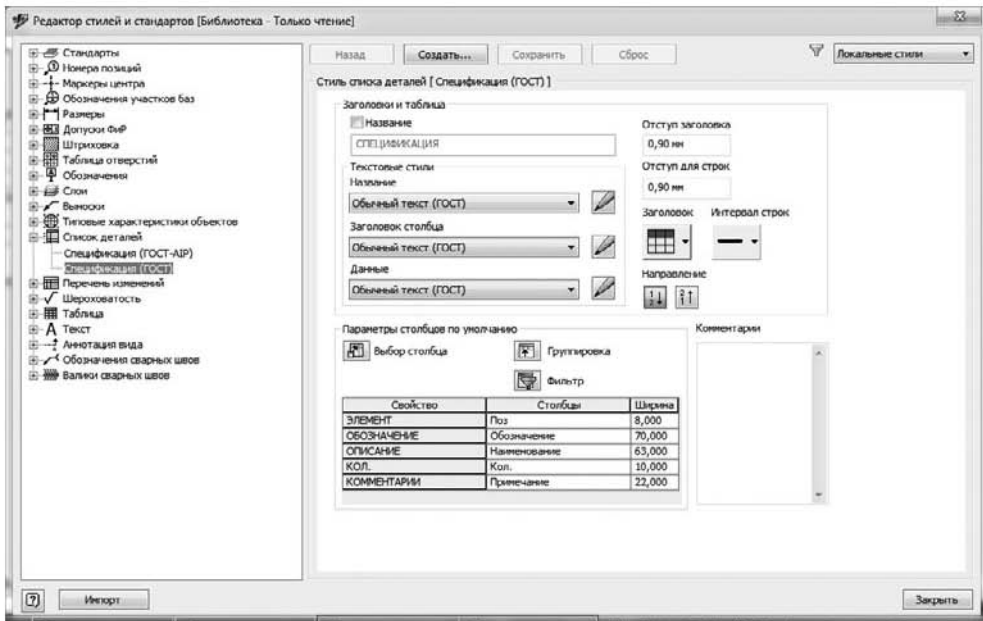


Рис. 9.19. Окно редактора стилей

5. Перейдите в файл чертежа, наведите курсор на главное изображение и щелкните правой кнопкой мыши, в контекстном меню (рис. 9.21) выберите команду **Спецификация**.

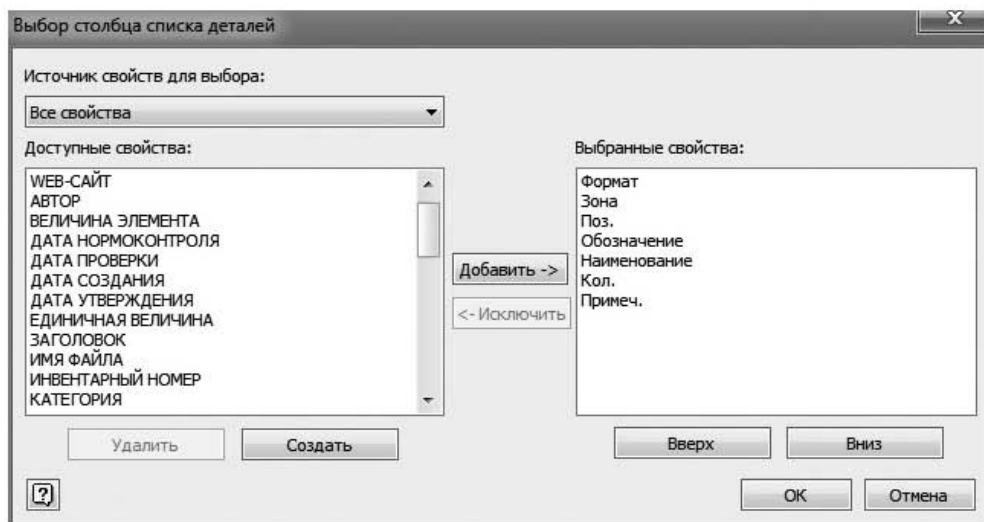


Рис. 9.20. Окно выбора и создания столбцов спецификации

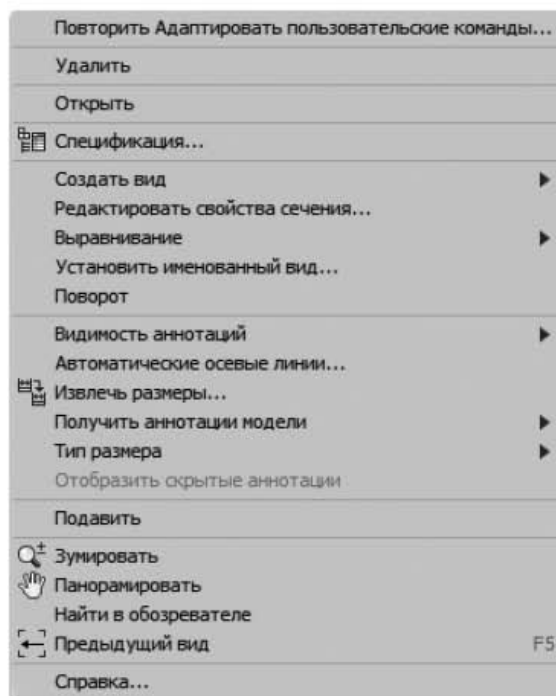


Рис. 9.21. Контекстное меню файла чертежа

6. Отсортируйте при необходимости последовательность составных частей сборочной единицы (рис. 9.22), перемещая строки записей мышью.

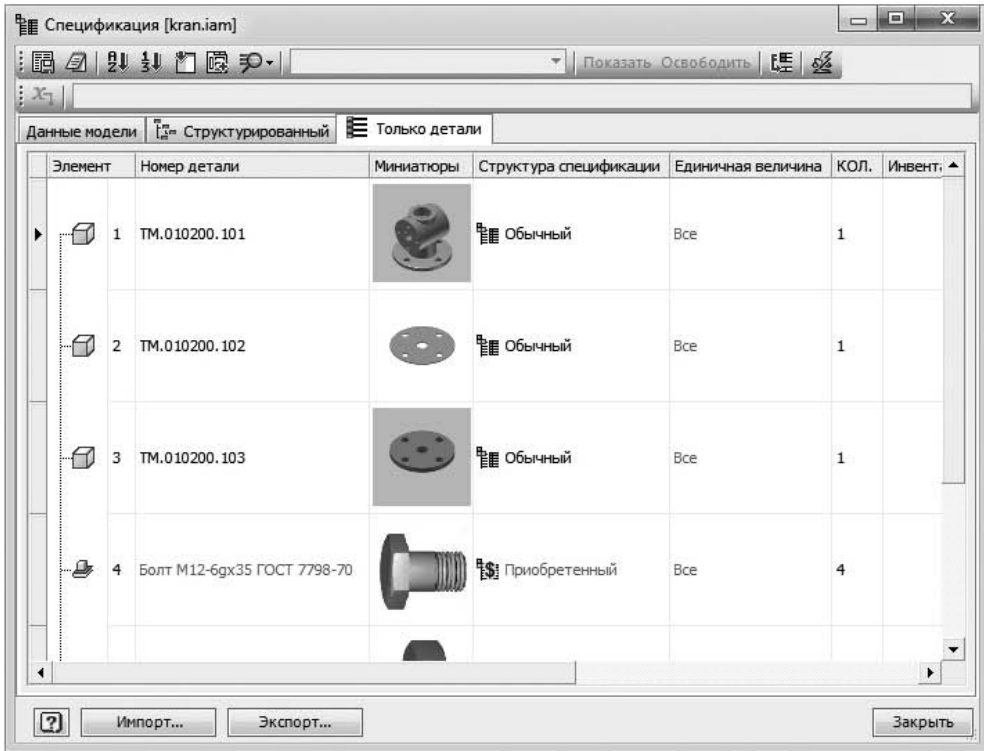


Рис. 9.22. Состав сборочной единицы

7. Снова перейдите в файл спецификации, на ленте на вкладке Пояснения ▶ Таблица нажмите на кнопку Спецификация . В появившемся диалоговом окне (рис. 9.23) выберите документ сборки и нажмите ОК. Вставьте таблицу спецификации с привязкой к правому верхнему углу (рис. 9.24).
8. Дважды щелкните на таблице спецификации, в окне Список деталей (рис. 9.25) скорректируйте имеющиеся записи, вставьте пустые строки, добавьте нужные разделы (рис. 9.26), используя команду Вставить пользовательскую деталь, вызываемую щелчком правой кнопкой мыши (рис. 9.27).
9. Спецификации, показанной на рис. 9.28, соответствует сборочный чертеж соединения болтового, показанный на рис. 9.29.

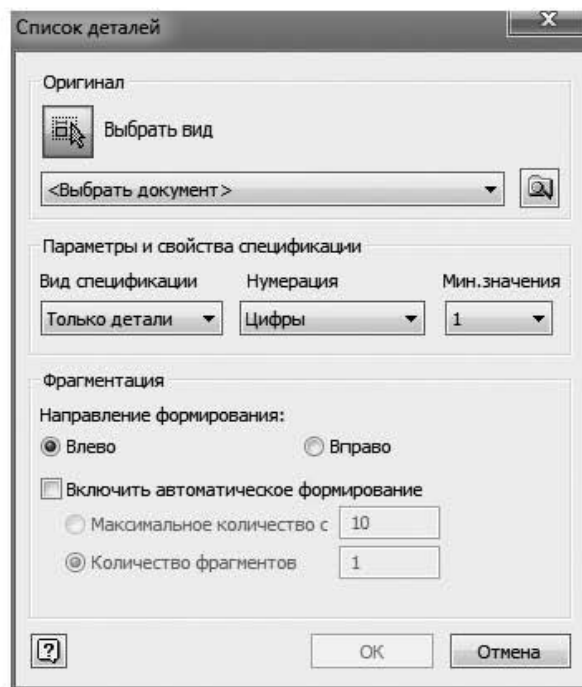


Рис. 9.23. Подключение файла сборки к спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		1	ТМ.0005ХХ.106	Пробка	1	
		2	ТМ.010200.101	Корпус	1	
		3	ТМ.010200.102	Прокладка нижняя	1	
		8	Болт М12-6дх35 ГОСТ 7798-70	БОЛТЫ С ШЕСТИГРАННОЙ	4	
				ГОЛОВКОЙ КЛАССА ТОЧНОСТИ В		
		11	Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	ГАЙКИ ШЕСТИГРАННЫЕ КЛАССА	4	
				ТОЧНОСТИ В		
		13	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	ШАЙБЫ	4	

Рис. 9.24. Вставка таблицы спецификации в форматку

Список деталей: kran.iam

	Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Пр.
			1	ТМ.010200.101	Корпус	1	
			2	ТМ.010200.102	Прокладка нижняя	1	
			3	ТМ.010200.103	Фланец нижний	1	
			4	Болт М12-6gx35 ГОСТ 7798-70	БОЛТЫ С ШЕСТИГРАННОЙ ГОЛОВКОЙ КЛАССА ТОЧНОСТИ В	4	
			5	Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	ГАЙКИ ШЕСТИГРАННЫЕ КЛАССА ТОЧНОСТИ В	4	
			6	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	ШАЙБЫ	4	

OK Отмена Применить

Рис. 9.25. Список деталей до корректировки

Список деталей: kran.iam

	Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Пр.
					Документация		
				ТМ.010200.100СБ	Сборочный чертеж		
					Детали		
			1	ТМ.010200.101	Корпус	1	
			2	ТМ.010200.102	Прокладка нижняя	1	
			3	ТМ.010200.103	Фланец нижний	1	
					Стандартные изделия		
			4		Болт М12-6gx35 ГОСТ 7798-70	4	
			5		Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	4	
			6		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	4	

OK Отмена Применить

Рис. 9.26. Список деталей после корректировки

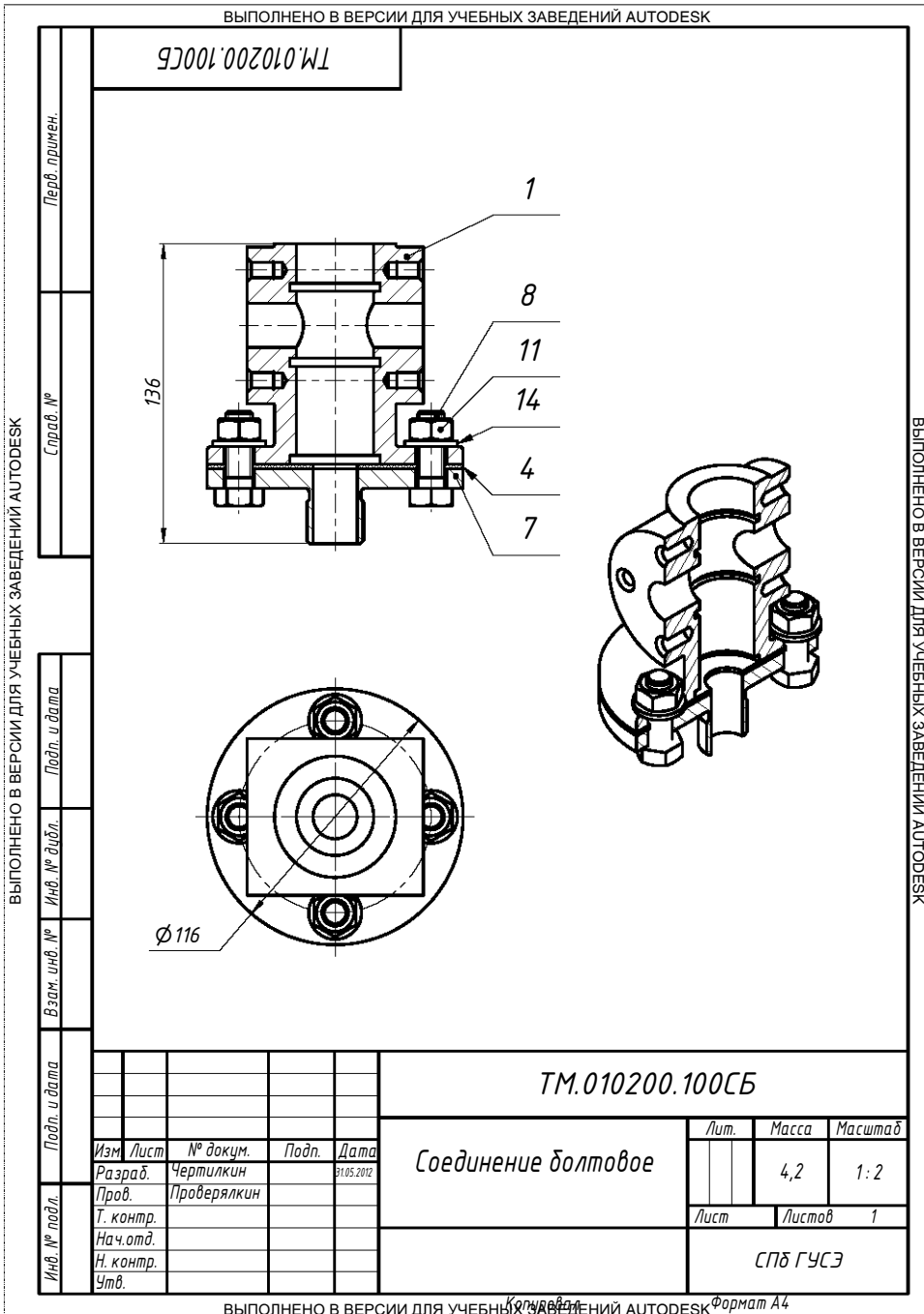


Рис. 9.29. Сборочный чертёж соединения болтового

9.3. Соединение шпилечное

Для создания модели шпилечного соединения используются модели корпуса, прокладки боковой, фланца бокового, показанные в упрощенном виде на рис. 9.1.

9.3.1. Этапы построения сборки

Создадим сборку шпилечного соединения на основе уже созданного болтового.




1. Откройте файл сборки болтового соединения. В браузере отключите все компоненты, кроме корпуса, сняв флажок у команды Видимость (контекстное меню браузера).
2. Добавьте в сборку прокладку боковую (prokl_b.ipt), используя команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить . Создайте зависимости Совмещение центрального отверстия корпуса и прокладки, Совмещение одного из крепежных отверстий в прокладке и корпусе, Совмещение сопрягаемых плоскостей поверхности прокладки и корпуса (аналогично рассмотренному ранее примеру с болтовым соединением).
3. Добавьте деталь фланец боковой (flan_b.ipt). Наложите аналогичные зависимости.
4. Отключите видимость прокладки и фланца.
5. Выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки компонентов .
6. Выберите в диалоговом окне раздел Крепежные изделия ▶ Болты Винты ▶ Шпильки ▶ Шпилька ГОСТ 22032–76. Выделите нужное крепежное изделие и нажмите на кнопку ОК. Подведите курсор к крепежному отверстию. Увидев выделение поверхности отверстия, щелкните мышью и нажмите на кнопку Применить. Завершить текущую вставку и перейти к другой .
7. Аналогично установите оставшиеся три шпильки (рис. 9.30). Измените при необходимости параметры на Шпилька М8×1-6g×25.88.35.016 ГОСТ 22032–76, щелкнув правой кнопкой мыши в браузере и выбрав команду Изменить размер...
8. Включите видимость прокладки и фланца (рис. 9.31).



Рис. 9.30. Вставка шпилек



Рис. 9.31. Видимые прокладка и фланец

9. Выберите команду ленты Сборка ► Компонент ► Вставить из Библиотеки компонентов , раздел Крепежные изделия ► Шайбы ► Пружинные ► Шайба ГОСТ 6402–70. Выделите нужное крепежное изделие и нажмите на кнопку ОК. Подведите курсор к шпильке. Увидев выделение выступающей части шпильки, щелкните мышью (рис. 9.32).

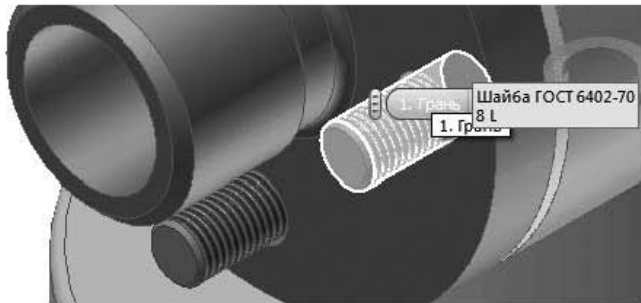



Рис. 9.32. Вставка шайбы. Выделение стержня шпильки

10. Подведите курсор к поверхности фланца. Увидев выделение нужной грани, щелкните мышью (рис. 9.33).



Рис. 9.33. Вставка шайбы. Выделение грани фланца

11. Примените вставку, нажав кнопку контекстной панели Применить. Завершить текущую вставку и перейти к другой  (рис. 9.34).
12. В появившемся диалоговом окне (рис. 9.35) укажите необходимые параметры шайбы и нажмите ОК.
13. Аналогично установите оставшиеся три шайбы (рис. 9.36).
14. Выберите раздел Крепежные изделия ► Гайки ► Шестигранные ► Гайка ГОСТ 5915–70. Аналогично рассмотренному ранее приему вставки стандартного крепежного изделия вставьте гайки (рис. 9.37).

15. Аналогично установите оставшиеся три гайки (рис. 9.38).

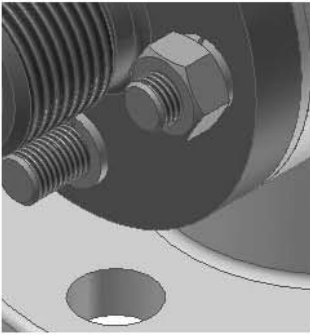



Рис. 9.37. Вставка гайки



Рис. 9.38. Вставка оставшихся гаек

16. Выберите команду Сборка ► Компонент ► Зеркальное отражение , в появившемся диалоговом окне выделите в браузере, нажав клавишу Ctrl, боковую прокладку, боковой фланец, шпильки, шайбы и гайки (рис. 9.39). Нажмите

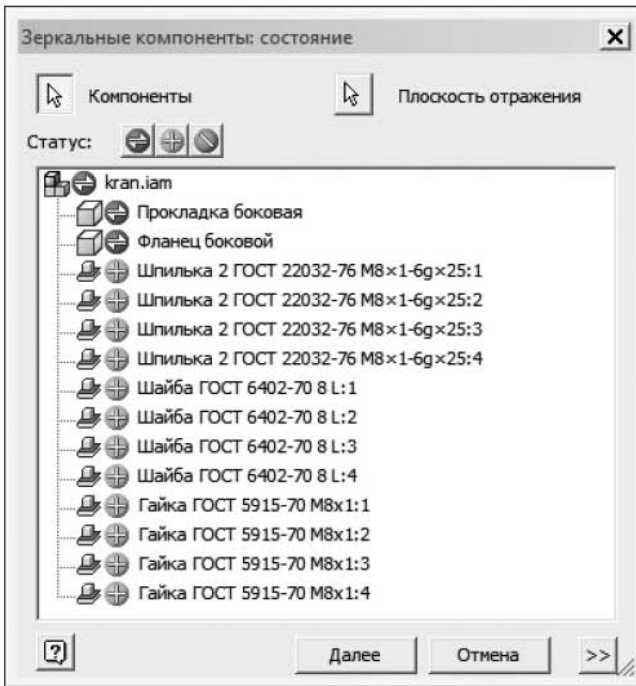


Рис. 9.39. Диалоговое окно команды Зеркальное отражение

на кнопку **Плоскость отражения** и укажите в браузере **Плоскость XY**. Нажмите на кнопку **Далее**. Появится диалоговое окно задания имен добавленным файлам прокладки и фланца (рис. 9.40). После чего нажмите на кнопку **ОК**. На рис. 9.41 показана модель сборки шпилечного соединения.

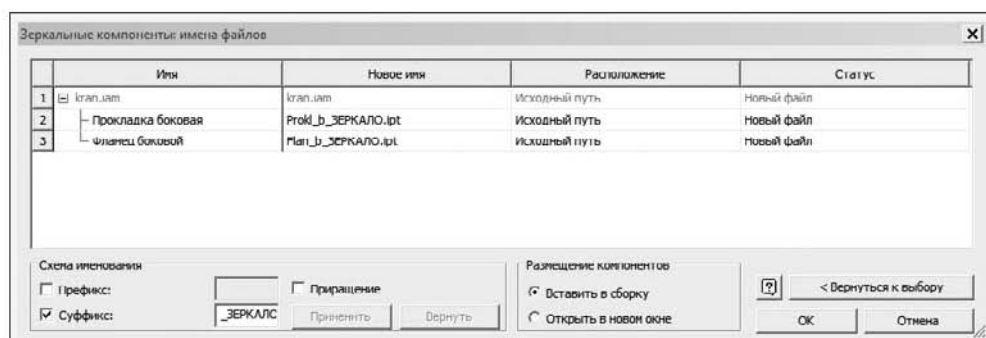


Рис. 9.40. Диалоговое окно Зеркальные компоненты: имена файлов



Рис. 9.41. Модель сборки соединения шпилечного

9.3.2. Построение спецификации

1. В файлах зеркально отображенных моделей фланца бокового и прокладки боковой заполните необходимые поля диалогового окна команды **Свойства** . Поскольку в нашей сборке по две боковые прокладки и два фланца, необходимо указать одинаковые свойства, как у исходных, так и у зеркально отображенных моделей.
2. Откройте сборочный чертеж. Нанесите позиции, используя команду ленты **Пояснение (ESKD)** ▶ **Таблица** ▶ **Автонумерация позиций** . Укажите вид чертежа, компоненты сборки и нажмите **ОК** (см. рис. 9.13). При необходимости можно изменить как расположение позиций, так и элементы их обозначения.

