

Федеральное агентство по образованию

САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

М. М. ДОНСКАЯ Н. А. СОЛОДИЛОВА

САПР В МАШИНОСТРОЕНИИ
КОМПАС-ГРАФИК, КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ,
БИБЛИОТЕКА АНИМАЦИИ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2013

УДК 004.9:621(076.5)
ББК 32.973-018.2:34.4я73

САПР в машиностроении. Компас-График, Компас-3D, Вертикаль, Библиотека анимации: учеб. пособие /Донская М. М., Солодилова Н. А.; 2013. —314 с.

Учебное пособие соответствует содержанию разделов программы дисциплины - «САПР в машиностроении» по направлениям подготовки бакалавров: 150700 – Машиностроение, 190100 – Наземные и транспортно-технологические комплексы, 151900 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 151600 – Прикладная механика, 221400 – Управление качеством.

В данном учебном пособии представлен комплекс систем автоматизированного проектирования российской компании АСКОН — крупнейшего российского разработчика инженерного программного обеспечения.

Пособие ориентировано на освоение студентами приемов создания машиностроительных чертежей с простановкой размеров и технологических обозначений, спецификаций, параметрических фрагментов и чертежей (КОМПАС – ГРАФИК); разработки трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей, в том числе листовых, сборочных единиц со спецификацией (КОМПАС-3D). Представлены способы имитации движения различных механизмов, процессов сборки-разборки изделий (БИБЛИОТЕКА АНИМАЦИИ).

Рассмотрена САПР технологического процесса обработки машиностроительной детали на базе разработанного типового ТП и создания технологической документации в системе ВЕРТИКАЛЬ.

Предназначено студентам института металлургии, машиностроения и транспорта СПбГПУ, изучающим дисциплину «САПР в машиностроении», но может быть использовано для самостоятельного изучения.

© Донская М.М., Солодилова Н.А., 2013
© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-ГРАФИК...7	
2. Формирование чертежа машиностроительной детали.....21	
3. Создание сборочных чертежей.....52	
4. Создание спецификации сборочного чертежа в автономном режиме...54	
5. Создание параметрических чертежей.....61	
6. Особенности работы в КОМПАС-3D.....76	
7. Основные формообразующие операции для создания трёхмерных моделей.....	93
8. Построение массива элементов.....112	
9. Создание ассоциативного чертежа.....123	
10. Моделирование листовой детали.....132	
11. Моделирование сборок последовательным добавлением моделей компонентов.....	163
12. Моделирование сборок путем создания компонентов в контексте сборки.....	173
13. Создание спецификации.....177	
14. Анимация движения трёхмерных моделей сборок.....197	
15. САПР технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ.....229	
Библиографический список.....	255
Приложения.....	256
Приложение 1. Варианты заданий для создания параметрического чертежа.....	257
Приложение 2. Варианты заданий для построения моделей операцией вращения.....	260
Приложение 3. Варианты заданий для построения моделей операцией выдавливания (вырезать выдавливанием).....	265
Приложение 4. Варианты заданий для построения моделей кинематической операцией.....	275
Приложение 5. Варианты заданий для построения моделей с использованием массивов элементов.....	277
Приложение 6. Варианты заданий для построения листовой детали..	279

Приложение 7. Варианты заданий к разделу «моделирование сборок последовательным добавлением моделей компонентов».....	289
Приложение 8. Варианты заданий к разделу «моделирование сборок путём создания компонентов в контексте сборки».....	313

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается расширение применения компьютерных технологий во всех сферах деятельности. Опыт применения систем автоматизированного проектирования в машиностроении показал возможность реального сокращения сроков создания конструкторской документации, повышение ее качества и конкурентоспособности. Современный инженер-конструктор должен уметь пользоваться САПР, как инструментом создания схем, чертежей и другой проектно-конструкторской документации.

Одной из наиболее известных отечественных САПР является система КОМПАС, поставляемая компанией АСКОН. Универсальная система автоматизированного проектирования КОМПАС-ГРАФИК предназначена для автоматизированного создания проектно-конструкторской документации на основе стандартов ЕСКД.

Система трёхмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D позволяет создавать трёхмерные ассоциативные модели отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы, а также спецификации к ним.

САПР технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ служит для автоматизации и снижения трудоемкости работы технолога. Проектирование технологических процессов может проводиться с использованием архивов, справочных баз данных и библиотек типовых технологических операций и переходов. Система не заменяет технолога, а лишь позволяет автоматизировать оформление принятых им технологических решений, выполняет расчеты, формирует комплект технологической документации.

Используя БИБЛИОТЕКУ АНИМАЦИИ можно имитировать движение различных механизмов и машин, смоделированных в системе КОМПАС-3D, демонстрировать процессы сборки-разборки из-

делий, создавать видеоролики, демонстрирующие работу различных устройств.

Методическое пособие ориентировано на освоение приемов создания и редактирования чертежа машиностроительной детали; простановки размеров и технологических обозначений; создания сборочных чертежей и спецификаций; создания и редактирования трёхмерных моделей деталей; моделирования сборочных единиц; создания ассоциативных чертежей моделей; моделирования деталей из листового материала; создания и редактированию спецификаций, связанных с моделью-сборкой, а также полного комплекта ассоциативных документов; имитации движения различных механизмов; вывода готовых чертежей на плоттер; создания технологического процесса обработки машиностроительной детали в системе ВЕРТИКАЛЬ на базе разработанного типового технологического процесса.

В каждом разделе приводятся варианты практических заданий и пример их выполнения, а также вопросы для контроля освоения материала.

Учебное пособие адресовано студентам высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям в области техники и технологии при изучении дисциплины «САПР в машиностроении». Пособие может быть полезно для студентов, обучающихся по другим специальностям, а также всем, кто хочет реализовывать свои проекты на более высоком современном уровне.

1. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-ГРАФИК

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

Система КОМПАС-ГРАФИК является компонентом системы КОМПАС-3D и используется, в основном, как графический редактор для построения чертежей и фрагментов.

Запуск системы КОМПАС-3D осуществляется из программной группы АСКОН главного меню Windows.

Интерфейс системы КОМПАС-3D имеет рабочий экран, соответствующий стандартным приложениям Windows. В главном окне системы находятся меню команд: *Файл, Вид, Сервис, Справка, Библиотеки*. Команды предназначены для пользовательской настройки системы и работы с архивом документов КОМПАС-3D.

Система КОМПАС-3D позволяет создавать документы следующих типов:

- *лист чертежа*, (расширение файла *.cdw);
- *фрагмент*, (расширение файла *.frw). Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и служит для сохранения типовых элементов конструкции, используемых в различных документах;
- *спецификация*, (расширение файла *.spw). Спецификация представляет собой таблицу, содержащую информацию о составе сборочной единицы;
- *текстовый документ*, (расширение файла *.kdw).
- *деталь* — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение *.m3d.
- *сборка* — модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение *.a3d.

Команды могут выполняться и с помощью соответствующих кнопок на панели управления.

Действия с документами системы начинаются с команды **Получить лицензию на Компас-3D**, пункт меню **Сервис**.

С помощью пункта меню **Файл** пользователь может создать новый документ, команда **Создать**, выбрав требуемый тип документа; открыть файл, команда **Открыть...**, указав имя, путь и тип файла, позволяет прочитать файл записанный в каком-либо из поддерживаемых системой форматов или старых версий системы КОМПАС-ГРАФИК.

Команды меню **Вид** позволяют подключить панели инструментов.

Пункт меню **Сервис** позволяет настроить интерфейс, вызвать калькулятор, подключить конвертер единиц измерения, установить параметры системы и новых документов, подключить библиотеки установки стилей линий, текстов, оформлений основных надписей, оформлений чертежей и т.п.

Пункт меню **Библиотеки** используется для подключения в период работы библиотек стандартных изделий, конструктивных элементов, произвести выбор материала детали из справочника.

Посредством вызова пункта меню **Справка** можно обратиться к справочной системе.

Параметры системы

Приступая к работе, необходимо произвести настройку системы. Настройка параметров системы производится средствами команды **Параметры** пункта меню **Сервис**, вкладка **Система**.

Первоначально определим некоторые из параметров системы, раскрыв группу **Графический редактор**:

– **курсор** — позволяет настроить внешний вид (размер, цвет) графического курсора. Для переключения на отображение увеличенного курсора (большое перекрестие в виде осей координат) служит

опция **Включить**. Основной способ управления курсором — его перемещение мышью. Если передвигать курсор, используя клавиши клавиатуры, то перемещение будет дискретным в соответствии с текущим **шагом курсора**.

– **сетка** — формирует внешний вид отображаемого на экране точечного поля с заданным расстоянием между точками. Для установки нужного типа сетки щелкнуть курсором по соответствующей пиктограмме. Определяет расстояние в миллиметрах между точками сетки в направлении оси X и оси Y текущей системы координат. Перемещение и привязка курсора выполняется по точкам в случае включения привязки. Выполнение операции рассматривается ниже.

– **линейки прокрутки** — отображение на экране линеек прокрутки, при включении опции **Автоматическая установка линеек**.

– **системные линии** — позволяет установить различные параметры отрисовки, такие как цвет, толщина на экране, толщина на бумаге, для системных (стандартно поддерживаемых «Компас-График») стилей линий.

– **Привязка** — используется для позиционирования курсора в различные характерные точки (пересечение, граничные точки, центр и т.д.) объектов при выполнении точных геометрических построений. **Меню привязок** обеспечивает глобальную, т.е. действующую по умолчанию, привязку, при выполнении операций ввода и редактирования, к следующим характерным точкам:

– **Ближайшая точка** (б.т.) — предполагает привязку к ближайшей характерной точке объекта (например, к начальной точке отрезка);

– **Пересечение** (пер.) — предполагает привязку к ближайшей точке пересечения объектов;

– **Середина** (сер.) — предполагает привязку к середине объекта или к середине стороны внутренней рамки листа чертежа;

– **Центр** (цен.) — предполагает привязку к центральной точке окружности, дуги или эллипса;

– **По сетке** (сетка) — предполагает привязку к точке сетки;

– **Выравнивание** (выр.) — предполагает выравнивание (дорисовку или обрезку) вводимого объекта по ближайшей к нему характерной точке другого объекта (отрезка, окружности, дуги).

Остальные типы в меню привязок рассмотрите самостоятельно. Опция **Динамически отслеживать**, включается для того, чтобы расчет привязок выполнялся при каждом перемещении курсора. Включение опции **Отображать текст** приводит к отображению рядом с курсором сработавшей привязки.

В процессе построения с установленной привязкой следует установить курсор так, чтобы характерная точка объекта, к которой производится привязка, находилась внутри объектива курсора. Например, если выбран вариант глобальной привязки к пересечениям, то при вводе точки система автоматически будет выполнять поиск ближайшего пересечения в объективе курсора. Когда пересечение будет найдено, точка будет зафиксирована именно в этом месте.

Рассмотрим параметры настройки новых документов, необходимые для дальнейшей работы.

При выборе вкладки **Новые документы** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**) на экран выводится общий диалог настройки различных параметров вновь создаваемых документов. Целью работы, на данном этапе, является создание листа чертежа, поэтому рассмотрим группу **Графический документ**. Для того чтобы развернуть содержание группы, следует установить курсор на значке плюса рядом с заголовком раздела и щелкнуть левой кнопкой мыши. Для изменения настроек следует раскрыть подгруппу **Параметры первого листа** и, выбирая названия параметров из списка, установить нужные значения.

Перед работой с новым документом необходимо установить параметры листа с помощью команд группы:

– **Формат.** Стандарт (A0..A5) или произвольный пользовательский. Ориентация чертежа;

– **Оформление.** Указывается тип документа (титульный лист чертеж конструкторский первый лист или последний и т. п.).

Раскрыв подгруппу **Параметры документа** устанавливаются параметры:

– **Вид.** Задается масштаб нового вида, который может быть создан на чертеже;

– **Разбиение на зоны.** Можно задать размеры этих зон и их обозначение;

– **Технические требования:** указываются параметры текста технических требований;

– **Неуказанная шероховатость.** Указываются параметры текста.

Командой **Создать...— Чертеж**, пункта меню **Файл**, осуществляется переход к новому окну, окну чертежа (документа).

В последующем можно изменить параметры текущего документа на вкладке **Текущий чертеж** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**).

Окно чертежа

Работа в окне чертежа предполагает работу со всем чертежом, включая создание и редактирование видов, заполнение основной надписи, технических требований, задание неуказанной шероховатости.

При работе с графическим документом окно имеет следующий интерфейс (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Панели системы в режиме работы с чертежом

В верхней части экрана находится меню команд работы с чертежом. Под основным меню расположены *Стандартная панель*, панель *Вид* и панель *Текущее состояние*, включающая кнопки с пиктограммами. Назначение каждой кнопки указывается при подведении к кнопке указателя мыши.

Слева расположена *Компактная панель* (рис. 1.2). Она представляет собой набор кнопок, позволяющих поочередно вызывать следующие инструментальные панели:

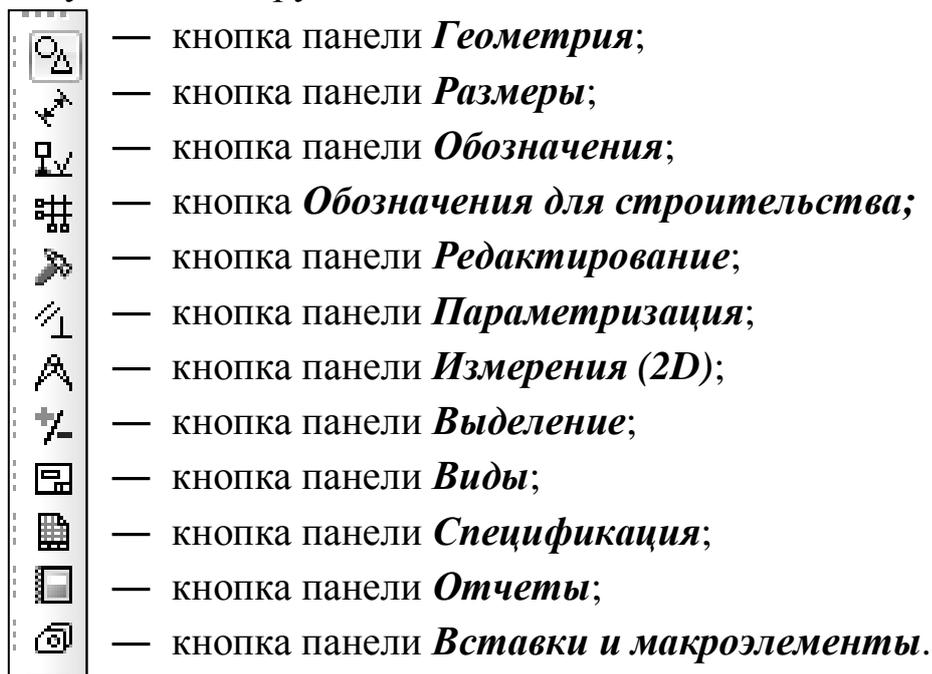


Рис. 1.2. *Компактная панель* в режиме работы с чертежом

Панели команд

Включена может быть только одна из панелей, например, ниже изображена панель *Геометрия* (рис. 1.3).

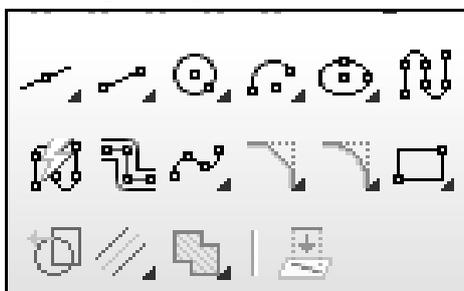


Рис. 1.3 Панель *Геометрия*

На панели расположены кнопки, позволяющие обратиться к командам создания или редактирования объектов чертежа.

Параметры команд, необходимых для геометрических построений, вводятся в дополнительной строке в нижней части окна. Кнопки с черным треугольником в правом нижнем углу указывают на возможность выполнения альтернативных команд. Для вызова последних необходимо нажать и удерживать кнопку левой клавишей мыши, после появления панели расширенных команд, не отпуская клавишу, выбрать альтернативную команду.

Панель свойств (рис. 1.4), находящаяся в нижней части окна, предназначена для управления процессом выполнения команды.

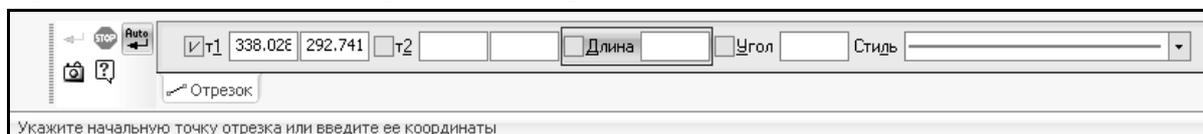


Рис. 1.4. Панель свойств

Вкладки *Панели свойств* содержат поля и переключатели, при помощи которых можно непосредственно определять параметры создаваемых объектов и определять их свойства. Эта панель, если она активизирована соответствующей командой из меню *Вид*, становится доступной при выполнении команды построения или редактирования элементов чертежа.

Панель специального управления входит в состав *Панели свойств*, появляется на экране только после вызова команды. Панель имеет кнопку —  *Автоматического ввода параметров*. Если нажата эта кнопка, то объекты создаются сразу после ввода параметров, необходимых для их построения. Если отжата, то для подтверждения создания объекта нужно будет нажимать кнопку —  *Создать объект*. Прервать выполнение команды кнопкой  *Stop*. Кнопка  — *Запомнить состояние* позволяет запоминать параметры команд.

В *Строке текущего состояния* выбирается шаг курсора, в соответствующем поле; устанавливается режим отображения сетки в активном окне при нажатии кнопки *Сетка* ; производится

настройка привязок при нажатии кнопки  и их отключение кнопкой .

Масштабирование

В окне чертежа отображается документ или та часть документа, с которой ведется работа. Средства управления отображения документа на экране — увеличение, уменьшение *масштаба* определяются командами меню **Вид** или соответствующими кнопками на **Панели Вид**, а также линейками прокрутки. Указание текущего значения масштаба производится вводом нужного числа по щелчку мыши в одноименное поле на панели **Вид** или выбором значения масштаба из списка, который появляется на экране при нажатии кнопки рядом с полем.

Системы координат

Положение курсора определяется относительно системы координат, в которой задается положение объектов. Начало *абсолютной системы координат* чертежа всегда находится в левом нижнем углу формата. Однако, проектировщик может устанавливать *локальную систему координат* (ЛСК) в нужных точках проектируемой детали и сделать ее текущей. При этом все координаты будут вычисляться и отображаться именно в этой текущей системе.

Для создания ЛКС используется команда **Локальная СК** меню **Вставка**. Фантомное изображение начала осей локальной системы координат перемещается курсором в нужную точку, поворачивается на нужный угол. Окончательное положение фиксируется кнопкой **Создать** на **Панели специального управления**. Введенная ЛСК автоматически становится текущей.

Каждый вид чертежа может иметь свою локальную систему координат, начало которой задает проектировщик при создании вида.

Виды

При работе с чертежом удобно работать с каждым видом, как с отдельным объектом, имеющим свою локальную систему координат. Для создания в чертеже нового вида в меню **Вставка** активизируется команда **Вид**. Вводится номер нового вида, его масштаб, угол поворота и имя на **Панели свойств. Цвет** отрисовки вида можно установить в раскрывающемся списке **Панели свойств**. Далее следует установить начало системы координат нового вида, указав координаты X и Y в соответствующем поле **Панели свойств**. Созданный новый вид станет текущим. Вид с номером 0, определяющий чертеж в целом, создается автоматически. На нем отражаются все виды одновременно. Переключение между видами производится в соответствующем раскрывающемся списке в **Строке текущего состояния**.

Управление состоянием вида производится с помощью команд **Параметры текущего вида** или **Менеджера документа**, меню **Сервис**.

Команды **Менеджера документа** позволяют редактировать параметры настройки текущего документа, выполняя операции с листами, видами и слоями документа.

Слой

В конструкторской практике, при разработке сложных чертежей с большой плотностью информации, эффективно выделение логически связанных групп или единиц. Например, узлы в сборочных чертежах; сопрягаемые элементы, относящиеся к другим узлам или размеры. Для этих целей в системе КОМПАС-ГРАФИК предусмотрено использование слоев.

Слой может находиться в одном из следующих состояний текущий; погашенный активный; фоновый;(невидимый).

Создание нового слоя в чертеже производится командой **Слой** меню **Вставка**. Открывшееся окно **Менеджера документа** (рис. 1.5) позволяет при нажатии кнопки  — **Создать слой**, определить но-

мер нового слоя, ввести его имя, установить цвет отрисовки слоя в активном состоянии.

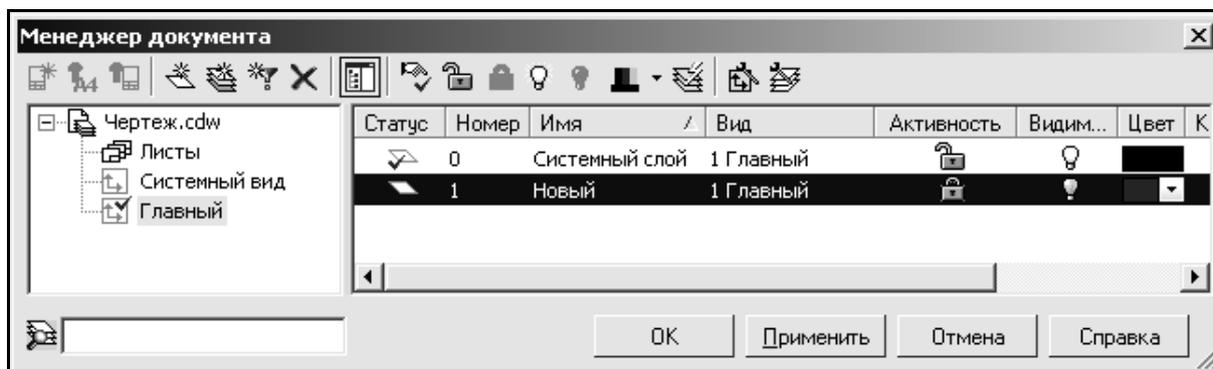


Рис. 1.5. Окно *Менеджера документа* в режиме работы со слоями

В *текущем* слое производятся операции по созданию, редактированию и удалению элементов. Элементы текущего слоя отрисовываются на дисплее реальными стилями линий, определенными настройкой системы. В окне *Менеджера документа* статус слоя отображается значком . При создании нового чертежа, по умолчанию, текущим является слой с номером 0.

В *активном* слое производятся только операции редактирования и удаления ранее созданных элементов. Все объекты, принадлежащие к активному слою, изображаются на экране одним цветом, установленным для данного слоя в диалоге настройки его параметров. В окне *Менеджера документа* значком отображается активный слой. Активными могут быть несколько слоев.

Фоновый слой используется для выполнения операций привязки к точкам или элементам фоновых слоев. Эти слои нельзя перемещать, а их содержимое недоступно для редактирования.

Элементы *погашенных* слоев не отрисовываются на экране, т.е. невидимы, и поэтому недоступны для любых операций.

В разные моменты работы с чертежом слой может находиться в различных состояниях (быть текущим, активным или погашенным).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Произвести настройку системы в соответствии с вариантом задания (табл. 1.1).

2. Создать файл графического документа, установить виды 1 и 2 с параметрами указанными в вариантах задания. Произвести пробные построения в видах 0, 1, 2.

Таблица 1.1

Варианты заданий

№ Варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лист чертежа	Формат	A3	A4	A2	A4	A3	A4	A2	A3	A3	A4
	Ориентация	гор	вер	гор	вер	гор	вер	гор	гор	вер	вер
Параметры сетки	Шаг по оси X	10	5	10	5	10	10	10	5	10	5
	Шаг по оси Y	10	5	10	10	5	10	20	10	10	5
	Угол поворота	0	90	0	0	90	0	0	0	90	0
	Размер точки	1	3	3	1	3	3	1	1	3	1
	Включ. сетки	вкл	вкл	-	вкл	вкл	-	вкл	вкл	вкл	вкл
Толщина линий	Основной	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1
	Тонкой (на экране)	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1
Цвет линии	Вспомогательной	зел.	роз.	жел	зел.	роз.	сер.	роз.	зел.	жел	роз.
Привязки		пер	сер	б.т	цен	сетка	выр	б.т	пер	цен	б.т
Вид 1	Масштаб	1	0.5	1	1	2	1	4	2	1	1
	Угол поворота	0	0	90	90	0	0	90	0	0	90
	цвет	Крас	Син	Зел	Чер	Крас	Син	Чер	Зел	Син	Чер
Начало координат вида 1	По оси X	50	40	60	50	30	25	40	60	70	40
	По оси Y	190	120	145	155	140	120	110	210	180	125
Вид 2	Масштаб	1	1	0.5	1	1	2	1	1	2	2
	Угол поворота	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	цвет	Зел	Син	Чер	Син	Син	Зел	Син	Чер	Зел	Зел
Начало координат вида 2	По оси X	280	140	170	180	195	160	100	185	110	95
	По оси Y	190	90	270	80	170	95	200	250	125	80

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В качестве примера произведем настройку системы согласно заданию вариант №1. При работе необходимо следить за последовательностью команд, указываемых в строке сообщений (в нижней части экрана).

1. Откройте систему КОМПАС-3D щелчком по пиктограмме в программной группе АСКОН главного меню Windows.

Действия с документами системы начинаются с команды **Получить лицензию на Компас-3D**, пункт меню **Сервис**, если команда не активна.

2. Установите параметры нового чертежа на вкладке **Новые документы** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**). Разверните группу **Графический документ** и активизируйте пункты:

- **Единицы измерения** — устанавливаем «Миллиметры»;
- **Размеры**. Разверните группу и ознакомьтесь с параметрами размеров, не изменяя их значение. Измените только значение **Точность** размерных надписей, указав число знаков после запятой — 0;
- **Шероховатость** — активизировать пункт «С изменением №3»;

3. Разверните группу **Параметры первого листа**, и поочередно активизируйте пункты:

- **Формат** — устанавливаем «Стандартный»;
- Обозначение — выбираем из предложенного списка форматов А3, для выбора формата чертежа А3;
- Ориентация — горизонтальная;
- **Оформление** — «Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-2006».

В группе **Параметры документа** активизируйте пункты:

- **технические требования** — без изменения;
- **неуказанная шероховатость** — без изменения.

После завершения настройки нажмите кнопку **<ОК>**.

4. Перейдите к окну чертежа, нажав кнопку **Файл — Создать — Чертеж** на **Стандартной панели**.

5. Измените масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы показать весь документ. Используйте команду **Масштаб — Показать все** пункта **Вид**.

6. Произведите настройку параметров системы на вкладке **Система** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**). Разверните группу **Графический редактор** и поочередно активизируйте пункты:

- **Курсор** — установите параметры курсора:
 - Размер — установим бегунок в среднее положение;
 - Цвет — черный;
 - Увеличенный — не включать;
 - Список шагов не изменять;
- **Линейки прокрутки** — включить опции **Горизонтальная линейка**; **Вертикальная линейка** и **Автосдвиг**;
- **Системные линии** — установить параметры отрисовки системных линий:
 - толщина на экране — для всех линий — 1;
 - цвет для основной — синий; тонкой — черный и осевой — красный; вспомогательной — зеленый; остальные типы линий — без изменения.
- **Привязка** — установить привязку: пересечение. Включить опции **Динамически отслеживать** и **Отображать текст..**

После завершения настройки нажмите кнопку **<ОК>**.

7. В **Строке текущего состояния** установите:

- шаг курсора — 1;
- включить сетку щелчком по кнопке, и открыв раскрывающийся список рядом с кнопкой, выбрать пункт **Настроить параметры** сетки:

- Шаг по осям по осям X и Y — 10мм;
- Угол поворота — 0 гр; Угол искажения — 90 гр;
- На вкладке **Отрисовка** укажите **Размер точки** — 1 п.

8. Создайте вид № 1. В меню **Вставка** активизируется команда **Вид**.

- На **Панели свойств** введите параметры нового вида:
 - Номер — 1;

- Масштаб — 1;
- угол поворота — 0;
- имя — ввести название вида: «Главный»;
- цвет — выбрать в базовой палитре красный цвет, <ОК>.

- Установите начало системы координат нового вида в точку с координатами (X=50; Y=190), задав значения координат на **Панели свойств**. Подтвердите координаты размещения вида на листе нажатием клавиши  **Создать объект**.

9. Включите на инструментальной панели **Геометрия** клавишу **Отрезок**, постройте несколько произвольных отрезков. Нажмите клавишу **Stop**.

10. Переключитесь на вид 0, выбрав номер вида из списка, который появляется на экране при нажатии кнопки рядом с полем **Вид...** в **Строке текущего состояния**. Вид номер 1 будет отрисован красным цветом. Аналогично создайте Вид 2.

11. Сохраните файл. Активизируйте команду **Сохранить** пункта меню **Файл**. Укажите диск, папку, предназначенные для хранения файла, выберите тип файла — «КОМПАС-Чертежи(*.cdw)», введите имя, например, Primer (расширение не указывается), нажмите кнопку **Сохранить**.

12. Закончите работу в системе КОМПАС-3D командой **Выход** пункта меню **Файл**.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы документов можно создать в системе КОМПАС-3D?
2. Для каких целей предназначен **Менеджер документа**?
3. Для каких целей предназначены привязки? В чем состоит отличие между локальной и глобальной привязками? Перечислите основные типы привязок.
4. Для каких целей используются слои?

2. ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕТАЛИ

Формирование чертежа рекомендуется производить по следующей последовательности:

- настройка системы;
- создание листа чертежа с указанием его формата, ориентации страницы, масштаба;
- создание и редактирование главного вида чертежа;
- создание и редактирование следующих видов;
- простановка размеров и технологических обозначений;
- компоновка видов чертежа в режиме чертежа. При прорисовке видов на поле чертежа может проявиться ряд погрешностей (неудачное расположение на поле чертежа, недостаточные габариты чертежа и т.п.). Эти недочеты могут быть исправлены изменением расположения и масштаба видов на поле чертежа и других параметров;
- простановка неуказанной шероховатости и технических требований;
- заполнение основной надписи;
- запись чертежа в файл;
- создание твердой копии чертежа (вывод чертежа на бумагу).

Чертежно-графический редактор КОМПАС-ГРАФИК может использоваться как электронный кульман. Построения на поле чертежа выполняются в соответствии с действиями, обычно производимыми при вычерчивании чертежей на обычном кульмане. Формирование чертежа начинается с построения элементов чертежа из геометрических примитивов.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ

Команды построения геометрических примитивов активизируются при нажатии соответствующих клавиш на инструментальной панели *Геометрия* (рис. 2.1.).

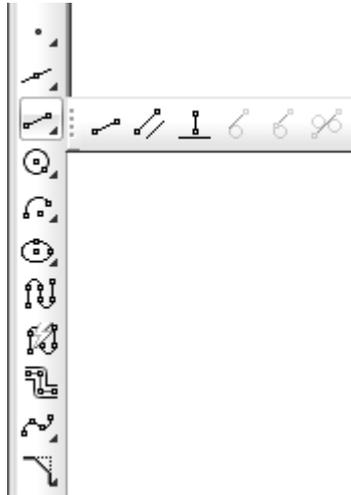


Рис. 2.1. Вид панели *Геометрия* при выборе альтернативного варианта

Каждая команда имеет несколько вариантов построения примитива. Меню команды разворачивается при продолжительном нажатии на кнопку команды. Выбор нужного варианта производится указанием на него указателем мыши.

По умолчанию, на панели геометрии установлены следующие кнопки команд:



Точка — построение одной или нескольких точек;



Вспомогательная прямая — построение вспомогательных прямых линий;



Отрезок — построение отрезка между двумя точками указанием координат конечных точек или координаты начальной точки, длины отрезка и угла;



Окружность — построение окружности по указанию центра и радиуса или точки на окружности, или указав три точки, возможно построение с осевыми линиями;



Дуга — построение дуги по трем точкам, с вводом центра или с вводом радиуса;

 **Эллипс** с заданным центром, проходящий через две указанные точки;

 **Непрерывный ввод** — построение контура из отрезков прямых и дуг, причем конечная точка предыдущего примитива будет являться начальной для следующего;

 **Линия** — позволяет построить линию, состоящую из отрезков и дуг окружностей, непрерывным вводом, активизируя нужный переключатель в группе **Отрезок/ Дуга**.

 **Кривая Безье**. Под кривой Безье понимается кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов четвертого порядка, каждый из которых построен по четырем опорным точкам. Крайние из этих четырех точек задаются пользователем, а средние вычисляются, исходя из условия непрерывности производной кривой;

 **Фаска** — производится построением скоса определенной ширины и углу для указанных отрезков, образующих фаску;

 **Скругление** — построение сопрягающей дуги, между геометрическими примитивами;

 **Прямоугольник** — построение прямоугольника по двум диагональным точкам или радиусу вписанной (описанной) окружности и положению одной из вершин;

 **Штриховка** — выполняется штриховка замкнутого контура в указанной области.

При выполнении команды необходим ввод значений координат характерных точек или других параметров примитива. Например, для построения отрезка можно указать координаты X и Y его начальной и конечной точек или задать координаты его начальной точки совместно с длиной и углом наклона. При построении примитива перемещение курсора от начальной точки до фиксации конечной точки отображается «резиновой нитью». Задание параметров примитива осуществляется с помощью специального инструмента — **Панели свойств** (рис. 2.2), которая возникает при активизации команды построения примитива.

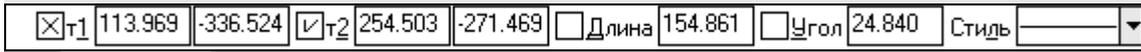


Рис. 2.2. *Панель свойств* в режиме задания параметров отрезка

Так, для команды *Отрезок*: **t1** — координаты начальной точки (X,Y), **t2** — координаты конечной точки, **Длина** — длина, **Угол** — угол наклона относительно оси X, **Стиль** — тип линии. При фиксации параметра на кнопке появляется изображение перекрестия. «Галочка» означает, что ожидается ввод данного параметра.

Значительно облегчает работу конструктора проведение вспомогательных построений, так называемых «тонких линий». Точки пересечения вспомогательных элементов используются в дальнейшем как привязки для позиционирования курсора. Вспомогательные элементы не вычерчиваются при создании твердых копий и могут быть удалены.

Стиль

В строке *Панель свойств*, характеризующих примитив, помимо поля геометрических параметров находится поле *Стиль*. В нем отображается внешний вид текущего объекта. Под понятием *стиль* подразумевают набор свойств объекта, влияющих на его отображение, например, тип, толщина и цвет линии, тип штриховки, символа и т.п. По умолчанию система назначает вычерчиваемому объекту текущий стиль. Для изменения стиля достаточно щелкнуть мышью в поле стиля и выбрать нужный стиль из списка системных стилей. Помимо готовых образцов можно использовать собственные, пользовательские стили.

Построенные элементы чертежа можно отредактировать, изменив их параметры. Предварительно следует указать редактируемый элемент чертежа, выделение подтверждается цветом, двойным щелчком мыши по объекту вызывается поле управления стилем.

КОМАНДЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ

Использование команд редактирования позволяет значительно уменьшить трудоемкость выполнения чертежа, используя имеющиеся изображения для создания копий с последующей доработкой и зеркально-симметричного изображения. Выполнение данных команд характеризуется режимом слежения. Копия выбранного изображения до момента завершения команды прорисовывается белесым контуром и движется вслед за перемещением курсора, как фантом.

Команды редактирования активизируются вызовом меню *Редактор* или кнопкой  — панель *Редактирование* (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Панель *Редактирование*

Одновременно редактированию могут подвергаться один или несколько элементов. Редактирование нескольких объектов производится выделением их курсором мыши поэлементно или объединением в группу с помощью рамки. Рамка определяется контурами растягивающегося «резиновой нитью» прямоугольника по двум углам. В группу заносятся объекты, полностью заключенные в рамку. Выделенные объекты меняют цвет линий на зеленый.

При выполнении операции можно явно задать параметры, необходимые для проведения операции, например, координаты базовой точки и ее нового положения, угол поворота, масштаб и прочее, введя их в полях *Панели свойств*.

Рассмотрим наиболее популярные операции редактирования.

 *Сдвиг* — обеспечивает плоскопараллельное перемещение объекта с одного места в точку назначения относительно базовой точ-

ки. Переключением кнопки —  на *Панели свойств* позволяет *удалить* или *оставить* исходный выделенный объект после выполнения команды.

 *Поворот* — производит поворот объекта вокруг центра вращения.

 *Масштабирование* — позволяет производить пропорциональное изменение размеров объекта относительно указанной точки масштабирования. Значение коэффициента масштабирования задается в соответствующем поле *Панели свойств*.

 *Симметрия* — обеспечивает симметричное отображение относительно указанной оси. Если в качестве оси симметрии используется имеющийся отрезок или прямая, то этот объект выбирается кнопкой  — *Выбор*.

 *Копия указанием* — обеспечивает плоскопараллельный перенос элемента повторяющегося в чертеже. Копирование нескольких объектов производится выделением их курсором мыши поэлементно или объединением в группу с помощью рамки. Команда имеет альтернативные команды копирования: *По кривой; По окружности; По сетке; По концентрической сетке*.

 *Усечь кривую* — позволяет укоротить отрезок или дугу до границы выравнивания, указав курсором часть элемента, подлежащую удалению. Переключение кнопки  позволяет *Удалить* или *Оставить* выбранный участок, удалив внешние участки объекта. Альтернативная команда: *Усечь кривую двумя точками*.

 *Удлинить до ближайшего объекта* — позволяет продлить объект до ближайшего места пересечения с другим объектом. Альтернативная команда:  — *Выровнять по границе*.

В некоторых случаях необходимо расчленить макроэлемент, воспринимаемый системой как единое целое, на составные примитивы. Для этих целей служит команда *Разрушить* (меню *Редактор*).

Для управления стилем выделенных объектов служит команда *Изменить стиль ...*(меню *Сервис*).

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖЕ

Для простановки размеров на чертеже используются панель *Размеры* (рис. 2.4–а.). Меню панели *Обозначения* (рис. 2.4–б) предоставляет возможность ввода текста, таблицы, выбор типа технологического обозначения.

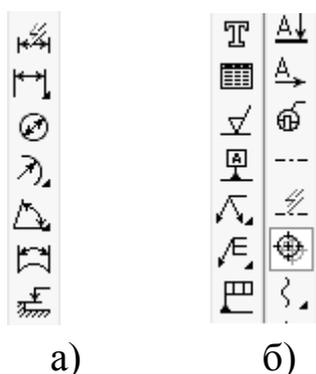


Рис. 2.4. Панели: а) — *Размеры*; б) — *Обозначения*

Каждый тип объекта имеет собственное меню выбора подтипа объекта. После выбора типа и вида размера или обозначения, задаются характерные параметры, например:

- точки привязки размера;
- положение размерной линии;
- расположение размера;
- специфические параметры;
- размерный текст.

Методика нанесения размеров и обозначений заключается в выполнении последовательности команд, указываемых в *строке сообщений* (в нижней части экрана). Выполнение каждой команды предполагает несколько вариантов ввода параметров. Так, например, привязка проставляемого размера к граничным точкам геометрического объекта, может осуществляться указанием точек привязки размера на

Панели свойств или с помощью кнопки  — указание курсором базового элемента для простановки размера.

Дополнительно, на **Панели свойств** находятся несколько кнопок, с помощью которых можно управлять расположением вычерчиваемого размера. Например, при проставлении линейного размера, могут применяться кнопки: **вертикальный размер** — , **горизонтальный размер** , **размер параллельный объекту**  используется по умолчанию. Параметры размера можно задать непосредственно при проставлении размера на **Панели свойств**, выбрав вкладку **Параметры**. Здесь проставляются параметры стрелок, наличие выносных линий, способы размещения размерного текста (рис. 2.5).

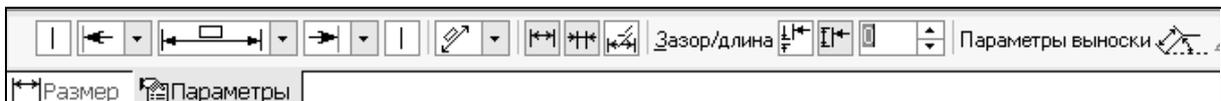


Рис. 2.5. Вид вкладки **Параметры** при простановке линейного размера

Задание размерной надписи производится при обращении щелчком мыши в окно поля **Текст** на **Панели свойств** (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Параметры размерной надписи

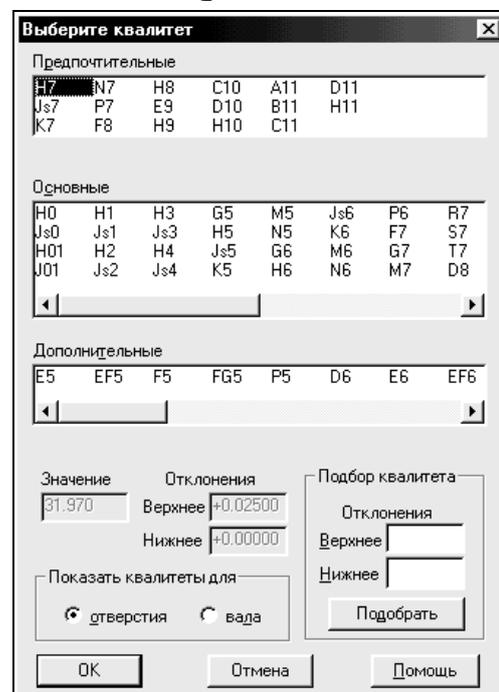


Рис. 2.7. Квалитеты

В табл. 2.1 представлены типы размеров, в табл. 2.2 — типы технологических обозначений.

Таблица 2.1

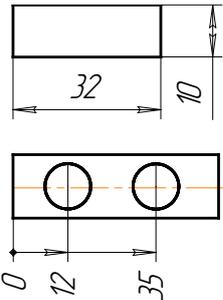
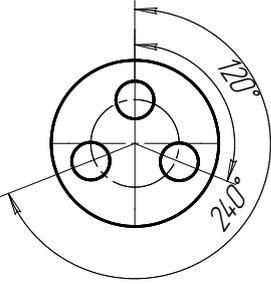
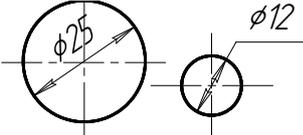
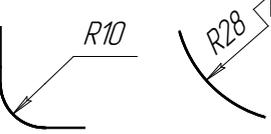
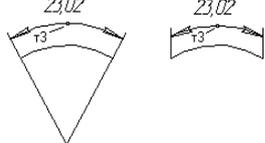
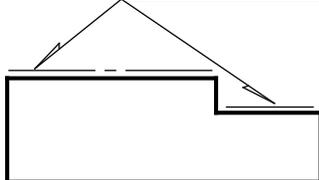
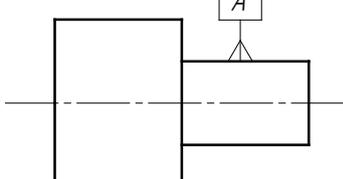
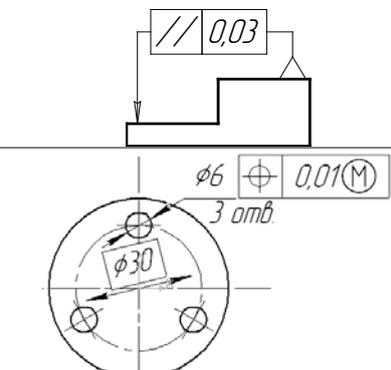
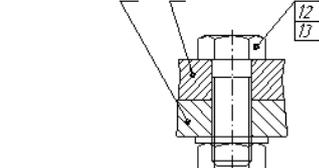
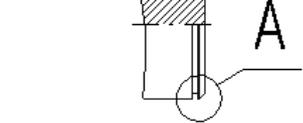
<i>Типы и подтипы размеров</i>	<i>Кнопка по умолчанию</i>	<i>Дополн. кнопки</i>	<i>Типовое изображение</i>
<p>Линейные размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ От общей базы; ▪ Цепь линейных размеров; ▪ С общей размерной линией; ▪ Размер с обрывом; ▪ От отрезка до точки. 			
<p>Угловые размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ От общей базы; ▪ Цепь линейных размеров; ▪ С общей размерной линией; ▪ Размер с обрывом. 			
<p>Диаметральные размеры</p>			
<p>Радиальные размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ с размерной линией от центра дуги ▪ с изломом. 			
<p>Размер дуги окружности</p>			

Таблица 2.2

<i>Типы и подтипы технологических обозначений.</i>	<i>Кнопка по умолчанию</i>	<i>Дополн. кнопки</i>	<i>Типовое изображение</i>
<p>Линии - выноски:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ с полкой; ▪ клеймление; ▪ маркировка; ▪ знак изменения. 			<p><i>Азотировать h0,3..0,6</i></p> 
<p>Знаки обозначения шероховатости поверхности</p>			<p>0,8</p> 
<p>Обозначение базы на поверхности или оси.</p>			
<p>Допуски формы и расположение поверхностей.</p>			
<p>Обозначение позиции</p>			
<p>Линия разреза; Стрелка взгляда</p>			
<p>Выносной элемент</p>			

Значение проставляемого размера автоматически измеряется системой. Предельные отклонения наносятся согласно выбранному качеству. Таблица отклонений выводится на экране нажатием кнопки *Квалитет* (рис. 2.7).

Кнопка *Авторазмер*  позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Ввод текстовых надписей производится кнопкой  — *Текст*. Для ввода текста укажите курсором положение точки его привязки, введите необходимый текст.

ВСТРАИВАНИЕ ФРАГМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА — ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ИЗ БИБЛИОТЕК СИСТЕМЫ КОМПАС-ГРАФИК

Значительным достоинством системы КОМПАС-ГРАФИК является возможность использования в проектировании библиотек параметризованных стандартных машиностроительных элементов — библиотека крепежа, конструктивных элементов сварных швов, электродвигателей и прочих. Широко применяется вставка в создаваемые чертежи параметрических графических объектов, таких как, например, резьбовые отверстия, отверстия, канавки, проточки и т.п. элементы, выполненные в соответствии со стандартами ЕСКД. Подобного рода типовые фрагменты объединены в *Прикладной библиотеке КОМПАС (Менеджер библиотек — Прочие)*.

Набор стандартных библиотек КОМПАС зависит от условий поставки. Помимо этого, система позволяет разрабатывать пользовательские библиотеки, ориентированные на конкретные задачи автоматизированного проектирования.

Подключение библиотеки осуществляется из меню *Сервис* командой *Менеджер библиотек*. Менеджер библиотек предназначен для управления библиотеками. Предварительно, все библиотеки, установленные на компьютере, сгруппированы в разделы: машино-

строение, металлоконструкции, расчет и построение и прочие. В левом окне менеджера библиотек выбирается требуемый раздел, при этом в правом окне появляется список имеющихся в наличии библиотек раздела. Подключать библиотеку можно простым указанием мыши в поле рядом с ее названием. В поле подключенной библиотеки отображается красная «галочка». Элементы библиотеки представляются слайдом изображения при просмотре элемента списка.

Для вставки выбранного фрагмента в чертеж необходимо задать соответствующие размеры (параметры), запрашиваемые при вводе. Следует помнить, что стандартные элементы выбираются из библиотеки, составленной в соответствии с ГОСТами на данный элемент, поэтому введенного вами произвольного размера, например, диаметра резьбового отверстия, может не оказаться в стандартном ряде диаметров, в этом случае можно заменить его близким по значению и в последствии отредактировать. В библиотеках некоторых элементов для выбора предлагается стандартный ряд параметров.

ВЫВОД ЧЕРТЕЖА НА ПРИНТЕР (ПЛОТТЕР)

Заключительным этапом работы с чертежом является создание твердой копии, выполненной с помощью принтера.

Чертежи хранятся в архиве системы КОМПАС-3D в специальном внутреннем формате (файлы с расширением .CDW). Каждая модель принтера или плоттера понимает собственный язык описания графической информации, поэтому предварительно необходимо преобразовать чертеж в соответствии с форматом конкретного устройства вывода.

Подключение принтера/плоттера производится с помощью команды **Настройки предварительного просмотра**, утилиты **Настройка принтера/плоттера** пункта меню **Файл**, что подразумевает привязку к имеющемуся у пользователя периферийному оборудованию. **Настройка параметров вывода** позволяет указать число копий, порядок вывода страниц на печать и прочее.

Доступ к установке параметров печати осуществляется командой **Предварительный просмотр** в меню **Файл**. Команда имеет собственное меню для настройки режима печати.

Процедура настройки параметров системы производится только один раз при подключении устройства вывода, после чего эти параметры сохраняются до нового обращения к утилите **Настройка**.

Команды, используемые для перевода чертежа в формат устройства вывода, “Принтер” и “Плоттер” автоматически настраиваются на установленные типы плоттера и принтера.

В режиме предварительного просмотра команды **Предварительный просмотр** меню **Файл**, меню и изображение в главном окне системы изменяются. На экране показывается условное поле вывода (лист бумаги). На этом поле реалистично отображается чертеж, который выбраны для печати (рис. 2.8).

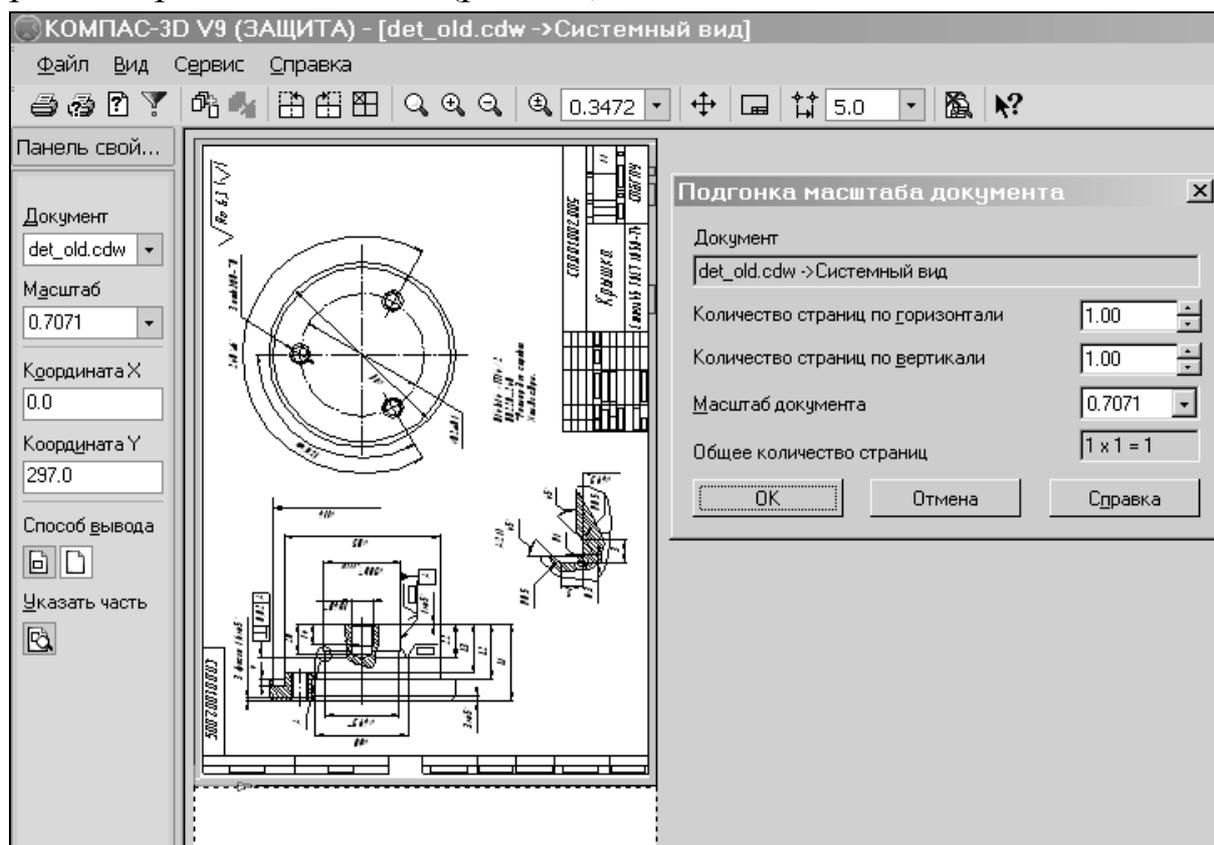


Рис. 2.8. Диалог предварительного просмотра для печати

Командами меню *Сервис* можно менять размещение чертежа. Командами *Включить/Выключить листы* и *Подогнать масштаб* можно устанавливать число листов, необходимых для распечатывания чертежа. Имеется возможность развернуть изображение на 90° по/против часовой стрелке, команда *Повернуть...*, чтобы добиться необходимого расположения чертежа на бумаге выбранного формата.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Произвести построение и вывод на принтер/плоттер чертежа машиностроительной детали (рис. 2.9) в соответствии с вариантом задания (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Длина - L1</i>	50	55	53	50	52	53	50	55	52	54
<i>Длина - L2</i>	36	40	40	36	38	40	36	41	40	40
<i>Длина - L3</i>	32	32	30	28	30	32	30	32	30	32
<i>Диаметр - D1</i>	120	130	125	125	124	132	120	130	128	130
<i>Диаметр - D2</i>	80	78	85	84	82	90	84	84	86	90
<i>Диаметр - D3</i>	100	96	105	100	104	105	102	104	105	105

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Пример выполнения задания приводится для варианта №1.

Настройка системы и создание файла были рассмотрены выше, и в примере не рассматриваются.

Перед началом работы над главным видом чертежа машиностроительной детали «Крышка» (рис. 2.9) создадим вид № 1.

Команда *Вид* (пункт меню *Вставка*) определяет параметры нового вида и устанавливает начало локальной системы координат вида в точку с указанными координатами:

- Номер — 1;
- Масштаб — 1:1;
- угол поворота — 0;
- имя — ввести название вида: «главный»;
- цвет — выбрать в базовой палитре красный цвет, <ОК>.

Установите начало системы координат нового вида в точку с координатами (X=50; Y=190). Зафиксируйте параметры создаваемого вида нажатием кнопки  **Создать объект**.

В дальнейшем параметры вида можно редактировать используя команды **Параметры текущего вида**, а вид устанавливать как **Текущий** или удалять используя функции команды **Менеджер документа** пункта меню **Сервис**.

Формирование элементов чертежа построением из геометрических примитивов

Построение контура части вида расположенной выше оси симметрии в соответствии с размерами детали, указанными в задании, можно производить следующими способами.

I. Произведем разметку поля главного вида вспомогательными линиями. Построим сетку ортогональных прямых по характерным размерам части вида, расположенной выше оси симметрии (рис. 2.10). Точки пересечения используем для вычерчивания контура без прорисовки фасок (рис. 2.11).

1. Проведем ось симметрии — линия 1:
 - активизируем кнопку <Отрезок> на панели **Геометрия**;
 - изменим тип линии на осевую, выбрав стиль на **Панели свойств**;
 - укажем координаты начальной точки отрезка (-5,0), учитывая, что осевая линия немного выступает за пределы чертежа, $x = -5$; $y=0$; координаты конечной точки (55,0) $x=55$; $y=0$. Зафиксируйте параметры создаваемого объекта нажатием кнопки  **Создать объект**.

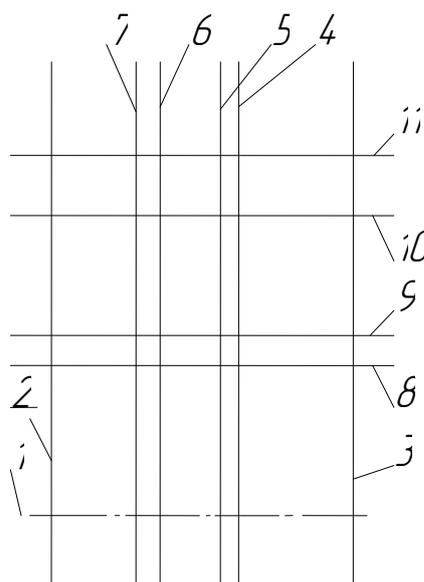


Рис. 2.10. Разметка главного вида

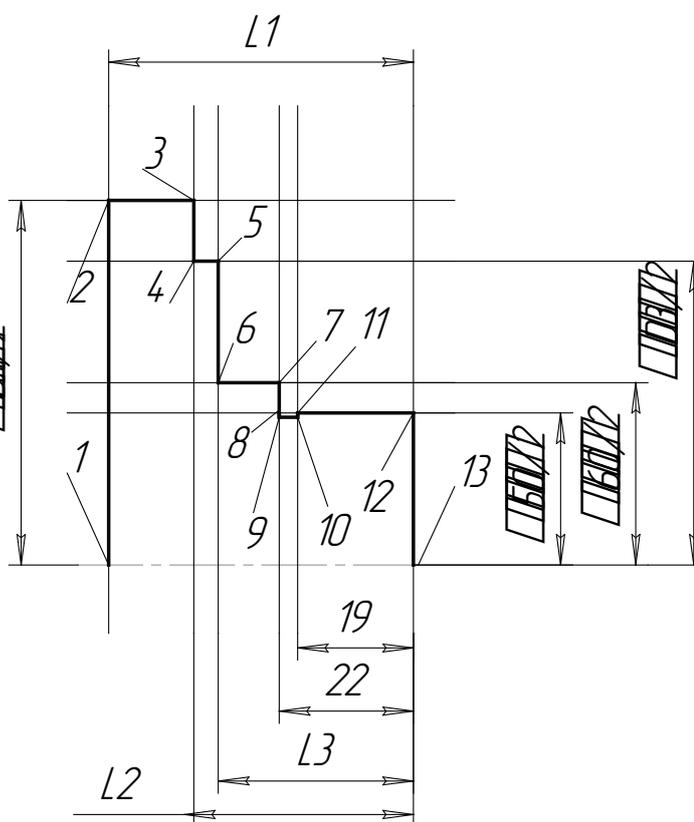


Рис. 2.11. Построение контура части
вида

2. Для построения сетки ортогональных прямых активизируем кнопку <Вертикальная прямая>, из группы вспомогательных прямых.

Укажем координаты точки линии 2 на оси симметрии (0,0) — $x=0$; $y=0$; Зафиксируйте объект нажатием кнопки **Создать объект**. Построим линию 3 с учетом, что координаты точки на линии (50,0).

3. Вспомогательные линии 4,5,6 и 7 начертим параллельно линии 3, указывая расстояние до этих линий от линии 3, ориентируясь на рис. 2.10. Активизируем кнопку <Параллельная прямая>, из группы вспомогательных и установим на **Панели свойств** режим <Одна прямая>. В ответ на запрос « Указать прямую для построения параллельной прямой», укажем линию 3, и «запомним», нажав кнопку . Для линии 4 введем в поле **расстояние** значение 19 (см. рис. 2.9), $19=22 - 3$ (ширина проточки)), нажмем на кнопку **Создать**

объект. Не завершая работы команды, укажем для линии 5 — расстояние 22, для линии 6 — 32, для линии 7 — 36, [STOP].

4. Аналогично построим вспомогательные линии 8,9,10 и 11 параллельно линии 1. Расстояние до линии 8 — 25; до линии 9 — 30; до линии 10 — 50; до линии 11 — 60. При выполнении построения ориентируйте щелчком мыши местоположение курсора выше осевой линии, а затем редактируйте значение в поле **Расстояние**.

5. Обведем основной линией контур (рис. 2.11). Построение будем производить командой панели **Геометрия**, <Непрерывный ввод объектов>, переходя от точки 1 к точке 8, а затем от точки 11 к 13. Предварительно увеличим для удобства масштаб, установим привязку **Пересечение** и сменим тип линии на основную. Начальные и конечные точки отрезков будем указывать, подводя курсор вблизи точки пересечения вспомогательных прямых.

6. Исключения является построение отрезков 8 - 9, 9-10, 10-11, которые надо построить на 0,25 мм ниже вспомогательной линии 8. Увеличим масштаб этой части чертежа рамкой. Построим дополнительную вспомогательную линию параллельно линии 8 на расстоянии 2 мм, т.к. допускается условно увеличивать мелкие элементы (меньше 2 мм). Построим отрезки командой <Непрерывный ввод объектов>, переходя от точки 8 к точке 11.

7. Закончим работу удалением вспомогательных линий.

Активизируем пункт меню **Редактор — Удалить — Вспомогательные кривые и точки**.

8. Сформируем фаску в точке 2:

– Активизируем <Фаска>, укажем размеры фаски: катет — 3, угол — 45 градусов на **Панели свойств**;

– по запросам указываем отрезки, образующие пересечение в точке 2.

9. Аналогично формируем фаску в точке 12, указав катет фаски — 1.

II. Построение контура возможно произвести и другим способом, без построения вспомогательной сетки. Построение производится командой <Непрерывный ввод объектов>, переходя от точки 1 к точке 13, указывая координаты точек: 1 — (0,0); 2 — (0,60); 3 — (14,60); 4 — (14,50); 5 — (18,50); 6 — (18,30); 7 — (28,30); 9 — (28;23); 10 — (31;23); 11 — (31,25); 12 — (50,25); 13 — (50,0) [STOP]. Проводится осевая линия между точками 1 и 13. Формируются фаски.

В дальнейшем, рекомендуется сочетать оба способа построения. Используйте вспомогательные построения, например, при построении проточки (пункт б).

Формирование чертежа с помощью команд редактирования и с использованием библиотек

Произведем доработку главного вида чертежа детали «Крышка», представленного на рис. 2.12.

1. Достроим контуры вида чертежа, зеркально отобразив уже готовый контур. Необходимо помнить, что все действия совершаются над выделенными объектами. Для выделения выбираем пункт меню **Выделить**, <Рамкой>, и указываем мышкой точки верхнего начального угла и нижнего конечного так, чтобы весь контур чертежа был заключен в окно. Активизируем панель **Редактирование**:

- выбираем подпункт <Симметрия>;
- появившимся курсором указываем первую и вторую точки оси симметрии для получения зеркального отображения.

2. Строим отрезки 1,2 и 3. Сделаем вспомогательные построения: проведем горизонтальные вспомогательные прямые, указывая координаты точки по Y равными $D3/2$ и $57 (114/2)$; и вертикальную вспомогательную прямую параллельно прямой **T** на расстоянии 4 мм (см. рис. 2.9). Построим отрезки 1,2 и 3, соединяя точки пересечения вспомогательных прямых.

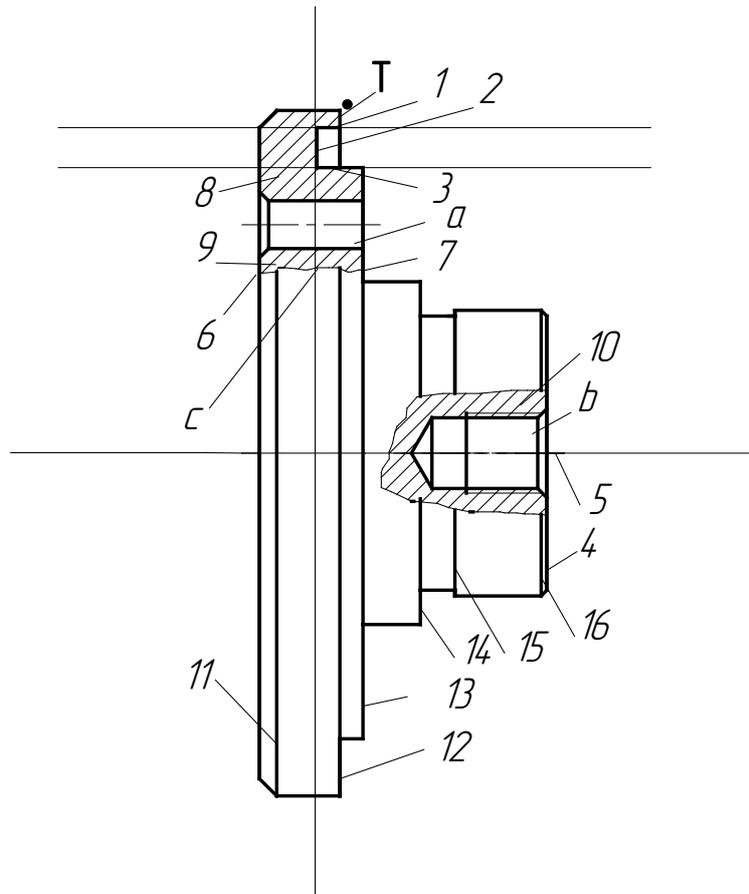


Рис. 2.12. Главный вид чертежа детали «Крышка»

3. Прорисуем на виде отверстие *a*. Выберем готовое изображение отверстия из библиотеки. Для этого воспользуемся пунктом меню **Сервис**, командой **Менеджер библиотек**. В левом окне менеджера библиотек выбираем раздел **Прочие**. В правом окне указываем щелчком мыши в поле рядом с названием **Прикладная библиотека КОМПАС**. Прикладная библиотека КОМПАС готова к работе и открыта. Из каталога [Гладкие отверстия] выбираем [Сквозное отверстие с фаской] двойным щелчком;

Укажем в открывшемся окне:

- диаметр — 9; глубина — 18; ширина фаски — 1.6; угол фаски — 45° , <ОК>.

Теперь устанавливаем изображение на нужную позицию:

- установим начальную точку (0,40), $x=0$, $y=40$ и угол 0° [STOP].

Для некоторых элементов библиотеки при прорисовке появляется фантом изображения, который можно многократно устанавливать в разные места чертежа.

4. Прорисуем резьбовое отверстие **b**, выбрав из каталога [Резьбовые отверстия] группу [Глухое отверстие]. Установим следующие параметры отверстия:

– диаметр резьбы — 14; ширина фаски с — 1.6; угол фаски 45; глубина отверстия — 20; длина резьбы — 14, <ОК>. Включить угол. Установить отверстие по месту, указав угол 180° , [STOP].

5. Проведем волнистой тонкой линией контур вырыва. Для этого выполним построения:

– Меню **Инструменты**, пункт **Геометрия**;

– Подпункт <Кривая Безье >, выберем кнопку  <Сплайн>, стиль линии <Для линии обрыва>;

– Укажем начальную точку 7 на линии 13. Позиционирование на линии удобно производить с помощью команды <Привязка>, <Точка на кривой>, находящейся в контекстном меню (по правой кнопке мыши). Введя несколько отрезков, установим конечную точку 6 волнистой линией  **Создать объект**, [STOP].

– Таким же образом проведем контуры линии второго вырыва — 10.

6. Заштрихуем область вырыва 8. Штриховка производится для замкнутого контура. Вложенные области автоматически взаимно исключаются. При автоматическом определении области штриховки, указанием точкой внутри области, граница штриховки определяется замкнутым контуром из примитивов, охватывающих точку. При анализе учитываются только основные линии и линии обрыва (стиль линии <Для линии обрыва>). Контур штриховки может быть задан вручную, окном или выбором элементов ограничивающих область штриховки.