3. Выберите команду ленты Пояснение (ESKD) ► Таблица ► Спецификация. Появится диалоговое окно (рис. 9.42). Поскольку мы продолжаем работать с той же моделью и тем же сборочным чертежом, которые созданы ранее (соединение болтовое), необходимо отключить видимость элементов, относящихся к болтовому соединению. Для этого выделите, нажав клавишу Ctrl, нужные строчки и, вызвав щелчком правой кнопки мыши контекстное меню, снимите флажок с команды Видимый.
4. Выберите команду Сортировать все, затем Перенумеровать все диалогового окна Спецификация.
5. Нажмите кнопку Просмотр, загрузится Microsoft Excel с файлом спецификации (рис. 9.43).

Иконка	ФОРМА Т	ЗОНА	ПОЗ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ	ПРИМЕЧАНИЕ
					<u>Документация</u>		
				ТМ.010200.100СБ	Сборочный чертеж	1	
					<u>Детали</u>		
📁	📁		1	ТМ.010200.101	Корпус	1	
📁	📁		2	ТМ.010200.102	Прокладка нижняя	1	
📁	📁		3	ТМ.010200.103	Фланец нижний	1	
📁	📁		4	ТМ.010200.104	Прокладка боковая	2	
📁	📁		5	ТМ.010200.105	Фланец боковой	2	
					<u>Стандартные изделия</u>		
🔧	🔧		7		Болт М12-6gx35 ГОСТ 7798-70	4	
🔧	🔧		8		Гайка М8x1-6Н ГОСТ 5915-70	8	
🔧	🔧		9		Гайка М12-6Н ГОСТ 5915-70	4	
🔧	🔧		10		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	4	
🔧	🔧		11		Шайба 8 L ГОСТ 6402-70	8	
🔧	🔧		12		Шпилька М8x1-6gx25 ГОСТ 22032-76	8	

Рис. 9.42. Диалоговое окно команды Спецификация

На рис. 9.43 показана спецификация, а на рис. 9.44 — сборочный чертеж соединения шпилечного.


Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ТМ.010200.100СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	ТМ.010200.101	Корпус	1	
		3	ТМ.010200.104	Прокладка боковая	2	
		6	ТМ.010200.105	Фланец боковой	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Гайка М8х1-6Н ГОСТ 5915-70	8	
		13		Шайба 8 L ГОСТ 6402-70	8	
		15		Шпилька М8х1-6гх25 ГОСТ 22032-76	8	
Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ТМ.010200.100СБ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
Разрад.	Чертилкин			31.05		
Пров.	Проверялкин				Литера	Лист
Нач. отд.						Листов
Н.контр						1
Утв.					СПб ГУСЭ	
Соединение шпильчное						

Копировал

Формат А4

Рис. 9.43. Спецификация соединения шпильчного

9.4. Вставка пробки и уплотнительных колец

1. Отключите видимость всех компонентов, за исключением корпуса.
2. Для удобства вставки кольца отсеците половину корпуса, для чего вызовите команду ленты Вид ► Представление модели ► Половинное сечение . Выберите вертикальную плоскость, проходящую через центральное отверстие (рис. 9.45).

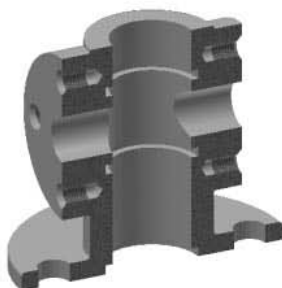


Рис. 9.45. Половинное сечение корпуса

3. Вызвав команду ленты Сборка ► Компонент ► Вставить из библиотеки компонентов ► Детали вала ► Уплотнения ► внутреннее осевое давление ► Кольцо 3 ГОСТ 9833–73 (рис. 9.46), вставьте в сборку два кольца с параметрами, показанными на рис. 9.47.

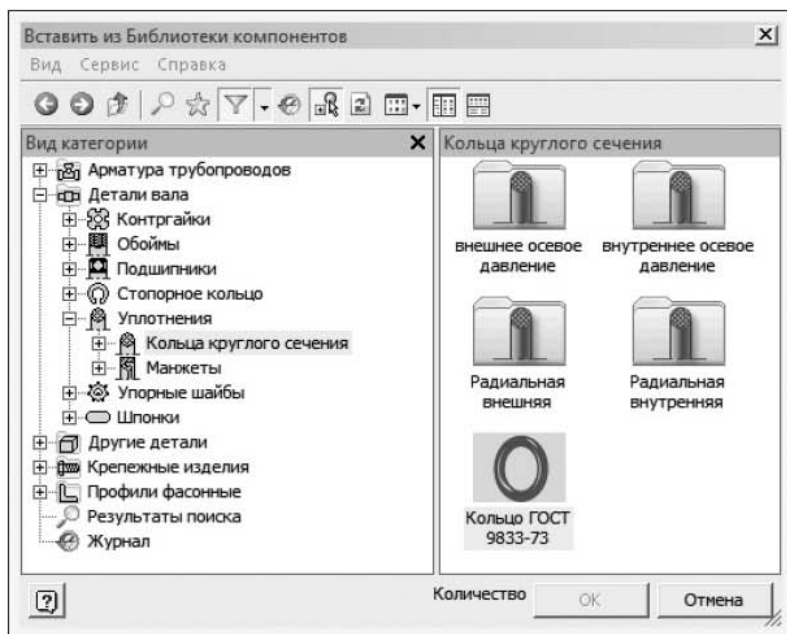


Рис. 9.46. Диалоговое окно библиотеки компонентов

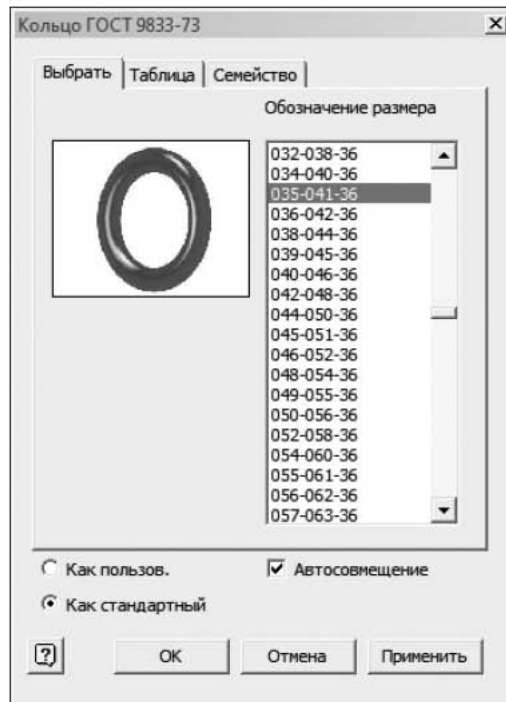


Рис. 9.47. Окно параметров кольца уплотнительного

4. Вставьте в канавку корпуса кольцо, наложив зависимость **Совмещение** и выделив цилиндрическую часть канавки и ось кольца (рис. 9.48).

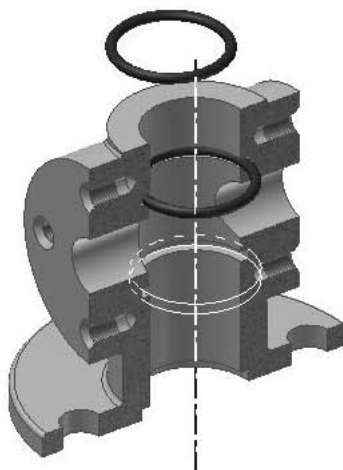


Рис. 9.48. Наложение зависимостей на кольцо

5. Вставьте пробку, наложив зависимости **Совмещение** центрального отверстия в корпусе и цилиндрической поверхности пробки, **Совмещение** буртика пробки с углублением под него в корпусе и **Совмещение** бокового отверстия корпуса и поперечного отверстия пробки (рис. 9.49).

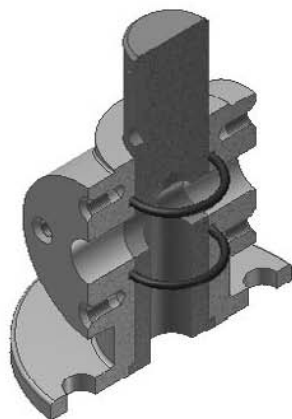


Рис. 9.49. Вставленная пробка

6. Выберите команду ленты Вид ▶ Представление модели ▶ Восстановление полного вида.

9.5. Соединение ручки шпонкой и установочным винтом

Для создания модели соединения шпонкой и установочным винтом используются модели деталей пробка и рукоятка, показанные в упрощенном виде на рис. 9.1.

Отключите видимость всех компонентов, за исключением корпуса и пробки.

1. Вставьте в сборку компоненты (рис. 9.50): ручку (*Ruchka.ipt*), шпонку (Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из библиотеки компонентов ▶ Детали вала ▶ Шпонки ▶ Призматические ▶ Закругленный ▶ Шпонка ГОСТ 23360–78) с параметрами для вала диаметром 35, 10×8×36, а также винт (Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из библиотеки компонентов ▶ Болты Винты ▶ Установочные винты ▶ Винт ГОСТ 11075–93) с параметрами Винт М10×16.
2. Вставьте шпонку в паз в пробке, наложив зависимости **Совмещение** плоскости дна паза и плоскости шпонки (рис. 9.51, *а*); **Совмещение**, выделив скругление шпонки и паза (рис. 9.51, *б*).
3. Задайте положение ручки, наложив зависимость **Совмещение** поверхностей вращения ручки и пробки; **Совмещение** боковой поверхности паза ручки и шпонки; **Совмещение** плоскости корпуса и плоскости основания цилиндрической части ручки.

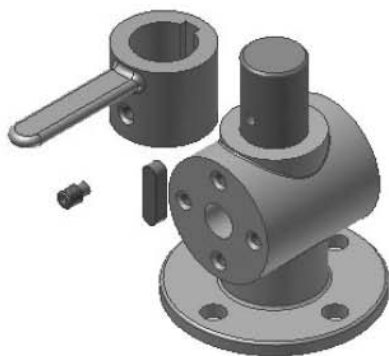


Рис. 9.50. Добавление шпонки, винта и ручки

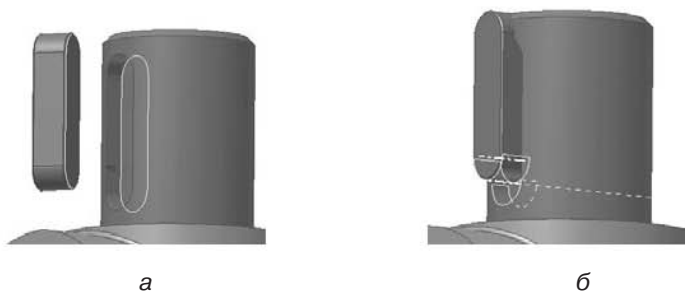


Рис. 9.51. Наложение зависимостей на шпонку и пробку

4. Отключите видимость ручки. Задайте положение винта, назначив зависимость **Совмещение** боковой поверхности отверстия пробки и винта; **Совмещение**, выделив торцевую плоскость винта и торцевую плоскость отверстия пробки.
5. Включите видимость всех компонентов узла (рис. 9.52).



Рис. 9.52. Модель сборки крана

9.6. Вырез четверти модели сборки

Для создания выреза одной четверти сборки выберите команду ленты Вид ► Представление модели ► Сечение в три четверти и укажите вертикальные плоскости, проходящие через ось центрального отверстия корпуса. На рис. 9.53 представлена аксонометрия с вырезом одной четверти крана.

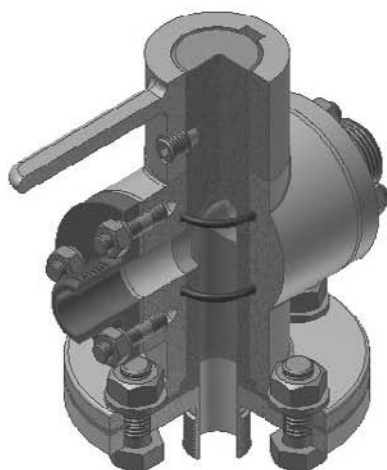





Рис. 9.53. Вырез одной четверти сборки крана

9.7. Разнесение компонентов сборки

Иногда требуется представить сборку в разобранном виде так, чтобы были видны все ее компоненты. Компоненты обычно разносят в тех направлениях, которые соответствуют их вставке в сборку.

1. Создайте файл Схема .
2. Выберите команду Представление ► Создать ► Создать вид . Укажите в диалоговом окне файл сборки и нажмите ОК.
3. Выберите команду Представление ► Создать ► Сдвинуть компоненты .

Откроется диалоговое окно Сдвиг компонента (рис. 9.54).

1. Укажите торцевую плоскость установочного винта. Обратите внимание на то, что ось Z совпадает с осью вращения винта. Выделите компонент Винт. Щелкните на свободном месте графической области, переместите курсор на **100 мм** (рис. 9.55). Вместе с курсором перемещается винт. При включенном параметре Направляющие сборки будут отображаться направляющие, по которым перемещается компонент.
2. В браузере у винта появится строка Сдвиг с заданным размером сдвига (рис. 9.56).

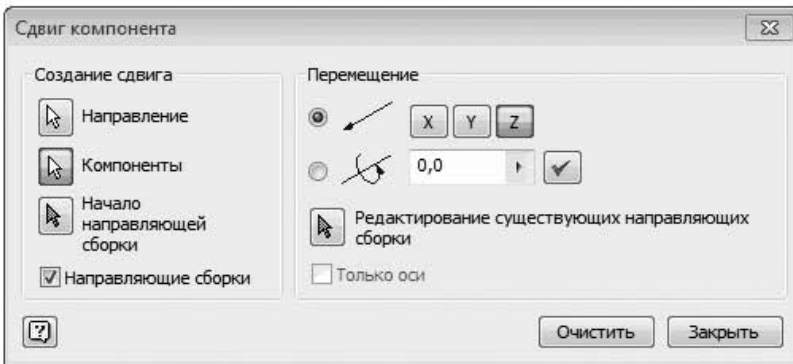


Рис. 9.54. Диалоговое окно Сдвиг компонента

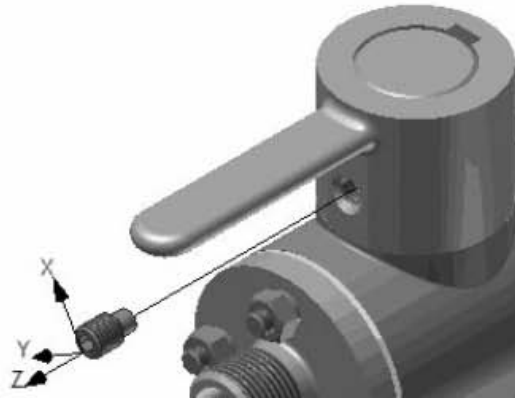


Рис. 9.55. Перемещение установочного винта

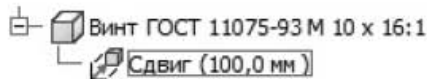


Рис. 9.56. Фрагмент браузера

3. Вновь вызовите команду Представление ▶ Создать ▶ Сдвинуть компоненты, если из нее вышли, а если нет, нажмите на кнопку Очистить.
4. Выберите торцевую плоскость ручки, ось Z будет перпендикулярна этой плоскости. Выберите ручку, щелкните на рабочей области и переместите курсор. Задайте величину перемещения **50 мм** (рис. 9.57). Нажмите на кнопку Очистить.
5. Выберите также торцевую плоскость ручки, ось Z будет перпендикулярна этой плоскости. Выберите гайки крепления нижнего фланца и переместите их вверх на **15 мм**.

6. Аналогично переместите болты крепления нижнего фланца вниз на **100 мм**.
7. Чтобы крепеж не мешал, можно его перенести вбок. Для этого выберите торцевую плоскость нижнего фланца, ось *Y* (или *X*), выделите все три компонента крепежа (болт, шайбу, гайку) и переместите на **50 мм** (рис. 9.58).



Рис. 9.57. Перемещение Ручки



Рис. 9.58. Перемещение нижнего крепежа

8. Аналогично поступите с остальным нижним крепежом (рис. 9.59).



Рис. 9.59. Окончательное положение нижнего крепежа

9. Переместите шпонку, затем все внутренние элементы (пробку, оба кольца, нижнюю прокладку и фланец). Кольца переместите вверх, а прокладку и фланец — вниз (рис. 9.60).



Рис. 9.60. Окончательное положение внутренних и нижних элементов

10. Выполните перемещение бокового фланца, прокладки и крепежа (рис. 9.61).



Рис. 9.61. Перемещение боковых элементов

11. Окончательная схема разнесения данной сборки представлена на рис. 9.62.

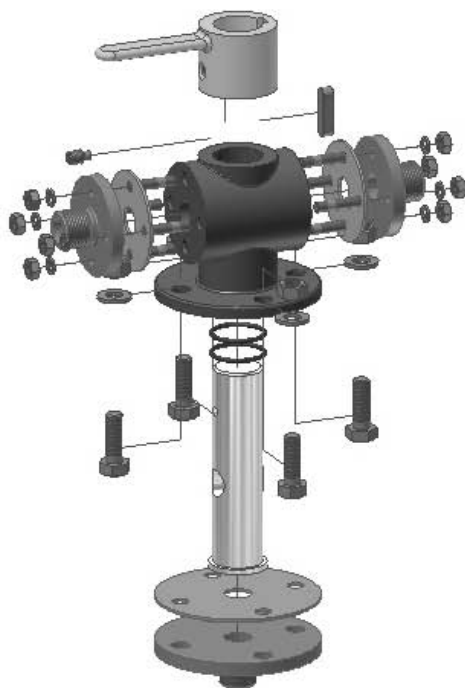


Рис. 9.62. Окончательная схема разнесения

9.8. Моделирование кабеля

В данном разделе рассмотрен пример совмещения спецификации со сборочным чертежом кабеля.

9.8.1. Детали для моделирования кабеля

Для создания модели сборочной единицы — кабеля — используются модели компонентов: кабеля, розетки и вилки. Указанные компоненты моделируются в виде деталей, главные и аксонометрические изображения которых упрощенно показаны на рис. 9.63.



Рис. 9.63. Изображения деталей сборки кабеля: а — кабель; б — вилка (розетка)

Вилка и розетка схожи по конструкции, имеют одинаковые габаритные размеры и различаются резьбовыми концами: на вилке резьба наружная, у розетки — внутренняя.

9.8.2. Этапы построения сборки




1. Выполните команду Создать ▶ Сборка.
2. Вставьте модель кабеля (*kabel.ipt*), используя команду Вставить .
3. Добавьте в сборку вторую деталь — вилку (*vilka.ipt*) (рис. 9.64, *а*).



Рис. 9.64. Добавление в сборку и поворот вилки

4. Разверните вилку. Для поворота компонента нажмите на кнопку Повернуть компонент . Установите курсор на вилку, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра. Для остановки действия команды вращения нажмите клавишу Esc на клавиатуре (рис. 9.64, *б*).
5. На ленте выберите команду Сборка ▶ Позиция ▶ Зависимость . Выберите Совмещение, отметьте окружность основания кабеля и цилиндрическую поверхность вилки, задайте расстояние **3 мм**, на которое кабель входит в вилку (рис. 9.65), нажмите на кнопку Применить.

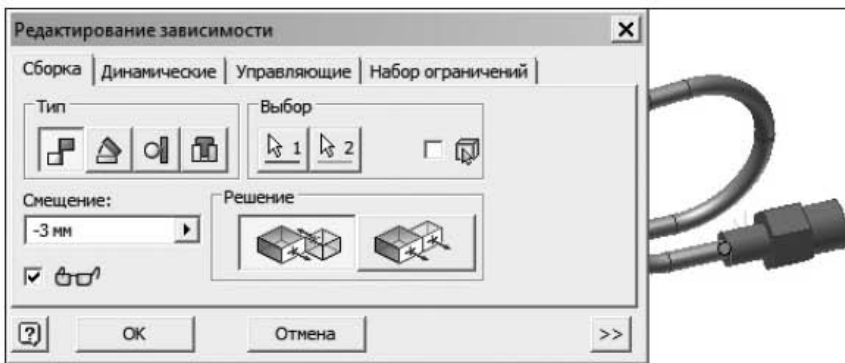


Рис. 9.65. Зависимость кабеля и вилки

- Добавьте в сборку третий компонент — розетку. После выполнения действий, аналогичных рассмотренным в пп. 4 и 5, получим результат, показанный на рис. 9.66.



Рис. 9.66. Зависимость кабеля, вилки и розетки

9.8.3. Создание спецификации в файле сборочного чертежа

Спецификация, совмещенная со сборочным чертежом на листе формата А4, располагается над основной надписью чертежа. При этом раздел «Документация» не заполняют.

Рассмотрим этапы создания совмещенного документа.

- Используя сведения из раздела 9.7.2, создайте сборочный чертеж, в котором будет размещена спецификация. На сборочном чертеже достаточно оставить два вида: спереди и сверху (рис. 9.67).

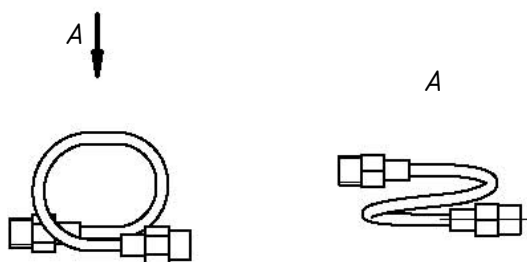



Рис. 9.67. Вставка видов на лист чертежа

- На вкладке Пояснение (ESKD) ленты выберите команду Таблица ► Спецификация  (рис. 9.68). Выберите команду Вставить на чертеж.
- Дважды щелкните на вставленной таблице спецификации (рис. 9.69). В появившемся диалоговом окне Спецификация выделите строку с разделом «Детали», выберите в контекстном меню, вызванном щелчком правой кнопкой мыши, команду Добавить раздел ► Прочие изделия. Вставьте раздел «Материалы».

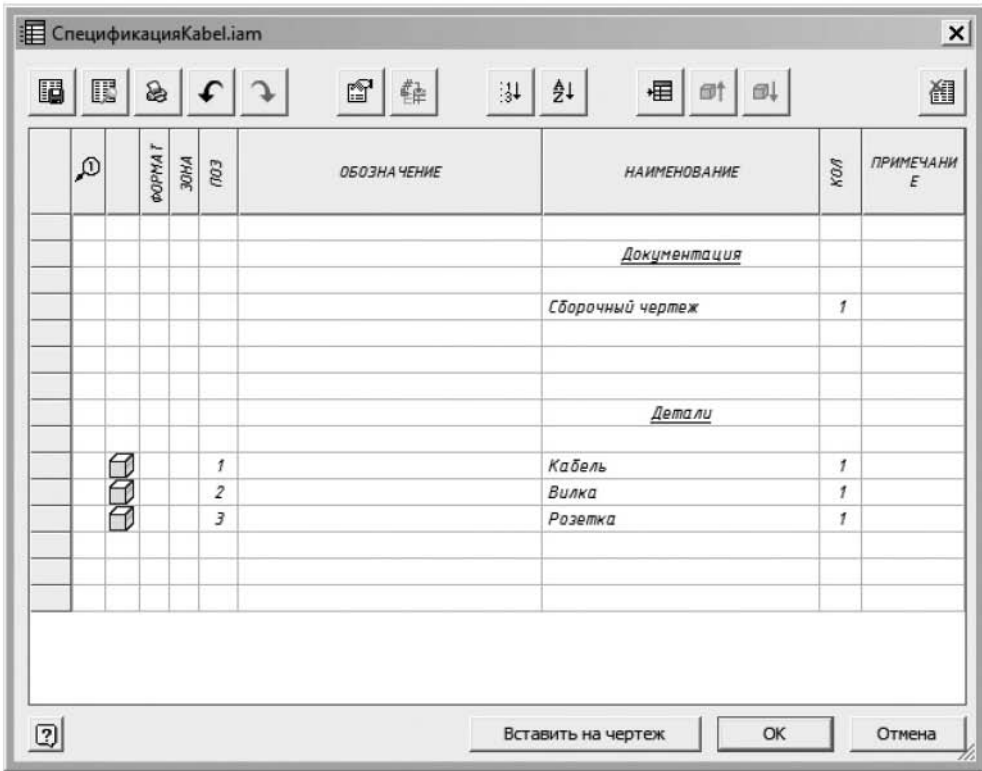


Рис. 9.68. Диалоговое окно Спецификация

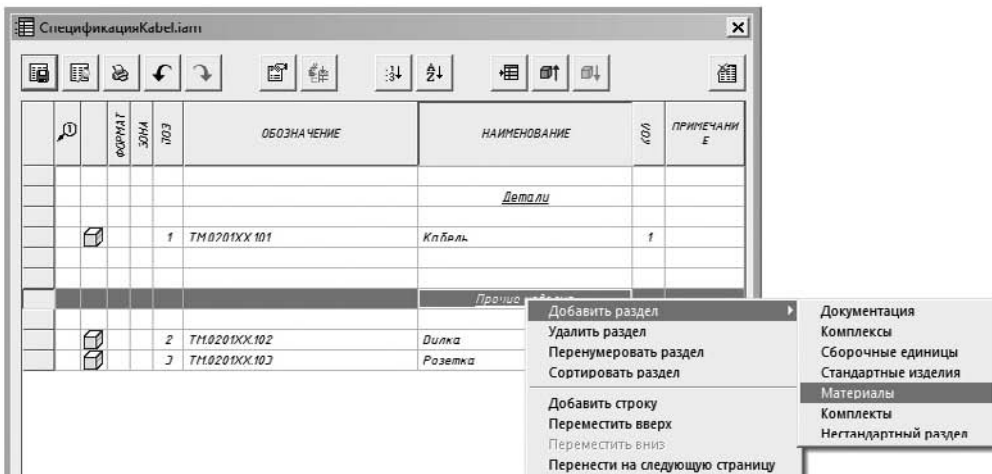


Рис. 9.69. Вставка раздела

4. Выделите вилку, вызовите из контекстного меню (вызванного щелчком правой кнопкой мыши) команду **Переместить в раздел** и выберите из списка раздел (рис. 9.70).

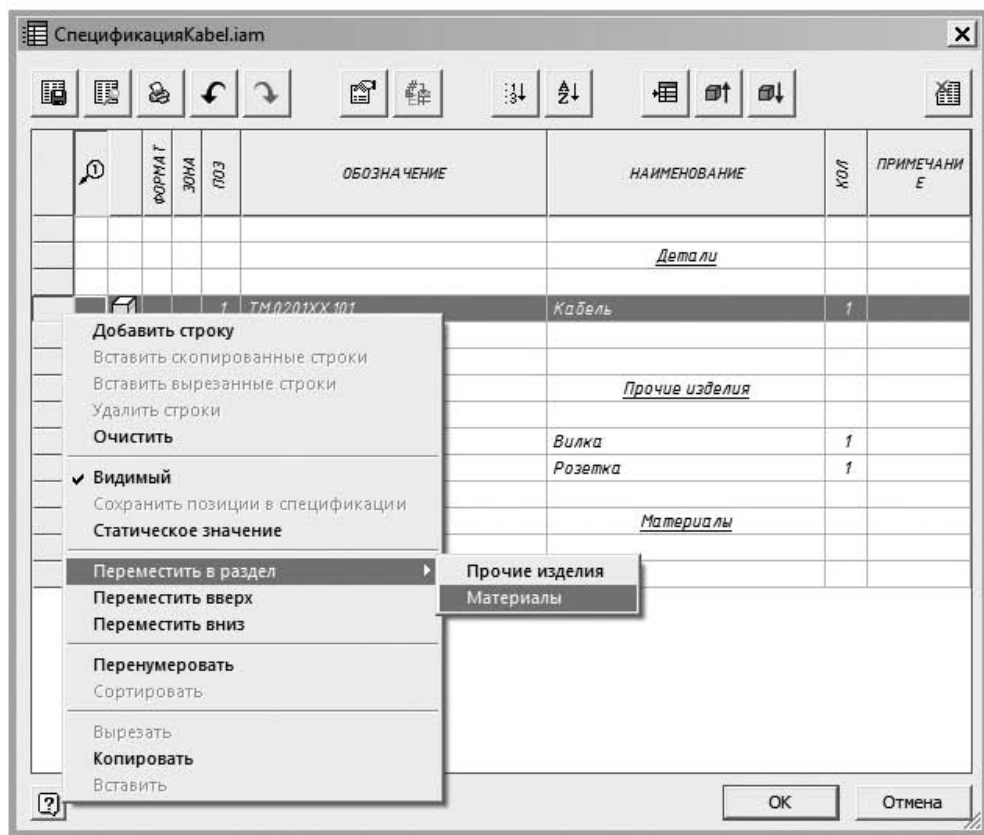


Рис. 9.70. Перемещение изделия в указанный раздел

5. Отредактируйте содержание таблицы спецификации (рис. 9.71). Удалите лишние разделы («Документация» и «Детали»), выбрав в контекстном меню команду **Удалить раздел**. Удалите лишние строчки, выбрав в контекстном меню команду **Удалить строку**. Нажмите ОК.
6. Выберите команду ленты **Пояснение (ESKD) ▶ Формат ▶ Технические требования**. В появившемся диалоговом окне создайте необходимые технические требования (рис. 9.72).
7. Заключительный этап оформления документа (рис. 9.73) включает редактирование сборочного чертежа, нанесение размеров и заполнение основной надписи.

ФОРМА	Г	ЗОНА	ПОЗ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ	ПРИМЕЧАНИЕ
					<i>Прочие изделия</i>		
			1		Вилка СР-50-726 ФВ ВРО.364.049 ТУ	1	
			2		Розетка СР-50-725 ФВ ВРО.364.049 ТУ	1	
					<i>Материалы</i>		
			4		Кабель РК-50-2-29 ТУ16.505.806-81	0.11	м

Рис. 9.71. Отредактированная таблица спецификации

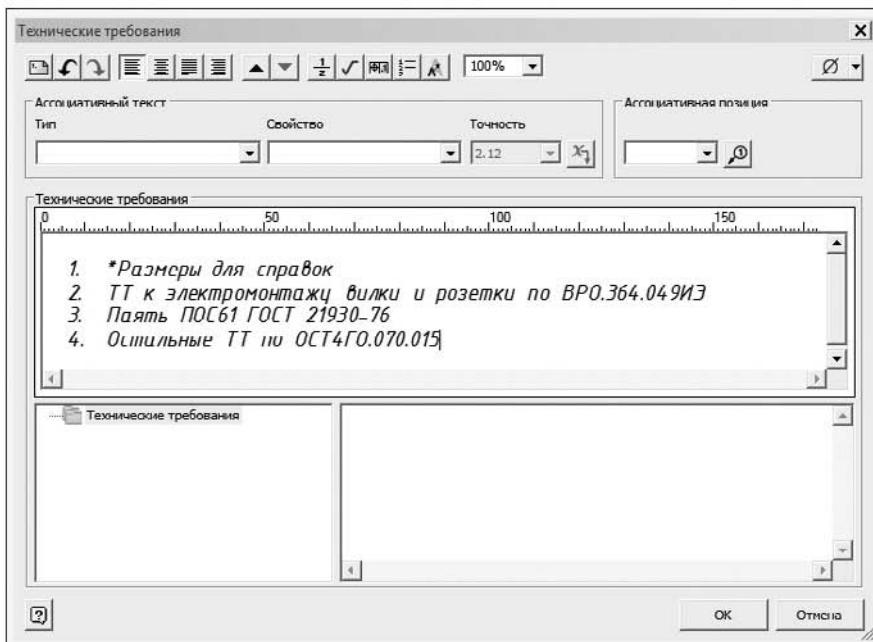


Рис. 9.72. Диалоговое окно Технические требования

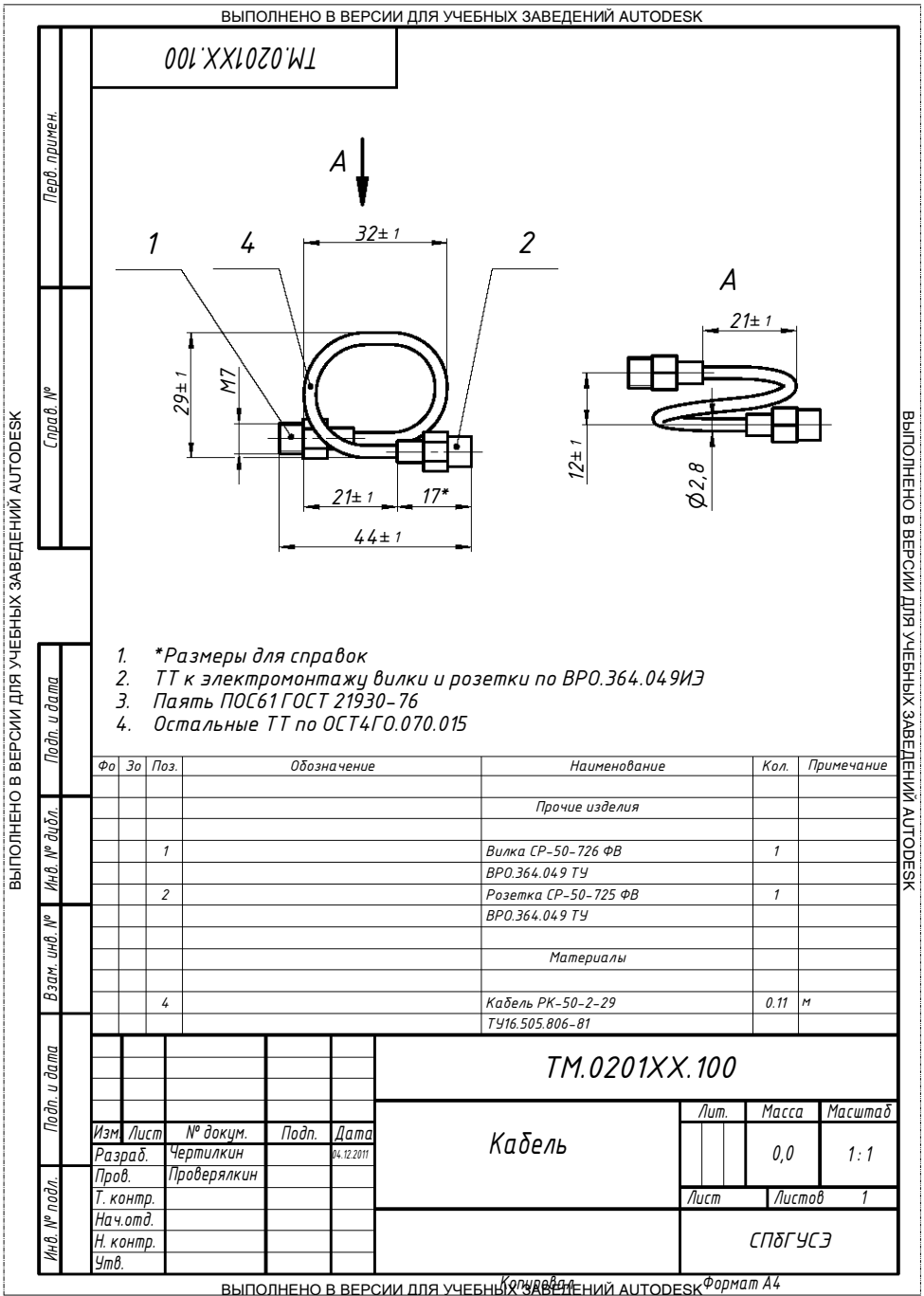


Рис. 9.73. Спецификация, совмещенная со сборочным чертежом

9.9. Моделирование модуля первого уровня

При размещении электрорадиоэлементов на передней панели (ПП) модуля первого уровня целесообразно использовать 3D-технологии создания моделей сборок. В данном разделе рассмотрен пример моделирования модуля первого уровня, основными компонентами которого является ПП и печатная плата.




9.9.1. Этапы конструирования передней панели

Фрагмент теоретических сведений об особенностях моделирования ПП модуля первого уровня приведен в разделе 3.8.

9.9.2. Этапы 3D-моделирования модуля первого уровня

Очевидно, что 3D-моделированию «снизу вверх» модуля первого уровня должно предшествовать создание моделей деталей и подборок, входящих в состав модуля. Эти модели можно найти на сайте издательства «Питер» (www.piter.com).

Рассмотрим этапы 3D-моделирования модуля первого уровня.

1. Выполните команду Создать ▶ Сборка.
2. Выберите команду Вставить . В диалоговом окне выберите файл модели передняя панель и нажмите на кнопку Открыть. На экране появится фантом модели панели.
3. Укажите точку вставки панели.
4. Добавьте в сборку, используя команду ленты Вставить , вторую деталь — ручку, вставив ее в произвольное место в стороне от панели.
5. Выберите команду ленты Сборка ▶ Позиция ▶ Зависимость . По умолчанию будет активно Совмещение. Отметьте торцевую плоскость ручки и лицевую плоскость ПП. Затем включите тип Касательность, укажите цилиндрическую часть ручки и кромку ПП, задайте Смещение 2,6 мм (рис. 9.74).

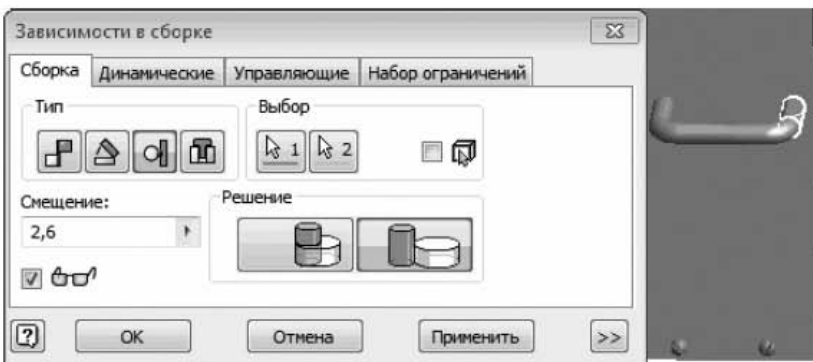


Рис. 9.74. Панель выбора и назначения сопряжений

- При этом останется возможность перемещать ручку вертикально (рис. 9.75).

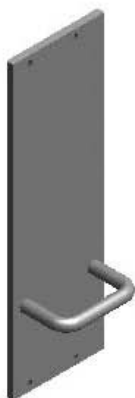


Рис. 9.75. Сопряженные передняя панель и ручка

- Если вы хотите, чтобы в браузере отображались не имена файлов, а названия компонентов, щелкните правой кнопкой мыши на имени компонента в браузере, выберите **Свойства**, измените название компонента на вкладке **Вхождения** ▶ **Имя** (рис. 9.76).

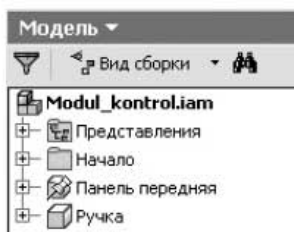





Рис. 9.76. Фрагмент браузера

- Выберите команду ленты **Сборка** ▶ **Компонент** ▶ **Вставить из Библиотеки компонентов** , в результате появится диалоговое окно (рис. 9.77).
- Выберите раздел **Крепежные изделия** ▶ **Болты Винты** ▶ **С полукруглой головкой** ▶ **Винт ГОСТ 10341–80**. Задайте нужные параметры (диаметр **2,5 мм**, длина **6 мм**) (рис. 9.78). Вставьте 4 винта в стороне от сборки, стандартные изделия появятся в браузере (рис. 9.79, *а*).
- Назначьте зависимости (выбрав **Сборка** ▶ **Позиция** ▶ **Зависимость** ) **Совмещение осей отверстия и винта**, плоскости шляпки винта и лицевой плоскости ПП. В результате винты займут положение, показанное на рис. 9.79, *б*.
- Добавьте в сборку третью деталь — печатную плату. Измените имя компонента. Выберите команду ленты **Сборка** ▶ **Позиция** ▶ **Зависимость** . Отметьте пару нижних торцевых граней на передней панели и печатной плате

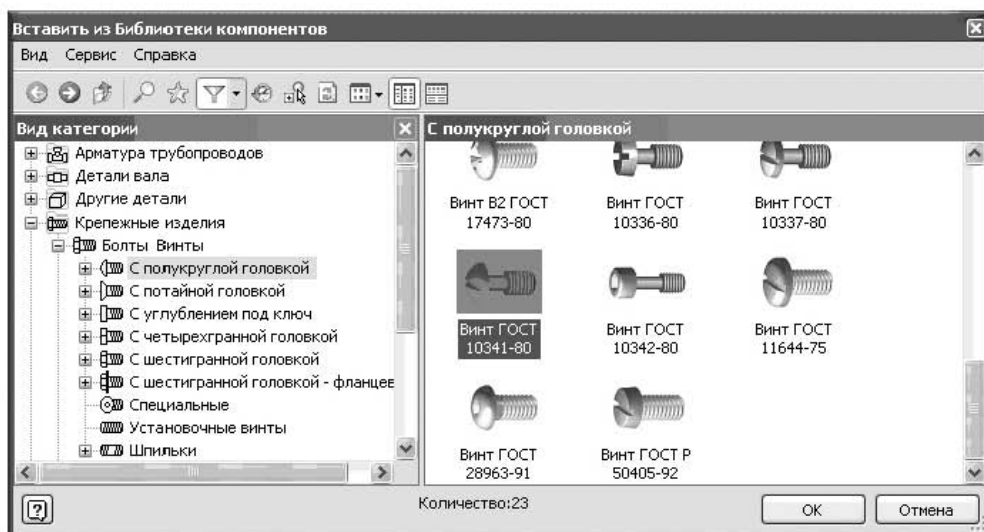


Рис. 9.77. Диалоговое окно Вставить из Библиотеки компонентов

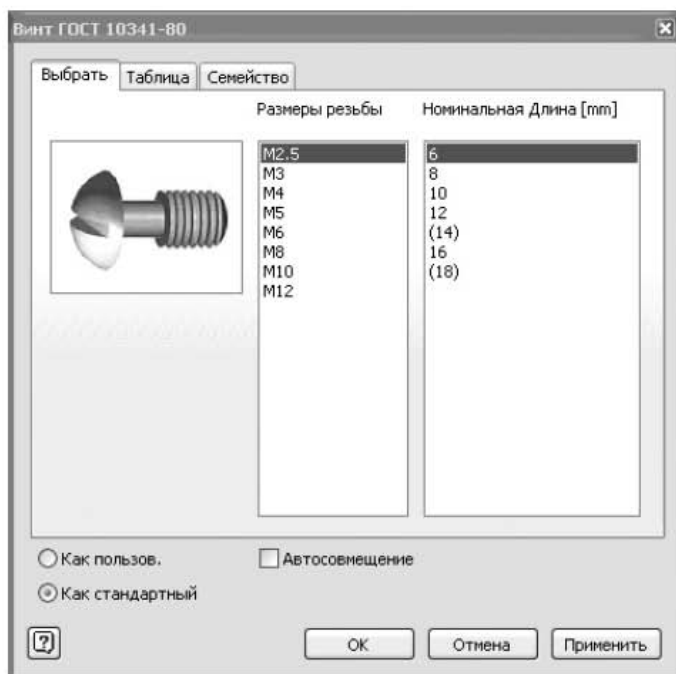


Рис. 9.78. Вставка в сборку библиотечного элемента и расположение его в посадочном отверстии

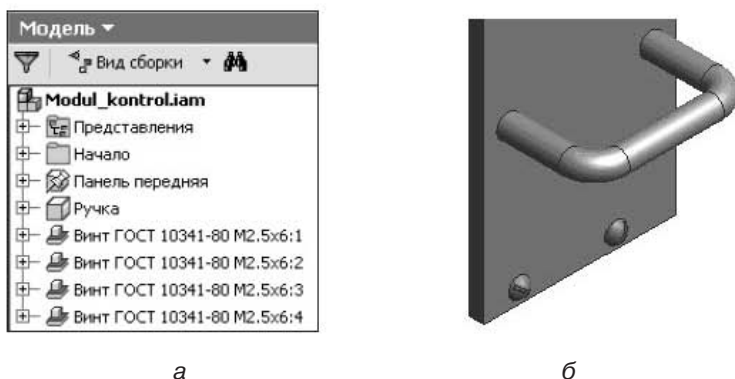


Рис. 9.79. Назначение зависимостей: а — фрагмент браузера; б — винты, вставленные в ПП

(на рис. 9.80 эти грани обращены к вам и обозначены 1) и задайте в области Смещение расстояние **14,35 мм** (рис. 9.81). Выполните отработку данной зависимости. Отметьте пару боковых вертикальных граней на передней панели и печатной плате, обращенных друг к другу (на рис. 9.80 эти грани обозначены 2), и задайте расстояние **2,54 мм**. Выполните отработку данной зависимости. Отметьте пару вертикальных граней: торцевую на передней панели и основную плоскость на печатной плате (на рис. 9.80 эти грани обозначены 3) — и задайте расстояние **3,35 мм** (при толщине заготовки печатной платы 2 мм). Выполните отработку данной зависимости. Печатная плата расположится, как показано на рис. 9.81.

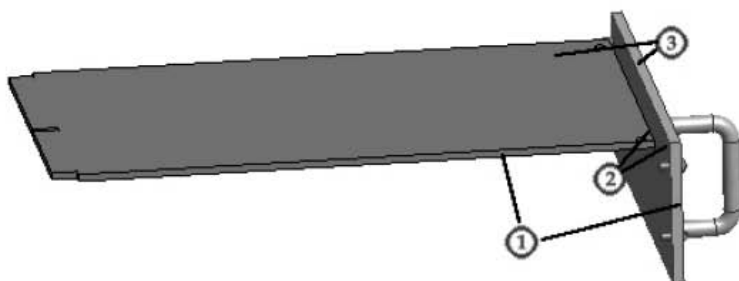



Рис. 9.80. Размещение печатной платы

12. Зафиксируйте положение печатной платы, для чего выделите компонент в браузере, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося контекстного меню выберите команду **Фиксированный** (рис. 9.82). Появление в браузере Кнопки  слева от названия компонента означает, что он зафиксирован.