Используем для штриховки автоматический способ. Активируем:

- меню **Инструменты**, пункт **Геометрия**;
- подпункт <Штриховка>,
- на запрос «Укажите точку внутри области» произвольно укажем точку в области, при этом границы прорисовывается штриховка и границы области;
- для создания штриховки нажать правую кнопку мыши и выбрать команду <Создать штриховку >.
- параметры штриховки можно редактировать, нажав правую кнопку мыши и выбрав команду <Стиль штриховки>. Указать: материал «Металл», <Выбрать>.

Таким же образом выполняем штриховку областей 9 и 10.

7. Проводим линии 12,13,14,15 дорисовкой до граничного контура — выравнивание. Активизируем панель **Редактирование** и кнопку <Выровнять по границе>:

- для отрезков 12,13 укажем границу заштрихованного контура — линия между точками 6-7 и выравниваемые отрезки 12,13, [STOP];
- аналогичные построения, указывая границу заштрихованного контура для отверстия **b** и выравниваемый отрезок, произведем для остальных линий.

8. Построим линии фасок 11 и 16.

Построение вида слева

Создадим новый вид 2 (рис. 2.13). Определим вид 0 как текущий с помощью **Менеджера документа**.

Выбираем меню **Вставка** пункт **Вид**:

- Номер вида — 2;
- 1. Точка привязки вида имеет координаты (280,190).
- 2. Построим окружности 3,4,5. Выберем пункт **Геометрия** меню **Инструменты**; подпункт <Окружность>;
- укажем центр окружностей с координатами (0,0);
- на Панели свойств нажмем кнопку **C** осями;

- указываем радиус, поместив курсор мыши в окне <Радиус>;
- сменим тип линии на основную; радиус — 60 (окружность 3);
- радиус — 57 (окружность 4);
- для проведения окружности 5 изменим тип линии, выбрав осевую линию; укажем радиус этой окружности — 40.

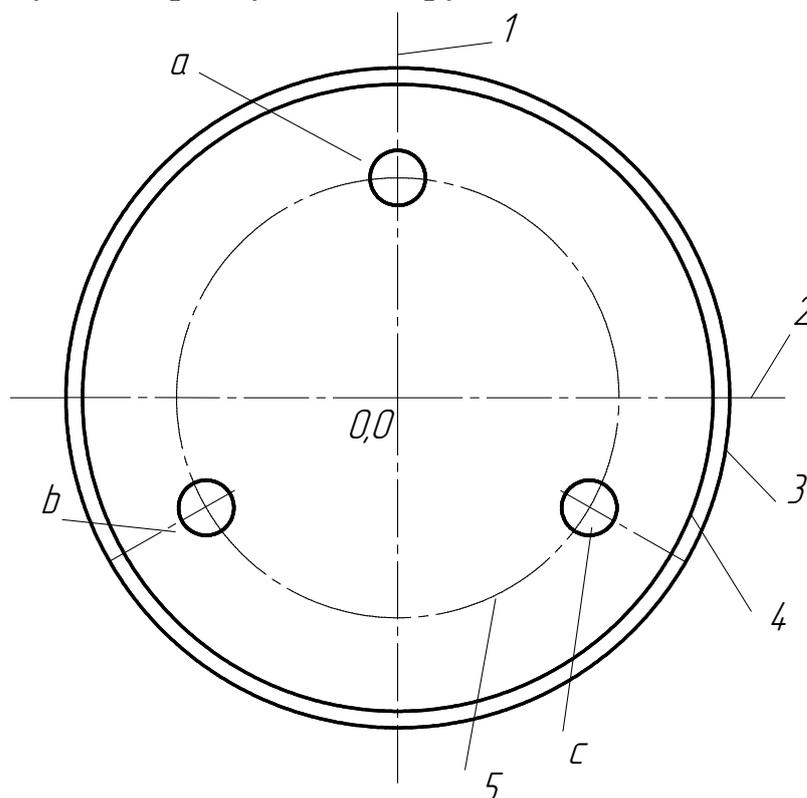


Рис. 2.13. Вид слева

- Прорисуем отверстия *a, b, c*, начиная с отверстия *a*. Укажем центр окружности (с осями) — точку с координатами (0,40), радиус — 4,5.

3. Удалим лишнюю горизонтальную осевую линию отверстия *a*. Выделим оси отверстия *a*, которые являются макроэлементом, и разобьем его на составные элементы командой **Разрушить**, пункт меню **Редактор**. Удалим горизонтальную осевую линию, выделив и нажав клавишу <Delete>.

4. Скопируем отверстия *b* и *c*. Для этого;
- выделим копируемое отверстие *a* с вертикальной осевой линией рамкой;

- активизируем кнопку [копия по окружности] из группы **Копирование выделением**;
- введем параметры копирования: Шаг (угловой шаг) — 120; Количество копий — 3; указываем центр копирования по окружности — координаты (0,0); **Создать объект**, [STOP].

Нанесение размеров и технологических обозначений на чертеже

Проставим размеры на **главном виде** в соответствии с рис. 2.14.

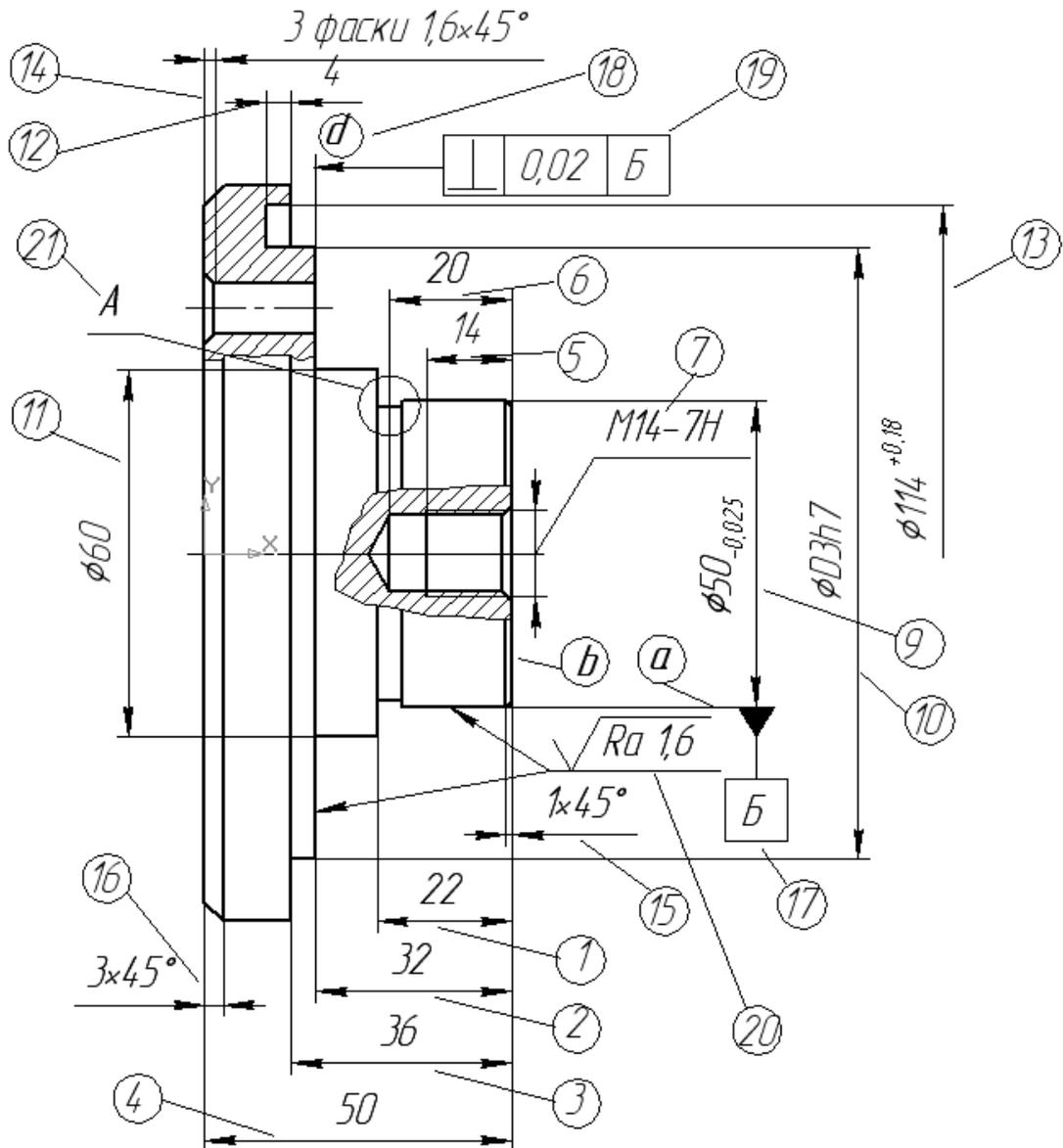


Рис. 2.14. Проставка размеров на главном виде чертежа

1. Простановку размеров 1,2,3 и 4 будем производить от общей базы (линия **b**). Для этого на *инструментальной* панели **размеров** выберем:

- кнопку — <Линейный размер от общей базы>;
- в ответ на запрос: «точка базы» указываем на точку начала размерной линии **b**. Привязка устанавливается системой автоматически;
- «точка 2» — укажем на отрезке характерную точку выхода второй размерной линии размера 1, подведя к ней указатель мыши;
- Для появившегося фантома размера указываем его местоположение, отводя мышь в нужном направлении и растягивая резиновую нить.

При желании можно ввести изменения или дополнения в текст размера. Для этого необходимо выбрать команду <Текст >, на **Панели свойств**.

- В ответ на запрос: «точка 2» укажем характерную точку выхода второй размерной линии размера 2;

2. Повторим последовательность действий, приведенную выше, для размеров 3,4.

3. Аналогично произведем простановку размеров 5 и 6 .

4. Проставим параметры резьбового отверстия 7. Активизируем:

- тип размера — линейный размер,
- укажем точку выхода размерной линии на линии резьбы и установим положение размерной линии;

– изменим параметры размерной надписи. Положение размерной надписи: <На полке, вправо>, находится во вкладке <Параметры>, вводим текст: <Символ>—М, <значение>—14, <Текст после>—7Н;

5. Значение размерного текста размера 9: поле <Отклонения> включить, указать предельное отклонение;

6. Аналогично проставить размеры 10, 11 и 12.

7. Для простановки размера 13 выбираем подтип линейного размера — <Размер с обрывом>. Далее изменяем параметры размера, выбрав вкладку **Параметры** на **Панели свойств**.

8. Проставим параметры фасок 14 .

- линейный размер;
- укажем точки выхода размерной линии и положение размерной линии;
- вводим <Текст до> — 3 фаски, <Текст после> — $\times 45^0$;
- указываем положение текста за выносными линиями.

9. Также проставляем размеры фасок 15 и 16.

10. Проставим технологическое обозначение 17, активизируя команды панели **Обозначения**.

Обозначение базы *a* производится следующим образом:

- тип обозначения <База>;
- указываем поверхность и место расположения обозначения нажатием левой кнопки мыши;
- определим параметры текста: Высоту букв — 5; Сужение — 1.

11. Укажем допуск расположения поверхностей *a* и *d* (перпендикулярность):

- тип обозначения <Допуск формы>.
- в ответ на запрос указываем место расположения рамки;
- Укажем выход из рамки опорной линии — по правой кнопке команда <Добавить ответвление со стрелкой> и указываем конечную точку на выносной линии 18.

– Таблицу заполняем в полуавтоматическом режиме. При щелчке по кнопке **Таблица** на **Панели свойств** система переключается в окно диалога обозначений допуска. Выберем в окне **Знак** обозначение « \perp » — допуск перпендикулярности;

- для следующей секции вводим **Числовое значение** — 0,02;
- для третьей — **База 1: Б**.

12. Укажем обозначение шероховатостей 20 для этих поверхностей:

- кнопка **Шероховатость**;
- двойным щелчком мыши в поле **Текст** открывается окно диалога. Двойным щелчком мыши в поле **1** выбрать из справочных таблиц значение — Ra 1,6;
- Укажем поверхность **a** и сторону установки знака.
- повторим ввод для поверхности **d**.

13. Сформируем выносной элемент 21:

- Выбираем панель **Обозначения**, кнопка **Выносной элемент**;

14. Проставим размеры на *виде слева*, в соответствии с рис. 2.15.

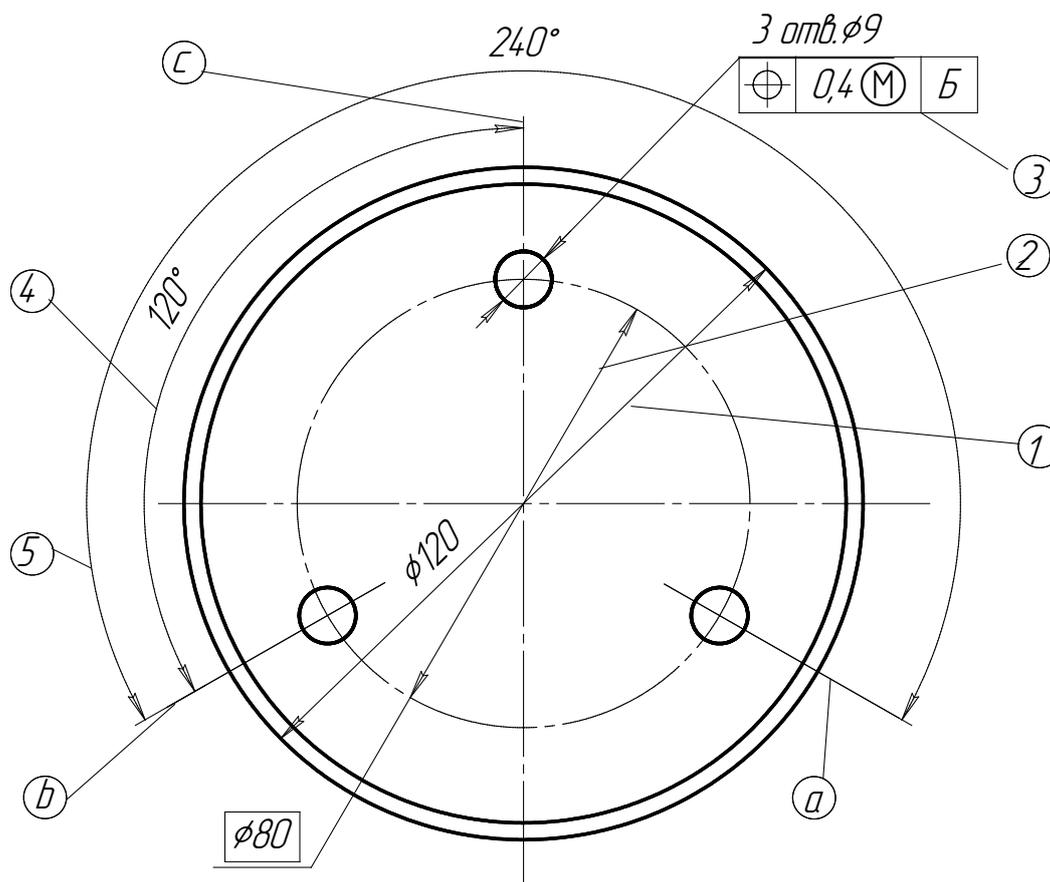


Рис. 2.15. Проставка размеров на виде слева чертежа

15. Проставим размер 1. Для этого выберем :

- панель **Размеры**;

- тип размера — <Диаметральный размер>;
- укажем окружность и на вкладке **Параметры** установим расположение размерной надписи <Ручное>.
- Повторим те же действия для простановки размера 2 укажем положение текста — <текст на Полке> и ее параметры — <Влево>;
- укажем расположение размерной полки. В размерном тексте активизировать параметр **Размер в рамке**.

Аналогично проставим размеры отверстий 3, введя размерную надпись и таблицу **Допуска формы**: \oplus — **Позиционный допуск**; $0,4(M)$ — **Зависимый допуск**; относительно базы **Б**.

16. Простановку размеров 4 и 5 будем производить от общей базы (линия **b**). Для этого выберем:

- тип размера — угловой размер;
- подтип — от общей базы, выбираем по левой кнопке мыши;
- выделить первый отрезок — осевая линия **b** ;
- указать следующий отрезок — штрих пунктирная линия **c** ;
- укажем положение размерной дуги;
- отредактировать параметры размера и текст надписи;
- провести аналогичные действия для следующего размера.

17. Выполним формирование выносного элемента — вид **A**, рис. 2.16.

Создать новый вид с масштабом 2:1, центр координат вида разместить произвольно. Установить вид как **Текущий**.

На виде указывается канавка под шлифовальный круг. Изображения подобного типа элементов могут находиться в конструкторской библиотеке. Активизируем **Конструкторскую библиотеку** с помощью **Менеджера библиотек** — **Машиностроение**.

Из каталога **Конструкторской библиотеки** выбираем пункт [Конструктивные элементы] — [Канавки для выхода шлифовального круга].

Просмотрим имеющиеся типы канавок. Выбираем пункт [Наружное шлифование по цилиндру и торцу].

В открывшемся окне установим параметры отрисовки канавки:

- Исполнение проточки — 1;
- диаметр — 49.5 ; параметры штриховки — 45° , шаг — 1;
- параметры отрисовки: [Вид с размерами]. Создать объект.

18. Корректировку вида произведите предварительно разрушив выделенный вид командой **Разрушить**, пункт меню **Редактор**.

19. Текст **A(2:1)** вводится командой **Ввод текста**, панели **Обозначения**, указав местоположение текста.

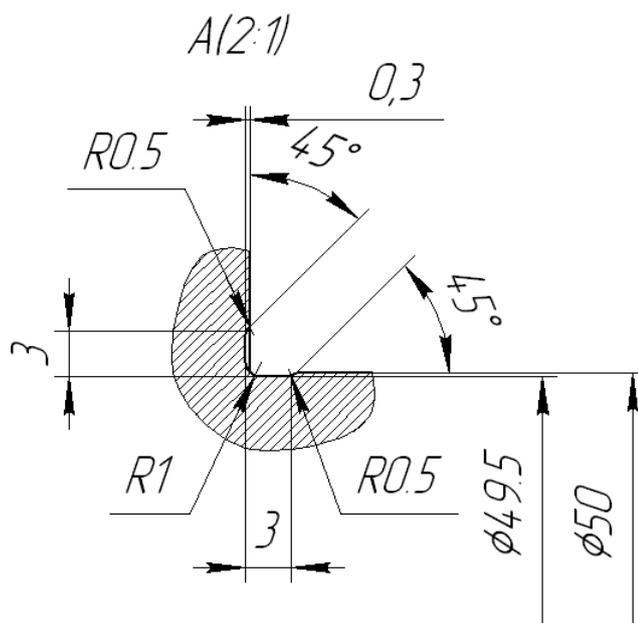


Рис. 2.16. Выносной элемент

19. Для ввода информации о неуказанной шероховатости активизируем:

- меню **Вставка**;
- пункт **Неуказанная шероховатость**;
- укажем тип знака выбором;
- для указания знака (рис. 2.9) в скобках активизируем соответствующее поле;
- укажем текст, выбрав необходимую шероховатость из предлагаемого списка.

20. Для заполнения основной надписи активизируем:

- меню **Вставка**;
- пункт **Основная надпись**;
- введем соответствующие записи в используемые разделы основной надписи (см. рис. 2.9); Создать объект.

21. Для занесения технических требований активизируем:

- меню **Вставка**;
- пункт **Технические требования**;
- подпункт **Ввод**;
- занесение технических требований производится в соответствии с текстом представленном на чертеже (см. рис. 2.9). Для размещения технических требований на чертеже навести указатель (курсор) мыши на них, нажать правую кнопку мыши и выбрать размещение — <Ручное размещение технических требований> и переместить курсор в правый нижний угол чертежа .

22. Вывод чертежа М 1:1 на печать на два листа А4:

- загрузить утилиту предварительного просмотра командой **Предварительный просмотр** меню **Файл**. На экране появится чертеж, расположение которого можно менять, двигая мышью при нажатой левой кнопке. Установить два листа. Установить способ вывода: **Вывести часть текущего документа**. Выделить первый лист, второй выключить. Начать печать командой **Печать** в меню **Файл**;
- выделить второй лист, первый выключить. Распечатать лист.

23. Выйти из режима **Предварительного просмотра**.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая панель команд содержит команды построения геометрических примитивов?
2. Какими параметрами характеризуется построенный примитив?
3. Перечислите варианты команды копирования объекта.
4. В чем заключается назначение библиотек системы Компас?

5. Какими характерными параметрами задаются размеры при использовании команды простановки размеров?
6. Какие параметры размера можно указать в размерной надписи?
7. Каким образом можно разместить чертеж на определенном числе листов?

3. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Создание сборочного чертежа выполняется по аналогии с чертежом машиностроительной детали. Сборочным называется чертеж, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные для ее сборки и контроля.

Сборочный чертеж должен содержать:

1. Изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
2. Размеры с предельными отклонениями, определяющие характер их сопряжений, другие параметры и необходимые требования;
3. Номера позиций составных частей, входящих в изделие;
4. Габаритные размеры изделия;
5. Установочные, присоединительные и другие справочные размеры.

Полнота изображения на сборочном чертеже определяется наличием необходимых видов, разрезов, сечений и выносных деталей.

Особенностью сборочного чертежа является применение стандартных деталей, элементов чертежа, например: крепеж, пружины, подшипники и т.п. Для упрощения и ускорения создания чертежей, в частности сборок, система КОМПАС-3D предлагает использование *Конструкторской библиотеки*, в которой собраны параметризованные графические элементы, выполненные в соответствии с ЕСКД.

Конструкторская библиотека находится в группе *Машиностроение* менеджера библиотек. Удобный режим работы с библиотекой — диалог. В данном режиме библиотека представляется каталогом, появляющемся на экране после вызова библиотеки. Элементы библиотеки представляются слайдом изображения при просмотре элемента списка (рис. 3.1).

Для вставки выбранного фрагмента в чертеж необходимо задать соответствующие размеры (параметры), запрашиваемые при вводе.



Рис. 3.1. Диалог задания параметров стандартного элемента

Если помечен пункт «Создать объект спецификации», то после вставки стандартного элемента в чертеж вызывается лист спецификации, где проставляются параметры элемента и номер позиции. Одновременно предлагается простановка позиционной линии-выноски на чертеже.

После нажатия кнопки <ОК> появляется фантом изображения элемента библиотеки, который можно многократно устанавливать в разные места на чертеже до нажатия кнопки <Stop>.

Следует помнить, что стандартные элементы выбираются из библиотеки, составленной в соответствии с ГОСТами на данный элемент, поэтому введенного вами произвольного размера, например, диаметра винта, может не оказаться в стандартном ряде диаметров, в этом случае следует заменить его близким по значению.

4. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

Спецификация — документ, определяющий состав сборочного чертежа. Спецификация представляет собой таблицу, содержащую информацию о составе сборочной единицы, в строки спецификации вносят объекты, которые входят в специфицируемое изделие.

В общем случае спецификация состоит из разделов:

- Сборочные единицы;
- Детали;
- Стандартные изделия;
- Прочие изделия;
- Материалы.

Наименование каждого раздела указывают в заголовке в графе "Наименование".

Каждый раздел заполняется объектами спецификации.

СПЕЦИФИКАЦИЯ В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК

Спецификация в системе Компас-График — новый тип документа (расширение файла — *.spw).

Структура спецификации и правила заполнения (состав бланка, нумерация позиций и сортировка строк, названия разделов и т.д.) соответствуют ГОСТ 2.106-96.

Действия с документом *Спецификация* начинаются с команды *Разрешить работу со спецификацией*, пункт меню *Сервис*, если эта команда не активна.

Создание спецификации производится командой меню *Файл, Создать — Спецификация*.

Настройка спецификации производится командой *Настройка спецификации*, пункт меню *Формат* (рис. 4.1). К параметрам настройки спецификации относятся установка стиля текущей специ-

фикации в целом, стилей разделов текущей спецификации и установка связи со сборочным чертежом.

Следует обратить внимание на опцию **Связь сборки или чертежа со спецификацией**. При работе в автономном режиме ее следует отключить. Создание спецификации в полуавтоматическом режиме, установка связи между сборочным чертежом, спецификацией и чертежами детализовки рассматривается в разделе 13.

Создаваемая спецификация отображается на экране в новом окне. При этом меню для работы с чертежом заменяется меню работы со спецификацией.

Перед созданием любого объекта спецификации следует выбрать раздел для его размещения (рис. 4.2). Для создания нового раздела служит команда **Раздел** из меню **Вставка**. Текущим считается раздел, в котором находится курсор.

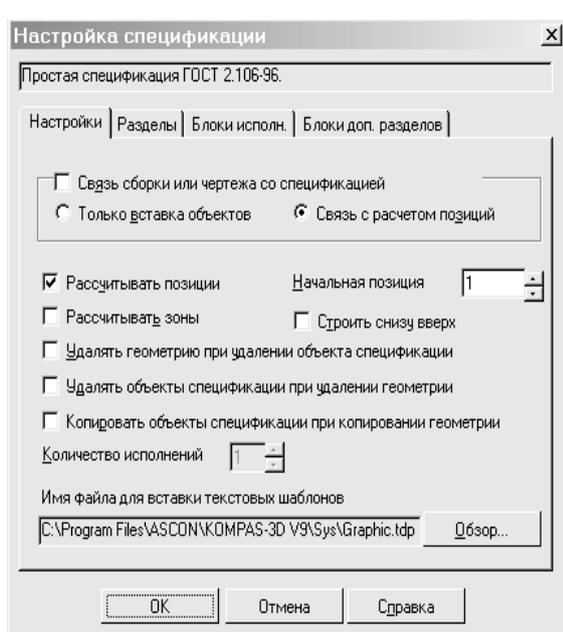


Рис. 4.1. Окно настройки спецификации

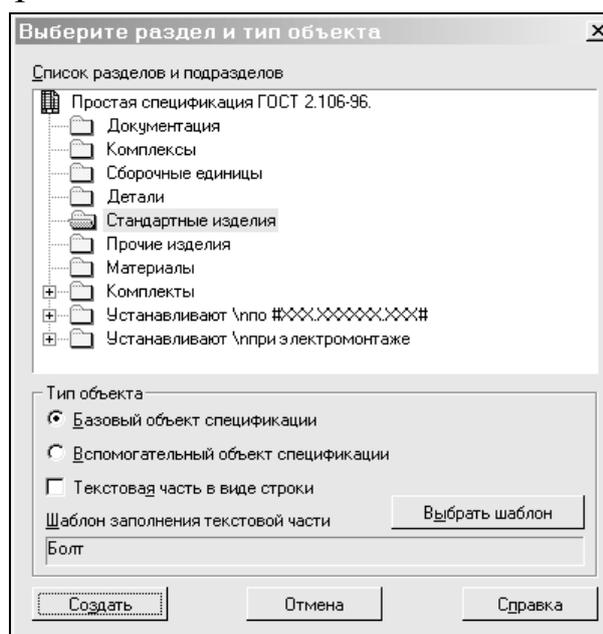


Рис. 4.2. Окно выбора разделов спецификации

Объект спецификации — строка или несколько следующих друг за другом строк спецификации, относящихся к одному материальному объекту. Для базовых объектов предусмотрена возможность автоматического заполнения колонок, сортировки внутри раздела и

т.д. Создание объектов в текущем разделе производится командой **Базовый объект**, меню **Вставка**. Создание объекта подтверждается нажатием кнопки  **Создать объект**.

Объекты в таблице спецификации чередуются с заголовками разделов, пустыми строками и резервными строками, в соответствии со стандартом. Следует учитывать, что резервные строки, строки, предназначенные для внесения последующих изменений, учитываются при автоматической простановке позиций, в соответствии со стандартом, а пустые, разделители разделов, не учитываются.

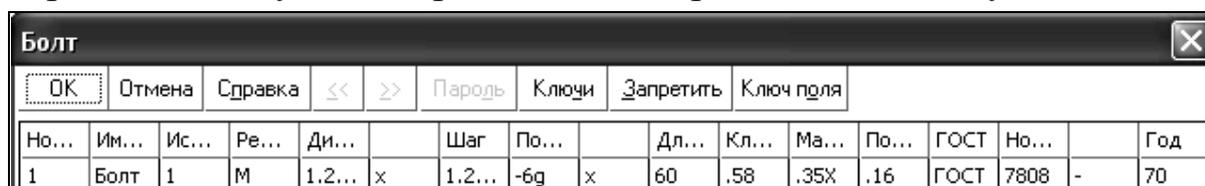


Рис. 4.3. Окно стандартного изделия как объекта спецификации

Текстовая часть таких объектов, как стандартные изделия и материалы могут формироваться по шаблону заполнения. Для этого, нажав кнопку **Выбрать шаблон**, в появившемся диалоге выбрать шаблон нужного элемента. После подтверждения выбора шаблона создается базовый объект спецификации со значениями параметров (длина, диаметр и т.п.), принятыми по умолчанию (рис. 4.3). Редактирование параметров объекта производится после двойного щелчка мышью по объекту. В поля, подлежащие редактированию, вводятся выбранные значения. Неиспользуемые поля, например, **Поле допуска**, **Материал** и т.п., надо выделить мышью и нажать кнопку **Запретить**.

Режимы работы с документом-спецификацией

Создание и редактирование текстовой части объектов в таблице спецификации производится в **Нормальном режиме** (кнопка — ) заполнения спецификации.

Для заполнения основной надписи перейти в **режим Разметка Страниц** (кнопка — ) , дважды щелкнуть мышью в поле основной

надписи и заполнить необходимые поля. В режиме разметки невозможно редактирование объектов спецификации.

В *строке текущего состояния* объектов спецификации при настройке раздела могут быть включены кнопки:

 — **Проставлять позиции**; кнопка включает (нажатая кнопка) и выключает возможность простановки номеров позиций в текущем разделе спецификации.

 — **Подключение геометрии**; кнопка включает и выключает возможность подключения графических объектов, элементов сборочного чертежа, узла или детали, к соответствующим объектам текущего раздела спецификации.

 — **Сортировка**; Эта кнопка включает и выключает возможность автоматической сортировки объектов в текущем разделе спецификации. Нажатая кнопка означает, что сортировка объектов внутри текущего раздела спецификации разрешена, а отжатая — что сортировка запрещена.

Сортировка в разделах производится в соответствии с требованиями стандарта, по различным параметрам. Параметры могут быть строковые (тогда сортировка осуществляется по алфавиту), либо целые или вещественные (сортировка выполняется по возрастанию числа).

Простановка позиций

Числа, проставляемые в колонке *Позиция*, являются порядковыми номерами вводимых объектов в порядке создания. Команда **Расставлять позиции** меню *Сервис* (кнопка — ) позволяет упорядочить номера позиций после того, как их порядок нарушился в результате сортировки объектов. В результате, производится перерасчет позиций таким образом, чтобы были пронумерованы объекты в тех разделах, где включена простановка позиций, и их номера располагались в порядке сортировки объектов с учетом количества резервных строк.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Создать файл спецификации сборочного чертежа в автономном режиме (рис. 4.4).

		Формат		Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Заглав.	Лист					
Перв. версия						<u>Документация</u>		
		А3			СПбГПУ.000.003.000.СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
		А4	А4	1	СПбГПУ.000.003.001	Корпус	1	
		А4	А4	2	СПбГПУ.000.003.002	Шайба	1	
Сбор. №		А4	А4	3	СПбГПУ.000.003.003	Втулка	1	
		А4	А4	4	СПбГПУ.000.003.004	Крышка	1	
		А4	2А	5	СПбГПУ.000.003.005	Шток	1	
		А4	2А	6	СПбГПУ.000.003.006	Пружина	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
Подл. и дата				7		Болт М12 х 25 ГОСТ 7805-70	1	
				8		Винт М6 х 20 ГОСТ 1491-80	4	
				9		Шайба 12 Н ГОСТ 6402-70	1	
Втор. версия №								
Подл. и дата								
№ табл. №					СПбГПУ.000.003.000			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разработ.	Иванов Н.Н.				Лист	Листов
		Пров.	Петров П.П.					1
	Н.контр.					СПбГПУ		
	Утв.	Сидоров С.С.						

Копировал

Формат А4

Рис. 4.4 Пример спецификации к сборочному чертежу «Оправка»

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Установите параметры новой спецификации командой **Новые документы** пункта **Параметры** меню **Сервис**. Разверните раздел **Спецификация**, затем активизируйте пункт **Стиль**. Выберите в качестве стиля — **Простая спецификация ГОСТ 2.106-96**.

2. Включите работу с документом командой **Разрешить работу со спецификацией**, пункт меню **Сервис**.

3. Выберите команду **Создать — Спецификацию** меню **Файл** для создания новой спецификации.

4. Количество резервных строк над заголовками разделов устанавливается по значению в поле **Количество резервных строк — 0** в **Строке текущего состояния**.

5. По команде **Раздел** из меню **Вставка** выберите из списка раздел **Документация**, и нажмите кнопку **Создать**. Здесь, и далее вводите пункты спецификации в соответствии с примером спецификации на рис. 4.4. После ввода обозначения и наименования сборочного чертежа нажать **Создать объект**.

6. Создадим новый раздел **«Детали»**. По команде **Раздел** из меню **Вставка** выберите из списка раздел **Детали**, и нажмите кнопку **Создать**. В строке **панели Текущее состояние** включите кнопки: **Проставлять позиции** и **Автоматическая сортировка**.