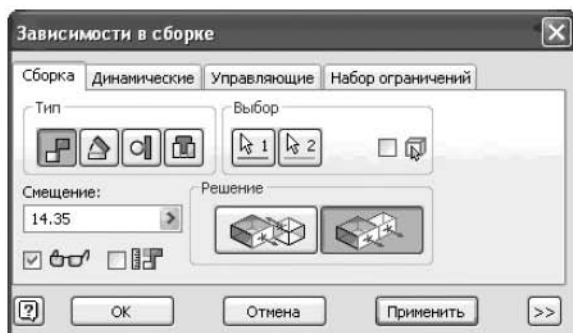


Рис. 9.81. Результат размещения печатной платы

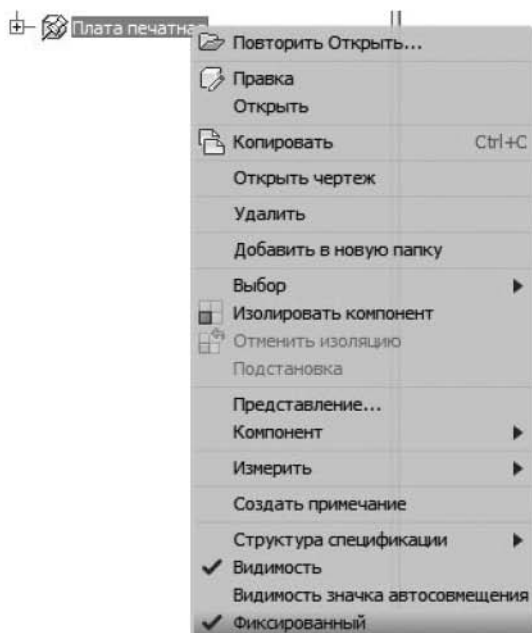


Рис. 9.82. Фиксирование печатной платы






13. Добавьте в сборку четвертую деталь — уголок. Вставьте сразу два в стороне от модели сборки. Измените наименование компонента в браузере. Выберите команду ленты Сборка ▶ Поция ▶ Зависимость . Последовательно отметьте три пары граней на частях сопрягаемых компонентов и расположите уголок сверху печатной платы, как показано на рис. 9.83.



Рис. 9.83. Расположение в сборке уголков вверх и вниз печатной платы

14. Создайте отверстия в печатной плате. Для этого войдите в режим редактирования платы на месте, щелкнув правой кнопкой мыши на имени компонента, в контекстном меню выберите команду Правка . Выделите плоскость платы — рядом с курсором появится значок команды Создать эскиз . Спроецируйте отверстия в уголках на плату Эскиз ▶ Рисование ▶ Преобразование геометрии . Вырежьте их командой Модель ▶ Создать ▶ Выдавливание , включив параметр Вычитание (рис. 9.84). Активизируйте кнопку Эскиз и укажите вырезаемые элементы, щелкнув внутри окружностей отверстий.

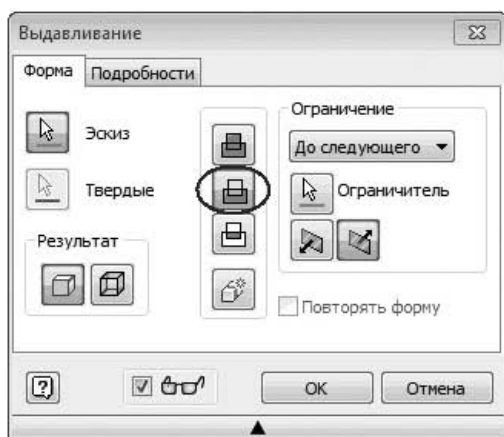



Рис. 9.84. Диалоговое окно команды Выдавливание

15. Для вставки винтов выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки компонентов , в результате появится диалоговое окно (рис. 9.85). Проследите, чтобы была включена кнопка Авторазмещение.

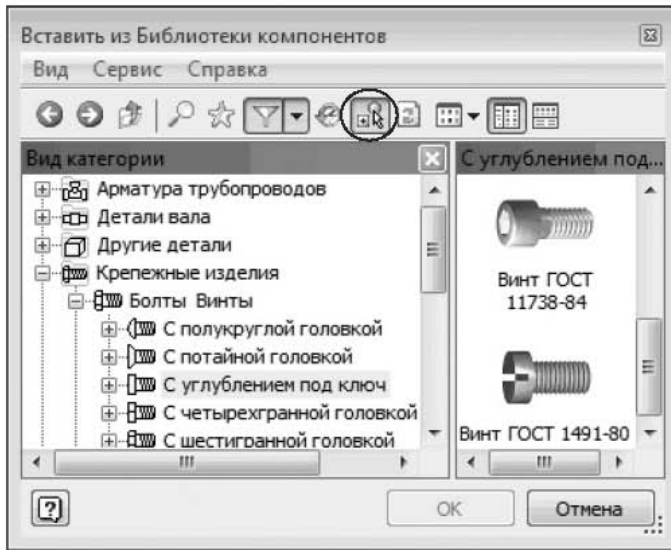


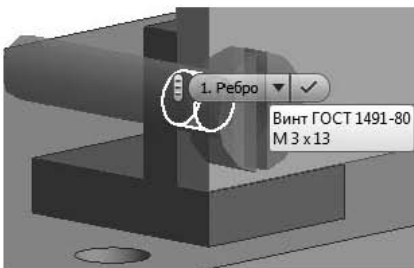
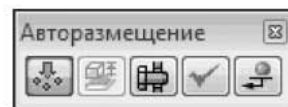


Рис. 9.85. Диалоговое окно Вставить из Библиотеки компонентов

16. Выберите раздел Крепежные изделия ▶ Болты Винты ▶ С углублением под ключ ▶ Винт ГОСТ 1491–80.
17. Наведите курсор на отверстие, размер винта автоматически изменится в соответствии с размерами, доступными в библиотеке компонентов. В подсказке указываются имя винта и его обновленный размер. Щелкните мышью на отверстии, оно будет выделено (рис. 9.86, *а*). Укажите щелчком мыши поверхность платы, в результате фантом винта ориентируется относительно поверхности платы. Появится контекстное меню Авторазмещение (рис. 9.86, *б*). Если выбирается целевая геометрия и функция автосовмещения определяет возможность вставки нескольких экземпляров одного элемента, переключатель Вставка множественного компонента  станет доступен на панели инструментов и будут выделены оба отверстия. Нажмите на кнопку Применить .




а



б

Рис. 9.86. Фантом винта при выборе целевой геометрии и панель Авторазмещение

18. При необходимости измените параметры винта (диаметр **3 мм**, длина **5 мм**). Для этого в браузере щелкните правой кнопкой мыши на имени компонента и выберите в контекстном меню команду **Изменить размер** , в результате чего появится диалоговое окно (рис. 9.87), внизу которого не забудьте установить флажок **Заменить все**.

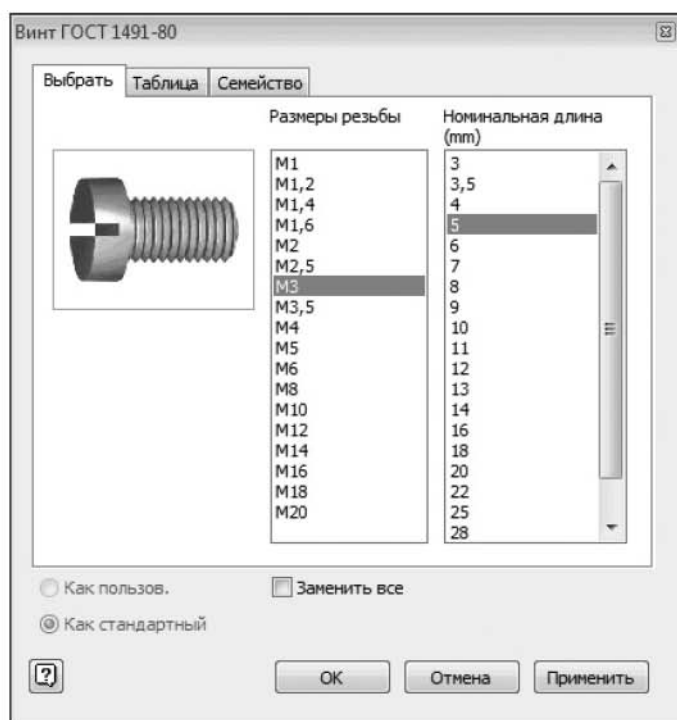


Рис. 9.87. Изменение параметров винта

19. В результате Винты М3×5 ГОСТ1491–80, соединяющие уголки с печатной платой сверху и снизу, будут установлены (рис. 9.88).

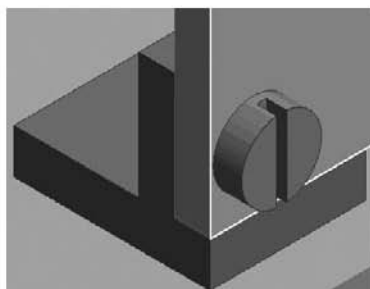




Рис. 9.88. Расположение винтов для соединения уголка с печатной платой

20. Повторите действия, описанные в пп. 14–16, и создайте отверстия в передней панели для соединения с уголками. Установите Винты М3,5×6 ГОСТ17473–80.
21. Установите ручку. Выберите команду ленты Сборка ▶ Позиция ▶ Зависимость . Выделите в браузере, раскрыв дерево построения ручки, ось X. Нажмите на появившейся рядом с выделенным изображением оси X кнопку Сборка . Используя зависимость Совмещение, установите ручку на расстоянии **10 мм** от нижней кромки ПП (рис. 9.89).

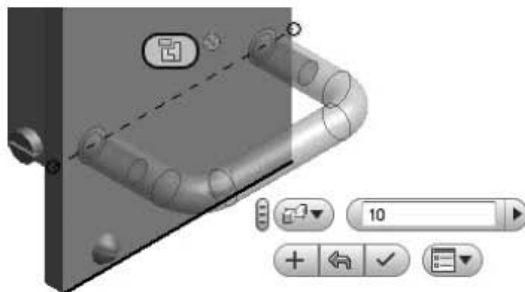



Рис. 9.89. Задание расположения ручки

22. Создайте в ПП два отверстия для крепления ручки, для чего выберите команду Модель ▶ Эскиз ▶ Создать 2D эскиз (для удобства можно отключить видимость платы и выбрать Вид ▶ Представление модели ▶ Стиль отображения — Каркасный) и спроецируйте оба отверстия в ручке в текущий эскиз (Проецирование геометрии ) (рис. 9.90).

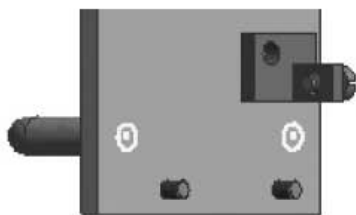



Рис. 9.90. Спроецированные отверстия ручки

23. Повторите действия по вставке стандартного крепежа из библиотеки, описанные в п. 15–18. Укажите отверстия, созданные на предыдущем шаге, настройте параметры — Винт М3×8 ГОСТ1491–80 (рис. 9.91).
24. Добавьте в сборку следующий компонент — переключатель. Вначале установите переключатель, анализируя его положение на различных видах, без сопряжения с другими компонентами сборки (рис. 9.92).
25. Выберите команду Сборка ▶ Позиция ▶ Зависимость . Выберите тыльную вертикальную грань ПП и ближайшую к ней грань переключателя, задайте зависимость Совмещение и Смещение **13 мм**.

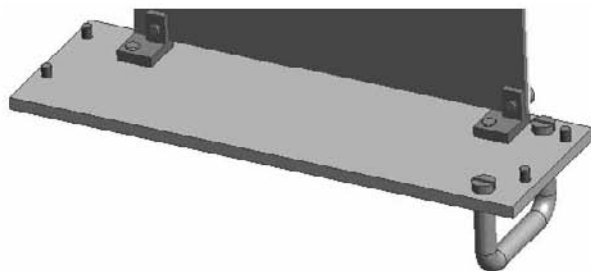


Рис. 9.91. Ручка и плата присоединены к передней панели

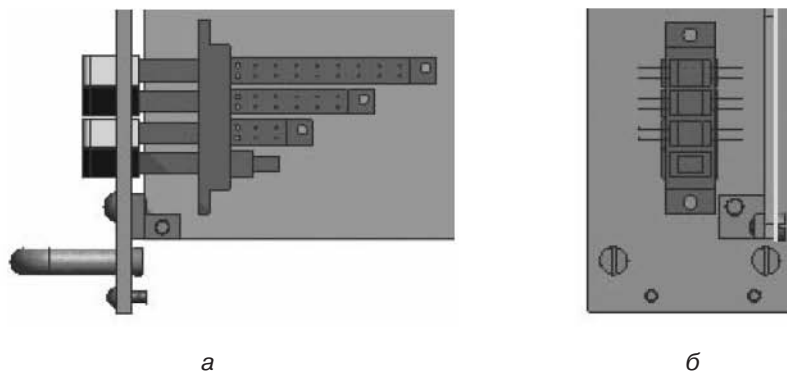


Рис. 9.92. Расположение переключателя на различных видах

26. Выберите боковую плоскость ПП и дальнюю относительно нее боковую плоскость переключателя, задайте зависимость Совмещение и Смещение **25,15 мм** (рис. 9.93). Выберите нижние торцевые плоскости ПП и переключателя, задайте зависимость Заподлицо и Смещение **19,22 мм**.

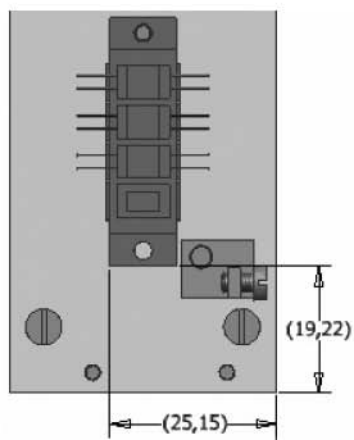


Рис. 9.93. Задание зависимостей для расположения переключателя

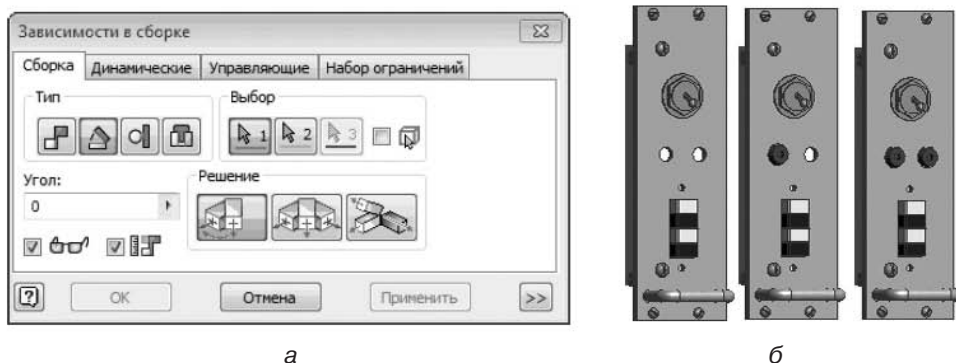


Рис. 9.95. Результаты добавления в сборку новых компонентов

31. Добавьте в сборку еще одно гнездо. Выберите команду Сборка ► Позиция ► Зависимость . Укажите цилиндрические поверхности сопрягаемых отверстий у ПП и гнезда, назначьте зависимость Соосность. Поочередно укажите лицевую грань ПП и после разворота — сопрягаемую вертикальную грань гнезда, назначьте зависимость Совпадение. После отработки заданных зависимостей получим результат, показанный на рис. 9.95, б.

9.9.3. Создание компонентов в контексте сборки

Создадим в контексте сборки деталь для установки переключателя на ПП. Для этого:

1. Выберите команду на ленте Сборка ► Компонент ► Создать , задайте имя Втулка.
2. Разверните сборку и укажите обратную (не лицевую) грань ПП.
3. Система перейдет в режим создания эскиза основания новой детали в контексте сборки.
4. Выберите команду Эскиз ► Преобразование объектов . Укажите на переключателе установочное отверстие $\varnothing 2,8$ мм. Постройте вторую окружность $\varnothing 4,8$ мм (рис. 9.96). Выйдите из эскиза.

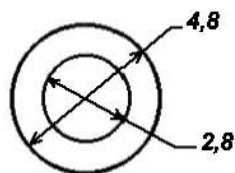
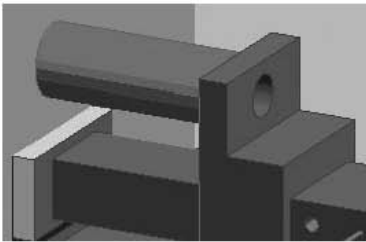


Рис. 9.96. Эскиз основания втулки

5. Выберите команду Модель ► Создать ► Выдавливание . Укажите область между окружностей и выдавите на 13 мм. Нажмите кнопку Возврат . В результате

в контексте сборки будет создана новая деталь — втулка (рис. 9.97, а). В браузере появится новая запись (+) Втулка (рис. 9.97, б).



а



б

Рис. 9.97. Создание новой детали — втулка

- Выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки компонентов . Выберите раздел Крепежные изделия ▶ Болты Винты ▶ С полукруглой головкой ▶ Винт ГОСТ 17473–80. Укажите отверстие под винт, затем лицевую плоскость ПП.
- Выберите в появившемся контекстном меню Авторазмещение переключатель Болтовое соединение . В диалоговом окне (рис. 9.98) в области Тип укажите сквозное отверстие, в области Размещение выберите Концентричность, укажите Начальную плоскость — лицевую плоскость ПП. В качестве Круговых опорных элементов укажите отверстие под винт, в качестве Ограничения — конечную плоскость (плоскость крепежного элемента переключателя).

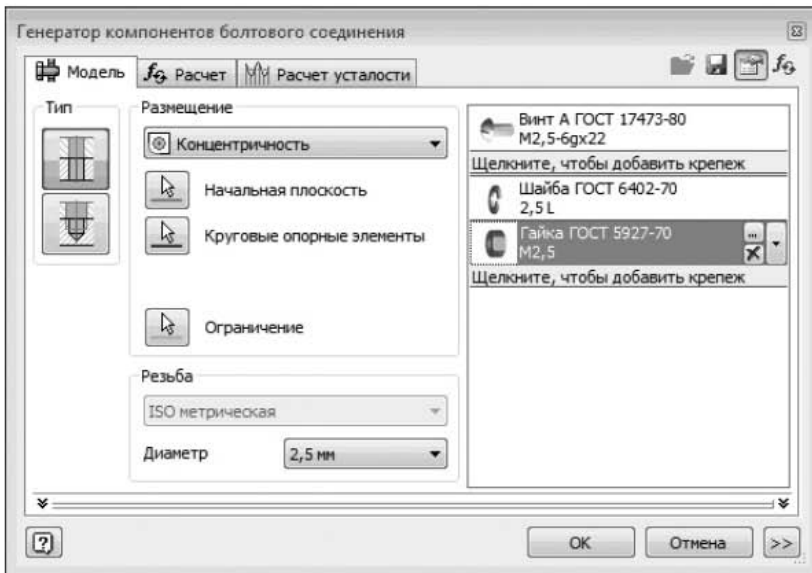


Рис. 9.98. Фрагмент соединения переключателя с передней панелью

Добавьте крепеж, щелкнув на нижней кнопке с надписью «Щелкните, чтобы добавить крепеж шайбу и гайку»: Шайба 2,5 ГОСТ 6402–70, Гайка М2,5 ГОСТ 5927–70. Завершите команду, нажав ОК. В результате будет вставлено винтовое соединение с шайбой и гайкой, все параметры которых будут выбраны автоматически (рис. 9.99).

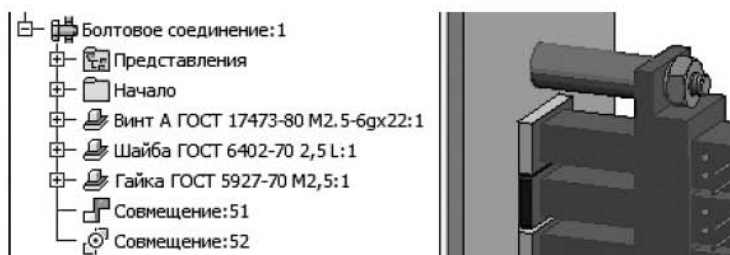



Рис. 9.99. Фрагмент браузера и соединение переключателя с передней панелью

9.9.4. Завершение 3D-моделирования модуля первого уровня

Часто при построении сборок требуется установить несколько одинаковых компонентов (деталей и/или подборок).

Выберите команду Сборка ▶ Компонент ▶ Зеркальное отражение , выделите в браузере втулку, винт, шайбу и гайку, укажите также в браузере в качестве плоскости отражения локальную Плоскость XY переключателя (рис. 9.100) и завершите команду. В результате в указанное отверстие будут скопированы выделенные компоненты. На рис. 9.101 представлена модель сборки, на рис. 9.102 — сборочный чертеж модуля первого уровня.

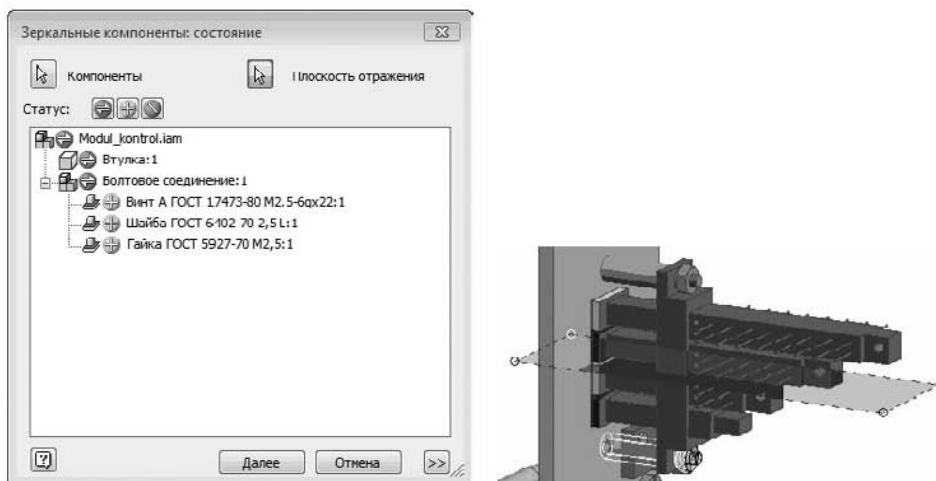


Рис. 9.100. Диалоговое окно команды Зеркальное отражение. Модель с фантомом элементов зеркального отражения



Рис. 9.101. Модуль первого уровня в сборе

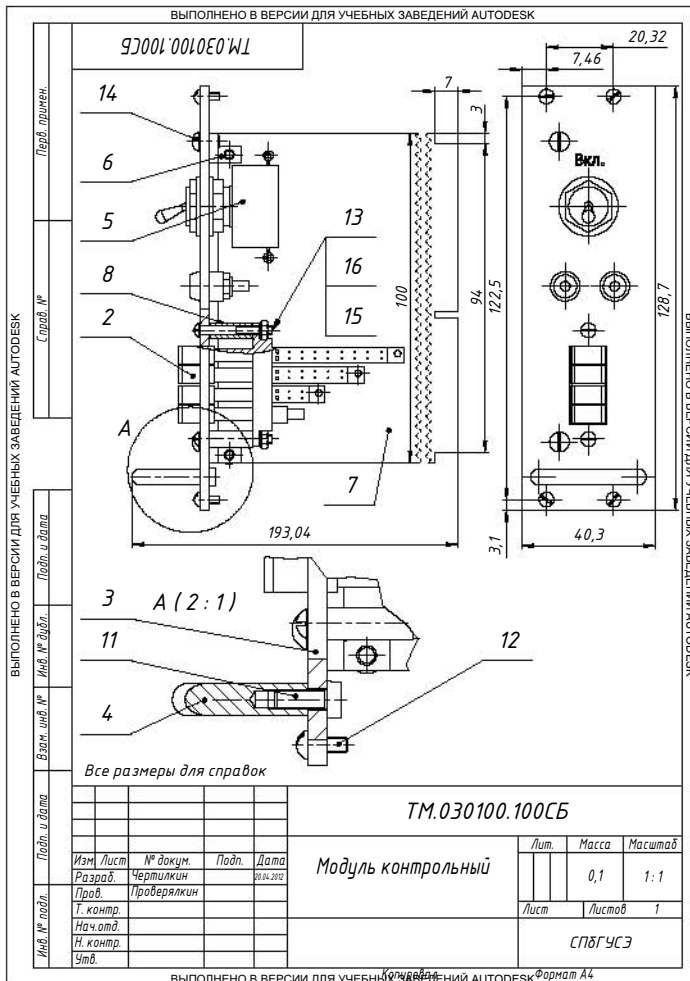


Рис. 9.102. Сборочный чертеж

Глава 10

Общие сведения о системе AutoCAD

Система AutoCAD предназначена в основном для создания двухмерных чертежей, но также поддерживает поверхностное и твердотельное моделирование.

10.1. Основные типы документов

В отличие от прочих описываемых в данной книге систем, в AutoCAD все документы хранятся в файлах с расширением ***.dwg**.

Кроме того, в AutoCAD используются следующие расширения файлов:


- ***.dws** — файлы стандартов со стандартными определениями именованных объектов чертежа. Проверять можно соответствие стандартам имен слоев, типов линий, текстовых и размерных стилей;
- ***.dwt** — файлы шаблонов с необходимыми настройками чертежа;
- ***.dxf** — файлы чертежа в простом текстовом формате, используются для обмена файлами чертежей.

10.2. Основные элементы интерфейса

В AutoCADе есть возможность выбора оформления рабочего пространства. Рабочее пространство — это набор меню, панелей инструментов, палитр и панелей ленты, сгруппированных и упорядоченных для создания среды рисования, ориентированной на выполнение конкретных задач. За исключением классического рабочего пространства AutoCAD, в каждом из них отображаются лента и меню приложения. Доступны следующие рабочие пространства:

- **Рисование и аннотации** — содержит инструменты, предназначенные для двухмерного проектирования.
- **3D основные** — содержит основные инструменты, предназначенные для трехмерного моделирования.

- 3D моделирование — содержит полный набор инструментов, предназначенных для трехмерного моделирования.
- Классический AutoCAD — открывает AutoCAD без ленты.

Для смены рабочего пространства можно открыть список Рабочее пространство на панели быстрого доступа либо в строке состояния нажать на кнопку Переключение рабочих пространств , в результате чего появится меню выбора оформления рабочего пространства (рис. 10.1).

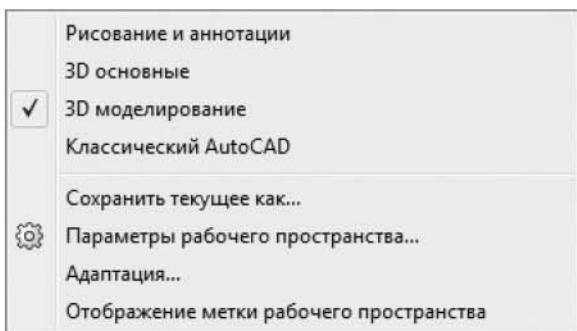


Рис. 10.1. Меню выбора оформления рабочего пространства

При создании (открытии) любого файла AutoCAD на экране монитора появляются следующие основные элементы интерфейса:

- *графическая область* — рабочая область построения объектов;
- *лента*;
- *меню приложения*;
- *командная строка*;
- *панель быстрого доступа*.

Лента содержит вкладки и соответствующие им инструменты. По умолчанию она располагается в верхней части окна (рис. 10.2).

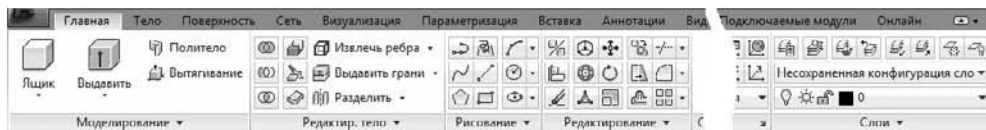



Рис. 10.2. Состав ленты в рабочем пространстве 3D-моделирование

Рядом с лентой есть кнопка приложения , вызывающая меню приложения (рис. 10.3). Нажмите на кнопку приложения для поиска команд, а также получения доступа к инструментам, позволяющим создать, открыть и опубликовать файл. При выборе пункта меню раскрывается перечень команд этого пункта.

В командной строке могут отображаться команды, их параметры, системные переменные, сообщения и подсказки в закрепляемом и изменяемом по размеру

окне (рис. 10.4). Строка Команда: предназначена для ввода или выбора пользователем команд AutoCAD. Можно использовать горячие клавиши для ввода команд или выбора параметров текущей команды (подчеркнутый символ в названии). Для просмотра листинга записи всех действий пользователя нажмите клавишу F2.

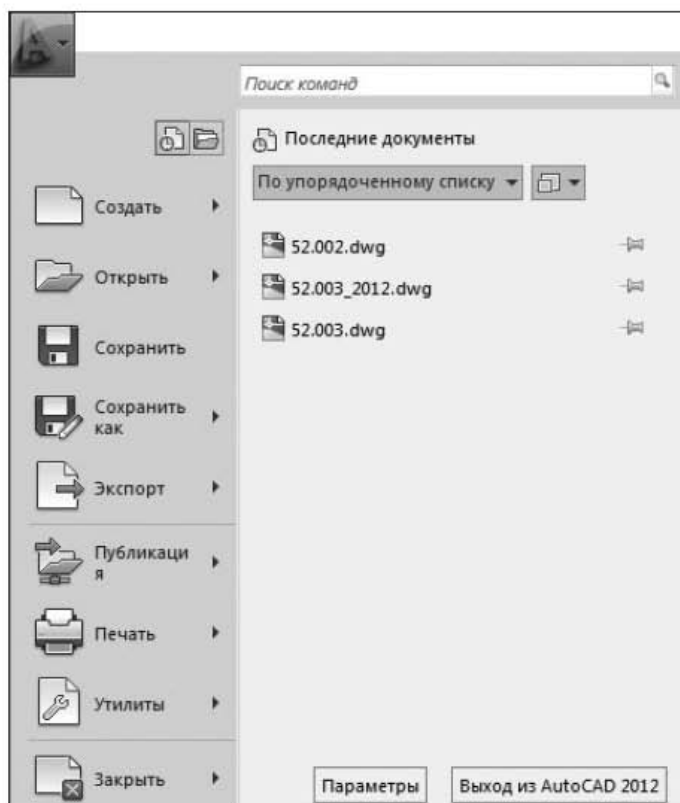


Рис. 10.3. Меню приложения

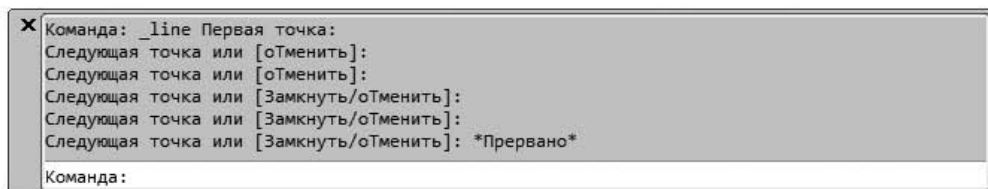


Рис. 10.4. Командная строка

На панели быстрого доступа (рис. 10.5) отображаются часто используемые команды.

На эту панель можно добавить любые инструменты. Те из них, которые выходят за пределы максимальной ширины панели, отображаются в раскрывающихся меню (например, команда **Рабочее пространство** на рис. 10.5 появляется из раскрывающегося меню **3D моделирование**).

Для того чтобы добавить на панель быстрого доступа команду ленты, щелкните на требуемой команде правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню **Добавить на панель быстрого доступа**. Некоторые команды можно добавить из списка, появляющегося при нажатии на кнопке **Адаптация** (черный треугольник справа на панели). Команды добавляются на панель быстрого доступа справа от команд по умолчанию (рис. 10.5).



Рис. 10.5. Панель быстрого доступа

Строка состояния (рис. 10.6) располагается в нижней части экрана. Слева выводятся текущие координаты положения курсора, а в средней ее части — кнопки инструментов построения: **Подразумеваемые зависимости**, **Шаговая привязка**, **Отображение сетки**, **Режим «Орто»**, **Полярное отслеживание**, **Объектная привязка**, **3D Объектная привязка**, **Объектное отслеживание**, **Динамическое изменение пользовательской системы координат**, **Динамический ввод**, **Динамическое отображение ввода**, **Отображение линий в соответствии с весами**, **Быстрые свойства**, **Модель** (переключение между пространством модели и листа) и др.



Рис. 10.6. Строка состояния

ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые клавиатурные сокращения включения/выключения инструментов построения:

Шаг — F9;

Сетка — F7;


Ортогональное рисование — F8;

Полярное отслеживание — F10;

Объектная привязка — F3;

3D Объектная привязка — F4;

Объектное отслеживание — F11.

Пользователь может изменять состав меню и инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова окна диалога, позволяющего выполнить настройку, необходимо нажать на кнопку **Переключение рабочих пространств**  и выбрать команду **Адаптация** (рис. 10.7). Для добавления команды необходимо захватить ее мышью и перенести на существующую панель.

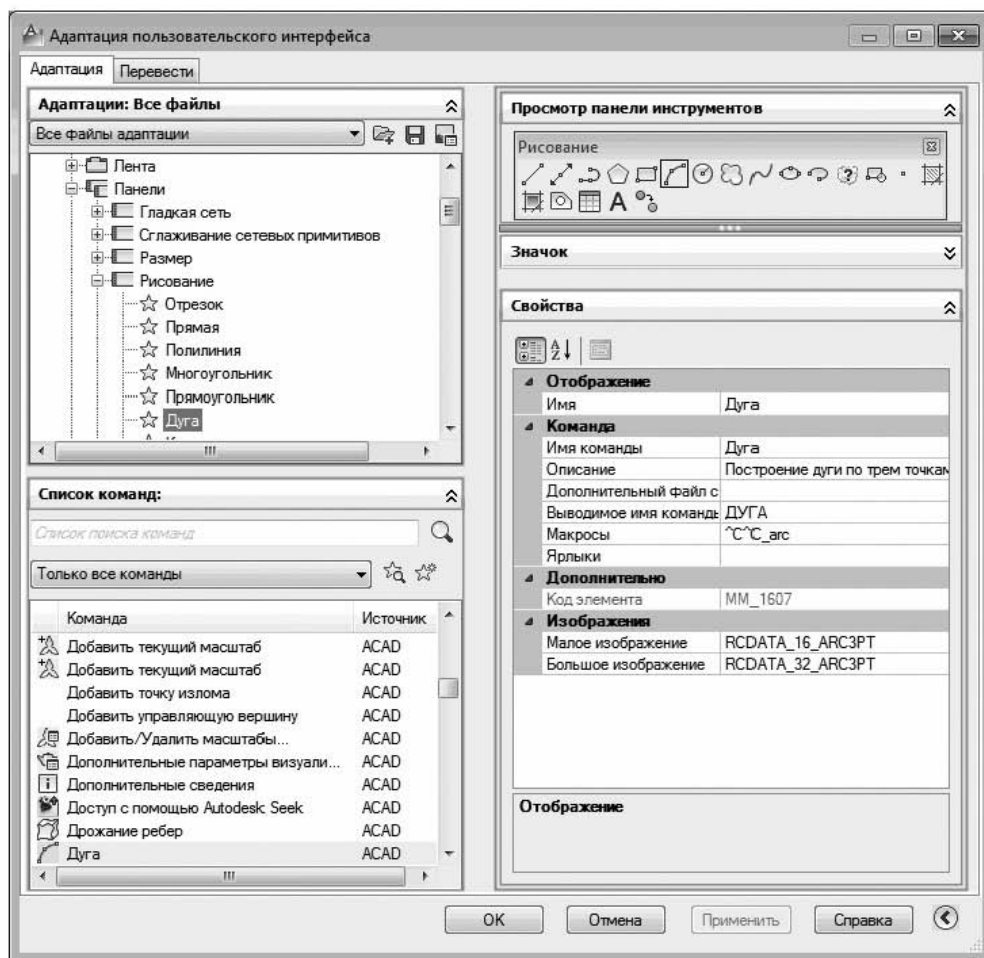


Рис. 10.7. Панель Адаптация

10.3. Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню. Это меню появляется на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным в различных ситуациях. В нем будут собраны наиболее типичные для текущего момента работы команды.

Например, в состоянии ожидания при щелчке правой кнопкой мыши на графической области появится меню, показанное на рис. 10.8.

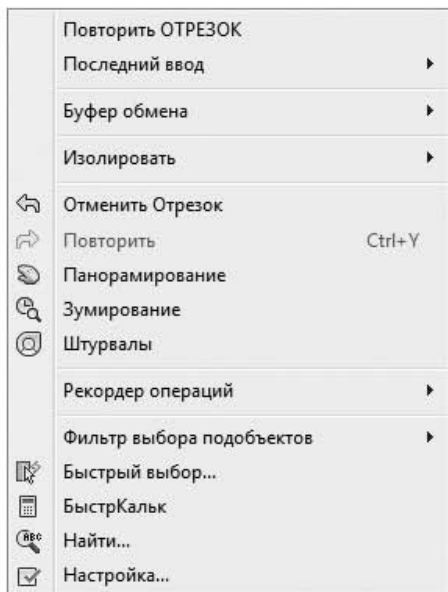


Рис. 10.8. Контекстное меню в состоянии ожидания

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только с помощью команды ленты или инструментальных панелей, но и через контекстные меню.

Функции правой кнопки мыши можно настроить в диалоговом окне, которое вызывается следующим образом: Меню приложения ► Параметры ► Пользовательские ► Контекстное меню в области рисования ► Правая кнопка мыши.

В AutoCAD есть возможность указания характерных точек построенных объектов. Такой режим называется **Объектная привязка**. Существует два режима: разовая и постоянно действующая привязка.

Разовая объектная привязка позволяет в текущий момент привязаться к характерной точке построенного объекта. Для этого следует разместить курсор на графической области, нажать клавишу **Shift** и, удерживая ее, нажать правую кнопку мыши, после чего появится контекстное меню (рис. 10.9), из которого можно выбрать способ привязки.

Постоянно действующая объектная привязка настраивается в диалоговом окне (рис. 10.10), которое открывается в результате щелчка правой кнопкой мыши на кнопке **Объектная привязка** в строке состояния и выбора в контекстном меню команды **Настройка**.

В версии 2011 появился параметр **3D объектная привязка**, позволяющий привязаться к характерным точкам трехмерных объектов (границы, ребру, вершине) (рис. 10.11).

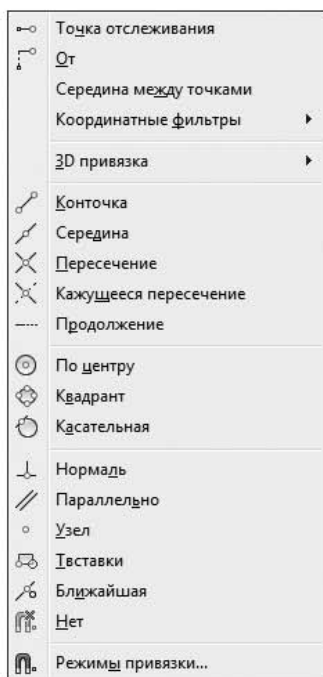


Рис. 10.9. Контекстное меню выбора способа разовой объектной привязки

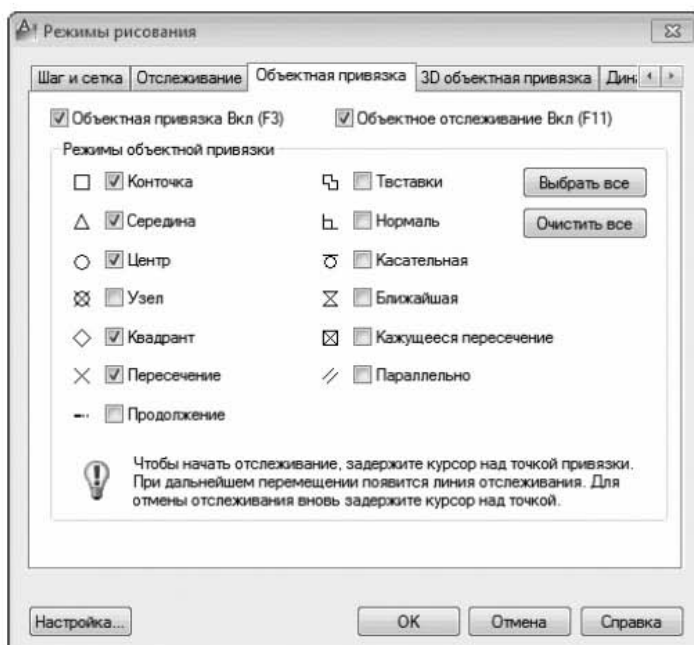


Рис. 10.10. Диалоговое окно настройки режимов объектной привязки

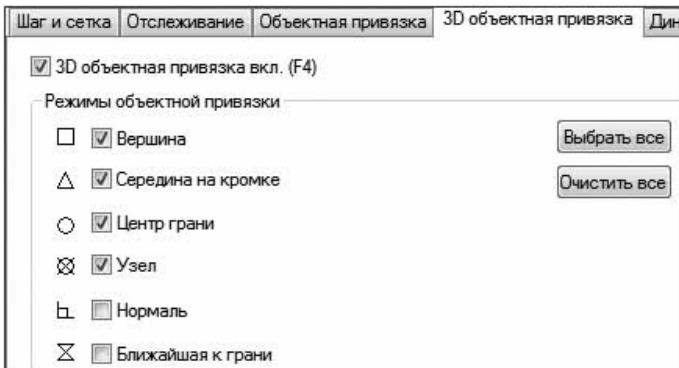



Рис. 10.11. Диалоговое окно настройки режимов 3D объектной привязки

10.4. Управление масштабом, сдвигом изображения и поворотом модели

Для управления масштабом изображения модели предназначены команды панели инструментов Зуммирование (рис. 10.12): Показать рамкой, Показать в динамике, Показать с заданием масштаба, Показать с заданием центра, Показать объект, Увеличить, Уменьшить, Показать все, Показать до границ. Эти команды расположены на ленте Вид ► Навигация, а кнопки для их быстрого вызова — на панели Зуммирование, которую можно вызвать выбором Вид ► Окна ► Панели инструментов ► AutoCAD ► Зуммирование или на панели навигации (рис. 10.14).



Рис. 10.12. Панель инструментов Зуммирование

Чтобы передвинуть изображение в окне, нажмите колесо мыши и перемещайте ее или выберите команду Панорамирование  на ленте Вид ► Навигация или на панели навигации.

При создании модели может возникнуть необходимость видеть ее с разных сторон. Для этого в AutoCAD предусмотрена возможность вращения модели. Чтобы повернуть модель, вызовите команду Вид ► Навигация ► Орбита либо нажмите кнопку Орбита на панели навигации или на панели инструментов Орбита (рис. 10.13).



Рис. 10.13. Панель инструментов Орбита

Следует помнить, что в AutoCAD объект всегда создают в плоскости XY. Для изменения положения этой плоскости в глобальной системе координат существуют команды ленты Вид ► Координаты либо инструментальная панель пользовательской системы координат (ПСК) (Вид ► Окна ► Панели инструментов ► AutoCAD ► ПСК) (рис. 10.16).



Рис. 10.16. Панель ПСК

10.6. Управление режимом отображения детали

При работе в AutoCAD доступны несколько типов отображения модели: каркасное представление, невидимые линии отображаются, скрыть невидимые линии, закрасить с кромками, закрасить. Чтобы выбрать тип отображения, вызовите команду ленты Вид ► Визуальные стили и укажите нужный вариант. Можно также воспользоваться кнопками на инструментальной панели Визуальные стили (Вид ► Окна ► Панели инструментов ► AutoCAD ► Визуальные стили) (рис. 10.17):

- 2D Каркас — отображаются все кромки модели. Растровые объекты и объекты OLE, типы линии и их толщина видимы;
- 3D Каркас — отображаются все кромки модели;
- 3D Скрытый — все кромки модели, которые невозможно увидеть под выбранным углом, не отображаются;
- Реалистичный — отображение закрасенного вида модели со сглаженными краями между гранями. Отображаются материалы, назначенные объектам;
- Концептуальный — отображает закрасенное изображение модели. Переход между холодными и теплыми цветами отображает как темный и светлый. Эффект менее реалистичен, но он может сделать детали объекта лучше различимыми.
- Диспетчер визуальных стилей — служит для создания и изменения визуальных стилей. Диспетчер визуальных стилей содержит панель образцов изображений визуальных стилей, имеющих в чертеже. В панели параметров отображаются параметры граней, ребер, сглаживания для выбранного визуального стиля (рис. 10.18).



Рис. 10.17. Панель Визуальные стили

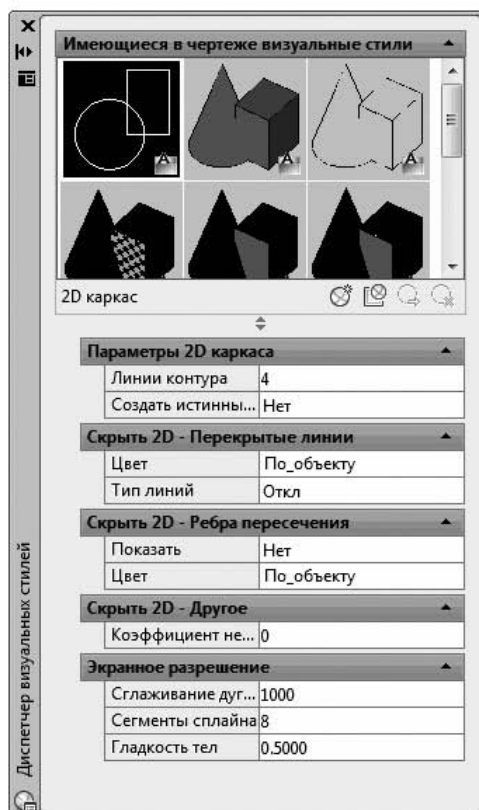


Рис. 10.18. Панель Диспетчера визуальных стилей

Глава 11

Основы моделирования в системе AutoCAD

Система AutoCAD позволяет создавать как простейшие примитивы, так и сложные поверхности, твердые тела. Базовые типы пространственных моделей, используемых в CAD-системах, можно условно разделить на три группы:

- каркасные модели;
- поверхностные модели;
- твердотельные модели.

Каркасная модель — это совокупность двумерных примитивов в трехмерном пространстве, определяющих ребра фигуры. Каркасная модель полностью описывает размеры объекта во всех трех измерениях. Поверхности объекта (грани) не определены! Каркасное моделирование удобно применять для объектов с плоскими или простыми криволинейными поверхностями и как этап вспомогательных построений для трехмерного проектирования более высокого уровня.