7. В результате, автоматически, одновременно с новым разделом, будет создан и первый объект. Заполните текстовые поля объекта. При создании каждого объекта в колонке **Позиция** автоматически проставляется порядковый номер объекта. Если объекты будут введены в произвольном порядке, то, благодаря автоматической сортировке, объекты будут располагаться по стандартным правилам сортировки, однако их порядковые номера не изменятся.

8. После ввода всего раздела **«Детали»**, для упорядочения номеров позиций, нажмите кнопку **Расставить позиции (Сервис)**.

9. Создайте раздел «Стандартные изделия». Укажите в шаблоне заполнения текстовой части изделие — **Болт**, <Создать>.

10. Редактирование параметров производится двойным щелчком мышью по текстовой части автоматически сформированного наименования болта.

11. Последовательно создавая остальные элементы спецификации, заполните раздел «Стандартные изделия».

12. Перейдите в режим *Разметки страниц*, нажав соответствующую кнопку в строке *Вид*. По двойному щелчку, перейдите к основной надписи спецификации. Заполните необходимые поля.

13. Сохраните файл.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каком режиме производится редактирование объектов спецификации?

2. Какая команда служит для сортировки объектов спецификации?

3. Какая команда позволяет упорядочить номера позиций, если их порядок нарушился в результате сортировки объектов?

5. СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Применение параметризации позволяет ускорить проектирование типовых деталей. Работая в чертеже или фрагменте можно накладывать различные геометрические ограничения и связи.

Одним из типов параметрической связи является *ассоциативная* связь объектов. Ассоциативными могут быть объекты, которые при построении связываются с другими объектами — размеры, технологические обозначения штриховки. Такие объекты помнят о своей принадлежности к базовому графическому объекту (отрезку, окружности и т.д.) или к нескольким объектам. При редактировании базовых объектов (например, их сдвиге или повороте) ассоциативные объекты перестраиваются с учетом наложенных связей. В результате сохраняется взаимное расположение базового и ассоциированного с ним объекта. Например, при наложении ассоциативной связи между размером и базовым графическим примитивом, изменение значения размера приводит к изменению геометрии детали. Установление связи ассоциативного размера с именем переменной позволяет устанавливать аналитические зависимости между переменными.

Параметрический режим целесообразно использовать для создания параметрических фрагментов простых типовых деталей или элементов средней сложности, учитывая, что при модификации чертежей таких деталей изменяться должны только размеры, а не топология изображения.

Удаление ограничений позволяет изменить и топологию.

Зависимость между параметрами отдельного объекта, равенство параметра объекта константе или принадлежность параметра определенному числовому диапазону определяется как *ограничение*. Работая в чертеже или фрагменте, можно накладывать различные размерные (линейные, угловые, радиальные и диаметральные) и геометрические (параллельность, перпендикулярность, касание, принадлежность

точки к кривой, фиксация точки и т.д.) ограничения и связи на объекты модели.

Связи накладываются путем выбора их типа и указания пары взаимосвязанных объектов.

Ассоциативность объектов (размеров, штриховок и др.) возникает только при их вводе благодаря прямому или косвенному указанию базовых объектов. Отдельных команд для задания ассоциативности не существует.

Ограничения накладываются путем выбора их типа и указания параметризуемого объекта.

При редактировании параметризованных и ассоциативных объектов перестроение изображения происходит таким образом, что соблюдаются все наложенные на объекты ограничения и сохраняются связи между объектами.

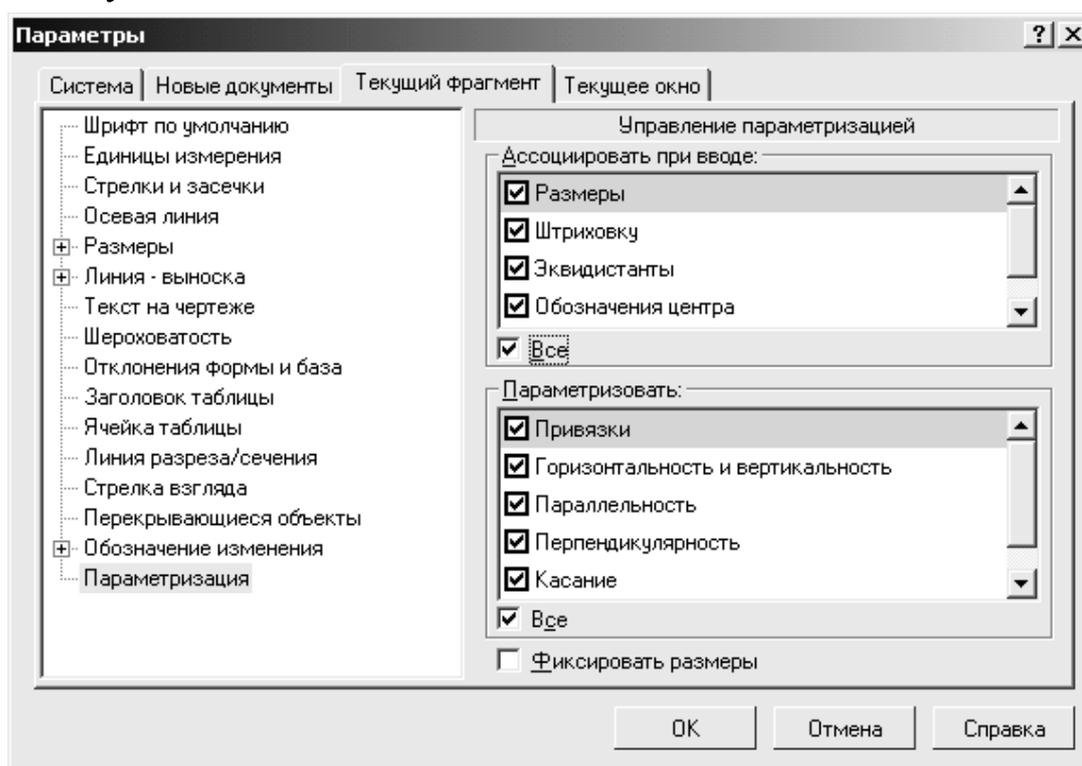


Рис. 5.1. Окно управления параметризацией

Создание параметрической модели возможно непосредственно при интерактивном формировании модели, или путем наложения связей на ранее созданный обычный чертеж.

Создание и редактирование геометрических объектов с автоматическим наложением параметрических связей и ограничений, установленных при настройке, производится при включенном **Параметрическом режиме** работы (рис. 5.1). Например: вычерчивание отрезка, параллельного другому отрезку, с помощью команды **Параллельный отрезок** при включенном параметрическом режиме вызовет автоматическое возникновение соответствующей связи — параллельности отрезков.

Другим способом формирования параметрических связей и ограничений является задание аналитических зависимостей между переменными, соответствующими параметрам модели.

Инструментальная панель параметризации

Для наложения на графические объекты связей используются следующие команды:

 **Горизонтальность.** Указывая отрезки и прямые, которые необходимо преобразовать, позволяет преобразовать наклонные линии в горизонтальные отрезки и прямые.

 **Вертикальность.** Позволяет преобразовать наклонные отрезки или вспомогательные прямые в вертикальные отрезки и прямые.

 **Выровнять по горизонтали.** Позволяет выровнять по горизонтали характерные точки геометрических объектов.

 **Параллельность** Позволяет установить параллельность прямых и/или отрезков. После запуска команды указывайте попарно объекты, параллельность которых вы хотите установить.

 **Зафиксировать точку.** Позволяет зафиксировать координаты характерных точек геометрических объектов (концы отрезков, дуг, центры дуг, окружностей и т.д.).

 **Установить равенство радиусов.** Позволяет установить равные радиусы для выбранных дуг и/или окружностей. После запуска команды указывайте попарно дуги и окружности для выравнивания их радиусов.

 **Установить равенство длин.** Позволяет установить равные длины для выбранных отрезков. После запуска команды указывайте попарно отрезки для выравнивания их длин.

 **Установить значение размера.** Позволяет менять числовые значения фиксированных или нефиксированных ассоциативных размеров и присваивать размерам имена переменных. После запуска команды укажите размер, числовое значение которого вы хотите изменить, в появившемся диалоге введите новое значение размера.

 **Отобразить ограничения.** Позволяет показать на экране значки, символизирующие ограничения, наложенные на графические объекты.

 **Отобразить степени свободы.** Позволяет показать на экране значки, символизирующие степени свободы, имеющиеся у графических объектов.

 **Параметризовать объекты.** Позволяет полуавтоматически накладывать некоторые типы связей и ограничений на выделенные графические объекты. Перед вызовом команды выделите те объекты, которые требуется параметризовать.

 **Показать/удалить ограничения.** Позволяет посмотреть список связей и ограничений, наложенных на выбранный объект, и удалить любое из них. После запуска команды на экране появляется диалог, в котором перечислены все связи и ограничения, которые имеет выделенный объект.

Установка значения размера

Команда *Установить значение размера* (рис. 5.2) позволяет задать новое значение параметрического размера, ввести или отредактировать имя связанной переменной, указать выражение, а также сменить вид размера в режиме диалога.

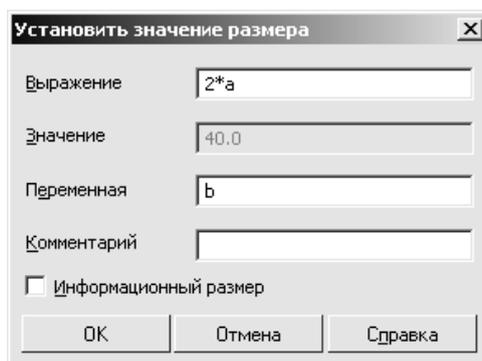


Рис. 5.2. Диалог команды *Установить значение размера*

При присвоении размеру имени переменной допускается использование букв латинского алфавита. Переменная, поставленная в соответствие ассоциативному размеру, называется связанной. В этом же диалоге можно сделать размер фиксированным – *Информационным*.

В строку выражений и неравенств можно вводить выражения вида $a=b$, $a>=b$ и т. п., где a , b могут быть переменными, арифметическими или логическими выражениями, числами. Поле *Значение* для информационного размера недоступно, так как его значение зависит от размера геометрического объекта, к которому он проставлен.

Имя переменной отражается на экране, но не выводится на печать.

Диалог *Установить значение размера* появляется также после двойного щелчка на размерной надписи ассоциативного размера.

Панель *Переменные* расположена в списке *Панелей инструментов* меню *Вид* (рис. 5.3).

Список переменных показывается в виде таблицы. На первом уровне списка расположены переменные, созданные пользователем

(они образуют так называемый главный раздел списка переменных), на следующих — связанные переменные, соответствующие размерам на чертеже.

Создание переменных пользователя производится установкой имени переменной, отличной от имени связанной переменной, в главный раздел списка переменных ручным вводом.

Переменным можно устанавливать признак **Внешняя**, активируя опцию **Внешняя** в контекстном меню. **Внешней** является такая переменная, значение которой можно изменять при вставке в другой чертеж. Основное назначение внешних переменных — управление параметрами вставленного в другой документ параметрического фрагмента без редактирования исходного фрагмента.

Для индикации переменных используются следующие цвета:

- синий — внешняя переменная,
- желтый — информационная переменная,
- зеленый — внешняя информационная переменная.

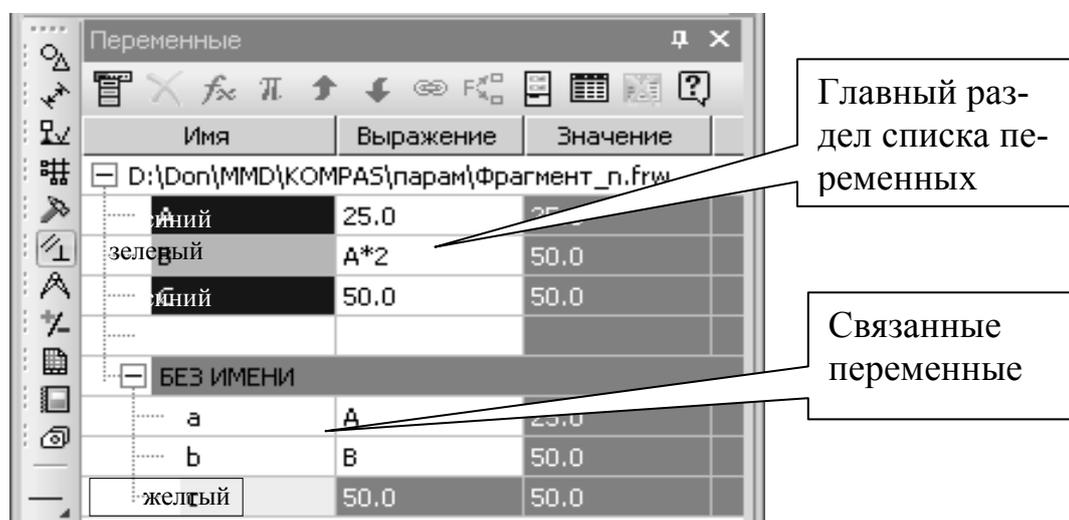


Рис. 5.3. Вкладка «Переменные»

Вставка параметрического фрагмента

Параметрический фрагмент — фрагмент, содержащий внешние переменные. Внешние переменные служат для управления парамет-

рами вставляемого фрагмента и значений внешних переменных при его вставке в чертеж.

Вставка фрагмента в чертеж производится командой **Фрагмент...**, меню **Вставка**. На панели свойств отражаются вкладки **Параметры** вставки и **Переменные**. Вкладка **Переменные** содержит перечень внешних переменных вставляемого фрагмента. Изменение значение переменных производится по двойному щелчку в поле **Значение**. После присвоения нового значения в поле **Изменен** появляется «галочка».

После вставки, в чертеже отражаются элементы фрагмента с измененными значениями.

Вставка фрагмента может производиться указанием, щелчком по одноименной кнопке **Панели свойств** (рис. 5.4), вкладка **Параметры**, способа вставки:

- взятием в документ, при котором содержимое фрагмента копируется в документ и хранится там как единое целое. При этом связь с фрагментом-источником не сохраняется, а внешние переменные и связывающие их уравнения хранятся в самой вставке;
- внешней ссылкой, при котором в документе формируется только ссылка на фрагмент-источник без вставки содержащихся в нем объектов;
- россыпью, при котором его объекты копируются в документ, а всякая связь между этими объектами и фрагментом-источником теряется. При этом внешние переменные и связывающие их уравнения в документ не передаются.

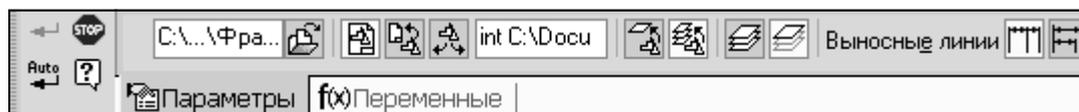


Рис. 5.4. Диалог ввода вставки фрагмента

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Сформировать параметрическую модель детали «Втулка», представленной на рис. 5.5, в документе фрагмент. Деталь должна свободно изменять свою форму перемещением входящих в нее элементов (отрезков, точек) относительно фиксированной точки 1. Размеры **A** и **C** должны быть заданы, как внешние переменные и связаны с размером **B** уравнениями или неравенствами, исходя из конструктивных соображений.

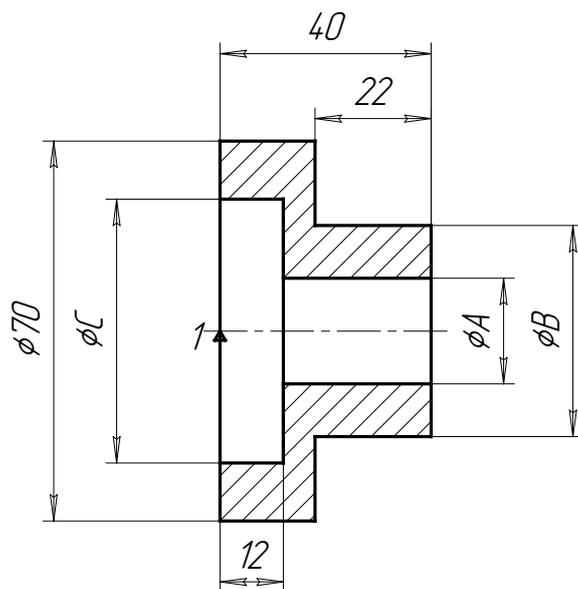


Рис. 5.5. Параметрическая модель детали «Втулка»

2. Построить чертеж, в соответствии с вариантом задания (табл. 5.3 и Приложение 1), вставкой созданного ранее фрагмента и редактированием геометрии и значений размеров параметрической модели.

3. Проставить необходимые размеры, технические требования и заполнить основную надпись.

Таблица 5.3

Варианты заданий

Вариант Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	20	6	45	18	10	20	24	10	14	12
C	70	50	45	60	45	70	70	35	70	70
A/B	0,5	0,3	0,8	0,6	0,4	0,8	0,4	0,5	0,7	0,6

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В примере предлагается выполнение построения параметрической модели детали представленной на рис. 5.5 и чертежа детали.

Построение параметрического фрагмента модели детали

Создание параметрической модели целесообразно выполнять как эскиз, не устанавливая конкретных размеров, так как начальная цель — создание правильно работающей параметрической модели. Размеры будут установлены позднее с помощью простановки ассоциативных размеров.

1. Создайте новый документ, тип — **Фрагмент**.
2. Произведем настройку режима параметризации: на вкладке **Текущий фрагмент** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**), выделите группу **Параметризация** и в правой части диалогового окна **Управление параметризацией** активизируйте пункты **Все** в группах **Ассоциировать при вводе** и **Параметризовать**. Опцию **Фиксировать размеры** — отключить (см. рис. 5.1).
3. Установите привязки **Ближайшая точка**, **Пересечение** и **Точка на кривой**.
4. Включите на панели **Параметризация** кнопку **Отобразить ограничения**.
5. Используя команду **Непрерывный ввод объектов**, на панели **Геометрия**, выполните построения отрезков, обозначенных точками 1-6 и 7-9 (рис. 5.6). Точка 1 должна быть установлена в точке начала координат, так как в позднее она будет использоваться в качестве базовой точки при вставке данного фрагмента в любой текущий чертеж. Местоположение точки 7, определите с помощью локальной привязки **Точка на кривой**, указав точку отрезка 1-2, для автоматического формирования связи.

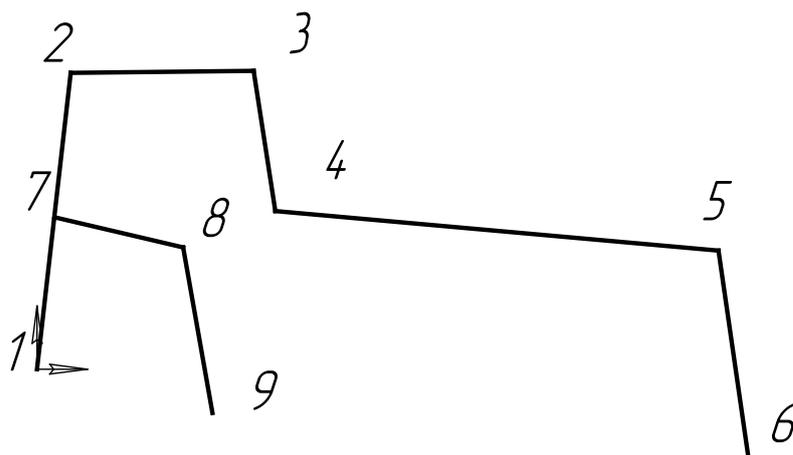


Рис. 5.6. Эскиз 1

6. Зафиксируем точку 1 командой **Зафиксировать точку**, панели **Параметризации**.

7. С помощью кнопки **Горизонтальность** наложите ограничение горизонтальности на отрезки 2-3, 4-5 и 7-8.

8. С помощью кнопки **Вертикальность** наложите ограничение вертикальности на отрезки 1-2, 3-4, 5-6 и 8-9.

9. Проверьте, правильно ли формируются параметрические зависимости в модели. Вызвав команду **Показать/удалить ограничения**, выделите щелчком мыши отрезок 1-2 и просмотрите наложенные на него ограничения и связи,

10. Включите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация**. Для выравнивания точки 9 по точке 1 попарно указать характерные точки геометрических примитивов, т.е. последовательно указать точки 1 и 9. Аналогичные действия произвести для точки 6.

11. Проверьте параметрические зависимости отрезка 8-9, обратив внимание на связь **Выравнивание по горизонтали**.

12. Построим отрезок 10-11 (рис. 5.7), соответствующий сквозному отверстию в детали. Для правильной работы модели начальная точка 10 отрезка должна всегда находиться на отрезке 8-9, а конечная точка 11 — на отрезке 5-6. Поэтому, выполните построение

отрезка в произвольной ориентации с указанием привязок *Точка на кривой*.

13. Включите кнопку *Перпендикулярность*, в ответ на запрос системы укажите мишенью на отрезок 8-9, а затем на отрезок 10-11.

14. При построении осевой линии 1-6 необходимо учитывать, что она должна обеспечивать параметрическую симметрию верхней и нижней половины детали. Включите кнопку *Отрезок* и установите в качестве текущего стиль линии *Осевая*. Начальную точку отрезка установите в точке (-3,0), а конечную продлим за точку 6, сохраняя координату $y=0$. Включите кнопку *Перпендикулярность* для этого отрезка, относительно линии 1-2.

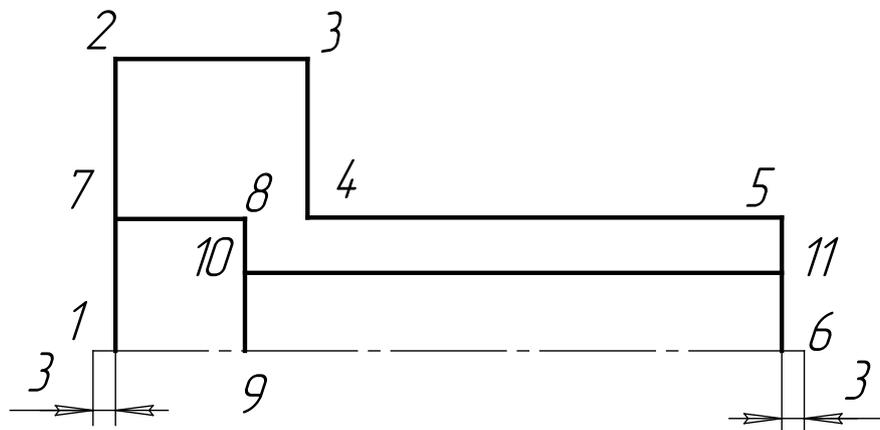


Рис. 5.7. Эскиз 2

15. С помощью команды *Линейный размер* поставьте два линейных размера с целью обеспечения постоянного выхода осевой линии за пределы левого и правого торца детали на постоянную величину 3мм.

16. Постоянство этих размеров при изменениях модели производится кнопкой *Зафиксировать размер* на панели *Параметризация*. Укажите мишенью оба размера. После выполнения щелчков размерные надписи обоих размеров будут заключены в бирюзовую рамку — признак фиксированного размера.

17. Построенные размеры надо перенести на новый слой, так как это вспомогательные размеры и не должны быть видны на рабо-

чих чертежах. Создайте слой N, выделите размеры, и из контекстного меню выберите команду **Изменить слой**. В диалоговом окне выберите слой N, затем слой погасите.

18. Постройте нижнюю половину детали, используя команду **Симметрия** меню **Редактирования**. Выделите всю верхнюю половину детали за исключением оси симметрии, для указания оси симметрии включите кнопку **Выбор базового объекта** на **Панели специального управления** и укажите мишенью на ось симметрии детали в любой точке. Во время выполнения команды **Симметрия** система автоматически накладывает на объекты зеркальной копии все связи и ограничения, необходимые для правильной работы симметричной модели. Просмотрите связи и ограничения наложенные на осевую линию.

19. Проверьте поведение модели. Например, выделите отрезок 3-4 и переместите его точку 4 немного вправо и вверх. Изменятся размеры и положение трех отрезков в верхней половине детали.

20. Переместите узелок 8 вертикально вниз, расположив его за точкой 10. Такой вариант изменения геометрии наша модель не предусматривает. В эскизе возникло две ошибки. Точки 10 и 12, принадлежащие отрезкам сквозного отверстия, повисли в воздухе (рис. 5.8), достройте недостающие отрезки.

21. Введите в модель штриховку, которая станет ассоциативным объектом.

22. Проставьте обычным образом линейные вертикальные и горизонтальные размеры детали, включая размеры **A**, **B** и **C** (см. рис.5.9).

Использование переменных и выражений

1. Предположим, по замыслу конструктора необходимо обеспечить соотношение внешнего диаметра **A** к диаметру **B** - **1:2**, при соблюдении условия, что **A** не превосходит конкретного значе-

ния, численно равного величине зафиксированного размера, например, $C=50$.

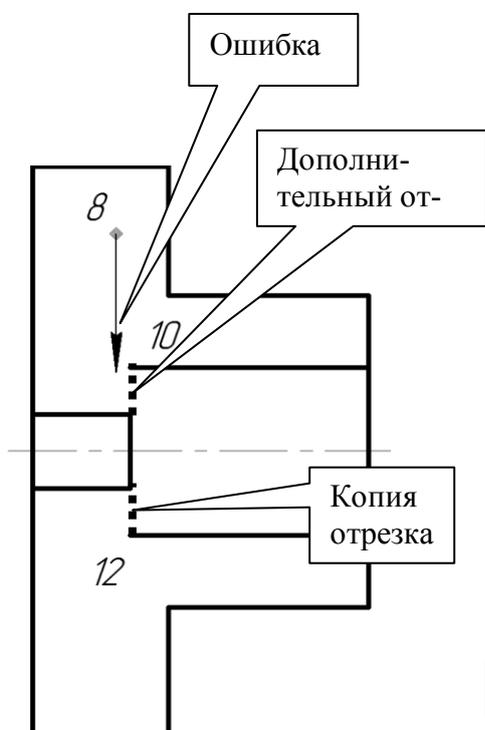


Рис.5.8. Проверка модели

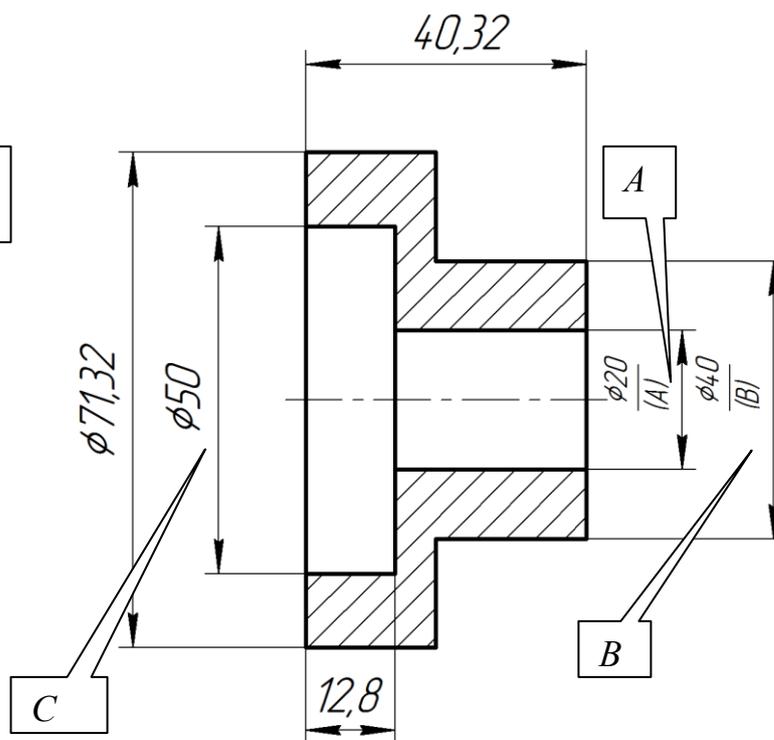


Рис. 5.9. Простановка размеров

2. Для присваивания размеру A имени переменной воспользуйтесь командой **Установить значение размера**, указав мышью на размер A , в диалоговом окне в поле **Выражение** введите — 20, а в поле **Переменная** — имя переменной — a . Аналогичные действия произведите для размера B , имя переменной — b , в поле **Выражение** введите — 40, размер C — установите 50, [ОК], активизируйте команду повторно, и введите имя переменной — c .

3. Откройте панель **Переменные** в списке **Панелей инструментов** меню **Вид**. Имена связанных переменных и их значения отображаются на вкладке **Переменные**.

4. В главный раздел списка переменных панели **Переменные** введите имена переменных пользователя, отличные от имен связанных переменных, вручную (рис. 5.3).

5. В графе **Выражение** укажите значения пользовательских переменных и выражение $A*2$, в разделе связанных переменных в выражениях установите имена пользовательских переменных.

6. Размер c сделайте фиксированным, установив опцию **Информационный размер**.

7. Установите пользовательским переменным признак **Внешняя**, активируя опцию **Внешняя** в контекстном меню. **Внешней** является такая переменная, значение которой можно изменять при вставке в другой чертеж.

При редактировании параметрической модели можно изменять значение любого из размеров, переменные которых включены в выражения. Поэкспериментируйте, изменяя значения переменных. Убедитесь в выполнении условий. Задайте переменной $A=25$, значение B станет равным 50 .

8. Сохраните файл фрагмента на диске.

Создайте новый лист чертежа формата А4 в масштабе 1:1. Включите режим параметризации и дайте команду **Отобразить Ограничения**. Выполните команду **Вставка — Фрагмент...**, выделите и откройте файл фрагмента. В **Панели свойств** (рис. 5.10) выберите способ вставки фрагмента **Взять в документ** (или **Россыпью**).

9. Кнопка **На слой-источники** включена.

10. На вкладке **Переменные** в поле **Значения** установите новое значение A , значение переменной B будет автоматически пересчитано, C — не меняется. Установите фантом в центре листа. Вы

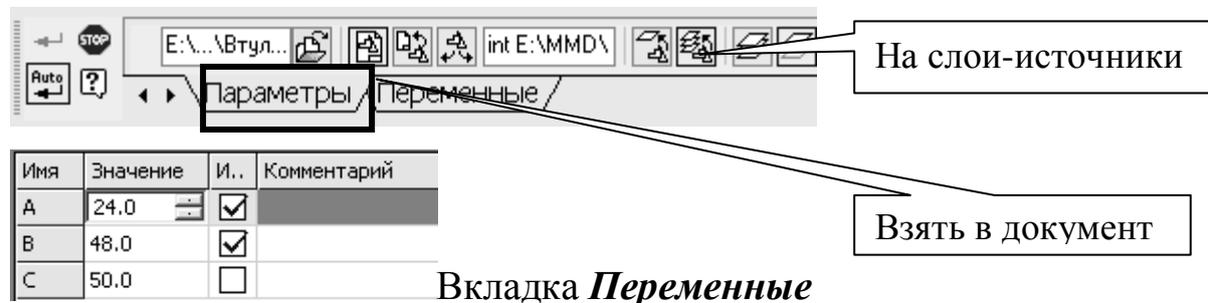


Рис. 5.10. Вставка фрагмента в чертеж

11. выполните команду **Разрушить** для дальнейшего редактирования отдельных элементов фрагмента.

12. Вставленный в чертеж фрагмент сохраняет все свои параметрические свойства за исключением фиксированных точек. Командой **Зафиксировать точку** на панели **Параметризация** восстановите статус точки 1.

13. Отредактируйте чертеж в соответствии со своим вариантом, удаляя ненужные ограничения, наложенные на изменяемые объекты.

14. Установку точного значения других размеров производите, указывая двойным щелчком в значение размера чертежа, и вводя нужное значение в поле **Значение**.

15. Введите технические требования и заполните основную надпись.

16. Сохраните файла чертежа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях целесообразно использовать параметризацию?

2. Какие типы параметрических связей устанавливаются между объектами параметрического чертежа?

3. Какие команды используются для наложения параметрических связей?

4. Как можно установить зависимость между переменными параметрической модели?

5. Для чего используются внешние переменные?

6. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В КОМПАС-3D

НАСТРОЙКА СИСТЕМЫ КОМПАС-3D

Приступая к работе, необходимо произвести настройку системы. Настройка параметров системы производится средствами команды *Параметры* пункта меню *Сервис*, вкладка *Система*. Определим некоторые параметры системы, относящиеся к группе *Редактор моделей*:

- *сетка* — формирует внешний вид отображаемого на экране точечного поля с заданным расстоянием между точками (отображается на экране только в режиме работы с эскизом). Для установки нужного типа сетки щелкнуть курсором по соответствующей пиктограмме. Определяет расстояние в миллиметрах между точками сетки в направлении оси X и оси Y текущей системы координат;

- *библиотеки конструкторских элементов* — позволяют указать файлы библиотек фрагментов *.lfr, которые используются в качестве библиотеки эскизов и библиотеки эскизов профилей круглых отверстий при вызове соответствующих команд КОМПАС-3D;

- *параметры управления изображением* — позволяют задать параметры изображения деталей в окне: величину перемещения изображения модели в окне при однократном нажатии клавиши, сдвигающей изображение (<Shift>+<стрелка>), величину поворота модели в окне при однократном нажатии клавиатурной комбинации, вращающей изображение (<Alt>+<стрелка>), коэффициент увеличения или уменьшения изображения в окне при однократном нажатии клавиатурной комбинации изменяющей масштаб изображения (<Shift>+<+>или <Shift>+<- >);

- *параметры перспективной проекции* — позволяют задать степень вносимого перспективой искажения. Значение в этом поле показывает, во сколько раз расстояние от детали до плоскости изображения больше, чем максимальный габарит детали;

- *редактирование* — позволяет задать цвета активного (редак-

тируемого) и пассивных (остальных) компонентов сборки во время редактирования компонента сборки на месте;

Рассмотрим возможности настройки новых документов. Выберите вкладку *Новые документы* (меню *Сервис*, пункт *Параметры*). Рассмотрим группу *Модель*. Она содержит три подгруппы. Подгруппа *Деталь* включает в себя следующие параметры:

- *свойства* — позволяют ввести наименование и обозначение детали и выбрать материал, из которого она изготавливается;
- *цвет* — позволяет задать цвет и оптические свойства поверхности модели;
- *свойства абсолютной и локальной СК* — позволяют задать цвет изображения плоскостей проекций и обозначения начала координат абсолютной и локальной систем координат;
- *свойства объектов* — позволяют задать цвет изображения различных объектов детали (сборки);
- *свойства листового тела* — задают умолчательные параметры для всех новых листовых деталей;
- *точность отрисовки и МЦХ*. *Точность отрисовки* позволяет увеличить или уменьшить точность аппроксимации криволинейных рёбер и линий очерка модели отрезками кривых линий, а криволинейных поверхностей — треугольниками. *Точность МЦХ* позволяет увеличить или уменьшить погрешность вычисления массоцентровочных характеристик модели и площадей граней.