Поверхностная модель — это совокупность поверхностей, ограничивающих и определяющих трехмерный объект в пространстве. В AutoCAD поверхность строится путем определения ее ребер. В качестве основы для создания поверхности часто используется каркасная модель. Моделирование поверхностей применяется для детальной отработки внешней формы изделия. Поверхностная модель непригодна для решения таких задач, как определение инерционно-массовых характеристик изделия или получение необходимых изображений для оформления чертежей. Область применения данного вида моделирования — дизайн, решение задач компоновки сложных изделий и т. п.

Твердотельное моделирование — это основной вид трехмерного проектирования изделий машиностроения. Создаваемые тела воспринимаются системой как некие единые объекты, имеющие определенный объем. Твердотельное моделирование позволяет не только эффективно решать компоновочные задачи, но и определять инерционно-массовые характеристики, а также получать необходимые виды, разрезы и сечения пространственного объекта для оформления рабочей документации.

К сожалению, система AutoCAD немного проигрывает в удобстве трехмерного моделирования другим рассмотренным в данной книге системам. Например, в ней отсутствует дерево построения, из-за чего возникают сложности при построении

и особенно редактировании моделей, менее удобно задание положения двумерных примитивов для последующих трехмерных операций с существующими элементами и пр. Хотя по сравнению с версией 2010 заметен прогресс.

11.1. Знакомство с созданием моделей и конструкторской документации сборок

Сборка в AutoCAD — это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (все они называются компонентами сборки). Выделяют следующие способы проектирования сборок:

- «снизу вверх»;
- «сверху вниз»;
- смешанный.

Проектирование сборки «снизу вверх» представляет собой последовательное добавление в сборку готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Последовательность сборки модели аналогично реальной сборке. Такой порядок проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей «сборки» требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

Проектирование сборки «сверху вниз» характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке.

На практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

11.2. Приемы создания модели сборки

Как уже было сказано, в системе AutoCAD все файлы хранятся в одном формате — *.dwg. Поэтому независимо от того, что мы создаем, модель детали или сборку, вызываем команду Создать чертеж.

11.2.1. Добавление компонента из файла




Выберите команду Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить, выберите нужный файл модели детали, разместите ее на свободном месте листа. Ссылки удобны тем, что при изменении исходного файла модель в сборке также изменится. В качестве ссылок можно вставлять файлы в форматах *.dwg, *.dwf, *.pdf, *.dgn.

Добавить компонент в сборку можно также, используя команду Вставка ▶ Ссылка ▶ Импорт. Импортировать можно довольно большое количество форматов файлов, в основном файлов обмена, таких как *.igs, *.sat, *.step.

11.2.2. Создание массивов компонентов

Одинаковые компоненты (детали или под сборки) могут быть определенным образом упорядочены. Для создания в сборке групп из нескольких одинаковых компонентов можно воспользоваться командами ленты Главная ► Редактирование ► Массив.

Типы массивов следующие:

- прямоугольный ;
- круговой ;
- массив по траектории .











В отличие от предыдущих версий AutoCAD, в версии 2012 после вызова команды не появляется диалоговое окно с параметрами массива — все параметры можно задать в диалоговом режиме командной строки либо используя контекстное меню. Изменения значений параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде изменений фантома создаваемого в сборке массива компонентов.




По умолчанию создается ассоциативный массив в динамическом режиме, при котором, перемещая курсор, можно видеть изменения и количества элементов массива и расстояний между ними. Каждый элемент массива является копией исходного компонента, все элементы массива образуют блок.

Для того чтобы элементы массива не зависели от исходного, надо отключить ассоциативность.

11.2.3. Основные формообразующие операции

В системе Autodesk AutoCAD определены следующие базовые операции создания твердых тел:

-  Политело — с помощью команды можно преобразовать имеющуюся линию, 2D-полилинию, дугу или окружность в тело с прямоугольным профилем;
-  Ящик — построение параллелепипеда;
-  Клин — построение клина, основание которого всегда параллельно плоскости XY текущей пользовательской системы координат;
-  Конус — построение прямого кругового или эллиптического конуса;
-  Сфера — построение сферы;
-  Цилиндр — построение кругового или эллиптического цилиндра;
-  Тор — построение тора;
-  Пирамида — построение пирамиды;
-  Выдавить — выдавливание двумерных примитивов вдоль оси Z или по пути, заданному некой линией. Если контур замкнутый, будет создано твердое тело, разомкнутый — поверхность;
-  Вытягивание — выдавливание замкнутых двумерных областей;


-  Сдвиг — построение объекта путем перемещения эскиза вдоль траектории. Если контур замкнутый, будет создано твердое тело, разомкнутый — поверхность;
-  Вращать — построение объекта путем вращения одного или нескольких эскизных контуров вокруг оси;
-  По сечениям — построение объекта с поверхностью, переходной между несколькими контурами, расположенными на разных рабочих плоскостях.

В системе AutoCAD, в отличие от прочих CAD-систем, нет понятия эскиза, на основе которого создается объемное тело. Трехмерный объект образуется из простейших трехмерных геометрических примитивов (параллелепипед, цилиндр, конус, шар и т. п.) с последующим применением булевых операций объединения, вычитания, пересечения. Для создания более сложных по конфигурации поверхностей есть возможность использовать поверхностное моделирование. И наконец, можно создать некий контур и применить к нему одну из четырех формообразующих операций. Контур должен быть замкнутым и либо построенным с помощью команды Полилиния, либо объединенным с помощью команды Область. В противном случае будет создана оболочка.

11.3. Система координат и плоскости проекций

AutoCAD поддерживает два вида систем координат: МСК (мировая система координат) и ПСК (пользовательская система координат). Мировая система координат существует всегда, ее невозможно удалить и изменить. Пользователь может создать и сохранить несколько пользовательских систем координат для облегчения конструирования модели. Активной может быть только одна система координат. В программе AutoCAD мировая система координат имеет ориентацию, при которой плоскость XOY горизонтальна, координата Z соответствует высоте. Пользователь создает пользовательскую систему координат и согласует ее плоскость XOY с поверхностью объекта. Часто на практике проще задавать только координаты X и Y относительно заданной плоскости объекта, чем вычислять значения X , Y , Z в мировой системе координат.

Изображение системы координат появляется в левом нижнем углу графической области. Построить плоские объекты с различной ориентацией в пространстве можно с помощью выбора на ленте Вид ► Виды разных проекционных видов из шести основных: спереди, сзади, слева, справа, сверху, снизу. После чего система координат (плоскость XOY) становится параллельной выбранной плоскости проекций.

При построении как двухмерных, так и трехмерных объектов приходится активно пользоваться командами создания пользовательской системы координат. Например, для переноса начала координат в какую-либо точку используется команда Вид ► Координаты ► Начало  (рис. 11.1).

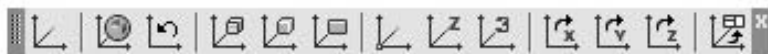


Рис. 11.1. Панель команд создания пользовательской системы координат

В системе AutoCAD чаще всего используют декартову или полярную системы координат (есть еще сферическая и цилиндрическая), причем эти координаты могут быть абсолютными и относительными. В декартовой системе координат значения по осям X , Y , Z вводятся разделенными запятой без пробелов. Например, точка с координатами **0,0,0** совпадает с началом координат. В полярной системе координат указывают длину и угол наклона, разделенные знаком «меньше». Например, **20<45** — длина **20** от начала координат, угол наклона относительно оси X — **45°**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если строите в плоскости XOY , то координату по оси Z можно опускать.

Дробная часть отделяется от целой точкой.

По умолчанию углы в AutoCAD отсчитываются от горизонтали, положительное направление — против часовой стрелки.

Абсолютные координаты измеряются от начала координат МСК, относительные — от последней (предыдущей) точки.

Относительные координаты начинаются со знака @. Например, декартовы координаты точки, расположенной на расстоянии **7,2 мм** по оси X и **23,4 мм** по оси Y от предыдущей точки, следует записывать так: **@7.2,23.4**. Координаты точки, удаленной от предыдущей на **55,5 мм** и расположенной под углом **35°** относительно оси X , — так: **@55.5<35**.

11.4. Особенности трехмерного моделирования деталей

К сожалению, в системе AutoCAD нет дерева построения, в котором указываются все операции, производимые с моделью, из-за чего нет возможности вернуться и отредактировать предыдущие действия, не отменив последующие.

Редактирование моделей возможно несколькими способами. Можно отменить действия и вернуться к моменту работы, предшествующему неверному шагу. Затем заново выполнить отмененные действия. Однако при этом может пропасть и полезная часть работы.

Основной способ редактирования модели — применение команд ленты Главная ▶ Редактир. тело. Они позволяют перемещать и поворачивать грани и выполнять множество других операций (рис. 11.2).

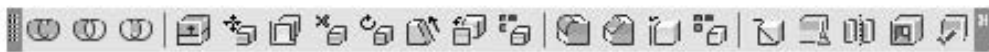




Рис. 11.2. Панель команд Редактирование тела

11.5. Создание ассоциативных видов

Трехмерные модели деталей создаются не только для наглядной визуализации, сколько с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей деталей.

В системе AutoCAD имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных деталей. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде (до использования команды окончательного формирования чертежа — Главная ▶ Моделирование ▶ Чертеж твердого тела ).

Ассоциативное изображение формируют на вкладке **Layout** (Лист), используя команду Главная ▶ Моделирование ▶ Вид твердого тела . Команда создает видовые экраны пространства листа, направление взгляда для каждого вида, а также слои. В зависимости от параметра команды на листе создаются выбранные пользователем ассоциативные виды, разрезы (сечения) трехмерной детали. Виды автоматически приобретают проекционную связь.

В системе AutoCAD определены следующие параметры команды Вид твердого тела создания ассоциативных изображений:

- ПСК — создание вида, представляющего собой проекцию модели на плоскость XOY пользовательской системы координат;
- Орто — создание ортогональной проекции на основе имеющегося вида путем проецирования модели в направлении, перпендикулярном выбранной пользователем границы видового экрана;
- Дополнительный — создание дополнительного вида путем проецирования модели на плоскость, расположенную под углом к координатным плоскостям пользовательской системы координат;
- Сечение — создание разреза или сечения.

Глава 12

Создание моделей и документации сборочных единиц

В этой главе описаны этапы создания модели крана, примеры моделей электро-радиоэлементов и модулей первого уровня.

12.1. Моделирование крана

В предыдущих главах были упрощенно показаны главные и аксонометрические изображения деталей, входящих в состав крана, поэтому повторять их не будем.


12.2. Соединение болтовое

Для создания модели болтового соединения используются модели деталей: корпуса, прокладки нижней, фланца нижнего.

ПРИМЕЧАНИЕ

При построении модели сборки рационально расположить каждую модель детали на своем слое!

12.2.1. Этапы построения сборки. Совмещение плоскостей корпуса и прокладки

1. Откройте файл модели корпуса. Сохраните его с именем `bolt_soed.dwg`.
2. Вставьте в файл сборки модель нижней прокладки как ссылку, вызвав команду Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить.
3. Выберите команду ленты Главная ▶ Редактирование ▶ 3D Выравнивание , выделите прокладку:

Команда: `_3dalign`

Выберите объекты: найдено: 1

4. Укажите базовую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания прокладки (рис. 12.1):

Исходная плоскость и ориентация ...
Базовая точка или [Копировать]:

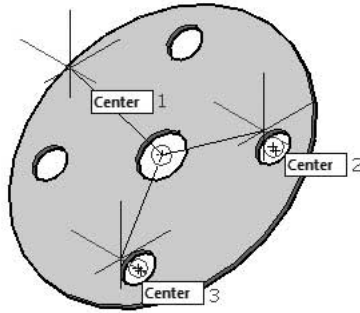


Рис. 12.1. Три точки привязки к прокладке

5. Укажите вторую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания крепежного отверстия:

Вторая точка или [Продолжить] <П>:

ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо отследить, чтобы выбираемый центр основания отверстия располагался в той же плоскости, что и предыдущая точка.

6. Укажите третью точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания другого крепежного отверстия:

Третья точка или [Продолжить] <П>:

7. Укажите первую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности нижнего основания корпуса (рис. 12.2):

Целевая плоскость и ориентация...
Первая целевая точка:

8. Укажите вторую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания крепежного отверстия (рис. 12.3):

Вторая целевая точка или [выход] <X>:

9. Укажите третью точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания соседнего крепежного отверстия (рис. 12.4):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

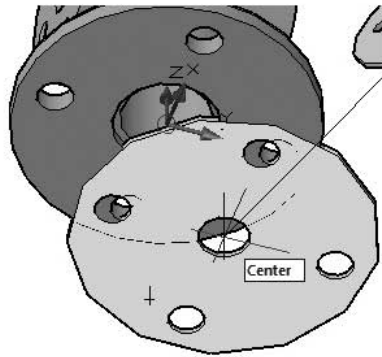


Рис. 12.2. Привязка к центру окружности нижнего основания корпуса

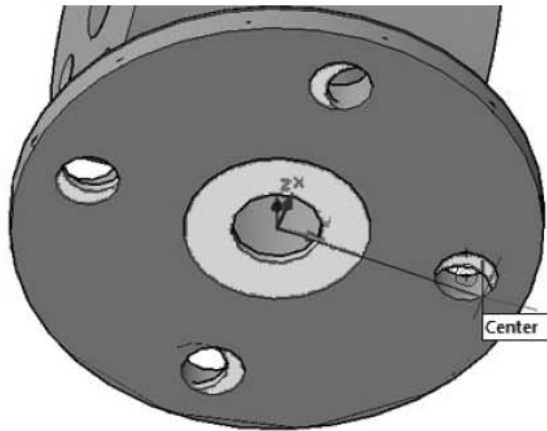


Рис. 12.3. Привязка к центру окружности основания произвольного крепежного отверстия

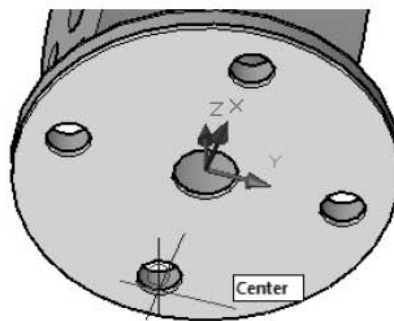



Рис. 12.4. Привязка к центру окружности основания соседнего крепежного отверстия

10. Если прокладка по каким-либо причинам оказалась в теле корпуса, а не снаружи, зеркально отразите ее, для чего выберите команду **3D Зеркало** , выделите прокладку, укажите плоскость XY, проходящую через точку с координатами **0,0,0**, и подтвердите удаление отображаемого объекта (рис. 12.5).

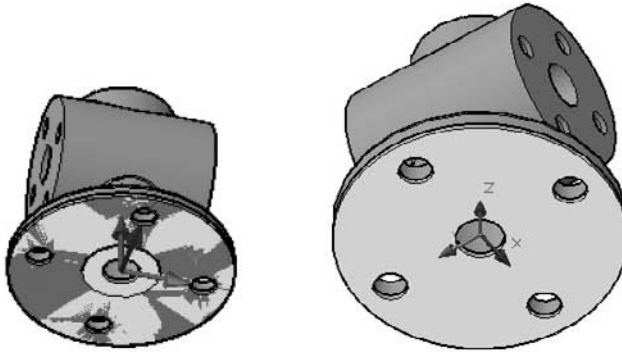



Рис. 12.5. Исправление положения прокладки

12.2.2. Расположение нижнего фланца в сборке

1. Вставьте модель нижнего фланца в сборку, вызвав команду **Вставка** ▶ **Ссылка** ▶ **Присоединить**.
2. Выберите команду **Главная** ▶ **Редактирование** ▶ **3D Выравнивание** , выделите фланец:

Команда: `_3dalign`
 Выберите объекты: найдено: 1

3. Укажите базовую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания фланца (рис. 12.6):

Исходная плоскость и ориентация ...
 Базовая точка или [Копировать]:

4. Укажите вторую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания крепежного отверстия (рис. 12.7):

Вторая точка или [Продолжить] <П>:

5. Укажите третью точку — любую точку на оси вращения фланца (трекинге, при включенном вспомогательном режиме **Объектное отслеживание**) (рис. 12.8):

Третья точка или [Продолжить] <П>:

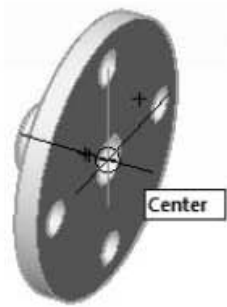


Рис. 12.6. Выбор базовой точки на фланце

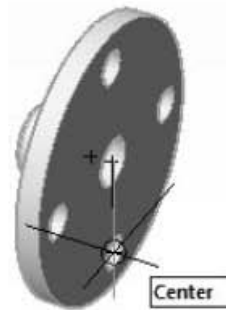


Рис. 12.7. Выбор второй точки на фланце

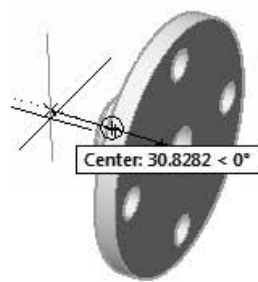


Рис. 12.8. Выбор третьей точки на фланце

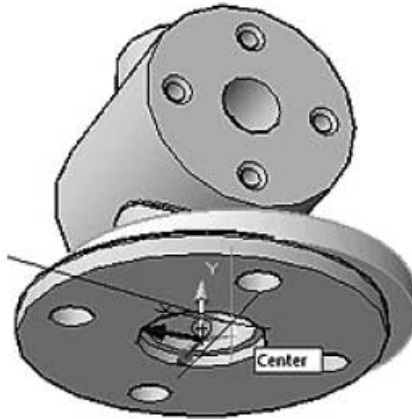


Рис. 12.9. Выбор первой точки на корпусе

6. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности нижнего основания прокладки (рис. 12.9):

Целевая плоскость и ориентация...

Первая целевая точка:

7. Укажите вторую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности основания крепежного отверстия (рис. 12.10):

Вторая целевая точка или [выход] <X>:

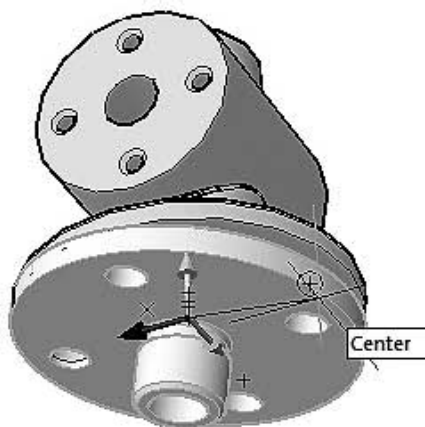


Рис. 12.10. Выбор второй точки на корпусе

8. Укажите третью точку — любую точку на вертикальной оси вращения корпуса (трекинге) (рис. 12.11):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

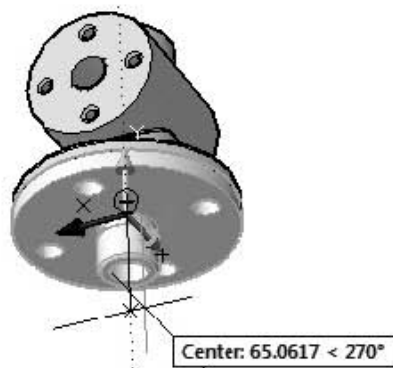



Рис. 12.11. Выбор третьей точки на корпусе

12.2.3. Создание и вставка стандартных изделий болтового соединения

Стандартные изделия можно моделировать, а можно взять из библиотеки системы Autodesk Inventor, что мы и сделаем. Загрузите Inventor, создайте файл сборки, выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки компонентов. Выберите раздел Крепежные изделия ▶ Болты Винты ▶ С шестигранной головкой ▶ Болт ГОСТ 7798–70, вставьте его на свободное место рабочей области, установите нужный типоразмер (M12×35). Сохраните в формате AutoCAD (*.dwg). Аналогично сохраните прочие стандартные изделия для нашей сборки:

- Гайка М12-6Н ГОСТ 5915–70;
- Шайба 12 ГОСТ 11371–78.

Поскольку используется одна и та же команда 3D Выравнивание, вставлять фрагменты листинга запросов команды не будем.

1. Вставьте болт: Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить.
2. Выберите команду Главная ▶ Редактирование ▶ 3D Выравнивание , выделите болт.
3. Укажите базовую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности основания головки болта (рис. 12.12).
4. Укажите вторую точку с привязкой Конточка (Endpoint).
5. Укажите третью точку — любую точку на оси вращения, например центр окружности основания стержня болта.

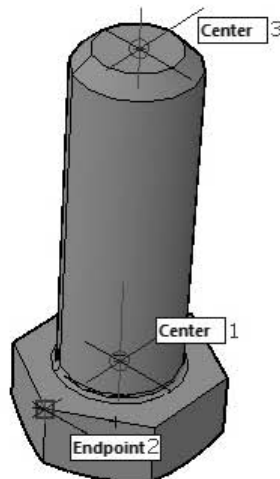


Рис. 12.12. Выбор точек позиционирования на болте

6. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности нижнего основания отверстия во фланце (рис. 12.13).

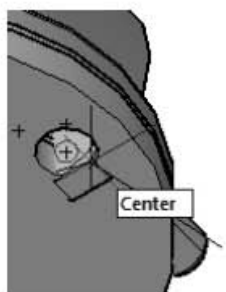


Рис. 12.13. Выбор первой точки на фланце

7. Укажите вторую точку, например, с привязкой Квадрант (Quadrant) — квадрант окружности основания фланца (рис. 12.14).

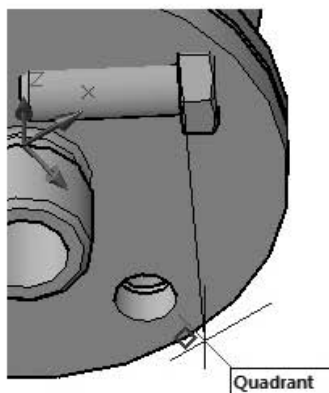


Рис. 12.14. Выбор второй точки на фланце

8. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности верхнего основания отверстия во фланцевой части корпуса (рис. 2.15).

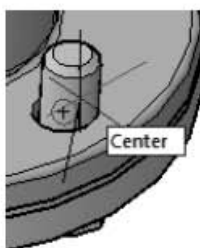



Рис. 12.15. Выбор третьей точки на корпусе

9. В итоге болт займет нужное положение (рис. 12.16).



Рис. 12.16. Окончательное положение болта

10. Вставьте шайбу: Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить.
11. Выберите команду 3D Выравнивание , выделите шайбу.
12. Укажите базовую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности нижнего основания шайбы (рис. 2.17).

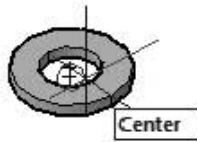


Рис. 12.17. Выбор базовой точки на шайбе

13. Укажите вторую точку с привязкой Квадрант (Quadrant) — квадрант окружности нижнего основания шайбы (рис. 12.18).

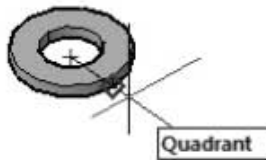


Рис. 12.18. Выбор второй точки на шайбе

14. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности верхнего основания шайбы (рис. 12.19).

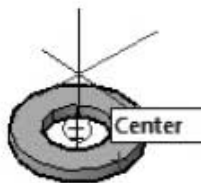


Рис. 12.19. Выбор третьей точки на шайбе

15. Укажите первую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности верхнего основания крепежного отверстия в корпусе (рис. 12.20).
16. Укажите вторую точку с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности верхнего основания крепежного отверстия (рис. 12.21).

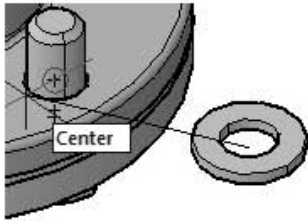


Рис. 12.20. Выбор первой точки на корпусе

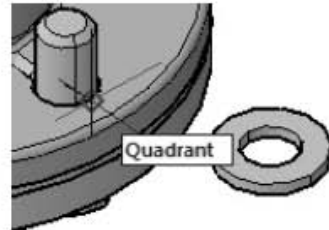


Рис. 12.21. Выбор второй точки на корпусе

17. Укажите третью точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания стержня болта (рис. 12.22).
18. В итоге шайба займет нужное положение (рис. 12.23).

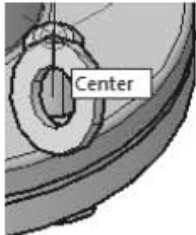


Рис. 12.22. Выбор третьей точки на стержне болта

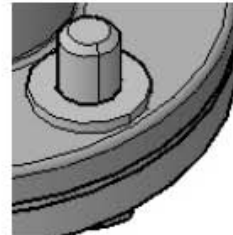



Рис. 12.23. Окончательное положение шайбы

19. Вставьте гайку: **Вставка** ▶ **Ссылка** ▶ **Присоединить**.
20. Выберите команду **3D Выравнивание** , выделите гайку.
21. Укажите базовую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности нижнего основания гайки (рис. 12.24).

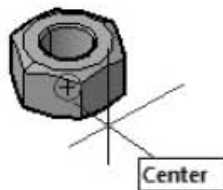


Рис. 12.24. Выбор базовой точки на гайке

22. Укажите вторую точку с привязкой Квадрант (Quadrant) – квадрант окружности нижнего основания гайки (рис. 12.25).

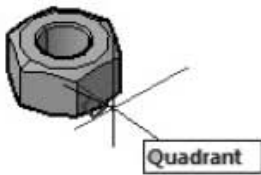


Рис. 12.25. Выбор второй точки на гайке

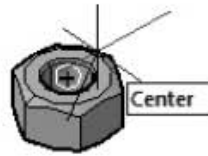


Рис. 12.26. Выбор третьей точки на гайке

23. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) – центр окружности верхнего основания гайки (рис. 12.26).
24. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) – центр окружности верхнего основания шайбы (рис. 12.27).
25. Укажите вторую точку с привязкой Квадрант (Quadrant) – квадрант окружности верхнего основания шайбы (рис. 12.28).

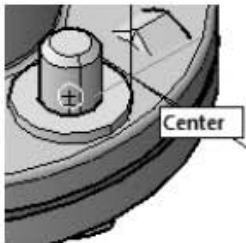


Рис. 12.27. Выбор первой точки на шайбе

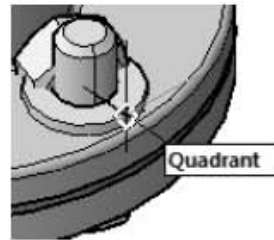


Рис. 12.28. Выбор второй точки на шайбе

26. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) – центр окружности основания стержня болта (рис. 12.29).



Рис. 12.29. Выбор третьей точки на стержне болта

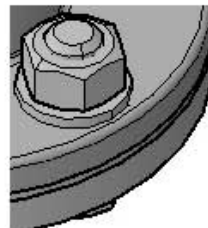





Рис. 12.30. Окончательное положение гайки

27. В итоге гайка займет нужное положение (рис. 12.30).

12.2.4. Построение массива болтового соединения

1. Проверьте положение плоскости XOY , она должна быть параллельна плоскости основания нижнего фланца. При необходимости расположите ее в таком положении, используя команду ленты Вид ► Координаты ► X  (поворот системы координат вокруг оси X), и задав угол поворота 90° . Или установите вид снизу, используя видовой куб, выберите команду Вид ► Координаты ► Вид .
2. Вызовите команду Главная ► Редактирование ► Круговой массив :
Команда: `_arraypolar`
3. Выделите рамкой все три стандартных изделия болтового соединения:
Выберите объекты: найдено: 3
Выберите объекты:
4. Укажите с привязкой Центр — центр окружности основания фланцевой части корпуса:
Тип = Круговой Ассоциативная = Да
Укажите центральную точку массива или [Базовая точка/Ось вращения]:
5. Задайте количество элементов массива, равное 4:
Введите число элементов или [Угол между/Выражение] <4>:
6. И угол заполнения 360° :
Укажите угол для заполнения (+ =прчс, --пчс) или [Выражение] <360>:
7. Нажмите клавишу Enter:
Нажмите клавишу Enter, чтобы принять, или [Ассоциативный/Базовая точка/Объекты/Угол между/угол Заполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/Выход] <Выход>:
8. В итоге получим законченное болтовое соединение сборки (рис. 12.31).

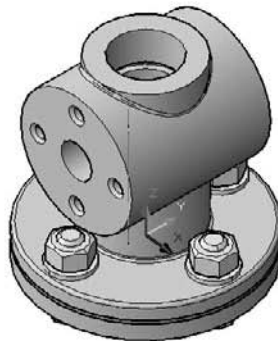



Рис. 12.31. Модель болтового соединения

12.3. Создание сборки шпилечного соединения

12.3.1. Создание и расположение в сборке боковых прокладок и фланца

Вставьте файл прокладки боковой (Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить) и разместите ее, используя команду 3D Выравнивание , на торце горизонтального цилиндра (рис. 12.32).

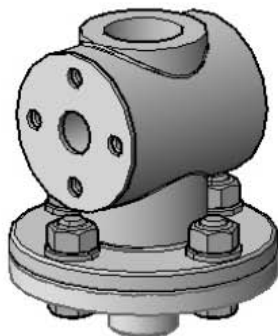


Рис. 12.32. Вставка боковой прокладки

12.3.2. Моделирование бокового фланца в контексте сборки

1. Установите ортогональный вид, на котором оси центральных отверстий корпуса параллельны плоскости экрана, проверьте принадлежность начала глобальной системы координат данной плоскости. Выберите команду Вид ▶ Координаты ▶ Вид для совмещения данной плоскости осей с плоскостью XY и постройте эскиз полилинией согласно приведенным размерам. При создании ее последнего сегмента выберите параметр Замкнуть (рис. 12.33).

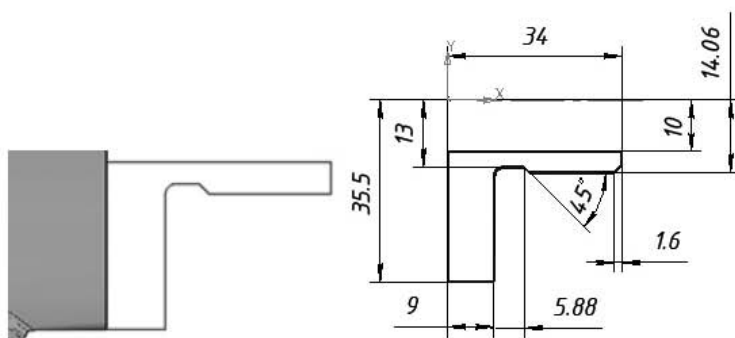



Рис. 12.33. Построение профиля бокового фланца

2. Создайте тело вращения (рис. 12.34), выбрав команду Главная ► Моделирование ► Вращать .

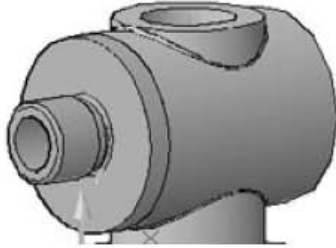




Рис. 12.34. Построение бокового фланца

3. Постройте цилиндр (команда Цилиндр ) — будущее крепежное отверстие (рис. 12.35, а), длина которого больше толщины фланца (рис. 12.35, б). Постройте круговой массив (команда Главная ► Редактирование ► Круговой массив  — не ассоциативный!) (рис. 12.35, в) цилиндра и вычтите их (команда Главное ► Редактир. тело ► Тело, Вычитание) (рис. 12.35, г).

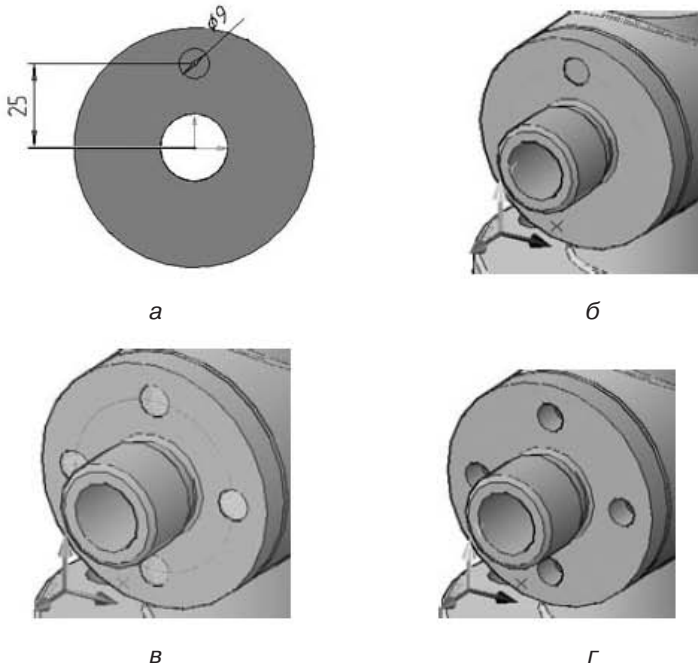


Рис. 12.35. Построение крепежных отверстий в боковом фланце:

- а — построение окружности основания; б — построение цилиндра;
в — построение массива цилиндров; г — вычитание цилиндров из фланца

12.3.3. Вставка стандартных изделий для шпилечного соединения

Аналогично приведенному описанию (п. 12.2.3) создайте модели (или используйте библиотеку Autodesk Inventor) стандартных крепежных изделий: Шпилька М8×1×25 ГОСТ 2203–76, Шайба 8.65Г ГОСТ 6402–70, Гайка 2.М8×1 ГОСТ 5915–70.

По описанному алгоритму вставьте крепежные изделия в посадочные места, создайте круговой массив (рис. 12.36). Единственное замечание: шпильку сначала можно вставить полностью в корпус (заподлицо, при этом сначала следует отключить видимость слоев с боковыми прокладкой и фланцем), а затем переместить вдоль оси вращения на 25 мм.

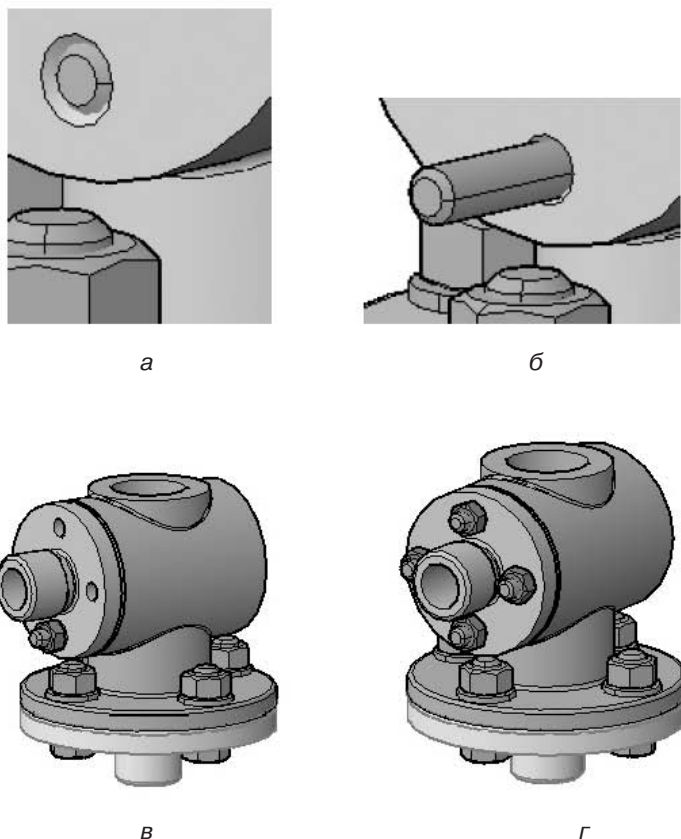



Рис. 12.36. Вставка шпилек, шайб и гаек для крепления бокового фланца: *а* — вставка шпильки в корпус; *б* — смещение шпильки; *в* — вставка шайбы и гайки; *г* — построение массива

12.3.4. Трехмерное зеркальное отображение построенного фланца с прокладкой и крепежными изделиями

1. Выберите команду трехмерного зеркального отображения 3D Зеркало :
Command: `_mirror3d`
Выберите объекты: найдено: 2
2. Выберите боковой фланец и прокладку
Выберите объекты:
3. Выйдите из режима выбора, щелкнув правой кнопкой мыши:
Первая точка плоскости отражения (3 точки) или
[Объект/Последняя/Зось/Вид/XY/YZ/ZX/3точки]: zx
Точка на плоскости ZX <0,0,0>:
4. Укажите плоскость отражения ZX и ее положение (проходит через точку с координатами 0,0,0):
Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <N>:
5. Не удаляйте отражаемые объекты (рис. 12.37).

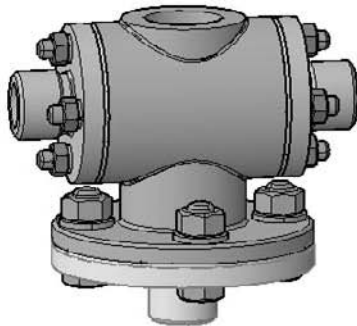


Рис. 12.37. Шпилечное соединение

12.4. Создание сборки шпоночного соединения

12.4.1. Выравнивание положения кольца относительно пазов в корпусе

1. Аналогично описанному ранее создайте модель стандартного кольца — Кольцо 035-041-36-1 ГОСТ 9833–73. Загрузите Inventor, создайте файл сборки. Выберите команду ленты Сборка ▶ Компонент ▶ Вставить из Библиотеки

компонентов. Выберите раздел Детали вала ▶ Кольца круглого сечения, вставьте его на свободное место рабочей области, установите нужный типоразмер, сохраните в формате AutoCAD (*.dwg). Вставьте в файл сборки модель кольца, вызвав команду Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить.

2. Выберите команду 3D Выравнивание :

Команда: `_3dalign`

3. Выделите кольцо:

Выберите объекты: найдено: 1

4. Выйдите из режима выбора, щелкнув правой кнопкой мыши.

5. Укажите базовую точку с привязкой Центр (Center) — центр верхней окружности кольца (рис. 12.38):

Исходная плоскость и ориентация ...

Базовая точка или [Копировать]:

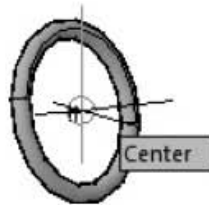


Рис. 12.38. Выбор базовой точки на кольце

6. Укажите вторую точку с привязкой Конточка (Endpoint) — конечную точку верхней очерковой окружности кольца (рис. 12.39):

Вторая точка или [Продолжить] <П>:

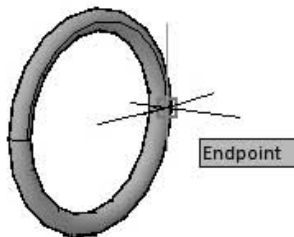


Рис. 12.39. Выбор второй точки на кольце

7. Укажите третью точку с привязкой Квадрант (Quadrant) — верхней очерковой дуги кольца (рис. 12.40):

Третья точка или [Продолжить] <П>:

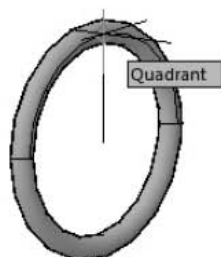


Рис. 12.40. Выбор третьей точки на кольце

8. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности паза под кольцо в корпусе (рис. 12.41):

Целевая плоскость и ориентация...
Первая целевая точка:

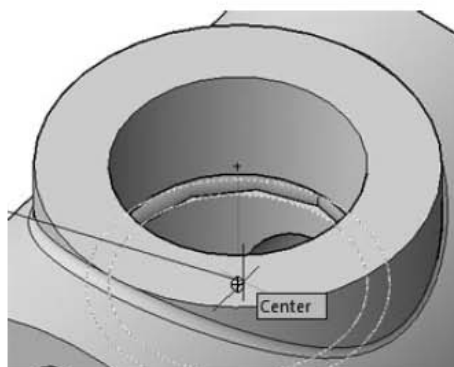


Рис. 12.41. Выбор первой точки на корпусе

9. Укажите вторую точку по направлению горизонтальной оси (рис. 12.42):

Вторая целевая точка или [выход] <X>: 50

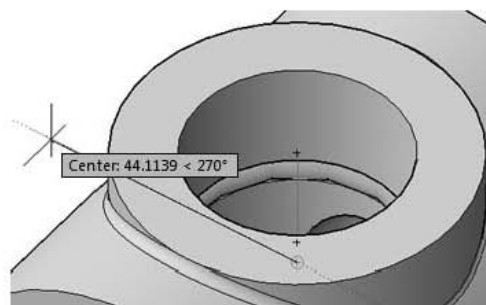


Рис. 12.42. Выбор второй точки на оси вращения отверстия в корпусе

10. Укажите третью точку с привязкой Квадрант (Quadrant) – нижней окружности основания паза (рис. 12.43):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

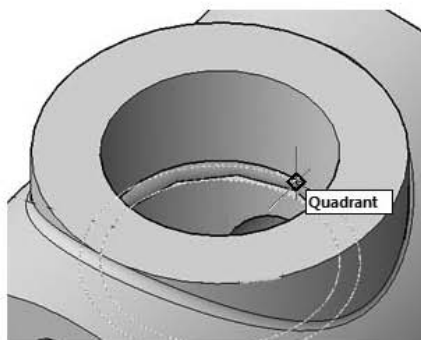


Рис. 12.43. Выбор третьей точки на корпусе

11. Скопируйте вставленное кольцо в следующий паз с перемещением по оси X на 34 мм (рис. 12.44).

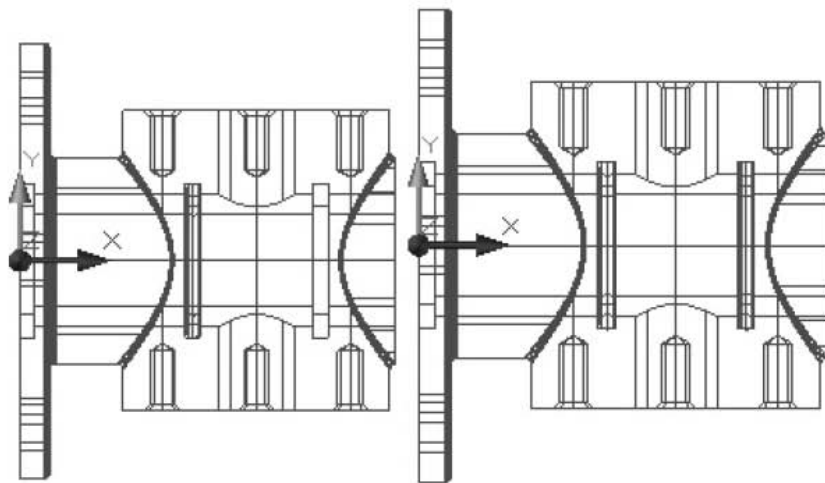


Рис. 12.44. Вставлены оба кольца

12.4.2. Вставка пробки и задание ее расположения в корпусе

1. Вставьте в файл сборки модель пробки как ссылку, вызвав команду Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить.

2. Выберите команду 3D Выравнивание :

Команда: `_3dalign`

3. Выберите пробку:

Выберите объекты: найдено: 1

4. Выйдите из режима выбора, щелкнув правой кнопкой мыши.

5. Укажите базовую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности выступа пробки (рис. 12.45):

Исходная плоскость и ориентация ...

Базовая точка или [Копировать]:

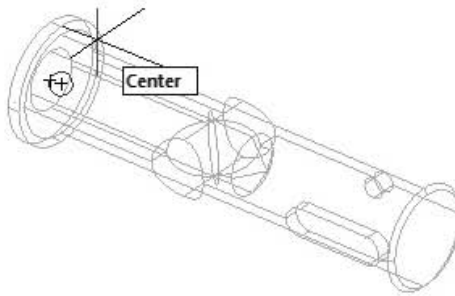


Рис. 12.45. Выбор базовой точки на пробке

6. Укажите вторую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности основания продольного отверстия (рис. 12.46):

Вторая точка или [Продолжить] <П>:

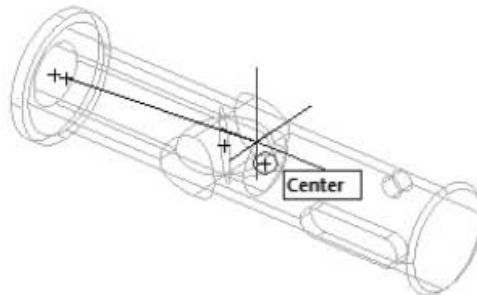


Рис. 12.46. Выбор второй точки на пробке

7. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности основания отверстия под винт (рис. 12.47):

Третья точка или [Продолжить] <П>:

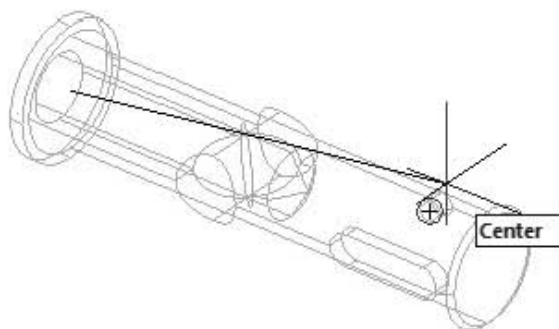


Рис. 12.47. Выбор третьей точки на пробке

8. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности основания углубления посадочного отверстия для пробки в корпусе (рис. 12.48):

Целевая плоскость и ориентация...