Состав и содержание параметров в подгруппе *Сборка* аналогичны соответствующим параметрам подгруппы *Деталь*.

В подгруппе *Эскиз* доступна настройка параметров *параметризации* — использования параметрического режима системы КОМПАС.

В последующем можно изменить параметры документа на вкладке *Текущая деталь* (*Текущая сборка/Текущий эскиз*).

Порядок работы при создании трёхмерной модели детали

Общепринятым порядком моделирования твёрдого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объёмными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами пирамидами и т. п.). Пример выполнения таких операций показан на рис. 6.1.

В КОМПАС-3D для задания формы объёмных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (рис. 6.2).

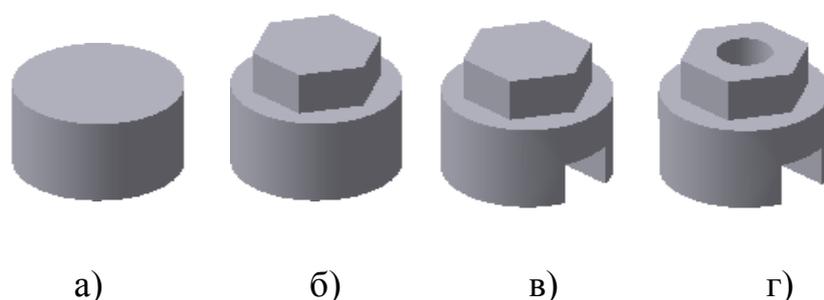


Рис. 6.1. Булевы операции над объёмными элементами:

- а) цилиндр; б) объединение цилиндра и призмы;
в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра

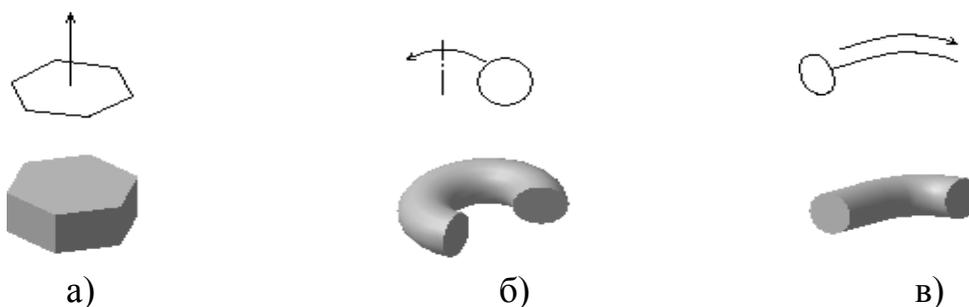


Рис. 6.2. Образование объёмных элементов: а) призмы; б) тора;
в) кинематического элемента

Эскизы и операции

Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется *эскизом*, а перемещение эскиза — *операцией*.

Эскиз может располагаться в одной из ортогональных плоскостей координат, на плоской грани существующего тела или во вспо-

могательной плоскости, положение которой задано пользователем. Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертёжно-графического редактора КОМПАС-3D. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трёхмерной модели опираться на существующую чертёжно-конструкторскую документацию.

Построение новой детали начинается с создания основания — первого формообразующего (объемного) элемента. В системе КОМПАС-3D для создания основания доступны следующие типы операций:

- **операция выдавливания** формирует основание путем перемещения плоской геометрической фигуры в направлении, перпендикулярном ее плоскости;
- **операция вращения** создает основание детали вращением плоской геометрической фигуры вокруг фиксированной в пространстве оси;
- **кинематическая операция** позволяет создать основание детали путем перемещения плоской фигуры сечения вдоль плоской кривой траектории;
- **операция построения основания по сечениям** формирует объемный элемент на основе нескольких плоских фигур, лежащих в различных, произвольно ориентированных плоскостях. В результате создается объемный элемент, проходящий через заданные сечения.

Особенности интерфейса

Интерфейс КОМПАС-3D при работе с трёхмерными моделями не отличается от интерфейса при работе с графическими документами. Ниже перечислены некоторые дополнительные элементы интерфейса.

Управляющие элементы и команды

На панели **Вид** появляется поле **Ориентация** (рис. 6.3). В нём можно просмотреть или выбрать название ориентации модели.

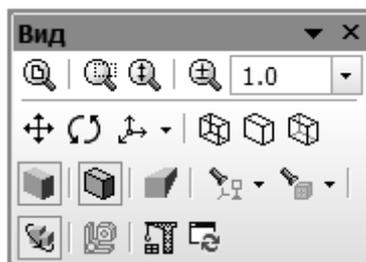


Рис. 6.3. Панель **Вид** в режиме работы с моделью

В меню **Вид** появляются команды управления отображением модели и команды поворота и перестроения модели, а на панели **Вид** — кнопки для их вызова.

Инструментальные панели

В режиме работы с трёхмерной моделью доступны следующие инструментальные панели:

-  ***редактирование детали,***
-  ***редактирование сборки*** (в зависимости от типа активной модели),
-  ***пространственные кривые,***
-  ***поверхности,***
-  ***массивы,***
-  ***вспомогательная геометрия,***
-  ***сопряжения*** (только при редактировании сборки),
-  ***измерения,***
-  ***фильтры,***
-  ***спецификация,***
-  ***отчеты,***
-  ***элементы оформления,***
-  ***элементы листового тела.***

Дерево построения

При работе с любой деталью или сборкой на экране может отображаться окно, содержащее *Дерево построения* модели. Это представленная в графическом виде последовательность объектов, составляющих модель. В *Дереве построения* детали отображаются: обозначение начала координат, плоскости, оси, пространственные кривые, поверхности, эскизы, операции. Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на «ветви» *Дерева построения* детали, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в дереве отображается знак «+». После щелчка мышью на этом знаке в Дереве разворачивается список эскизов, участвующих в операции. Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются в верхнем уровне Деревя построения детали.

В *Дереве построения* сборки отображаются: обозначение начала координат, плоскости, оси, пространственные кривые, поверхности, компоненты сборки — детали и под сборки, параметрические связи между компонентами — сопряжения.

Вы можете отключить показ *Дерева построения*. Для этого вызовите команду **Вид** — *Дерево построения*.

Панель свойств

Панель свойств предназначена для управления процессом выполнения команды. Эту панель, как и любые другие, можно активизировать, воспользовавшись соответствующей командой из меню **Вид**.

Вкладки *Панели свойств* содержат поля и переключатели, при помощи которых можно непосредственно определять параметры создаваемых объектов и определять их свойства.

Базовые приёмы работы

Чтобы создать новый файл трёхмерной модели, вызовите команду **Файл** — *Создать* или нажмите кнопку  на Панели управ-

ления. В появившемся диалоге выберите нужный тип документа — *Деталь* или *Сборка*. На экране откроется окно новой модели, изменится набор кнопок на Панели управления, состав панелей инструментов и Главного меню.

Управление изображением

Вы можете управлять масштабом изображения модели на экране, сдвигать и поворачивать модель.

Для управления масштабом и сдвигом изображения модели предназначены те же команды, что и при работе с графическими документами.

Чтобы повернуть модель в окне, вызовите команду **Вид** — **Повернуть** или нажмите кнопку  на панели **Вид**. После вызова команды внешний вид курсора изменится: . Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская её, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг центральной точки габаритного параллелепипеда. Если требуется поворачивать модель вокруг точки (вершины детали, центра сферы), подведите курсор к нужному элементу в окне модели. Когда элемент подсветится, щелкните левой кнопкой мыши. Курсор примет следующий вид: . Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская её, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг выбранной точки. Аналогично можно поворачивать модель вокруг оси или прямолинейного ребра. Вид курсора: . При вращении модели вокруг оси, проходящей через указанную точку плоскости курсор примет вид: .

Ориентация модели

Положение модели относительно наблюдателя называется *ориентацией модели*. Для изменения ориентации можно воспользоваться командой поворота модели. Однако, если требуется ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует её изобра-

жению на чертеже в стандартной проекции), такую ориентацию сложно получить, поворачивая модель мышью. В этом случае можно воспользоваться предусмотренным системой списком названий ориентаций. Поле **Ориентация** расположено на панели **Вид** (рис. 6.4). Оно представляет собой список. Выберите название ориентации из списка. Изображение будет направлением взгляда.

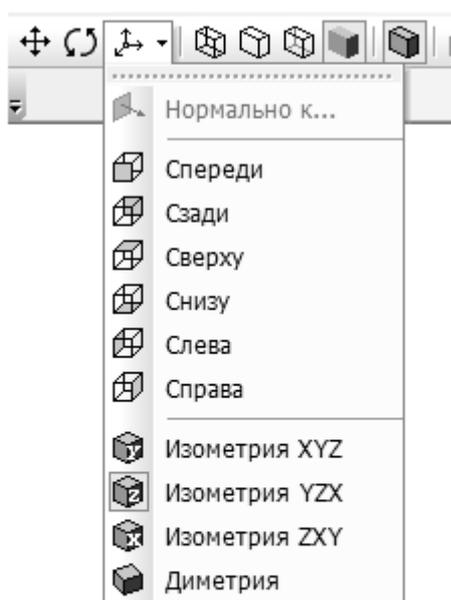


Рис. 6.4. Выбор названия ориентации

Отображение модели

При работе в КОМПАС-3D доступно несколько типов отображения модели. Чтобы установить тип отображения, выберите его кнопку на панели **Вид** (таблица 6.1).

Выбор объектов

Для выполнения многих команд построения трёхмерных элементов требуется указание или выделение объектов, на которых базируется это построение — эскизов, вершин, рёбер и граней, конструктивных осей и плоскостей.

Выделение объектов происходит, когда не активна ни одна команда трёхмерных построений. Объекты выделяют для того, чтобы их посмотреть или перед вызовом какой-либо команды. Например, элемент можно выделить для того, чтобы вызвать команду редактирования его параметров.

Указание элементов происходит в процессе задания параметров текущей команды. Например, после вызова команды создания элемента по сечениям нужно последовательно указывать эскизы-сечения.

Чтобы указать или выделить объект в окне построения модели, подведите к нему курсор. Вид курсора зависит от типа ближайшего к нему объекта (таблица 6.2). Вид курсора является признаком того, ка-

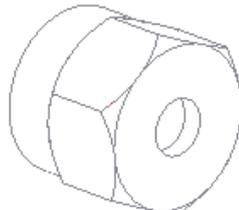
кой объект в данный момент находится ближе всего к курсору. Когда курсор примет вид, соответствующий целевому объекту, а сам объект будет выделен пунктиром, щелкните левой клавишей мыши.

Чтобы выделить в окне модели несколько объектов (граней, эскизов, вспомогательных элементов и т.п.), следует выбирать их, удерживая нажатой клавишу *<Ctrl>*.

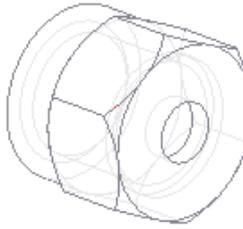
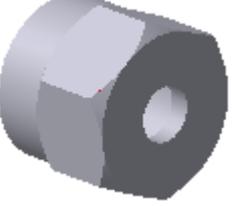
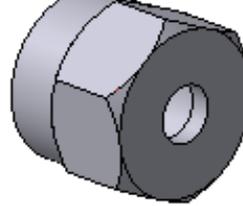
Иногда в «ловушку» курсора попадает сразу несколько объектов (например, грань и её ребро), причем подсвечивается не тот объект, который вы хотите указать. Для облегчения выбора объектов нужного типа используются фильтры объектов. Чтобы включить их,  активизируйте панель **Фильтры**. По умолчанию на панели нажата кнопка **Фильтровать всё**. Нажатие этой кнопки означает, что подсвечиваются и могут быть указаны (выделены) курсором и вершины, и рёбра, и грани, и оси, и плоскости. Если необходимо указание (выделение) объектов определённого типа, нажмите соответствующую кнопку на Панели фильтров. Вы можете выбрать любую комбинацию типов доступных для указания (выделения) объектов. Для этого нажмите сразу несколько кнопок на Панели фильтров.

Таблица 6.1

Типы отображения моделей

Тип	Описание	Как выглядит
 Каркас	Совокупность всех рёбер и линии очерка модели.	
 Без невидимых линий	Совокупность видимых при текущей ориентации модели рёбер, видимых частей рёбер и линии очерка модели.	

Окончание табл. 6.1

	<p>Невидимые линии тонкие</p>	<p>Невидимые рёбра и части рёбер отображаются отличающимся от видимых линий (более светлым цветом).</p>	
	<p>Полутоновое отображение</p>	<p>Отображается поверхность модели. Учитываются оптические свойства её поверхности (цвет, блеск и т.д.).</p>	
	<p>Полутоновое отображение с каркасом</p>	<p>Объединение полутонового отображения и отображения без невидимых линий.</p>	

Для выбора любого из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов служит команда **Перебор объектов** из контекстного меню. Команда доступна, когда система ожидает

Таблица 6.2

Вид курсора при выделении различных типов объектов

Вид курсора	Объект
+*	Вершина
+ /	Ребро
+ □	Поверхность или грань
+ ···	Ось
+ ▣	Плоскость
+ 2	Пространственная кривая или эскиз

указания объекта или происходит выделение объекта, а в «ловушку» курсора попадает более одного объекта. После вызова команды объекты можно перебирать, нажимая <Пробел>. Когда нужный объект будет подсвечен, нажмите <Enter>.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Произвести настройку системы для работы в соответствии с вариантами задания.

2. Создать трёхмерную модель детали *Ключ*, используя протокол построения, приведённый в разделе *Пример выполнения задания*.

3. Выполнить перестроение трёхмерной модели в соответствии с вариантом задания (таблица 6.3).

Таблица 6.3

Варианты заданий

№		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметры настройки системы КОМПАС-3D											
Параметры сетки	Шаг по оси X	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
	Шаг по оси Y	5	10	10	5	5	10	5	10	10	5
Расстояние в габаритах модели		2	3	4	3	2	4	3	2	3	4
Цвет детали		Серый	Голубой	Зелёный	Розовый	Сиреневый	Синий	Серый	Зелёный	Голубой	Розовый
Точность отрисовки		506	840	1224	1520	3024	6562	1224	1520	3024	6562

Окончание табл. 6.3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметры перестроения модели										
Масштаб изображения	1.0	2.0	0.5	0.75	1.5	1.7	2.0	0.5	0.75	1.5
Поворот модели относительно	Вершины	Ребра	Плоскости	Вершины	Ребра	Плоскости	Вершины	Ребра	Плоскости	Вершины
Ориентация модели	Изометрия XYZ	Сзади	Сверху	Нормально к...	Изометрия XYZ	Спереди	Изометрия XYZ	Сзади	Сверху	Нормально к...
Отображение модели	Каркас	Без невидимых линий	Невидимые линии тонкие	Полутоновое	Каркас	Полутон. с каркасом	Невидимые линии	Полутоновое	Каркас	Полутон. с каркасом
Выделить	Поверхность	Ребро	Вершину	Грань	Ребро	Вершину	Вершину	Грань	Ребро	Вершину

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

I. Настроим систему КОМПАС-3D в соответствии с вариантом задания №1.

1. Загрузите программу КОМПАС-3D.
2. Создайте файл детали: **Файл** — *Создать* — *Деталь*.
3. Произведите настройку параметров системы на вкладке *Система* (меню *Сервис*, пункт *Параметры*). Разверните группу *Редактор моделей* и поочередно активизируйте пункты:

- **сетка** — настроить параметры сетки: *Шаг по осям* и *Шаг разреживания по осям X и Y* – 5мм.; *Угол поворота* — 0гр.; *Угол искажения* — 90гр.;

- **линейки прокрутки** — включить опции *Горизонтальная линейка*, *Вертикальная линейка* и *Автосдвиг*;

- **параметры перспективной проекции** — задать *Расстояние в габаритах модели* — 3.00.

4. Произведите настройку параметров системы на вкладке **Новые документы** (меню **Сервис**, пункт **Параметры**). Разверните группу **Деталь** и задайте параметры (эти данные по умолчанию будут относиться к каждой новой детали):

- **свойства** — введите *Обозначение*, *Наименование* детали и *Материал* из которого она изготавливается;

- **цвет** — задайте *Цвет* — зелёный; *Оптические свойства* выберите произвольно;

- **свойства объектов** — выберите цвета произвольно (для формообразующих операций, начинающихся в списке с объекта *Операция вращения* рекомендуется включать опцию *Использовать цвет детали*;

- **точность отрисовки и МЦХ** — задайте *Точность отрисовки* — 506 треугольников.

5. Параметры в группе **Эскиз** настраиваются так же, как аналогичные им на вкладке **Графический документ** (этот вопрос рассматривался при изучении системы КОМПАС–ГРАФИК). Настройте параметры самостоятельно.

II. Построим трёхмерную модель детали *Ключ* (рис. 6.5):

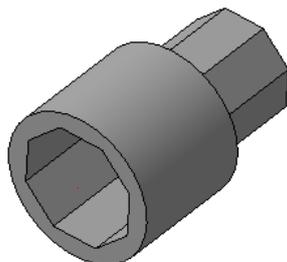


Рис. 6.5. Модель детали *Ключ*

1. Выделите в **Дереве построений** объект "Плоскость XY".
2. Создайте эскиз на выделенной плоскости:  **Эскиз**.
3. Постройте эскиз, изображённый на рис. 6.6.

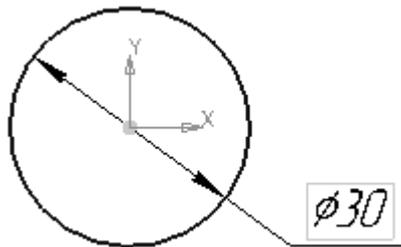


Рис. 6.6. Эскиз основания модели

4. Выйдите из режима редактирования эскиза: нажмите кнопку . В **Дереве построения** появится созданный объект под именем "Эскиз:1".
5. Произвольно измените ориентацию существующих объектов:  **Повернуть**.
6. В меню **Операции** выберите **Операция** —  **Выдавливания**.
7. Задайте параметры операции выдавливания на **Панели свойств**:
 - включите режим **Прямое направление**;
 - выберите способ построения : **На расстояние**;
 - укажите значение параметра **Расстояние: 25**;
 - укажите значение параметра **Уклон, гр.: 0**;
 - тип построения тонкой стенки: **Нет**;
 - завершите операцию.
8. Выделите курсором верхнюю грань полученной модели (при этом курсор примет вид: ) и создайте новый эскиз на выделенной грани.
9. Постройте эскиз, изображённый на рис. 6.7:

10. В меню **Операции** выберите **Операция — Выдавливания**.

11. Задайте параметры элемента выдавливания на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;
- выберите способ построения : **На расстояние**;
- укажите значение параметра **Расстояние: 20**;
- укажите значение параметра **Уклон, гр.: 0**;
- тип построения тонкой стенки: Нет;
- завершите операцию.

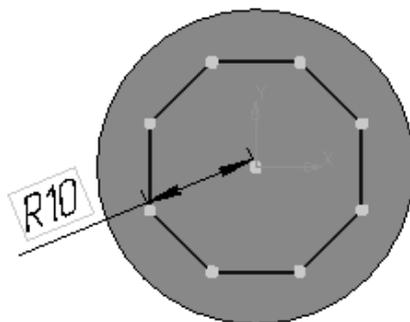


Рис. 6.7. Эскиз модели для операции **Выдавливания**

12. Измените ориентацию модели так, чтобы была хорошо видна круглая грань основания. Выделите эту грань курсором.

13. На выделенной грани постройте эскиз, изображённый на рис. 6.8.

14. В меню **Операции** выберите **Операция —  Вырезать Выдавливанием**.

15. Задайте параметры элемента на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;

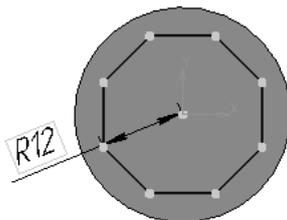


Рис. 6.8. Эскиз модели для операции *Вырезать выдавливанием*

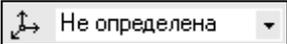
- выберите способ построения: *На расстояние*;
- укажите значение параметра *Расстояние: 20*;
- укажите значение параметра *Уклон, гр.: 0*;
- тип построения тонкой стенки: Нет;
- завершите операцию.

16. Сохраните полученную модель.

III. Теперь выполним перестроение модели в соответствии с вариантом задания №1 .

1. Для изменения масштаба изображения выберите поле  *Текущий масштаб* на панели инструментов. Выберите значение *1.0* из раскрывшегося списка или задайте вручную.

2. Чтобы повернуть модель в окне вокруг вершины нажмите кнопку  на панели *Вид*. Подведите курсор к нужному элементу в окне модели. Когда элемент подсветится, щелкните левой кнопкой мыши. Курсор примет следующий вид: . Нажмите левую кнопку мыши в окне модели и, не отпуская её, перемещайте курсор. Модель будет поворачиваться вокруг выбранной точки.

3. Для изменения ориентации модели воспользуйтесь полем  *Ориентация*, расположенным на панели *Вид*. Выберите название ориентации *Изометрия XYZ* из списка.

4. Способ отображения модели *Каркас* задайте, нажав на кнопку  , расположенную на панели инструментов.

5. Чтобы выделить какую-либо поверхность в окне построения модели, подведите к ней курсор. Когда курсор примет вид, соответствующий целевому объекту:  , а сам объект будет выделен пунктиром, щелкните левой клавишей мыши.

В результате преобразований модель примет вид, изображённый на рис. 6.9:

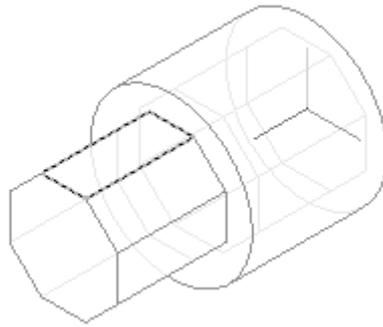


Рис. 6.9. Преобразованная модель детали *Ключ*

6. Сохраните изменения в файле.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите и охарактеризуйте основные параметры настройки системы КОМПАС-3D.
2. Каков порядок моделирования твёрдого тела?
3. Какое действие выполняется для задания формы объёмных элементов?
4. Что такое эскиз? Где он может быть расположен?
5. Что такое операция? Какие типы операций Вам известны?
6. Какие дополнительные управляющие команды доступны в КОМПАС-3D?
7. Что отображается в Дереве построения детали? В Дереве построения сборки?
8. Каковы возможности управления изображением?
9. Какие способы изменения ориентации модели Вы знаете?
10. Перечислите типы отображения модели, назовите их особенности.
11. Чем разнятся понятия *указания* и *выделения* объектов?
12. Как изменяется вид курсора при выделении различного типа объектов?
13. Для чего используются фильтры объектов?

7. ОСНОВНЫЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Прежде чем приступить к созданию трёхмерной модели, необходимо решить вопрос, с какой части модели начинать построение. Универсального ответа в данной ситуации дать нельзя. Чем сложнее деталь, модель которой предстоит создать, тем с большей уверенностью можно утверждать, что разные конструкторы решат одну и ту же задачу, используя разные инструменты построения и применяя их в различной последовательности.

Тем не менее, можно посоветовать представить будущую модель, исключив из неё мелкие конструктивные особенности (такие как фаски, скругления, крепёжные отверстия), разбить на простые геометрические тела (параллелепипеды, призмы, торы и т.п.) и начинать построение с самого крупного из этих тел. Часто помогает в выборе первого элемента построения реальный технологический процесс изготовления детали.

Моделирование простых геометрических тел обеспечивают основные формообразующие операции: вращения (и вырезать вращением), выдавливания (и вырезать выдавливанием), кинематическая (и вырезать кинематически) и по сечениям (вырезать по сечениям).

ОПЕРАЦИИ ВРАЩЕНИЯ И ВЫРЕЗАТЬ ВРАЩЕНИЕМ

При использовании операции вращения основание детали создается вращением плоской геометрической фигуры вокруг фиксированной в пространстве оси.

Элемент вращения может быть самостоятельным телом, а может быть приклеен к телу или вырезан из него.

Для создания нового тела вращения или приклеивания элемента вращения к имеющемуся телу (т.е. для добавления материала) служит операция **Вращения**, а для вырезания элемента вращения из тела (т.е.

для удаления материала) — операция **Вырезать вращением**.

Построение любого основания начинается с создания *эскиза*. Как правило, эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Одним из основных понятий при описании эскиза является **контур**. При работе в эскизе под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединённых линейных графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных и т.д.).

К эскизу, предназначенному для выполнения операции вращения (вырезать вращением), предъявляются следующие требования:

- контур в эскизе изображается стилем линии **Основная**;
- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе основания детали может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

Для вызова команды построения элемента вращения (вырезать вращением) раскройте страницу меню **Операция** и выберите команду  **Вращения** или  **Вырезать вращением**. На экране появляется диалог ввода параметров (рис. 7.1).

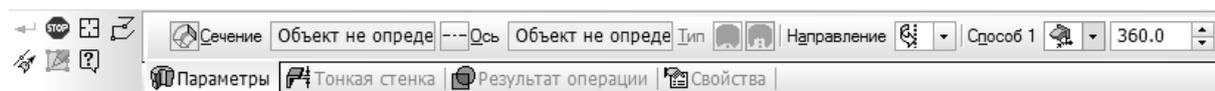


Рис. 7.1. Диалог ввода параметров

Диалог параметров содержит четыре вкладки: в первой требуется

ся установить параметры **операции вращения**, а во второй и третьей и четвертой (при необходимости) соответственно параметры **тонкой стенки**, **результата** выполнения **операции** и **свойства** поверхности элемента.

В качестве сечения может быть выбран существующий объект, (укажите его в Дереве модели или в графической области). Если сечение не было создано предварительно, нажмите кнопку  **Построение контура для сечения** на Панели специального управления. Будет запущена операция создания контура. Укажите объекты, входящие в контур, и нажмите кнопку **Создать объект**. Система вернется в процесс операции вращения, созданный контур появится в Дереве модели и будет автоматически выбран в качестве сечения элемента вращения.

Создать ось вращения можно, воспользовавшись кнопкой  **Ось через вершину по объекту**, или указать существующую. В качестве оси вращения может быть выбран также прямолинейный объект (ребро или ось) — осью будет сам этот объект или поверхность вращения, кроме сферы — осью будет ось вращения поверхности.

Если контур в эскизе сечения не замкнут, возможны два типа построения элемента вращения — **сфероид** (сплошной элемент) и **тороид** (элемент с отверстием вдоль оси вращения). Выберите нужный тип из списка.

Если эскиз требуется вращать в одном направлении, укажите это направление — **Прямое** или **Обратное**, включив соответствующую опцию диалога. При выборе опции **Два направления** вращение будет производиться в обе стороны. **Средняя плоскость** – вращение будет производиться в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза. Далее требуется задать **Угол**, на который будет производиться вращение. Для этого выберите нужный вариант из списка **Способ 1** (и/или **Способ 2** — в зависимости от выбранного направления вращения): **На угол** — поворот сечения производится точно на

угол, заданный в поле *Угол; До вершины* — угол поворота сечения определяется автоматически по положению указанной пользователем вершины; *До поверхности* — угол поворота определяется автоматически по положению указанной пользователем грани или плоскости.

Если необходимо создать тонкостенный элемент, поверхность которого представляет собой след движения контура эскиза, активизируйте вкладку *Тонкая стенка* и выберите тип построения тонкой стенки. Укажите направление добавления материала, введите значение толщины стенки.

Результатом операции является:

- при добавлении материала: **самостоятельное тело** или **элемент, приклеенный** к уже имеющемуся телу (телам). При приклеивании можно задать область применения операции — набор тел, с которыми должен объединяться новый элемент.

- при удалении материала: **вычитание элемента** из тела (тел) или **пересечение элемента** с телом (телами). Как при вычитании, так и при пересечении можно задать область применения операции — набор тел (в сборке — также компонентов), материал которых будет удален в результате операции.

После задания всех параметров элемента вращения нажмите кнопки *Ввод* и *Стоп*.

Созданный элемент вращения появится в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в **Дереве построения**.

ОПЕРАЦИИ ВЫДАВЛИВАНИЯ И ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ

При формировании элемента выдавливания, эскиз, содержащий сечение элемента, перемещается в направлении, перпендикулярном собственной плоскости.

К *эскизу-сечению* приклеиваемого (вырезаемого) элемента выдавливания, предъявляются следующие требования:

- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, они должны быть либо все замкнуты, либо все разомкнуты;
- допускается любой уровень вложенности контуров.

Для вызова команды построения элемента выдавливания (вырезать выдавливанием) раскройте страницу меню **Операция** и выберите команду  **Выдавливания** или  **Вырезать выдавливанием**. Задайте параметры элемента при помощи специальных полей и переключателей на **Панели свойств** (см. рис. 7.2).



Рис. 7.2. Диалог ввода параметров операции выдавливания

Вкладки диалога задания параметров аналогичны диалогу операции вращения.

Рассмотрим подробнее вкладку **Параметры**.

Направление выдавливания можно выбрать из списка **Направление** (рис. 7.3).

Если эскиз требуется выдавливать в одном направлении, укажите это направление — **Прямое** или **Обратное**, включив соответствующую опцию диалога. В случае выбора опции **Два направления** выдавливание будет производиться в обе стороны. Есть ещё один вариант — **Средняя плоскость**. Его выбор означает, что выдавливание будет производиться в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза; в результате получится элемент, у которого плос-

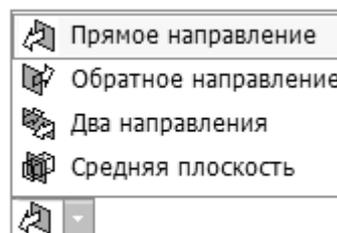


Рис. 7.3. Диалог ввода параметров направления выдавливания

кость эскиза является плоскостью симметрии (средней плоскостью). Далее задается способ построения (рис. 7.4).

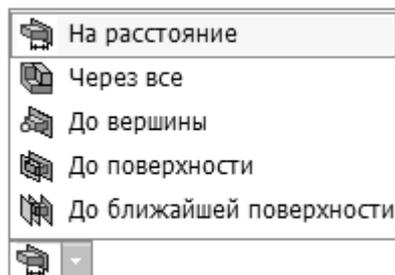


Рис. 7.4. Диалог ввода параметров способа выдавливания

Первый вариант — **На расстояние**. Его выбор означает, что выдавливание должно производиться на заданное расстояние. Величину расстояния требуется ввести в соответствующее поле диалога.

Второй вариант — **Через всё**. Глубина выдавливания определяется автоматически. Элемент выдавливается до грани, наиболее удалённой от плоскости эскиза в направлении выдавливания.

Третий вариант — **До вершины**. Глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем вершины: плоскость торца элемента должна проходить через вершину или на заданном расстоянии от вершины.

Четвёртый вариант — **До поверхности**. Его выбор означает, что глубина выдавливания определяется автоматически по положению указанной пользователем грани: элемент выдавливается точно до этой грани или на заданное расстояние от неё.

Последний вариант — **До ближайшей поверхности**. Глубина выдавливания определяется автоматически. Элемент выдавливается точно до ближайших в направлении выдавливания граней (иными словами, до тех пор, пока не встретит на своем пути грань). В результате может образоваться неплоский торец элемента. Этот способ удобно использовать для выдавливания элемента до ступенчатой или криволинейной грани.

При выборе вариантов **До вершины** или **До поверхности** укажите эту вершину, грань, плоскость или поверхность в окне. Введите

в поле *Расстояние* требуемое расстояние между торцом элемента и объектом. Если нужно выдавить элемент точно до вершины, введите нулевое расстояние. Если расстояние до объекта не нулевое оно может быть отложено как в направлении выдавливания, так и против направления выдавливания (в этом случае элемент не достигнет объекта на указанное расстояние).

При любом типе определения глубины выдавливания элементу можно придать уклон в направлении выдавливания. При выдавливании в прямом или обратном направлении задайте направление уклона, активизировав переключатель  *Внутрь* или  *Наружу* в группе *Уклон1 (Уклон2)*. Введите значение угла уклона в поле *Угол1(Угол2)*. При выдавливании в двух направлениях указанные параметры требуется ввести дважды — для прямого и обратного направлений. При выдавливании от средней плоскости параметры уклона задаются один раз и считаются одинаковыми в обоих направлениях.

ОПЕРАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКАЯ И ВЫРЕЗАТЬ КИНЕМАТИЧЕСКИ

При выполнении кинематической операции используется эскиз, в котором изображено сечение кинематического элемента и объект (или группа объектов), задающий траекторию движения сечения. Траекторией могут служить контур в эскизе, последовательно соединяющиеся контуры в нескольких эскизах или последовательно соединяющиеся рёбра модели. Если эскизы и (или) рёбра расположены в разных плоскостях, траектория будет не плоской, а объемной.

Команда *Кинематическая операция* доступна, если в модели есть как минимум один эскиз. Дополнительное условие доступности команды *Вырезать кинематически*: наличие в модели тела (для сборки — тела или компонента). К *эскизу-сечению*, предназначенному для выполнения кинематической операции, предъявляются следующие требования:

- в эскизе-сечении может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.

Эскиз-траектория, в том случае, если траектория состоит из одного эскиза, должен удовлетворять следующим требованиям:

- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения;
- эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения, и не совпадающей с ней.

Случай, когда траектория состоит из нескольких эскизов, в данной работе не рассматривается.

Для создания детали в виде кинематического элемента, вызовите команду  **Кинематическая операция** или  **Вырезать кинематически**. Задайте параметры элемента при помощи специальных полей и переключателей на **Панели свойств** (рис. 7.5).

Диалог параметров содержит три вкладки. На вкладке **Параметры** включите опцию **Сечение** и выберите нужный эскиз, указав его в **Дереве построения** или щелкнув мышью на любом графическом объекте этого эскиза в дереве детали.

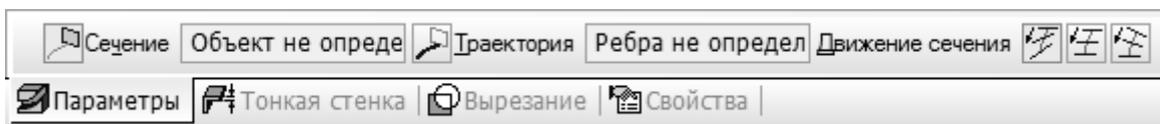


Рис. 7.5. Диалог ввода параметров кинематической операции

Аналогично задайте траекторию движения сечения, включив опцию **Траектория**.

При перемещении эскиза вдоль траектории он может менять свою ориентацию. В опции выбора типа движения есть три варианта: **ортогонально траектории**, **параллельно самому себе** и **с сохране-**

нием угла наклона.

Назначение остальных вкладок кинематической операции аналогично соответствующим вкладкам операции вращения и выдавливания.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение трёхмерных моделей в соответствии с вариантами заданий (см. Приложения 2–4). Размеры моделей выбрать произвольно.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. При помощи операции **Вращения** создадим трёхмерную модель тора (рис. 7.6).
 1. Создайте новый файл детали: **Файл** — **Создать деталь**.
 2. Выделите в **Дереве построений** объект "Плоскость XY".
 3. Создайте эскиз на выделенной плоскости:  **Эскиз**.
 4. В соответствии с рис. 7.7 постройте эскиз.

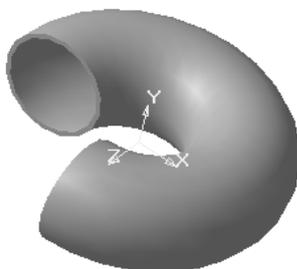


Рис. 7.6. Модель тора

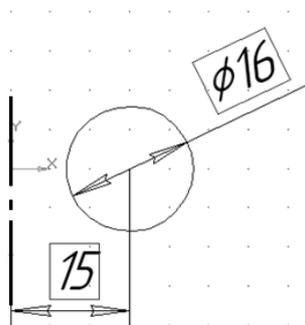


Рис. 7.7. Эскиз модели

Выйдите из режима редактирования эскиза: .

В **Дереве построения** появится созданный объект под именем "Эскиз:1".

5. Произвольно измените ориентацию существующих объектов: **Повернуть** .

В **Дереве построения** детали выделите объект "Эскиз1" и нажмите кнопку  **Операция вращения** на Инструментальной панели.

6. В появившемся диалоге установите параметры операции:

- на вкладке **Параметры** включите режим  **Два направления**. Введите значение параметра: **Способ 1:**  **На угол:** 90; **Способ 2:**  **На угол:** 180;

- на вкладке **Тонкая стенка** включите опцию  **Внутри** и задайте **Толщину стенки** 1 мм.;

- нажмите кнопку **Создать объект** для выполнения операции.

7. Дважды щелкните мышкой на названии объекта "**Деталь**" в **Дереве построения** и дайте детали имя "Top", <Enter>.

8. Сохраните созданную деталь в файле.

II. При помощи операций **Выдавливание** и **Вырезать выдавливанием** создадим трёхмерную модель детали *Кронштейн* (рис. 7.8).

1. Создайте новый файл детали: **Файл** — **Создать деталь**.

2. Выделите в **Дереве построения** объект "Плоскость XY".

3. Создайте новый эскиз на выделенной плоскости .

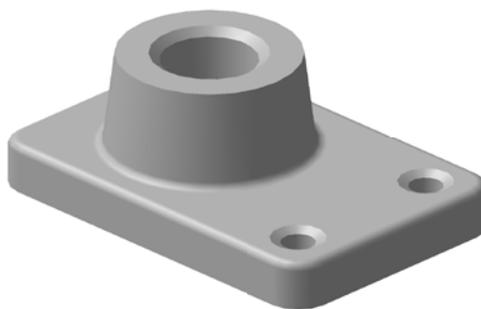


Рис. 7.8. Модель детали *Кронштейн*

4. Постройте эскиз основания детали, изображённый на рис. 7.9.

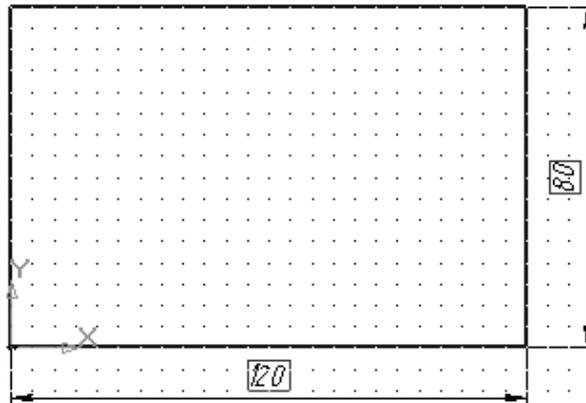


Рис. 7.9. Эскиз основания детали

6. Выйдите из режима редактирования эскиза. Произвольно измените ориентацию существующих объектов.

7. В меню *Операции* выберите *Операция — Выдавливания*.

8. Задайте параметры элемента выдавливания на **Панели свойств**:

- включите режим *Прямое направление*;
- выберите способ построения : *На расстояние*;
- укажите значение параметра *Расстояние: 15*;
- укажите значение параметра *Уклон, гр.: 0*;
- тип построения тонкой стенки: *Нет*;
- закончите построение.

Неудачное расположение основания является результатом того, что его эскиз (прямоугольник) мы разместили во фронтальной плоскости. Для того, чтобы получить горизонтальную ориентацию основания, его эскиз необходимо разместить в горизонтальной плоскости.

8. Щелкните правой кнопкой мыши на элементе *Эскиз:1* в **Дереве построения**.. В появившемся контекстном меню выполните команду *Разместить эскиз*. В окне предупреждения о возможном нарушении параметрических связей выберите **ОК**. Выберите элемент

Плоскость ZX в Дереве построения. После этого основание детали примет горизонтальную ориентацию.

9. Выделите курсором верхнюю плоскую грань основания. Щелкните на выделенной грани правой клавишей мыши и выполните команду **Эскиз**.

10. Постройте эскиз основания бобышки (рис. 7.10).

11. В меню **Операции** выберите **Выдавливания**.

12. Задайте параметры элемента выдавливания на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;
- выберите способ построения : **На расстояние**;

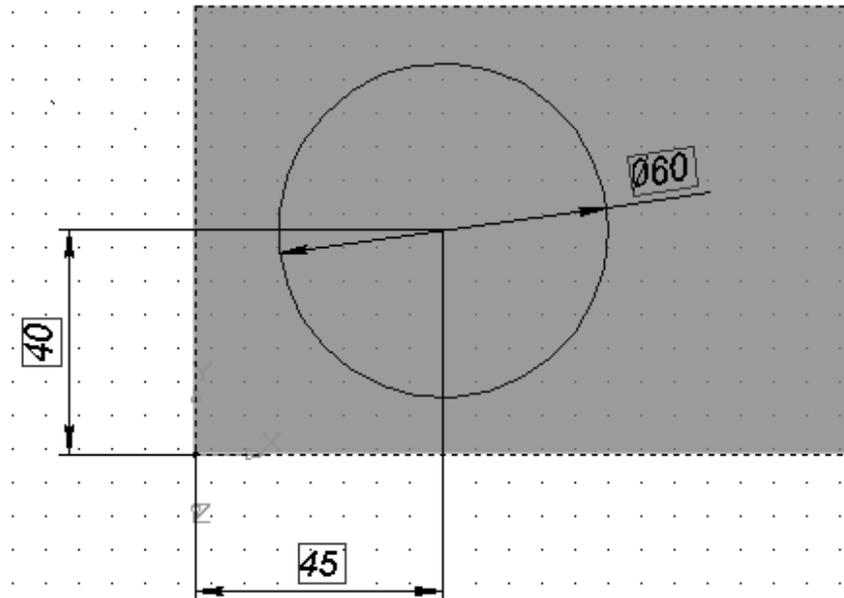


Рис. 7.10. Эскиз основания бобышки

- укажите значение параметра **Расстояние: 40**;
- укажите значение параметра **Уклон, гр.: 10**;
- укажите направление уклона: **Уклон внутрь**.
- тип построения тонкой стенки: **Нет**;
- закончите построение.

13. Нажмите кнопку  **Невидимые линии тонкие** на панели управления. Это позволит легко выбирать кромки, расположенные на обратной стороне детали.

14. Укажите первое угловое ребро для его выбора. Нажмите клавишу <Ctrl> на клавиатуре и, удерживая её, укажите мышью остальные три ребра (рис. 7.11).

15. Нажмите кнопку  **Скругление** на **Панели инструментов**.

16. Задайте параметры операции скругления на **Панели свойств**:

- **радиус: 10;**
- закончите построение.

17. Аналогично выполните скругление верхних рёбер основания (радиус: 3) и скругление ребра между основанием и бобышкой (радиус: 3).

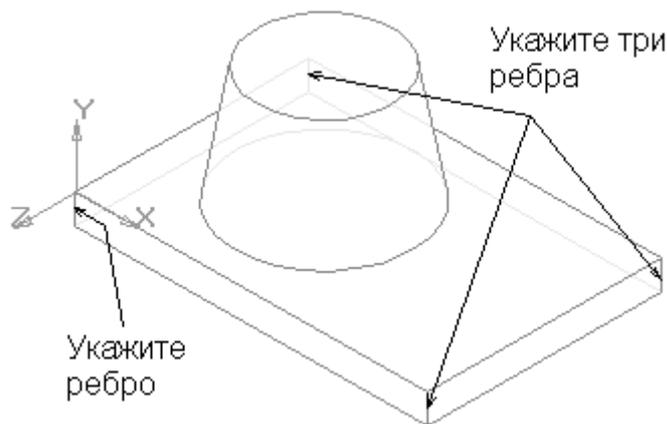


Рис. 7.11. Выделение рёбер основания

18. Укажите курсором верхнюю плоскую грань цилиндрической бобышки.

19. Постройте эскиз отверстия, изображенный на рис. 7.12.

20. Нажмите кнопку  **Вырезать выдавливанием** на **Панели инструментов**.

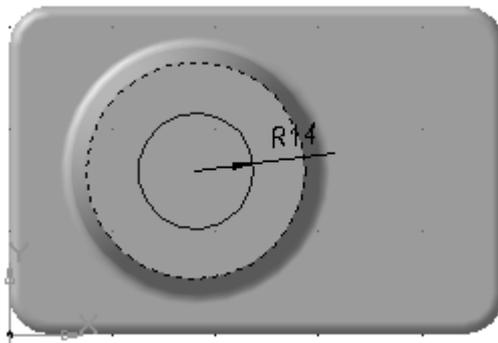


Рис. 7.12. Эскиз отверстия в бобышке

21. Задайте параметры операции вырезания на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;
- выберите способ построения : **Через все**;
- укажите значение параметра **Уклон, гр.:** **Нет**;
- тип построения тонкой стенки: **Нет**;
- закончите построение.

22. Выделите мышью ребро отверстия на верхней грани бобышки.

23. В меню **Операции** выберите **Дополнительные элементы** — **Фаска**.

24. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- способ построения фаски: **По стороне и углу**;
- длина стороны фаски: **3**;
- угол фаски: **45**;
- закончите построение.

25. Создайте отверстия в основании. Укажите верхнюю грань основания для её выбора и нажмите кнопку **Эскиз**.

26. Выберите ориентацию **Нормально к...**

27. Определите положение центров отверстий с помощью вспомогательных прямых (рис. 7.13):

- нажмите кнопку **Вертикальная прямая** на **Панели расширенных команд вспомогательных построений**;

- укажите точку начала координат эскиза – система построит вспомогательную вертикальную линию, проходящую через заданную точку;
- нажмите кнопку **Параллельная прямая** на **Панели расширенных команд вспомогательных построений**;
- в ответ на запрос укажите вертикальную прямую в любой её точке;
- на **Панели свойств** укажите расстояние до вспомогательной прямой: **105**; закончите построение;
- нажмите кнопку **Горизонтальная прямая** на **Панели расширенных команд вспомогательных построений** и постройте прямую, проходящую через центральную точку отверстия в бобышке (используйте необходимые привязки);



Рис. 7.13. Построение точек центров отверстий

- постройте две прямые, параллельные горизонтальной, на расстоянии **25** от неё.

28. Постройте окружности радиусом **5** с центрами в описанных выше точках (используйте привязку **Пересечение**).

29. Выйдите из режима редактирования эскиза. Произвольно измените ориентацию существующих объектов.

30. Нажмите кнопку  **Вырезать выдавливанием** на **Панели инструментов**.

31. Задайте параметры операции вырезания на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;
- выберите способ построения: **Через все**;
- укажите значение параметра **Уклон, гр.:** **Нет**;
- тип построения тонкой стенки: **Нет**;
- закончите построение.

32. В меню **Операции** выберите **Дополнительные элементы** — **Фаска**.

33. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- способ построения фаски: **По двум сторонам**;
- длина первой стороны: **3**;
- длина второй стороны: **2**;
- закончите построение.

34. На этом построение детали закончено.

III. Используя **Кинематическую операцию** создадим трёхмерную модель детали шплинт (рис. 7.14).

1. Создайте новый файл детали: **Файл** — **Создать деталь**.

2. Выделите в **Дереве построения** объект "Плоскость XY".

3. Создайте эскиз на выделенной плоскости.

4. Постройте траекторию, изображённую на рис. 7.15.

5. Выйдите из режима редактирования эскиза. В **Дереве построения** измените имя эскиза на "Траектория". Произвольно измените ориентацию существующих объектов.

6. Постройте вспомогательную плоскость, необходимую для построения поперечного сечения шплинта:

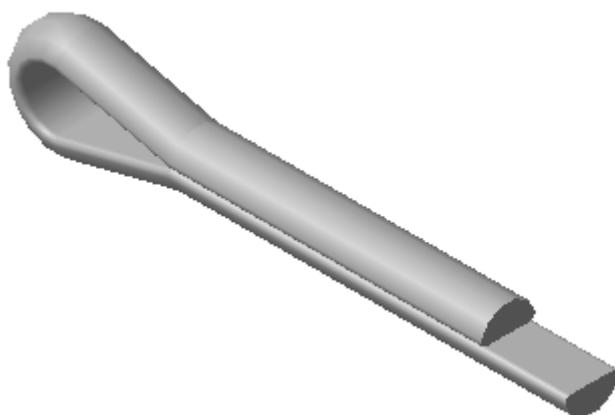


Рис. 7.14. Модель детали шплинт

- раскройте в меню **Операции** подменю **Плоскость** и вызовите команду **Плоскость через вершину, параллельно другой плоскости**;
- определите положение плоскости: в **Дереве построения** выделите “Плоскость ZY”, затем мышкой непосредственно в **окне детали** укажите на точку 1 построенной траектории (рис. 7.15);

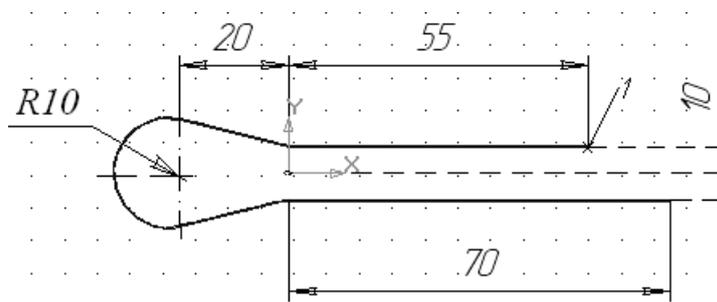


Рис. 7.15. Эскиз-траектория модели

- выйдите из режима создания параллельных плоскостей.
7. Создайте на построенной вспомогательной плоскости эскиз:
 - выделите объект “Параллельная плоскость:1” при помощи мыши либо в дереве построения, либо в окне детали;
 - создайте эскиз.
 8. Для осуществления построения поперечного сечения детали необходимо изменить ориентацию детали. Для этого выберите ориентацию **Нормально к...**
 9. Постройте поперечное сечение детали (рис. 7.16).

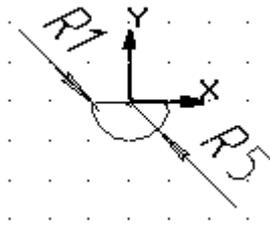


Рис. 7.16. Поперечное сечение детали

10. В **Дереве построения** измените имя эскиза на “Сечение”.

11. Поверните деталь таким образом, чтобы оба эскиза имели невырожденные изображения: выберите ориентацию **Изометрия** (рис. 7.17).

12. Создайте деталь, используя кинематическую операцию:

- на вкладке **Параметры** включите опцию **Сечение** и выделите в **Дереве построения** эскиз “Сечение”. В результате надпись “Эскиз не определён” изменится на надпись “Сечение”;

- включите опцию **Траектория** и выделите эскиз под названием “Траектория”. В результате надпись “Эскиз не определён” изменится на надпись “Рёбра: 5”;

- на вкладке **Тонкая стенка** раскройте опцию **Тип построения тонкой стенки** и выберите **Нет**;

- закончите операцию, нажав **Stop**.

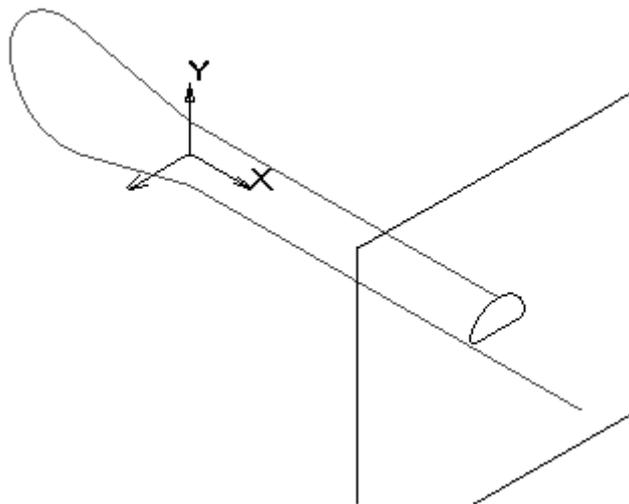


Рис. 7.17. Эскизы модели в изометрии

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что подразумевается под понятием формообразующая операция?
2. В чём суть понятия эскиз?
3. Какой графический объект может выступать в роли контура?
4. Какие требования предъявляются к эскизу, предназначенному для выполнения операции вращения?
5. Как можно вызвать команду "операция вращения"?
6. Каковы параметры операции вращения?
7. Каковы параметры тонкой стенки?
8. Дайте характеристику операции выдавливания.
9. Какие требования предъявляются к эскизу-сечению приклеиваемого (вырезаемого) элемента выдавливания?
10. Каковы параметры операции выдавливания?
11. Назовите возможные способы построения элемента выдавливания.
12. Какие эскизы используются для создания модели кинематической операцией? Каково их минимальное количество?
13. Какие требования предъявляются к эскизу-сечению?
14. Какие требования предъявляются к эскизу-траектории?
15. Каковы параметры кинематической операции?
16. Какие существуют варианты перемещения эскиза-сечения вдоль траектории?

8. ПОСТРОЕНИЕ МАССИВА ЭЛЕМЕНТОВ

Иногда при построении тела требуется произвести несколько одинаковых операций так, чтобы образовавшиеся элементы были определенным образом упорядочены — например, образовывали прямоугольный массив или были симметричны относительно плоскости. Для повторения операции можно воспользоваться командой *Массив элементов* из меню *Операции*. В КОМПАС-3D доступны разнообразные способы построения массивов: по сетке, по концентрической сетке, вдоль кривой, по точкам, по таблице; возможно зеркальное копирование.

Массив по сетке

Для создания массива элементов, расположенных в углах параллелограммной сетки, выделите исходные элементы и вызовите команду *Массив элементов* —  *По сетке*.

Для выбора объектов служит вкладка **Выбор объектов** на Панели свойств (рис. 8.1).

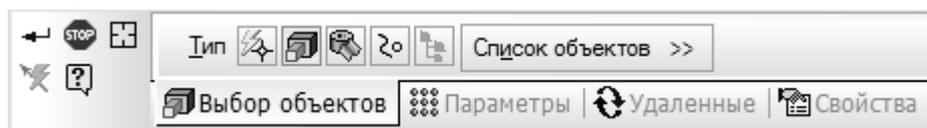


Рис. 8.1. Вкладка «Выбор объектов»

По умолчанию в группе активен переключатель  **Автоопределение по указанию**. Это означает, что тип объекта будет определен системой автоматически после указания первого объекта — в группе активизируется переключатель, соответствующий типу указанного объекта. Указанный объект выделяется цветом, а на панели **Список объектов** появляется его название. Повторное указание объекта отменяет его выбор. Доступны, также, типы:  – **Операции**,  – **Тела или поверхности**,  – **Кривые или точки**,  – **Компоненты**. Чтобы отменить выбор всех объектов заданного типа, нажмите кнопку .

Указать заново на Панели специального управления.

Параллелограммная сетка характеризуется направлением образующих её векторов и расстоянием между ними (рис. 8.2). Началом координат сетки можно считать любую точку исходных объектов. Все значения параметров сетки при их вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома массива.

По умолчанию, направление первой оси сетки совпадает с осью X локальной системы координат, в которой производится копирование. Для изменения направления введите в поле **Наклон** (Вкладка **Параметры**) угол между этой осью и осью X локальной системы координат. Кроме того, можно задать направление первой оси так, чтобы она была параллельна какому-либо прямолинейному объекту. Для этого активизируйте переключатель  **Первая ось** и укажите нужный объект в **Дереве построения** или в окне детали.

По умолчанию элементы массива располагаются относительно исходных элементов в направлении оси. Это —  **Прямое направление**. Чтобы расположить элементы массива против оси, активизируйте переключатель  **Обратное направление**.

В поле **N1** введите количество копий в направлении первой оси.

В поле **Шаг 1** значение шага между копиями.

В группе **Режим 1** активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага.

Режим  **Шаг между соседними экземплярами** удобно использовать, если требуется разместить определенное количество копий на известном расстоянии друг



Рис. 8.2. Схема образования параллелограммной сетки

от друга.

Режим  **Шаг между крайними экземплярами** используют, если требуется разместить на участке известной длины определенное количество копий.

По умолчанию направление второй оси сетки задается углом между первой и второй осью. Введите нужное значение в поле **Угол раствора**. Кроме того, можно задать положение второй оси так, чтобы она была параллельна какому-либо прямолинейному объекту. Для этого активизируйте переключатель  **Вторая ось** и укажите нужный объект.

Параметры шага сетки вдоль второй оси: **Направление 2**, **N2**, **Шаг 2**, **Режим 2** задаются аналогично параметрам шага сетки вдоль первой оси.

Элементы массива можно расположить во всех узлах сетки (активизируйте переключатель  **Оставляя копии внутри сетки**), только по её периметру (активизируйте переключатель  **Удалять копии внутри сетки**) или  **Копировать только вдоль осей**.

После подтверждения выполнения операции, в окне детали появится созданный массив, а в **Дереве построения** — пиктограмма, соответствующая его типу.

Массив по концентрической сетке

Вы можете создать массив элементов, расположив их в узлах концентрической сетки. Для этого выделите исходные элементы и вызовите команду **Массив элементов** —  **По концентрической сетке**.

Концентрическая сетка характеризуется положением её плоскости и центра, радиусами окружностей и углом между пересекающимися их радиальными лучами (рис. 8.3). Положение плоскости сетки и её центра можно определить, задав ось концентрического массива.

Плоскость сетки будет перпендикулярна этой оси, а центр сетки будет лежать на ней. В качестве оси массива можно использовать

вспомогательную ось или прямолинейное ребро детали.

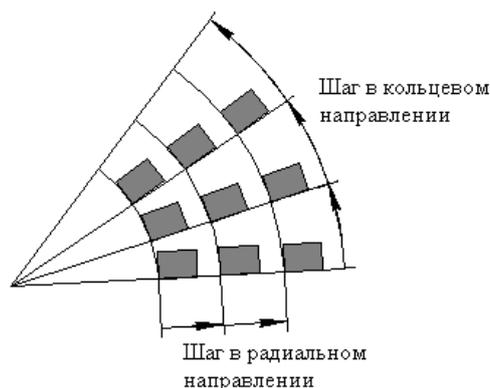


Рис. 8.3. Схема образования концентрической сетки

Шаг сетки в радиальном направлении

Радиус внутренней окружности сетки определяется автоматически, т.к. считается, что исходные объекты лежат на внутренней окружности сетки.

В поле *NI* введите количество окружностей концентрической сетки (количество копий на каждом радиальном луче сетки).

В поле *Шаг 1* — расстояние между окружностями сетки.

В группе *Режим 1* активизируйте переключатель, соответствующий введенному значению шага.

Режим *Шаг между соседними экземплярами* воспринимается системой, как расстояние между соседними окружностями сетки.

Режим *Шаг между крайними экземплярами* — расстояние между крайними окружностями сетки.

Параметры лучей сетки

Первый луч сетки проходит из центра сетки через любую точку исходных объектов.

В поле *N2* введите количество лучей концентрической сетки (количество копий на каждой окружности сетки).

В поле *Шаг 2* — угол между лучами сетки.

В группе *Режим 2* активизируйте переключатель, соответствующий

ющий введенному значению шага.

Режим  **Шаг между соседними экземплярами** воспринимается системой, как угол между соседними лучами сетки.

Режим  **Шаг между крайними экземплярами** — угол между первым и последним лучами сетки.

По умолчанию элементы массива располагаются относительно исходных элементов в направлении против часовой стрелки. Это — **Прямое направление**.

Копии в массиве могут сохранять исходную ориентацию или поворачиваться с учетом углового шага сетки. Чтобы выбрать вариант построения активизируйте нужный переключатель в группе **Ориентация**.

В режиме  **Доворачивать до радиального направления** копии, лежащие на всех лучах сетки, кроме первого, оказываются повернутыми относительно исходных объектов на углы, кратные угловому шагу между соседними копиями в кольцевом направлении. Например, шаг равен 30°. Тогда копии поворачиваются относительно исходных объектов на 30°, 60°, 90° и т.д.

В режиме  **Сохранять исходную ориентацию** поворот копий относительно исходных объектов не производится.

После подтверждения выполнения операции, в окне детали появится созданный массив, а в **Дереве построения** — пиктограмма, соответствующая его типу.

Массив вдоль кривой

Вы можете создать массив элементов, расположив их вдоль указанной кривой.

Для создания массива требуется указать траекторию копирования. Траекторией может служить непрерывная последовательность рёбер или контур в эскизе. В эскизе траектории копирования должен быть только один контур!

Укажите траекторию копирования, выбрав нужный эскиз в Де-

реве построения или рёбра в окне детали в последовательности их соединения.

Введите в поле **N** количество копий.

Выберите вариант построения:

 **по шагу** — копии будут расположены на заданном расстоянии друг от друга. Можно задать значение шага и выбрать режим определения шага: *Между соседними копиями* или *Между крайними копиями*;

 **вдоль всей направляющей** — копии будут расположены равномерно вдоль траектории. Полный шаг определяется автоматически как длина траектории копирования. Первый и последний экземпляры массива лежат в начальной и конечной точках направляющей кривой.

В поле **Шаг** введите значение шага, измеренное вдоль траектории копирования. Выберите способ определения шага.

При копировании вдоль кривой исходный элемент считается первым элементом массива. В любую его точку перемещается один из концов траектории (как правило, ближайший к исходному элементу). Остальные элементы массива размещаются вдоль этой траектории. Это — **Прямое направление** копирования.

Копии в массиве могут сохранять исходную ориентацию или поворачиваться с учетом кривизны траектории. Чтобы выбрать вариант построения активизируйте нужный переключатель в группе **Ориентация**.

В режиме  **Сохранять исходную ориентацию** поворот копий относительно исходных объектов не производится. Элементы массива получаются из исходных объектов путём параллельного переноса.

В режиме  **Доворачивать до нормали** копии оказываются повернутыми относительно исходных объектов так, чтобы угол между каждой копией и траекторией был равен углу между исходным объектом и траекторией в начальной точке траектории.

После подтверждения выполнения операции, в окне детали появится созданный массив, а в **Дереве построения** — пиктограмма, соответствующая его типу.

Массив по точкам

Вызовите команду  **Массив по точкам**. После вызова команды **Панель свойств** содержит вкладку **Выбор объектов**. Укажите копируемые объекты: операции, тела, поверхности, кривые, точки или компоненты сборки.

Перейдите на вкладку **Параметры**. Задайте **позиции** экземпляров массива. Для этого активизируйте переключатель  **Точки** и укажите нужные точечные объекты в Дереве или окне. Указанные точечные объекты выделяются цветом. Повторное указание объекта отменяет его выбор. Подтвердите создание массива.

Массив по таблице

Вы можете создать массив объектов, позиции экземпляров которого заданы точками. Позиции точек, в свою очередь, заданы координатами, которые хранятся в виде таблицы в ранее созданном файле.

Значения, считанные из файла координат, могут интерпретироваться как прямоугольные, цилиндрические или сферические координаты точек. Созданный массив сохраняет связь с файлом координат.

Зеркальный массив

Чтобы выполнить зеркальное копирование относительно плоскости операций, кривых или точек, вызовите команду  **Зеркальный массив**. Укажите **копируемые объекты**: операции, кривые или точки. На Панели свойств появляются вкладки **Параметры** и **Свойства**. Активизируйте переключатель  **Плоскость** и укажите **плоскость симметрии** в Дереве или в окне модели. Название выбранного объекта отображается в поле рядом с переключателем. Подтвердите создание массива.

Удаление отдельных экземпляров массива

Иногда требуется отменить построение некоторых экземпляров, или наоборот, восстановить удаленные экземпляры. Для этого во время создания или редактирования массива выполните следующие действия.

1. Активизируйте вкладку **Удаленные** на Панели свойств. На экране появляются характерные точки и номера экземпляров массива.

2. В окне модели установите курсор на характерной точке того экземпляра массива, который требуется удалить или восстановить. Когда рядом с курсором появится надпись «Удалить/восстановить экземпляр», щелкните левой кнопкой мыши. Если производится удаление экземпляра, то его фантом исчезает, а номер появляется в **Списке удаленных** на Панели свойств. Если производится восстановление экземпляра, то его фантом появляется, а номер исчезает из **Списка удаленных**.

Восстановить удаленный экземпляр можно иначе: выделите в **Списке удаленных** нужный экземпляр и нажмите кнопку **Восстановить** над списком.

В случае, когда массив уже создан, доступен и другой способ удаления элементов. Выделите подлежащие исключению экземпляры в **Дереве модели**, а затем нажмите клавишу *<Delete>* или вызовите из контекстного меню команду **Удалить**. На экране появится диалог, в котором требуется указать, хотите ли вы удалить все экземпляры или только выбранные. Включите опцию **Экземпляры**. Нажмите кнопку **ОК** диалога. Массив будет перестроен и отображен в **Окне детали** без указанных экземпляров.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение трёхмерной модели в соответствии с вариантами заданий (см. Приложение 5). Размеры моделей выбрать произвольно.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Создадим трёхмерную модель детали *Крышка* (рис. 8.4).



Рис. 8.4. Модель детали *Крышка*

1. Создайте файл детали: **Файл** — **Создать** — **Деталь**
2. Выделите в **Дереве построения** объект "Плоскость XY".
3. Создайте эскиз на выделенной плоскости:  **Эскиз**.
4. Постройте эскиз основания детали, изображённый на рис. 8.5.

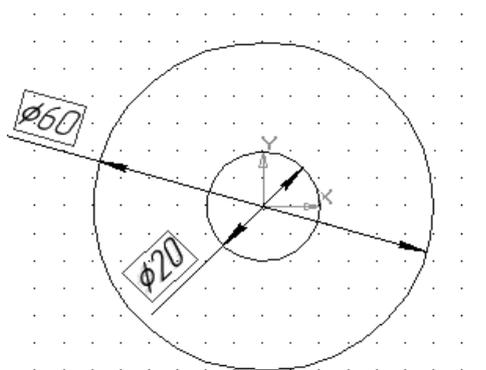


Рис. 8.5. Эскиз основания детали

5. Выйдите из режима редактирования эскиза. Произвольно измените ориентацию существующих объектов.
6. В меню **Операции** выберите **Операция** — **Выдавливания**.
7. Задайте параметры элемента выдавливания на **Панели свойств**:
 - включите режим **Прямое направление**;
 - выберите способ построения: **На расстояние**;

- укажите значение параметра *Расстояние: 10*;
 - укажите значение параметра *Уклон, гр.: 0*;
 - тип построения тонкой стенки: *Нет*;
 - закончите построение.
8. Выделите мышью ребро центрального отверстия на верхней грани крышки.
9. В меню *Операции* выберите *Дополнительные элементы* — *Фаска*.
10. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:
- способ построения фаски: *По стороне и углу*;
 - длина стороны фаски: *1*;
 - угол фаски: *45*;
 - закончите построение.
11. Постройте фаску с такими же параметрами для ребра на верхней грани крышки.
12. В **Окне детали** выделите мышью верхнюю грань крышки.
13. Постройте крепёжное отверстие в крышке. Для этого вызовите команду  *Отверстие* на **Панели инструментов**.
14. На **Панели свойств** нажмите кнопку *Выбор отверстия*.
Способ построения отверстия: *Через всё*. Из библиотеки отверстий выберите:
- тип: *Отверстие 03*;
 - диаметр отверстия *d:5*;
 - диаметр зенковки *D:7*.
- Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в **Окне детали**. Точка привязки отверстия по умолчанию располагается в начале локальной системы координат плоского объекта, на котором создается это отверстие. Чтобы разместить отверстие в нужном месте, расфиксируйте кнопку **t** на вкладке *Параметры* и введите координаты центра отверстия: *20; 0*.
- Закончите построение.

15. С помощью вспомогательных построений создайте ось вращения. Для этого на инструментальной поверхности нажмите кнопку  **Ось конической поверхности**. В ответ на запрос системы щелкните кнопкой мыши по внутренней цилиндрической поверхности крышки. В Дереве построения детали и в Окне детали появится новый элемент — **Ось конической поверхности**. Закончите построение.

16. В Дереве построения детали выделите элементы **Отверстие:1** и **Ось конической поверхности:1**.

17. Вызовите команду **Массив элементов** — **По концентрической сетке**.

18. В появившемся диалоге установите параметры копирования:

- количество экземпляров по радиальному направлению: **1**;
- количество экземпляров по кольцевому направлению: **6**;
- шаг по кольцевому направлению: **60**;
- режим построения: **Шаг между соседними экземплярами**.
- закончите построение.

19. На этом построение детали закончено. Сохраните созданную деталь в файле с именем "Крышка.m3d".

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте характеристику операции построения массива элементов.
2. Какие существуют способы построения массивов элементов?
3. Дайте характеристику параллелограммной сетки и назовите параметры операции построения массива элементов по параллелограммной сетке.
4. Дайте характеристику и назовите параметры операции построения массива элементов по концентрической сетке.
5. Каковы исходные данные для построения массива элементов вдоль кривой? Назовите параметры операции.

9. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нём создаются выбранные пользователем ассоциативные виды трёхмерной модели (детали или сборки):

- стандартный вид (спереди, сзади, сверху, снизу, справа, слева),
- проекционный вид (вид по направлению, указанному относительно другого вида),
- вид по стрелке,
- разрез/сечение (простой, ступенчатый ломаный),
- местный вид,
- выносной элемент.

Формирование чертежа производится путём последовательного добавления необходимых проекций и разрезов. Первоначально создаётся произвольный вид с указанной пользователем модели, при этом задаётся ориентация модели, наиболее подходящая для главного вида. Далее по этому и следующим видам создаются проекции и разрезы. При необходимости в чертёж могут быть добавлены выносные элементы; изображение любого вида может быть усечено. При создании чертежей простых моделей можно воспользоваться командой **Стандартные виды**, позволяющей сразу получить необходимый набор проекций. Все виды связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде.

Для удобства управления видами можно использовать **Дерево чертежа** (меню **Вид**) — это представленная в графическом виде последовательность создания видов чертежа.

Стандартные виды

Для создания в текущем чертеже стандартных видов модели вызовите команду **Вставка — Вид с модели — Стандартные** или нажмите кнопку  **Стандартные виды** на панели  **Виды**.

В появившемся на экране диалоге выберите файл трёхмерной модели, чертёж которой необходимо построить. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов. На **Панели свойств** (рис. 9.1) появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры создаваемых видов.

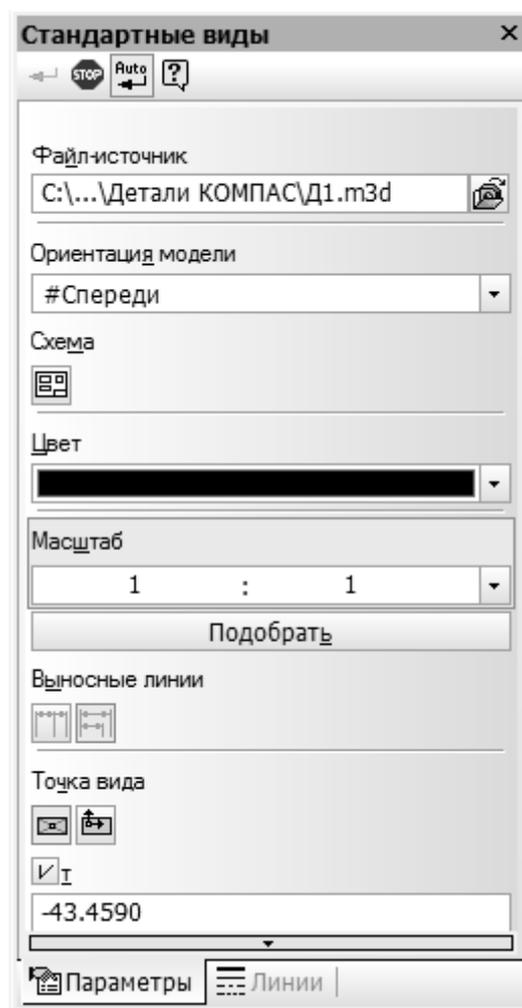


Рис. 9.1. Диалог выбора параметров стандартных видов модели

Чтобы изменить набор стандартных видов выбранной модели, активизируйте переключатель  **Схема видов**. После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите положение точки привязки изображения — начала координат главного вида. В активный документ будут вставлены выбранные виды модели, в основную надпись чертежа передадутся сведения из документа-модели:

обозначение, наименование, масса, материал.

Произвольный вид

Для создания в текущем чертеже произвольного вида модели вызовите команду **Вставка — Вид с модели — Произвольный** или нажмите кнопку  **Произвольный вид** на панели **Виды**.

В появившемся на экране диалоге выберите файл трёхмерной модели, чертёж которой необходимо построить. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника вида. По умолчанию система предлагает создание вида спереди. На **Панели свойств** (рис. 9.2) появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры создаваемых видов.

Выберите вид, который необходимо построить, установите требуемый масштаб, цвет вида. Активизируйте вкладку **Панели свойств Линии** и установите стили линий видимого и невидимого контура, а также линий перехода. На вкладке **Надпись вида** появляются элементы управления, позволяющие настроить надпись вида. Переместите фантом вида так, чтобы он был размещён в требуемом месте. Зафиксируйте вид, щелкнув мышью.

После этого в текущий чертёж будет вставлен выбранный вид, а в основную надпись чертежа передадутся сведения из документа-модели. Ассоциативный вид окружён габаритной пунктирной рамкой. Она служит для выделения вида и на печать не выводится.

Проекционный вид

Для создания в текущем чертеже проекционного вида модели вызовите команду **Вставка — Вид с модели — Проекционный** или нажмите кнопку  **Проекционный вид** на панели **Виды**. Указанная кнопка будет доступна, когда в чертеже уже имеется хотя бы один вид. Укажите в окне чертежа опорный вид для создания проекционного вида. Затем начинайте перемещать курсор (он превратится в изображение начала системы координат) в направлении, соответ-

ствующем виде, который требуется создать. Например, для получения

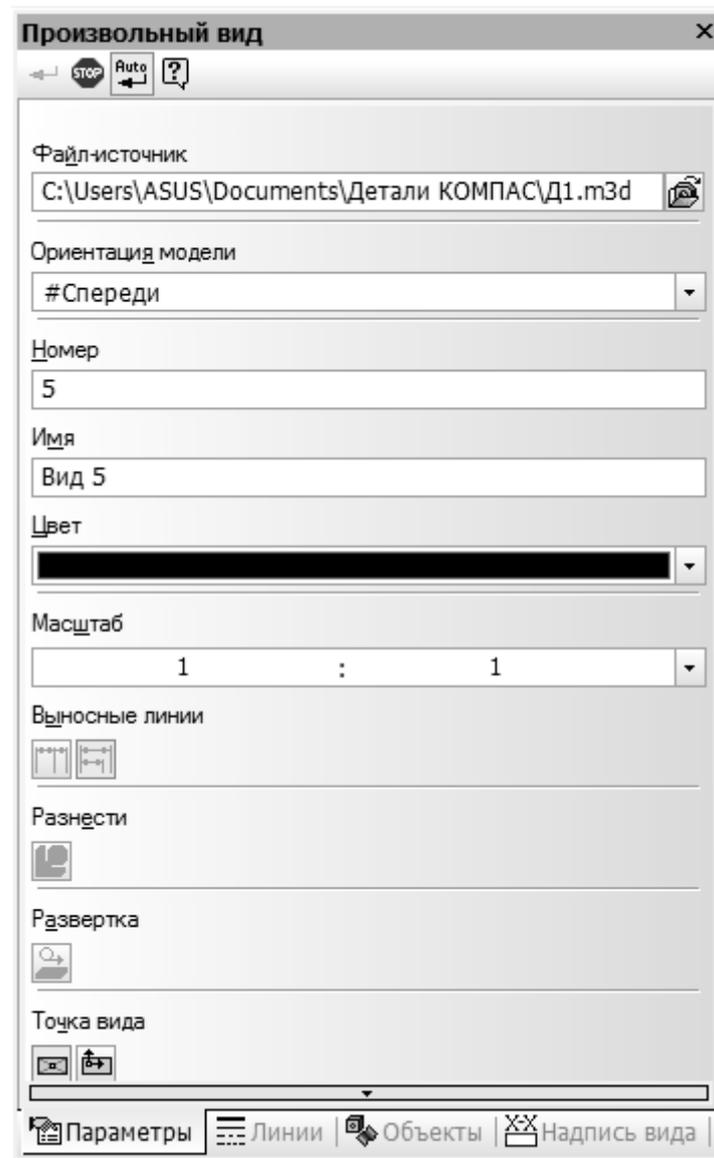


Рис. 9.2. Диалог выбора параметров чертежа детали

вида справа курсор необходимо перемещать слева направо, вида сверху — сверху вниз и т.д. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника вида. На **Панели свойств** появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры создаваемых видов.

Вид по стрелке

Для создания в текущем чертеже вида по стрелке вызовите команду **Вставка — Вид с модели — По стрелке** или нажмите кнопку  **Вид по стрелке** на панели **Виды**. Указанная кнопка будет доступна, когда в чертеже уже имеется хотя бы один вид.

Укажите в поле чертежа стрелку, показывающую направление взгляда (стрелка должна быть построена предварительно). На экране появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника. Элементы управления на **Панели свойств** позволяют задать параметры создаваемых видов.

Местный вид

Для создания в текущем чертеже отдельного, ограниченного места поверхности модели (местного вида) вызовите команду **Вставка — Местный вид** или нажмите кнопку  **Местный вид** на панели **Виды**. Указанная кнопка будет доступна, когда в чертеже уже имеется хотя бы один вид. Границей усечения может являться любой замкнутый контур, который должен быть построен предварительно (окружность, эллипс, замкнутая кривая Безье и т.п.). Необходимым условием корректного построения местного вида является расположение ограничивающего его контура именно в опорном виде. Поэтому при создании контура проследите, чтобы текущим был соответствующий вид.

Укажите в поле чертежа замкнутый контур, ограничивающий местный вид (контур). Содержимое вида, находящееся вне пределов указанного контура, перестает отображаться на экране.

Выносной элемент

Для создания в текущем чертеже выносного элемента требуется наличие в его опорном виде обозначения выносного элемента. Если обозначения нет, создайте его. Для создания обозначения выносного

элемента предназначена команда  **Выносной элемент** на инструментальной панели **Обозначения**. Команда **Выносной элемент** запускается автоматически после простановки в ассоциативном виде обозначения выносного элемента.

Если вы прервали выполнение автоматически запущенной команды, то, чтобы построить выносной элемент, вызовите команду **Выносной элемент** вручную (**Вставка — Вид с модели — Выносной элемент** или нажмите кнопку  **Выносной элемент** на панели **Виды**) и укажите обозначение выносного элемента.

На экране появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника. Элементы управления на **Панели свойств** позволяют задать параметры создаваемых объектов.

Разрез/сечение

Для построения этого вида требуется наличие в его опорном виде обозначения линии разреза. Если обозначения нет, создайте его (команда  **Линия разреза/сечения** на инструментальной панели **Обозначения**).

Команда **Разрез/сечение** запускается автоматически после создания в ассоциативном виде линии разреза/сечения.

Если вы прервали выполнение автоматически запущенной команды, то, чтобы построить разрез или сечение, вызовите команду **Вставка — Вид с модели — Разрез/сечение** или нажмите кнопку  **Разрез/сечение** на панели **Виды** и укажите в окне чертежа обозначение секущей плоскости.

Задайте параметры создаваемых объектов, используя элементы управления на **Панели свойств**. Для настройки параметров штриховки, которая будет использована в создаваемом разрезе (сечении) используйте элементы управления на вкладке **Штриховка**.

Местный разрез

Для построения этого вида требуется наличие в его опорном ви-

де замкнутого контура.

Чтобы построить местный разрез, вызовите команду **Вставка** — **Местный разрез** или нажмите кнопку  **Местный разрез** на панели **Виды**. Укажите в опорном виде замкнутый контур, ограничивающий местный разрез.

После указания контура, ограничивающего местный разрез, на экране появится фантом прямой линии — след секущей плоскости. Обратите внимание на то, что этот фантом виден, только когда курсор проходит над видом, плоскость проекций которого перпендикулярна плоскости проекций создаваемого местного разреза.

Укажите положение секущей плоскости. После этого местный разрез будет построен.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение ассоциативного чертежа одной из деталей, трёхмерная модель которой была построена в разделе «Основные формообразующие операции для создания трёхмерных моделей».

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Рассмотрим приемы создания ассоциативного чертежа на примере чертежа *Кронштейна*.

1. Создайте и сохраните файл чертежа формата *A3*, *горизонтальной* ориентации.
2. Активизируйте панель **Виды**.
3. Нажмите кнопку  **Произвольный вид**.
4. В появившемся диалоге выберите файл, содержащий трёхмерное изображение детали *Кронштейн*. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника вида.
5. Создайте вид сверху. Параметры вида:
 - **вид: *Сверху***;
 - **масштаб 1:1**;
 - **невидимые линии: *Не показывать***.

Поместите фантом левее основной надписи.

Следующий вид *Кронштейна* будет содержать разрез. Чтобы создать вид с разрезом, требуется вначале построить линию разреза. Она должна принадлежать тому виду, через который проходит. Если линия разреза создается в чертеже, уже содержащем несколько видов, то вид, через который она должна пройти, нужно вначале активизировать. Самый быстрый способ активизации вида — двойной щелчок мышью на его рамке.

6. Активизируйте панель  **Обозначения**.

7. Нажмите кнопку  **Линия разреза**.

8. Включите глобальную привязку **Выравнивание**, если она выключена.

9. Постройте линию разреза А–А (рис. 9.3). Помните, что для построения линии ступенчатого или ломаного разреза, необходимо нажать кнопку  **Сложный разрез** на Панели специального управления.

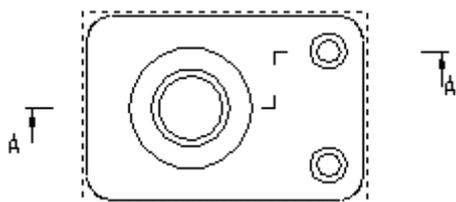


Рис. 9.3. Линия разреза

10. Активизируйте панель  **Виды**.

11. Нажмите кнопку  **Разрез/сечение**.

12. Щелкните курсором по любой линии разреза со стрелкой. В чертеже появится фантом нового вида.

13. Перемещайте курсор вверх относительно существующего вида *Кронштейна*. Вы увидите, что фантом перемещается вслед за курсором.

14. Поместите фантом примерно посередине между существующим видом и верхним краем рамки чертежа. Нажмите левую кнопку мыши. В чертеже будет зафиксирован новый вид. Над ним появится обозначение разреза.

15. Нажмите кнопку  **Проекционный вид**.
16. Щелкните мышью посередине вида с разрезом.
17. Переместите курсор вправо относительно указанного вида и зафиксируйте в чертеже новый вид.
18. Сохраните чертёж.
19. В чертеже теперь находится три вида с изображением *Кронштейна*. После простановки размеров и обозначений мы получаем чертёж, изображённый на рис. 9.4.

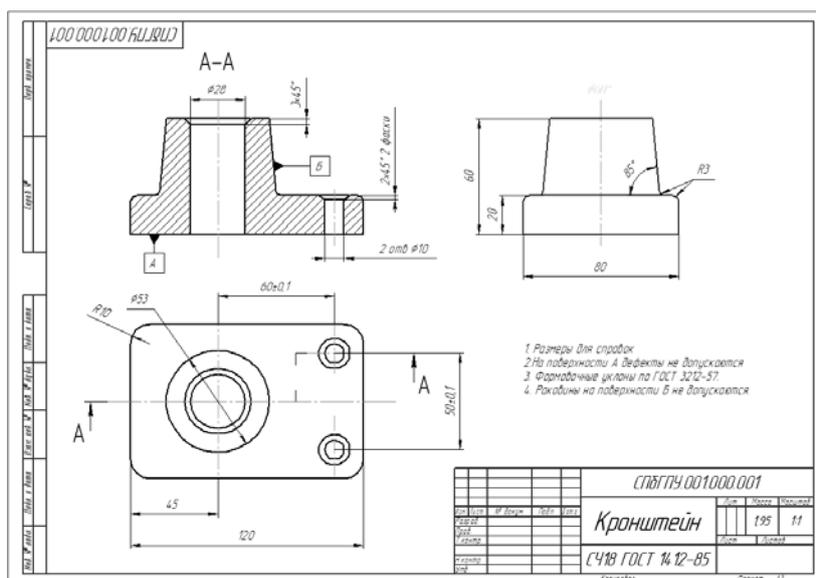


Рис. 9.4. Ассоциативный чертёж детали Кронштейн.

Необходимо отметить, что, если при редактировании вид приходится разрушить на отдельные примитивы (выделить вид и выбрать команду **Разрушить** из контекстного меню), то ассоциативные связи вида и исходной модели также разрушаются.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие ассоциативные виды трёхмерной модели вам известны?
2. Каков порядок формирования ассоциативного чертежа?
3. Какой командой можно воспользоваться при создании чертежей простых моделей?

4. В чём состоят особенности создания отдельных ассоциативных видов?

10. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИСТОВОЙ ДЕТАЛИ

В КОМПАС-3D возможно моделирование деталей, полученных из листового материала с помощью гибки.

Команды, предназначенные для работы с листовыми деталями, расположены в меню **Операции**, а кнопки для их вызова находятся на панели **Элементы листового тела**.

Создание листовой детали начинается с построения листового тела. К нему можно добавлять листовые элементы: **сгибы, пластины, отверстия, вырезы**.

К листовой детали можно также приклеивать формообразующие элементы других типов — выдавливания, вращения, кинематические, по сечениям и вырезать формообразующие элементы из листовой детали. Кроме того, к листовой детали можно добавлять конструктивные элементы (скругления, фаски, ребра, отверстия и т.п.). Для листового тела, пластин, отверстий и вырезов доступны операции копирования. Возможно также зеркальное отображение листовой детали. Однако, следует иметь в виду, что полученные при этом зеркальные копии сгибов не учитываются при сгибании и разгибании сгибов, а также при настройке и отображении развертки.

Параметры листовой детали

Листовая деталь характеризуется **толщиной материала** (S), из которого она изготовлена.

Изогнутые участки (сгибы) детали определяются (рис. 10.1):

- **внутренним радиусом** (R),
- **углом сгиба** (α),
- **шириной освобождения** (W),
- **глубиной освобождения** (H)

Сгиб может и не иметь освобождения.

Кроме того, каждый сгиб имеет пара-

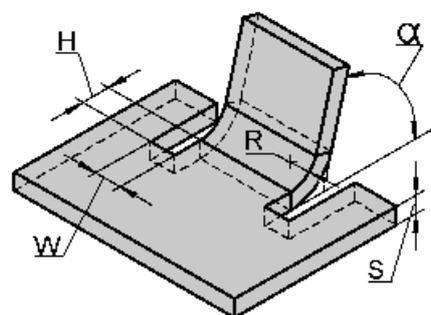


Рис. 10.1. Параметры листовой детали

метр, определяющий *длину развертки* этого сгиба. Таким параметром в зависимости от выбранного способа определения длины развертки является коэффициент нейтрального слоя, или величина сгиба, или уменьшение сгиба.

**Определение длины развертки сгиба с помощью
коэффициента нейтрального слоя**

Длина развертки определяется исходя из предположения наличия в сгибе *нейтрального слоя*.

Нейтральный слой — слой материала детали, который не деформируется при сгибании.

Линия пересечения нейтрального слоя сгиба с плоскостью, перпендикулярной линии сгиба, называется **нейтральной линией**.

Длина развертки цилиндрической части сгиба находится как длина нейтральной линии в ней (рис. 10.2):

$$L = \pi \cdot (R + K \cdot S) \frac{\alpha}{180^\circ},$$

где L — длина нейтрального слоя; R — внутренний радиус сгиба; S — толщина листового материала; K — коэффициент нейтрального слоя; α — угол сгиба.

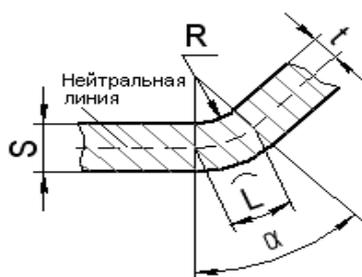


Рис. 10.2. Схема определения нейтрального
слоя

Коэффициент K определяет положение нейтрального слоя:

$$K = \frac{t}{S},$$

где t — расстояние от внутренней поверхности сгиба до нейтрального слоя.

Определение длины развертки сгиба путем задания величины сгиба

Длина развертки цилиндрической части сгиба BA (сокращение от Bend Allowance) задается пользователем. Полная длина развертки сгиба L при разгибании (рис. 10.3) рассчитывается по формуле:

$$L = A + BA + B.$$

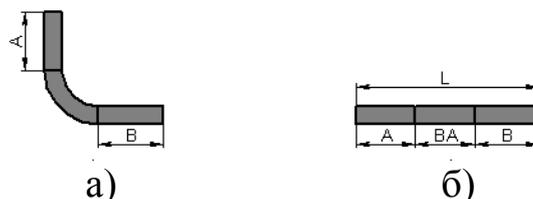


Рис. 10.3. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут.

Определение длины развертки сгиба путем задания уменьшения сгиба

Длина развертки цилиндрической части сгиба I рассчитывается по формуле:

$$I = 2 \cdot a - BD,$$

где BD (сокращение от Bend Deduction) — уменьшение сгиба; задается пользователем, a — геометрический параметр сгиба; определяется системой автоматически (см. рис. 10.4).

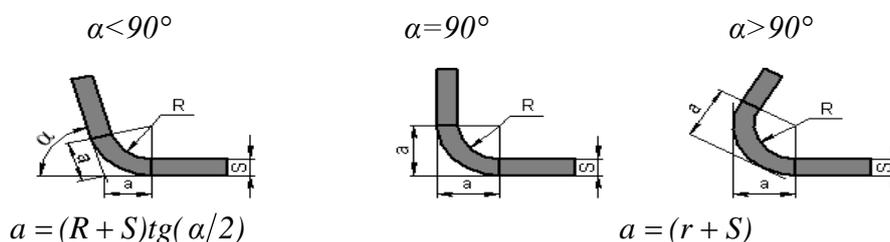


Рис. 10.4. Определение параметра a для различных углов сгиба

Полная длина развертки L при разгибании (см. рис. 10.5) рассчитывается по формуле:

$$L = A' + B' - BD.$$

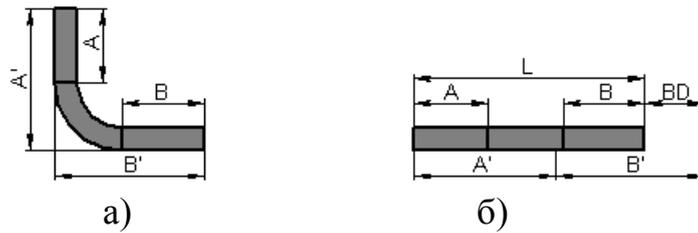


Рис. 10.5. Разгибание сгиба: а) сгиб согнут, б) сгиб разогнут

Для углов сгиба больше 90 градусов значение уменьшения сгиба BD может быть отрицательным.

Кроме того, возможно использование таблиц сгибов, т.е. извлечение параметра, определяющего длину развертки (величины сгиба уменьшения сгиба или коэффициента нейтрального слоя), из таблицы.

В комплект поставки системы КОМПАС-3D входят четыре таблицы сгибов:

- две таблицы коэффициентов, определяющих положение нейтрального слоя: `Sample1_K_factor.loa`, `Sample4_K_factor.loa`;
- таблица величин сгибов `Sample2_Bend_allowance.loa`;
- таблица уменьшений сгибов `Sample3_Bend_deduction.loa`.

Указанные таблицы содержат условные данные и приведены в качестве примера. Целесообразно использовать их в качестве образца для создания пользовательских таблиц сгибов.

Примеры таблиц сгибов находятся в папке, путь к которой задается системной переменной `SHEETMETAL` системы КОМПАС-3D. По умолчанию это подпапка `..\Sys\SHEETMETAL` главной папки системы. Умолчательные значения параметров для всех новых листовых деталей задаются в диалоге настройки свойств листового тела (рис. 10.6).

Этот диалог появляется на экране после вызова команды **Сервис — Параметры — Новые документы — Модель — Деталь — Свойства листового тела**.

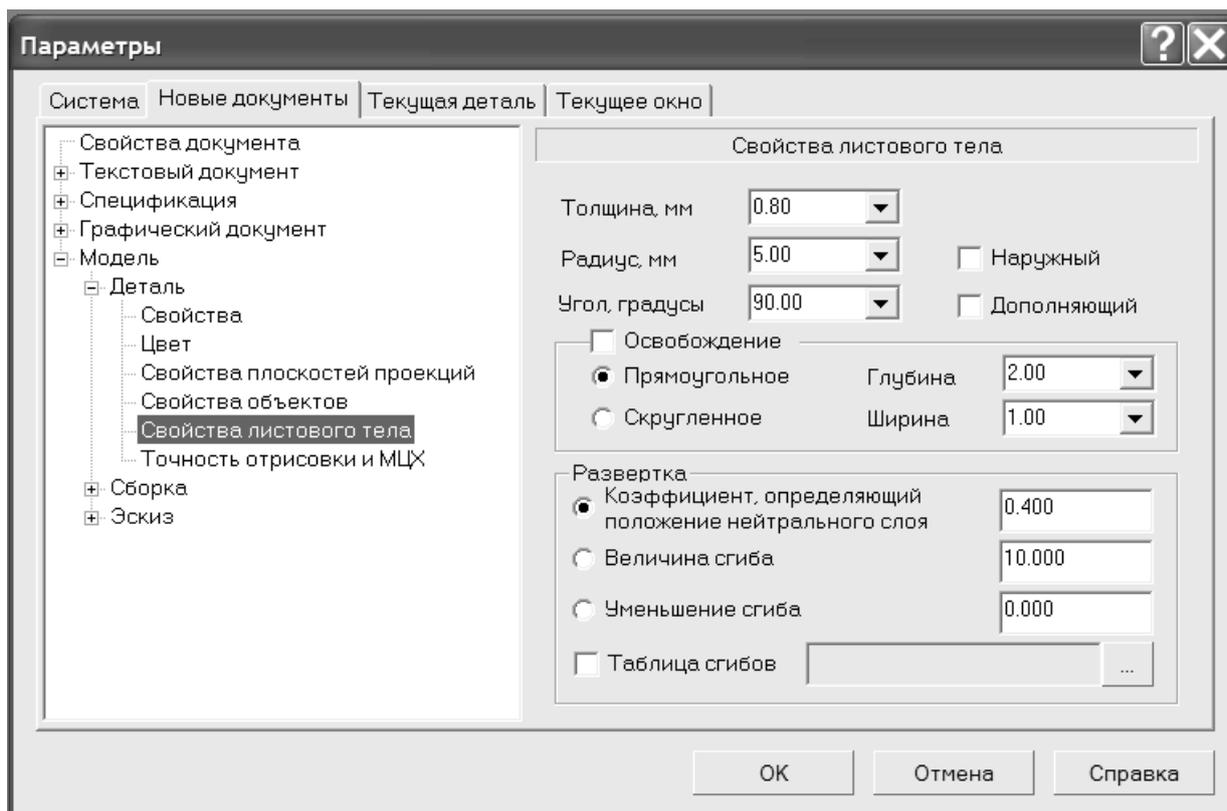


Рис. 10.6. Диалог настройки свойств листового тела

Для каждой конкретной детали умолчательный способ определения длины развертки может быть изменен в аналогичном диалоге настройки свойств листового тела для текущей детали: **Сервис** — **Параметры** — **Текущая деталь** — **Свойства листового тела**.

Кроме того, возможен выбор способа определения длины развертки для каждого конкретного сгиба.

Построение листового тела

Команда Листовое тело

Команда  **Листовое тело** позволяет создать листовое тело. Оно формируется путем выдавливания эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. Перед построением листового тела в детали необходимо создать эскиз, определяющий форму тела.

Эскиз должен удовлетворять определенным требованиям:

- в эскизе может быть один или несколько контуров;

- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него. При этом внешний контур образует форму листового тела, а внутренние контуры образуют отверстия;
- допускается один уровень вложенности контуров.

Дополнительные требования к незамкнутому эскизу:

- эскиз может состоять только из отрезков и дуг окружностей;
- отрезки могут соединяться с дугами только в точках касания.

Команда ***Листовое тело*** доступна, если выделен один эскиз и отсутствует основание детали.

После вызова команды следует ввести параметры листового тела, используя элементы управления на Панели свойств. Эти параметры будут различными для листового тела с замкнутым или разомкнутым эскизом. Параметры листового тела можно задать с помощью характерных точек.

После завершения построения в окне модели появится листовое тело с заданными параметрами, а в **Дереве построения** — пиктограмма листового тела.

Построение листового тела с замкнутым эскизом

Для построения листового тела с замкнутым эскизом необходимо задать следующие параметры:

- ***направление выдавливания эскиза***. Прямое направление показано стрелкой в окне модели. Для изменения направления служит группа переключателей **Направление**;

- ***толщину листового тела*** (фактически толщина является расстоянием, на которое выдавливается эскиз);

- *способ определения длины развертки сгиба*;

После ввода параметров следует завершить построение (рис. 10.7).



Рис. 10.7. Пример построенного листового тела на основе замкнутого эскиза

Построение листового тела с разомкнутым эскизом

Построение листового тела на основе разомкнутого эскиза имеет следующие особенности:

- отрезки в эскизе формируют плоские участки листового тела,
- дуги в эскизе формируют сгибы соответствующих радиусов,
- углы контура в эскизе формируют сгибы с заданным пользователем внутренним радиусом.

Чтобы построить листовое тело с разомкнутым эскизом, необходимо задать его параметры (рис. 10.8):



Рис. 10.8. Пример разомкнутого эскиза для построения листового тела

- *направление выдавливания эскиза*. Прямое направление показано стрелкой в окне модели. Для изменения направления служит группа переключателей *Направление*;
- *способ задания глубины выдавливания*. Для этого следует использовать раскрывающийся список *Способ 1*;
- если выбран способ *До вершины* или *До поверхности*, то становятся доступными переключатели группы *Тип 1*;
- используя переключатели группы *Тип 1*, следует задать направление *глубины выдавливания* относительно выбираемой вершины или поверхности;
- в поле *Расстояние1* следует ввести глубину выдавливания;

– если выбрано выдавливание в двух направлениях, на Панели свойств появляются элементы управления **Способ 2**, **Тип 2** и **Расстояние 2**. Используя эти элементы управления, следует задать параметры второго направления выдавливания аналогично описанному выше;

– выберите направление добавления материала – наружу или внутрь по отношению к поверхности, образованной перемещением эскиза в указанном направлении. Используйте для этого переключатели группы **Направление для толщины**;

– введите толщину слоя добавляемого материала (толщину листового тела) в поле **Толщина**;

– введите в поле **Радиус** сгиба значение внутреннего радиуса для сгибов, соответствующих углам контура (ввод нулевого радиуса сгиба невозможен, минимальное значение — 0,0002 мм);

– укажите способ определения длины развертки сгиба;

– опция **Разогнуть** управляет состоянием листового тела. Если она включена, то результатом построения будет разогнутое листовое тело. При выключенной опции все сгибы будут согнуты.