Первая целевая точка:

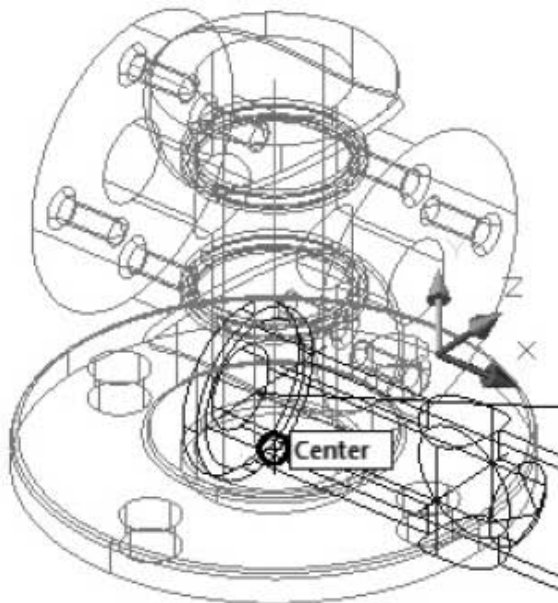


Рис. 12.48. Выбор первой точки на корпусе

9. Укажите вторую точку с привязкой Центр (Center) — центр окружности верхнего основания посадочного отверстия для пробки в корпусе (рис. 12.49):

Вторая целевая точка или [выход] <X>:

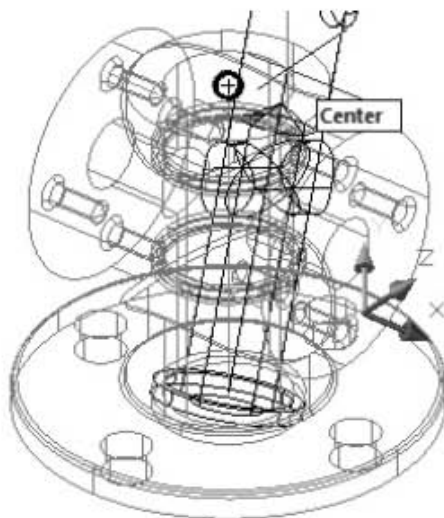


Рис. 12.49. Выбор второй точки на корпусе

10. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) – центр окружности основания отверстия во фланцевой части корпуса (рис. 12.50):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

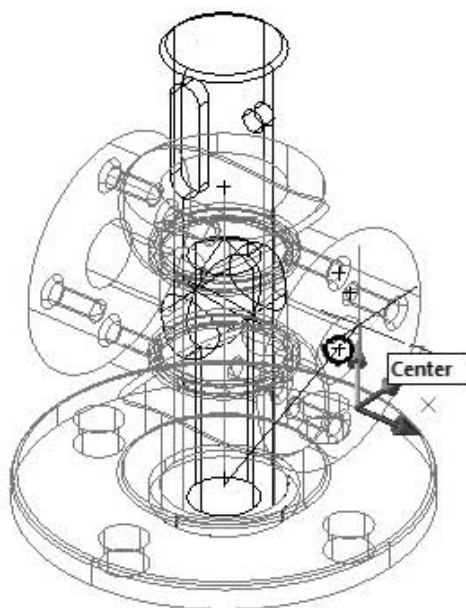



Рис. 12.50. Выбор третьей точки на корпусе

12.4.3. Вставка шпонки

1. Вставьте шпонку: Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить (предварительно сохранив ее из библиотеки Autodesk Inventor в формате *.dwg).
2. Выберите команду 3D Выравнивание , выделите шпонку.
3. Укажите базовую точку с привязкой Центр (Center) — центр дуги окружности нижнего основания (рис. 12.51).

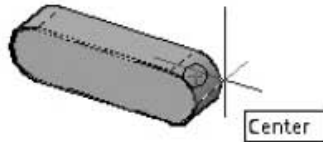


Рис. 12.51. Выбор базовой точки на шпонке

4. Укажите вторую точку с привязкой Конточка (Endpoint) (или Квадрант (Quadrant)) — конечная точка дуги окружности нижнего основания (рис. 12.52).

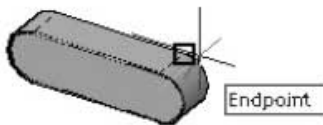


Рис. 12.52. Выбор второй точки на шпонке

5. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) — центр дуги, противоположной ранее указанной дуге окружности нижнего основания (рис. 12.54).

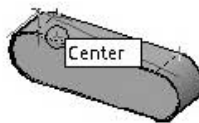


Рис. 12.53. Выбор третьей точки на шпонке

6. Укажите первую точку с привязкой Центр (Center) — центр дуги окружности основания шпоночного паза в пробке (рис. 12.54).
7. Укажите вторую точку с привязкой Конточка (Endpoint) — конечная точка дуги окружности основания шпоночного паза в пробке (рис. 12.55).
8. Укажите третью точку с привязкой Центр (Center) — центр дуги, противоположной дуге окружности основания шпоночного паза в пробке (рис. 12.56).
9. В итоге шпонка займет нужное положение (рис. 12.57).

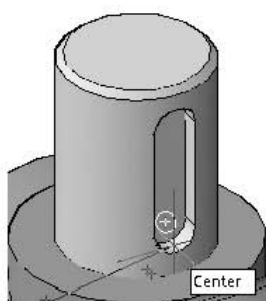


Рис. 12.54. Выбор первой точки на пробке

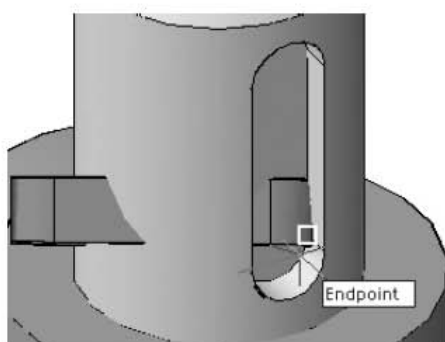


Рис. 12.55. Выбор второй точки на пробке

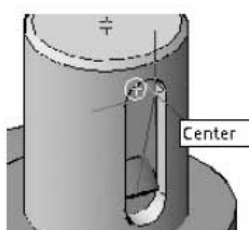


Рис. 12.56. Выбор третьей точки на пробке

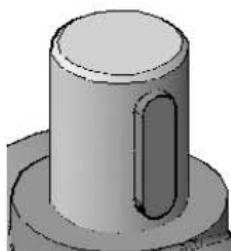



Рис. 12.57. Шпонка вставлена в паз в пробке

12.4.4. Вставка и выравнивание ручки

1. Вставьте в файл сборки модель ручки как ссылку, вызвав команду **Вставка** ▶ **Ссылка** ▶ **Присоединить**.
2. Выберите команду **3D Выравнивание** :
Команда: `_3dalign`
3. Выберите ручку:
Выберите объекты: найдено: 1
4. Выйдите из режима выбора, щелкнув правой кнопкой мыши.
5. Укажите базовую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр нижнего основания цилиндрической части ручки (рис. 12.58):

Исходная плоскость и ориентация ...
Базовая точка или [Копировать]:

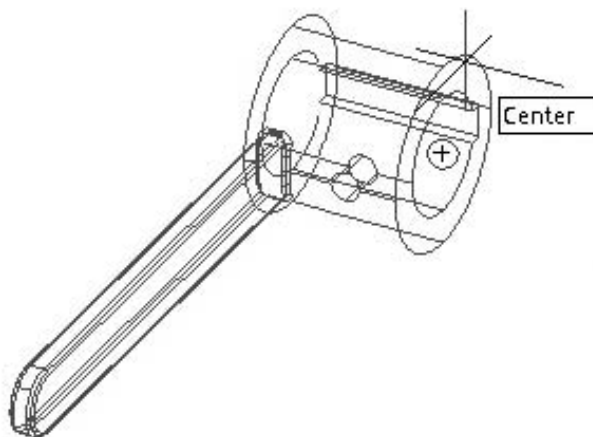


Рис. 12.58. Выбор базовой точки на ручке

6. Вторую точку укажите с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности нижнего основания со стороны шпоночного паза (рис. 12.59):
Вторая точка или [Продолжить] <П>:
7. Третью точку также укажите с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности нижнего основания с поворотом на **90°** относительно ранее указанного направления (рис. 12.60):
Третья точка или [Продолжить] <П>:
8. Задайте новое положение ручки:
Целевая плоскость и ориентация...

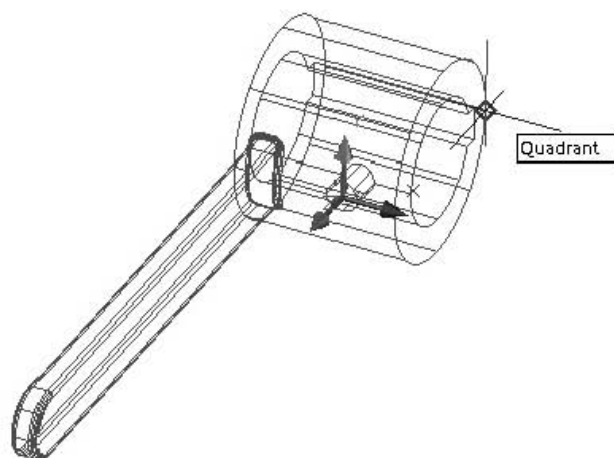


Рис. 12.59. Выбор второй точки на ручке

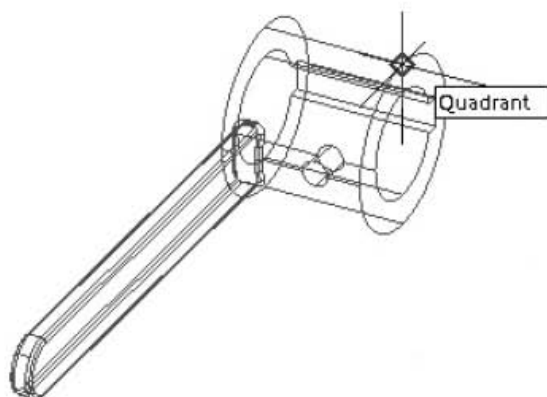


Рис. 12.60. Выбор третьей точки на ручке

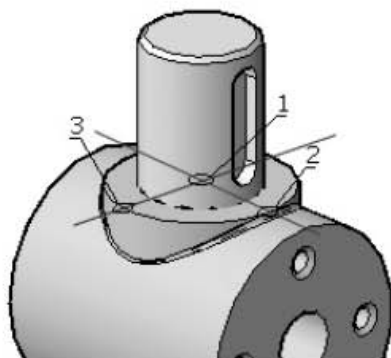


Рис. 12.61. Выбор точек позиционирования ручки на пробке

9. Укажите первую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр верхнего основания цилиндрической части корпуса (рис. 12.61):

Первая целевая точка:

10. Укажите вторую — с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности верхнего основания со стороны шпоночного паза:

Вторая целевая точка или [выход] <X>:

11. Укажите третью — также с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности нижнего основания с поворотом на **90°** относительно ранее указанного направления (сторону расположения квадранта выберите ту, по отношению к которой ручка будет занимать должное положение (рис. 12.62)):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

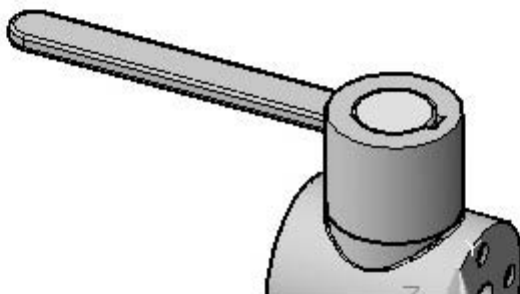



Рис. 12.62. Ручка занимает нужное положение

12.4.5. Создание сборки винтового соединения

1. Отключите видимость всех слоев, за исключением слоя с пробкой и слоя 0.
2. Вставьте винт: Вставка ▶ Ссылка ▶ Присоединить Винт М10-6g×16 ГОСТ 11075–93.
3. Выберите команду **3D Выравнивание** , выделите винт:

Команда: `_3dalign`

Выберите объекты: найдено: 1

4. Укажите базовую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания цилиндрического выступа винта (рис. 12.63):

Исходная плоскость и ориентация ...

Базовая точка или [Копировать]:

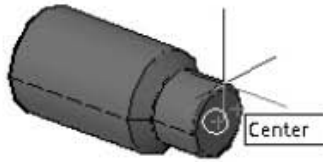


Рис. 12.63. Выбор базовой точки на винте

5. Укажите вторую точку с привязкой **Квадрант (Quadrant)** — квадрант окружности основания цилиндрического выступа винта (рис. 12.64):

Вторая точка или [Продолжить] <П>:

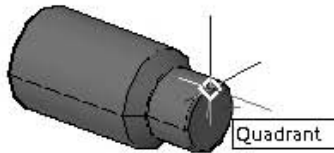


Рис. 12.64. Выбор второй точки на винте

6. Укажите третью точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности верхнего основания винта (рис. 12.65):

Третья точка или [Продолжить] <П>:

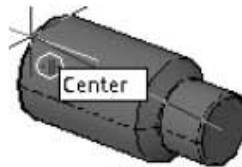


Рис. 12.65. Выбор третьей точки на винте

7. Укажите первую точку с привязкой **Центр (Center)** — центр окружности основания отверстия в пробке (рис. 12.66):

Целевая плоскость и ориентация...

Первая целевая точка:

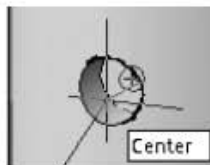


Рис. 12.66. Выбор первой точки на пробке

8. Укажите вторую точку с привязкой **Квадрант** (Quadrant) — квадрант окружности основания отверстия в пробке (рис. 12.67):

Вторая целевая точка или [выход] <X>:

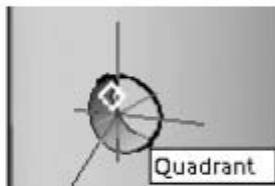


Рис. 12.67. Выбор второй точки на пробке

9. Укажите третью точку на трекинге привязки **Центр** (Center) — на любом расстоянии вдоль оси вращения винта (рис. 12.68):

Третья целевая точка или [выход] <X>:

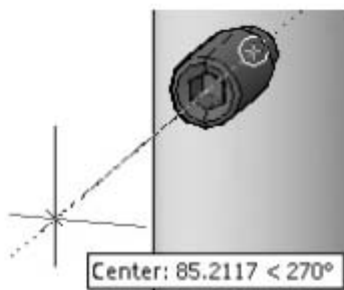


Рис. 12.68. Выбор третьей точки на пробке

10. В итоге винт займет нужное положение (рис. 12.69).

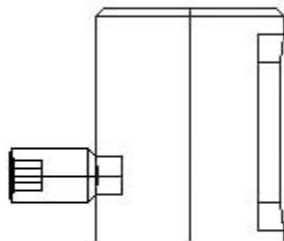


Рис. 12.69. Винт занимает нужное положение

Чтобы случайным образом не изменить положение составных частей в сборке, заблокируйте слои, на которых они располагаются. Для этого вызовите диспетчер слоев, используя команду ленты Вид ► Палитры ► Свойства слоя, и щелкните на символе замка (рис. 12.70).

Имя	В.	Э.	Б.	Ц	Тип ли...	Вес ли...	Стиль...	П.	З.
0	☹	☼	🔒	■	Continuous	— По у...	Цвет_7	🖨	⚙
Bolt	☹	☼	🔒	□	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_71	🖨	⚙
Fl_b	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_30	🖨	⚙
Fl_b_2	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_30	🖨	⚙
Fl_n	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_133	🖨	⚙
Korpus	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_112	🖨	⚙
Probka	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_214	🖨	⚙
Prokl_b	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_40	🖨	⚙
Prokl_bok_2	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_40	🖨	⚙
Prokl_n	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_211	🖨	⚙
Ruk	☹	☼	🔒	□	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_71	🖨	⚙
Shpilka	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_30	🖨	⚙
St_izd	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_150	🖨	⚙
Vint	☹	☼	🔒	■	Continuous	— 0.35 ...	Цвет_40	🖨	⚙

Рис. 12.70. Окно диспетчера свойств слоев с заблокированными слоями

Окончательная сборка представлена на рис. 12.71.



Рис. 12.71. Кран в сборе

12.5. Моделирование электрорадиоэлементов и сборок

При моделировании электрорадиоэлементов и модулей первого уровня в системе AutoCAD на производстве чаще всего используют многотельные 3D-технологии. Мы не будем рассматривать пример моделирования, так как технология создания модели ничем не отличается от рассмотренных, например, в книге [1]. На рис. 12.72 и 12.73 представлены сборки, созданные как многотельные модели именно из-за того, что в системе AutoCAD нет специальных средств наложения сопряжений на

составные части сборки для задания четкого позиционирования. Поэтому проще создать единую многотельную модель.

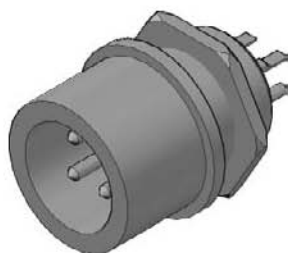


Рис. 12.72. Модель разъема

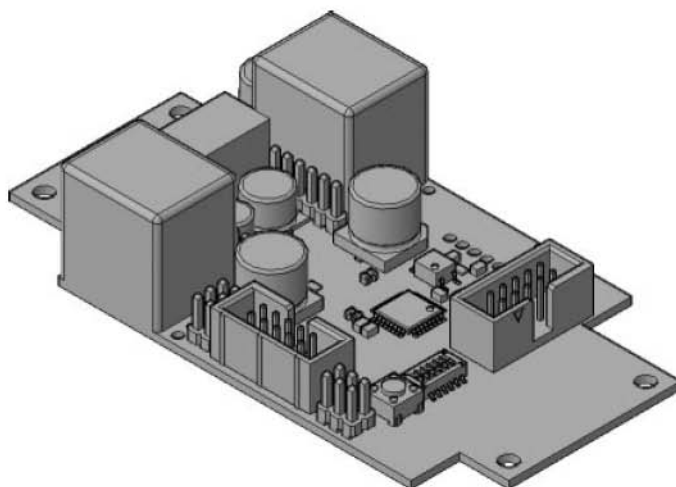


Рис. 12.73. Плата в сборе

Список литературы

1. *Большаков В. П., Бочков А. Л., Сергеев А. А.* 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. — СПб.: Питер, 2011.
2. *Большаков В.* Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D: Практикум. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
3. ГОСТ 2.052–2006. Электронная модель изделия. — М.: Стандартинформ, 2007.
4. *Дударева Н. Ю., Загайло С. А.* SolidWorks. Оформление проектной документации. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
5. *Красноперов С. В.* Самоучитель Autodesk Inventor. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
6. *Левковец Л. Б., Тарасенков П. В.* Autodesk Inventor: Базовый курс на примерах / Под общ. ред. Ю. А. Сокурченко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
7. *Минеев М. А., Прокди Р. А.* PRO/ENGINEER 2.0/3.0/4.0: Самоучитель. Книга. Видеокурс. — СПб.: Наука и техника, 2008.
8. *Соллогуб А. В., Сабирова З. А.* SolidWorks 2007: технология трехмерного моделирования. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
9. 3D-технологии построения чертежа. AutoCAD / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, Е. П. Дубовикова. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
10. *Хокс Б.* Автоматизированное проектирование и производство. — М.: Мир, 1991.
11. *Штур Г., Краузе Ф.-Л.* Автоматизированное проектирование в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1989.

Большаков В. П., Бочков А. Л.
**Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD,
КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor**

Серия «Учебный курс»

Заведующий редакцией	<i>А. Кривоцов</i>
Руководитель проекта	<i>А. Юрченко</i>
Ведущий редактор	<i>Ю. Сергиенко</i>
Литературный редактор	<i>Н. Рощина</i>
Художник	<i>Л. Адуевская</i>
Корректоры	<i>Н. Витько, В. Листова</i>
Верстка	<i>Л. Егорова</i>

ООО «Питер Пресс», 192102, Санкт-Петербург, ул. Андреевская (д. Волкова), 3, литер А, пом. 7Н.
Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2; 95 3005 — литература учебная.

Подписано в печать 15.08.12. Формат 70×100/16. Усл. п. л. 24,510. Тираж 1500. Заказ 0000.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ГППО «Псковская областная типография».
180004, Псков, ул. Ротная, 34.



**Нет времени
ходить по магазинам?**



наберите:



www.piter.com



Здесь вы найдете:

Все книги издательства сразу
Новые книги — в момент выхода из типографии
Информацию о книге — отзывы, рецензии, отрывки
Старые книги — в библиотеке и на CD



**И наконец, вы нигде не купите
наши книги дешевле!**

ВАМ НРАВЯТСЯ НАШИ КНИГИ? ЗАРАБАТЫВАЙТЕ ВМЕСТЕ С НАМИ!

У Вас есть свой сайт?

Вы ведете блог?

Регулярно общаетесь на форумах? Интересуетесь литературой, любите рекомендовать хорошие книги и хотели бы стать нашим партнером?

ЭТО ВПОЛНЕ РЕАЛЬНО!

СТАНЬТЕ УЧАСТНИКОМ ПАРТНЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ПИТЕР»!

Зарегистрируйтесь на нашем сайте в качестве партнера по адресу www.piter.com/ePartners

Получите свой персональный уникальный номер партнера

Выбирайте книги на сайте www.piter.com, размещайте информацию о них на своем сайте, в блоге или на форуме и добавляйте в текст ссылки на эти книги (на сайт www.piter.com)

ВНИМАНИЕ! *В каждую ссылку необходимо добавить свой персональный уникальный номер партнера.*

С этого момента получайте 10% от стоимости каждой покупки, которую совершит клиент, придя в интернет-магазин «Питер» по ссылке с Вашим партнерским номером. А если покупатель приобрел не только эту книгу, но и другие издания, Вы получаете дополнительно по 5% от стоимости каждой книги.

Деньги с виртуального счета Вы можете потратить на покупку книг в интернет-магазине издательства «Питер», а также, если сумма будет больше 500 рублей, перевести их на кошелек в системе Яндекс.Деньги или Web.Money.

Пример партнерской ссылки:

<http://www.piter.com/book.phtml?978538800282> – обычная ссылка

<http://www.piter.com/book.phtml?978538800282&refer=0000> – партнерская ссылка, где 0000 – это ваш уникальный партнерский номер

Подробнее о Партнерской программе

ИД «Питер» читайте на сайте

WWW.PITER.COM

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПИТЕР»
предлагают профессиональную и популярную литературу по различным
направлениям: история и публицистика, экономика и финансы, менеджмент
и маркетинг, компьютерные технологии, медицина и психология.

РОССИЯ

Санкт-Петербург: м. «Выборгская», Б. Сампсониевский пр., д. 29а
тел./факс: (812) 703-73-73, 703-73-72; e-mail: sales@piter.com

Москва: м. «Электrozаводская», Саменовская наб., д. 2/1, стр. 1
тел./факс: (495) 234-38-15; e-mail: sales@msk.piter.com

Воронеж: тел.: 8 951 861-72-70; e-mail: voronej@piter.com

Екатеринбург: ул. Бебеля, д. 11а
тел./факс: (343) 378-98-41, 378-98-42; e-mail: office@ekat.piter.com

Нижний Новгород: тел.: 8 960 187-85-50; e-mail: nnovgorod@piter.com

Новосибирск: Комбинатский пер., д. 3
тел./факс: (383) 279-73-92; e-mail: sib@nsk.piter.com

Ростов-на-Дону: ул. Ульяновская, д. 26
тел./факс: (863) 269-91-22, 269-91-30; e-mail: piter-ug@rostov.piter.com

Самара: ул. Молодогвардейская, д. 33а, офис 223
тел./факс: (846) 277-89-79, 229-68-09; e-mail: samara@piter.com

УКРАИНА

Киев: Московский пр., д. 6, корп. 1, офис 33
тел./факс: (044) 490-35-69, 490-35-68; e-mail: office@kiev.piter.com

Харьков: ул. Суздальские ряды, д. 12, офис 10
тел./факс: (057) 7584145, +38 067 545-55-64; e-mail: piter@kharkov.piter.com

БЕЛАРУСЬ

Минск: ул. Розы Люксембург, д. 163
тел./факс: (517) 208-80-01, 208-81-25; e-mail: minsk@piter.com

✉ Издательский дом «Питер» приглашает к сотрудничеству зарубежных торговых партнеров или посредников, имеющих выход на зарубежный рынок
тел./факс: (812) 703-73-73; e-mail: spb@piter.com

✉ Издательский дом «Питер» приглашает к сотрудничеству авторов
тел./факс издательства: (812) 703-73-72, (495) 974-34-50

✉ Заказ книг для вузов и библиотек
тел./факс: (812) 703-73-73, доб. 6250; e-mail: uchebnik@piter.com

✉ Заказ книг по почте: на сайте www.piter.com; по тел.: (812) 703-73-74, доб. 6225