После ввода параметров следует завершить построение (рис. 10.9).

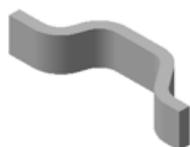


Рис. 10.9. Пример листового тела с разомкнутым эскизом

Обратите внимание на то, что сгибы, получившиеся в результате построения листового тела на основе разомкнутого эскиза, отображаются в **Дереве построения** как самостоятельные объекты.

Элементы листовой детали

Сгибы — цилиндрические участки листовой детали — формируются в ней при выполнении следующих команд:

-  сгиб;
-  сгиб по линии;

-  подсечка.

Каждый сгиб имеет следующие основные параметры:

- значение радиуса и способ его задания (внутренний или наружный);
- значение угла и способ его интерпретации (угол сгиба или дополняющий угол);
- параметр развертки.

Простой сгиб может также иметь такие параметры, как глубина и ширина освобождения.

После вызова любой из перечисленных команд на Панели свойств появляются элементы управления, позволяющие настроить различные параметры операции, в том числе параметры сгибов. Первоначально эти параметры имеют значения, заданные в диалоге настройки листового тела для новых деталей. Если оставить их без изменения, то с параметрами будут связаны умолчательные переменные. В дальнейшем это позволит быстро изменять параметры однотипных сгибов.

Завершив настройку параметров операции, нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.

К проектируемой листовой детали добавится новый элемент, а в **Дереве построения** появится соответствующая пиктограмма.

Команда Сгиб

Позволяет создать сгиб вдоль ребра грани листовой детали. Ребро должно быть прямолинейным и принадлежать внешней или внутренней плоской грани листовой детали. Указанное ребро будет считаться **линией сгиба**, а грань — **базовой гранью** сгиба.

Для создания сгиба нажмите кнопку **Сгиб** на панели **Элементы листового тела** или выберите ее название из меню **Операции**, укажите линию сгиба (по умолчанию отображение фантома листового элемента включено, и в окне модели показывается фантом элемента с текущими параметрами).

Задайте параметры сгиба, используя элементы управления на **Панели свойств**.

- выберите *направление отсчета угла*;
- выберите *тип размещения сгиба* (таблица 10.1) на ребре из раскрывающегося списка;

В зависимости от выбранного варианта на Панели свойств появляются поля для ввода ширины сгиба и/или его отступов от концов ребра. Значение отступа может быть как положительными, так и отрицательным. Положительный отступ откладывается внутрь по отношению к телу детали, а отрицательный — наружу. Значения отступов, при которых сгиб оказывается отделенным от тела детали, не допускаются.

Таблица 10.1

Размещение сгиба на ребре

Тип размещения сгиба	Описание типа
 По всей длине	Ширина сгиба равна длине ребра.
 По центру	Значение ширины сгиба вводится в поле Ширина. Сгиб размещается по центру ребра.
 Слева	Значение ширины вводится в поле Ширина. Сгиб размещается так, чтобы левый конец ребра лежал в плоскости левой стороны сгиба. Левый конец ребра — конец, на котором располагается фантомная стрелка (показывающая прямое направление отсчета угла). Прилежащая к левому концу ребра сторона сгиба также считается левой. Противоположный конец ребра и противоположная сторона сгиба — правые.
 Справа	Значение ширины вводится в поле Ширина. Сгиб размещается так, чтобы правый конец ребра лежал в плоскости правой стороны сгиба.

Окончание табл. 10.1

Тип размещения сгиба	Описание типа
 Два отступа	Ширина сгиба определяется автоматически как разница между длиной ребра и суммарной величиной отступов. Значения отступов слева и справа вводятся в поля Отступ 1 и Отступ 2 соответственно. Положение сгиба определяется размерами отступов.
 Отступ слева	Ширина сгиба и величина отступа вводятся в поля Отступ и Ширина. Сгиб размещается так, чтобы расстояние от левого конца ребра до левой стороны сгиба равнялось заданному значению отступа.
 Отступ справа	Ширина сгиба и величина отступа вводятся в поля Отступ и Ширина. Сгиб размещается так, чтобы расстояние от правого конца ребра до правой стороны сгиба равнялось заданному значению отступа.

– введите значение *ширины сгиба* в поле **Ширина**. По умолчанию это поле содержит значение, равное третьей части длины линии сгиба;

– введите *значения отступов сгиба*;

– выберите *Способ задания длины сгиба* ( *Длина*,  *Длина по контуру*,  *Длина по касанию*) и введите длину в поле *Длина*. Вы можете включить опцию **Внутри**;

– выберите *вариант интерпретации угла* ( *Угол сгиба*,  *Дополняющий угол*) и введите значение угла в поле *Угол*;

– выберите *способ задания радиуса сгиба* ( *Внутренний радиус*,  *Наружный радиус*) и введите значение радиуса в поле *Радиус сгиба*;

– выберите *способ сгиба* и введите величину смещения в соответствующем поле;

При смещении сгиба  **Внутри** или  **Наружу** расстояние смеще-

ния задается пользователем произвольно. Для ввода этого расстояния служит поле Смещение. При нулевом смещении сгиб начинается непосредственно от ребра, а при положительном — сдвигается внутрь или наружу по отношению к телу детали (см. рис. 10.10).

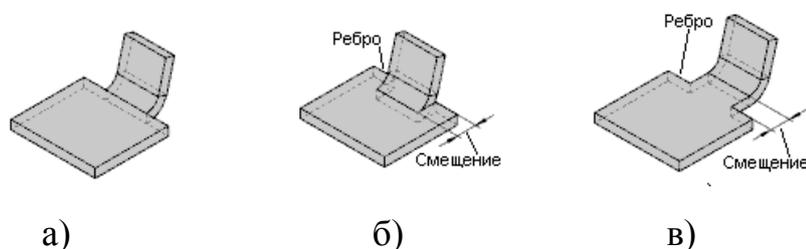


Рис. 10.10. Смещение сгиба: а) нулевое, б) внутрь, в) наружу

При других типах смещения (По внешней линии контура, По внутренней линии контура, По касанию к сгибу) расстояние смещения определяется системой автоматически. Это расстояние зависит от угла сгиба, толщины материала и внутреннего радиуса сгиба.

- укажите *способ определения длины развертки сгиба*;
- выберите *требуемое состояние сгиба*, используя опцию **Разогнуть**;
- при создании сгиба вы можете управлять *параметрами боковых сторон сгиба* с помощью элементов управления, расположенных на вкладке **Боковые стороны**. Возможны два способа: задание угла на сгибе и (или) уклона боковых сторон, либо изменение ширины продолжения сгиба. И то, и другое можно сделать слева, справа, а также в любой комбинации (см. рис. 10.11).

Используя элементы управления, расположенные на вкладке **Освобождение**, вы можете задать *параметры освобождения сгиба и угла*. **Освобождение сгиба** это пазы в листовой детали, расположенные по бокам сгиба. Можно создать **Прямоугольный** и **Скруглённый** паз (рис. 10.12 а, б).

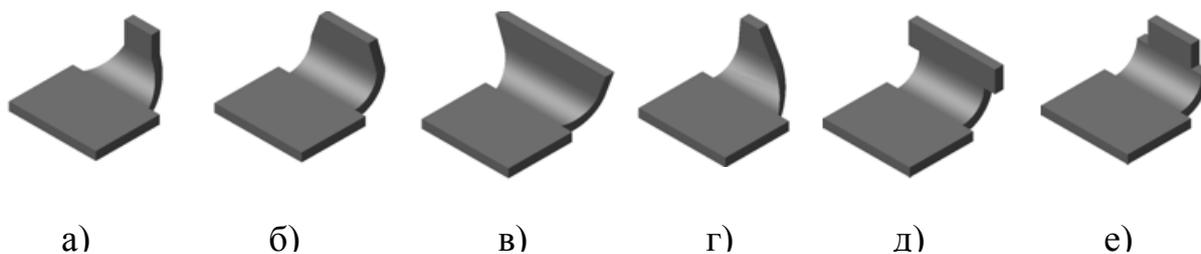


Рис. 10.11. Боковые стороны: а) угол на сгибе; б) уклон боковых сторон продолжения сгиба; в), г) углы на сгибе и уклон боковых сторон продолжения сгиба; д) увеличение ширины продолжения сгиба; е) уменьшение ширины продолжения сгиба

По умолчанию освобождение сгиба перпендикулярно ребру, если же сгиб имеет уклон, то освобождение сгиба будет расположено относительно сгиба под тем же углом (см. рис. 10.12 в).

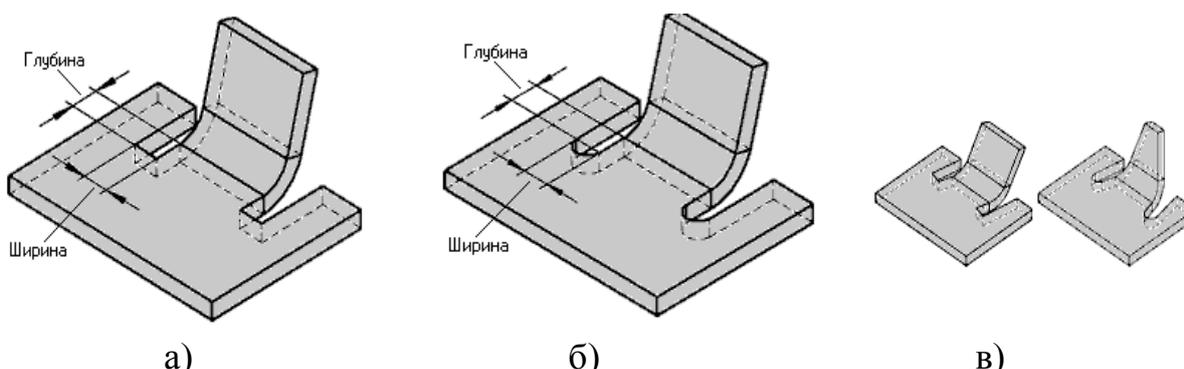


Рис. 10.12 Освобождение угла: а) сгиб с прямоугольным пазом; б) сгиб со скруглённым пазом; в) освобождение сгиба с уклоном

Освобождение угла — это удаление части смежного сгиба, части его продолжения или частей всех сгибов, построенных не его продолжении (см. рис.10.13). Все эти три способа доступны для выбора на **Панели свойств**.

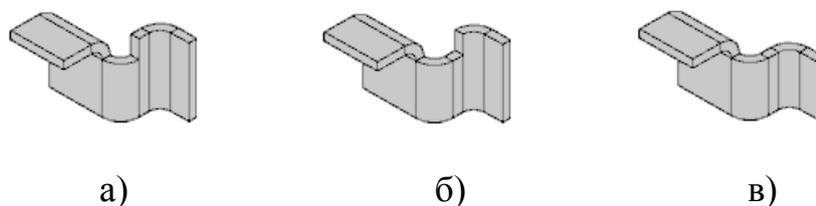


Рис. 10.13. Освобождение угла: а) только сгиб; б) сгиб и его продолжение; в) все сгибы

Команда Сгиб по линии

Отличие этой команды от простого сгиба в том, что в качестве базового объекта используется не ребро детали, а прямая линия (отрезок эскиза, прямолинейное ребро формообразующего элемента или поверхности, сегмент ломаной, вспомогательная ось).

Линия сгиба должна располагаться в плоскости базовой грани и иметь с базовой гранью хотя бы одну общую точку. У этой команды меньше параметров, поэтому не будем останавливаться на них подробно. Отметим лишь, что результат выполнения команды напрямую зависит от положения линии сгиба. Наличие отверстий не является помехой для выполнения команды (рис. 10.14).

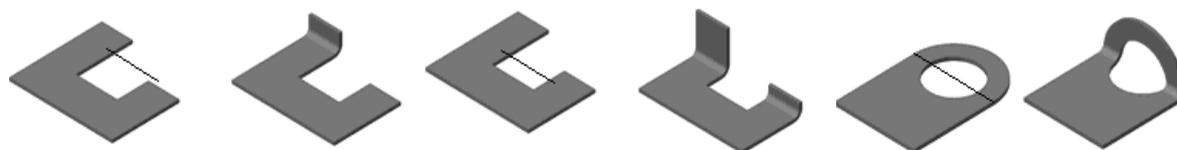


Рис. 10.14. Зависимость результата выполнения команды от положения линии сгиба

Команда Подсечка

Позволяет создать в детали сразу два сгиба по прямой линии относительно какой-либо грани этой детали. Указанные линия и грань будут считаться линией сгиба и базовой гранью подсечки.

В качестве линии сгиба может использоваться любой прямолинейный объект:

- отрезок эскиза;
- сегмент ломаной;
- вспомогательная ось;
- прямолинейное ребро формообразующего элемента или поверхности.

Требования к линии сгиба:

- линия сгиба должна располагаться в плоскости базовой грани,
- линия сгиба должна иметь с базовой гранью хотя бы одну общую точку.

Результат построения подсечки зависит от взаимного расположения базовой грани и линии сгиба (рис. 10.15).

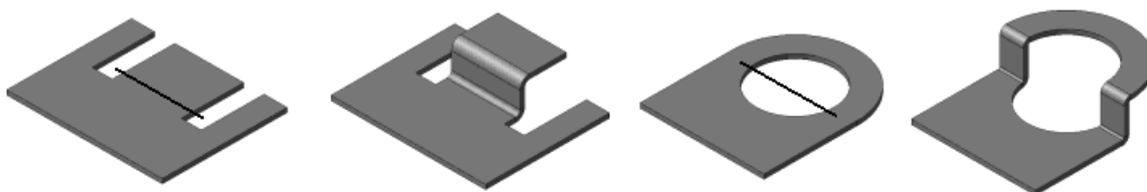


Рис. 10.15. Зависимость результата выполнения команды от положения линии сгиба

Общее правило: сгибается та часть детали, которой принадлежит базовая грань или участок базовой грани, полностью или частично содержащий линию сгиба.

Команда Замыкание углов

Если листовая деталь имеет сгибы, то вы можете замкнуть один или несколько ее углов. Для этого:

- вызовите команду замыкания углов — нажмите кнопку  **Замыкание углов** на панели **Элементы листового тела** (или выберите название команды из меню **Операции — Элементы листового тела**);

- укажите пару смежных сгибов. Для этого выберите боковую грань цилиндрической части одного из них или ребро, принадлежащее этой боковой грани. В окне модели подсветятся боковые грани выбранных смежных сгибов и их продолжений (стороны замыкаемого угла). На вкладке **Параметры Панели свойств** появятся элементы для настройки замыкания;

- выберите *способ замыкания: встык* или *с перекрытием* (рис. 10.16). Для замыкания с перекрытием можно изменить направление перекрытия с помощью кнопки *Изменить перекрытие*;
- задайте величину зазора.

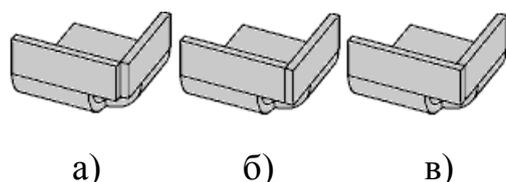


Рис.10.16. Замыкание углов: а) замыкание встык;
б), в) замыкание с перекрытием

Завершив настройку замыкания углов, нажмите кнопку *Создать объект* на **Панели специального управления**.

Выбранные углы будут замкнуты, а в **Дереве построения** появится пиктограмма замыкания углов.

За один вызов команды **Замыкание углов** вы можете указать несколько углов для замыкания. Их список отображается на панели **Углы**.

Команды *Отверстие и Вырез*

Команда  **Отверстие в листовом теле** предназначена для быстрого создания круглых отверстий в детали без предварительного вычерчивания эскиза. Если же конфигурация выреза более сложная, то необходимо использовать команду

 **Вырез в листовом теле** — она работает именно с таким эскизом. Типы построения для обеих команд одинаковы, поэтому рассмотрим их вместе. Всего таких типа три: *по толщине*, *на глубину*, *до грани*. Отверстие и вырез, построенные *по толщине*, проходят от указанной грани до противоположной ей в направлении, перпендикулярном этим граням. Если отверстие захватывает сгиб или сгиб вместе с примыкающими к нему частями детали, то оно переходит на этот сгиб и на примыкающие части как «обёртка». Построение отверстия или выреза способом *на глубину* или *до грани* — это, по сути,

вырезание элемента выдавливания с заданием произвольного расстояния выдавливания или с указанием грани для определения глубины.

Команда *Пластина*

Команда  **Пластина** позволяет создавать плоские элементы, приклеенные к листовой детали. Для этого достаточно начертить эскиз, определяющий форму пластины. Пристыковка нового элемента и задание его толщины происходит автоматически. Требования к эскизу пластины:

- эскиз может содержать один или несколько контуров;
- контуры в эскизе должны быть замкнуты;
- контуры могут быть вложенными. Уровень вложенности — один;
- контур эскиза должен пересекаться с контуром базовой грани или иметь с ним общие точки.

Команды *Закрытая штамповка* и *Открытая штамповка*

Позволяют создать в листовой детали соответственно закрытую и открытую штамповку (рис. 10.17).

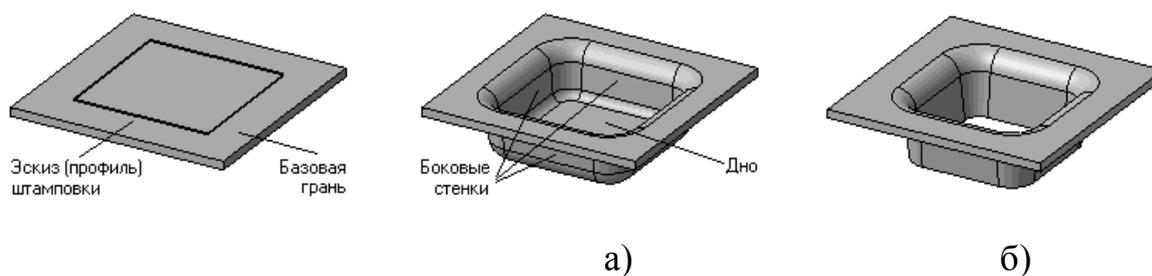


Рис. 10.17. Штамповка: а) закрытая; б) открытая

Грань, содержащая эскиз штамповки, считается базовой. Базовой гранью штамповки может быть только внешняя или внутренняя плоская грань листового тела или листового элемента.

Требования к эскизу штамповки:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур должен быть замкнут;

– контур должен полностью находиться в пределах базовой грани (т.е. не должен иметь общих точек с ее ребрами).

Фактически создание штамповки относится не к операциям гибки, а к операциям деформирования, когда листовый материал вытягивается и его толщина уменьшается. При выполнении команды **Открытая** или **Закрытая штамповка** это изменение толщины материала не учитывается.

Команды могут быть вызваны нажатием на кнопки  **Закрытая штамповка** или  **Открытая штамповка** на панели **Элементы листового тела** или выбором названия команды из меню **Операции**.

Параметры этих операций схожи:

– задайте **Направление построения** штамповки (оно определяет, по какую сторону от базовой грани будет располагаться штамповка);

–   выберите сторону от профиля, с которой будет располагаться неподвижная часть грани;

– выберите способ задания высоты штамповки:  **Полный**,  **Внутри** или  **Снаружи** для закрытой штамповки и  **Полный** или  **Снаружи** для открытой. Введите значение высоты в поле **Высота**;

– укажите направление добавления материала боковых стенок:  **внутри** или  **наружу** по отношению к поверхности, образованной перемещением профиля в направлении построения;

– чтобы уклонить боковые стенки штамповки, введите значение угла уклона в поле **Угол уклона**. Нулевое значение в поле **Угол уклона** означает построение без уклона;

– чтобы скруглить боковые ребра, включите опцию **Скругление ребер** и введите радиус скругления в поле **Радиус**. Заданное значение радиуса R используется для скругления внутренних боковых ребер. Радиус скругления внешних ребер равен сумме $(R + S)$, где S - толщина листового материала. Минимальное значение радиуса скругления боковых ребер — 0;

– чтобы скруглить ребра основания (рис. 10.18), включите опцию **Скругление основания** и введите радиус скругления в поле **Радиус скругления основания**. Заданное значение радиуса R используется для скругления внешних ребер основания. Радиус скругления внутренних ребер равен сумме $(R + S)$, где S — толщина листового материала. Минимальное значение радиуса скругления ребер основания — 0;

– для скругления ребер дна (ребер, образующихся на стыках граней дна штамповки и граней ее боковых стенок), включите опцию **Скругление дна** и введите радиус скругления в поле **Радиус скругления дна**.

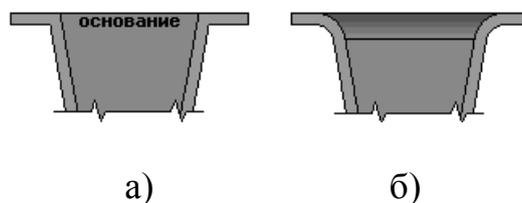


Рис. 10.18. Поперечный разрез штамповки (буртика): а) без скругления ребер основания, б) с радиусом скругления больше нуля

Подтвердите формирование штамповки, нажав кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**. В детали появится открытая (или закрытая) штамповка, а в **Дереве построения** — ее пиктограмма.

Команды Разогнуть и Согнуть

Сгибы, имеющиеся в листовой детали, могут отображаться как в согнутом, так и в разогнутом состоянии (не нужно путать с развёрткой). Состоянием сгиба пользователь управляет либо непосредственно при создании сгиба, либо позже с помощью команд  **Разогнуть** и  **Согнуть** из меню **Операции — Элементы листового тела**. После вызова любой из этих команд требуется указать неподвижную грань и выбрать, какие сгибы нужно разогнуть или согнуть. Данные команды применяются в том случае, если какие-либо операции удобнее делать

при другом положении сгиба.

Развертка листовой детали

В этом режиме выбранные пользователем сгибы показываются в согнутом состоянии, а остальные — в разогнутом.

Состояния сгибов, установленные в режиме редактирования детали, при переходе в режим развертки игнорируются.

Чтобы переключиться в режим развернутого отображения, вызовите команду **Операции — Элементы листового тела —  Развертка**. Текущая деталь будет показана в соответствии с хранящимися в ней параметрами развертки. К имени документа в заголовке окна добавляется слово "Развертка" в круглых скобках.

В режиме развертки возможен просмотр детали, а также изменение ее геометрических и массо-центровочных характеристик. Редактирование детали в этом режиме невозможно.

Чтобы перейти в обычный режим работы с листовой деталью, следует вызвать команду повторно.

Перед переключением в режим развернутого отображения листовой детали необходимо установить параметры развертки — выбрать неподвижную грань и задать состояния сгибов.

Чтобы задать параметры развертки, вызовите команду **Операции — Элементы листового тела —  Параметры развертки**. На Панели свойств появятся элементы, позволяющие настроить развертку: **Неподвижная грань** и **Выбор сгибов** (рис. 10.19)

Неподвижная грань — любая плоская грань листовой детали, принадлежащая той ее части, которая останется неподвижной в результате сгибания или разгибания сгиба (сгибов).

Чтобы выбрать неподвижную грань, активизируйте переключатель  **Неподвижная грань** и укажите нужную грань в окне детали.

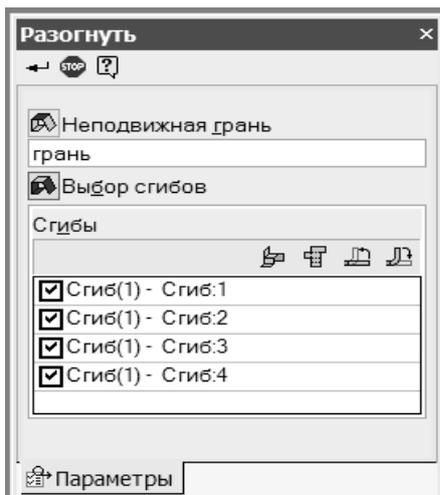


Рис. 10.19. Диалог настройки параметров развёртки

В **Окне детали** будет подсвечена выбранная грань, а в **Дереве построения** — элемент, которому эта грань принадлежит.

Чтобы задать для сгибов состояние, в которых они будут находиться в режиме развёртки, активизируйте переключатель  **Выбор сгибов**. После этого станет доступна панель **Сгибы**.

Панель содержит список всех сгибов, которые построены в текущей детали.

Слева от названий сгибов отображаются квадратики — поля, которые могут содержать отметки ("галочки"). Отмеченные сгибы будут показаны в режиме развёртки разогнутыми, а сгибы без отметок — согнутыми. Чтобы ускорить настройку, воспользуйтесь кнопками, расположенными над списком сгибов.

Итогом работы конструктора обычно является чертёж. Ассоциативные виды листовой детали в чертеже создаются так же, как и ассоциативные виды обычной детали. При этом, если в листовой детали настроены параметры развёртки, то в чертеже возможно формирование изображения развёртки этой детали с отрисовкой линий сгибов.

Формирование изображения развёртки возможно при создании следующих ассоциативных видов:

- произвольный вид;
- проекционный вид;
- вид по стрелке.

Чтобы сформировать в создаваемом виде изображение развёртки, активизируйте переключатель  **Развёртка** на вкладке **Параметры**.

ры Панели свойств. Он доступен, если в детали настроены параметры развертки.

Управление отрисовкой линий сгиба производится на вкладке *Линии*. Автоматическая отрисовка линий сгиба на виде возможна, если плоскость проекций этого вида параллельна плоским граням, полученным при разгибании сгибов. Включите  *отрисовку линий сгиба*, настройте остальные параметры вида, после чего подтвердите его создание.

Произвольному виду с изображением развертки автоматически присваивается обозначение, содержащее условное графическое обозначение \ominus (2:1) "разогнуто" и масштаб, если он отличается от масштаба, указанного в основной надписи.

При создании *вида по стрелке* и *проекционного вида* выбор ориентации из списка невозможен, так как положение плоскостей проекций этих видов зависит от направления взгляда. Выбирая это направление, необходимо учитывать расположение развернутой детали.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение трёхмерной модели детали и её ассоциативного чертежа в соответствии с вариантом задания (см. Приложение б).

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Создадим трёхмерную модель детали Крышка. На рис. 10.20 представлена трёхмерная модель. На рис. 10.21 — чертёж детали.

9. Произведите настройку свойств листового тела для новых документов. В меню *Сервис* выберите *Параметры* — *Новые документы* — *Модель* — *Деталь* — *Свойства листового тела*.

10. Задайте параметры листового тела:

- *толщина*, мм: 0.8;

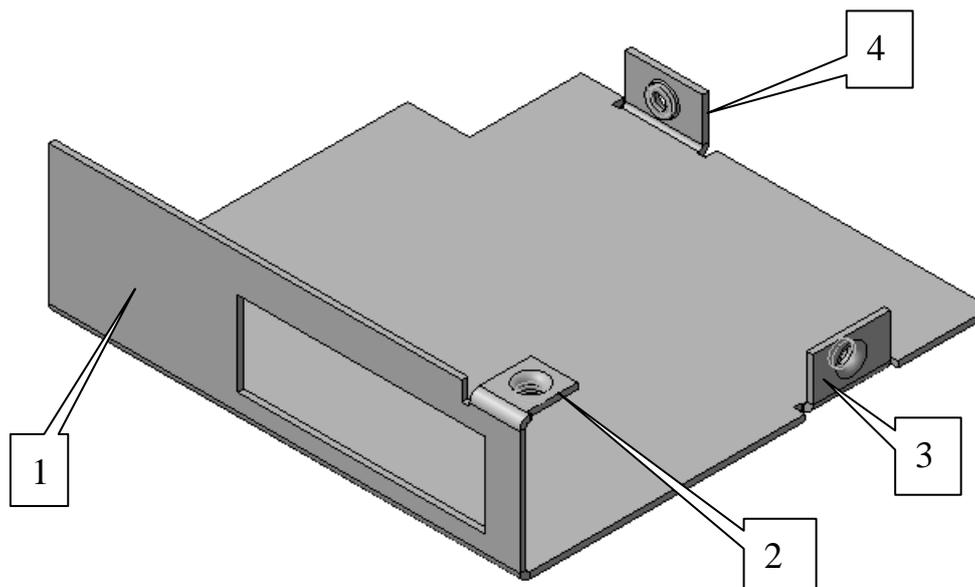


Рис. 10.20. Модель детали Крышка

- *радиус*(сгиба), мм: 0.5; переключатель *Наружный* — *выключен*;
- *угол*, град.: 90; переключатель *Дополняющий* — *выключен*;
- переключатель *Освобождение* — *выключен*;
- переключатель *Прямоугольное* — *включен*;
- *глубина* освобождения: 0.2 ;
- *ширина* освобождения: 1 ;
- развертка: *Коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя: 0.4.*

Задав параметры листового тела, нажмите кнопку **ОК**.

11. Создайте новый файл детали: **Файл** — **Создать деталь**.

Присвойте детали имя — Крышка.

12. Выделите в **Дереве построений** объект "Плоскость XY"

13. Создайте новый эскиз на выделенной плоскости:  **Новый эскиз**.

14. В соответствии с рис. 10.22 постройте эскиз основания детали.

Выйдите из режима редактирования эскиза. В Дереве построения появится созданный объект под именем "Эскиз:1".

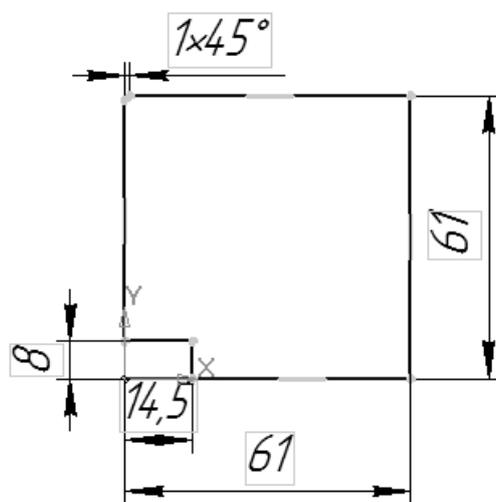


Рис. 10.22. Эскиз основания детали

7. В меню **Операции** выберите **Элементы листового тела** — **Листовое тело**.

8. Задайте параметры листового тела на **Панели свойств**:

- включите режим **Прямое направление**;
- проверьте правильность задания толщины листового материала: **0.8**;

• закончите построение.

9. Для построения сгиба №1 (см. рис.10.20) выделите в окне построения модели ребро длиной 61 мм, не имеющее фаски.

10. В меню **Элементы листового тела** выберите **Сгиб**.

11. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- направление построения: **Прямое направление**;

Направление построения сгиба зависит от того, какое ребро листовой детали было выбрано. В нашем случае **Прямое направление** оказывается верным, если было выбрано ребро, принадлежащее верхней грани. В противном случае необходимо выбрать **Обратное направление**. Направление построения сгиба отражает стрелка-фантом.

- тип размещения сгиба на выбранном ребре:  **По всей длине**;
- задание длины:  **Длина по контуру: 19.4**;
- способ задания угла:  **Угол сгиба: 90** (задан по умолчанию);
- способ задания радиуса:  **Внутренний радиус: 0.5** (задан по умолчанию);

- тип смещения сгиба относительно выбранного ребра:  **Смещение внутрь: 1.3** (величина складывается из толщины листа и внутреннего радиуса сгиба);

- закончите построение.

12. Построим вырез прямоугольной формы в листовом теле.

13. Выделите в окне построения модели внешнюю грань сгиба №1.

14. На выделенной грани постройте эскиз, изображённый на рис. 10.23.

15. В меню **Элементы листового тела** выберите  **Вырез в листовом теле**.

16. На вкладке **Параметры операции** включите кнопку: **Построение выреза по толщине листового материала**. Закончите построение.

17. Для построения сгиба №2, выделите верхнее ребро сгиба №1.

18. В меню **Элементы листового тела** выберите **Сгиб**.

19. На **Панели свойств** выберите вкладку **Параметры операции**. Задайте следующие параметры:

- направление построения (в зависимости от того, какое ребро было выделено);
- тип размещения сгиба:  **Слева**;
- ширина сгиба: **6.5**;
- задание длины: **Длина по контуру: 8.0**;

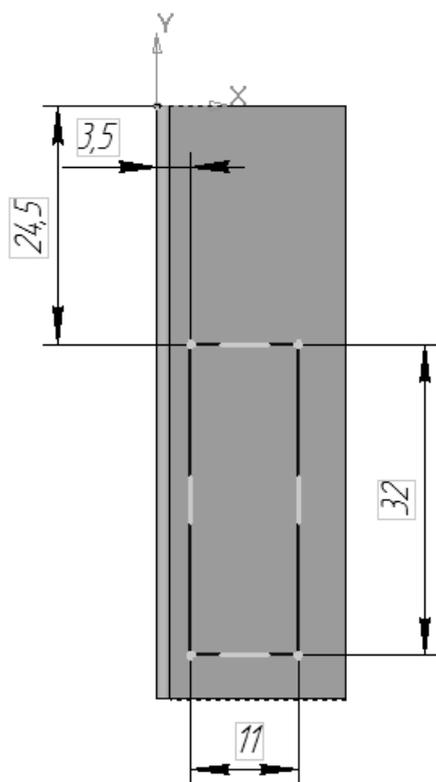


Рис. 10.23. Эскиз выреза **Прямоугольное** (задано по умолчанию);

- глубина освобождения сгиба: **0.4**;
- ширина освобождения сгиба: **1** (по умолчанию);
- закончите построение.

20. Аналогично постройте сгиб №3.

Параметры сгиба:

- тип размещения сгиба: **Два отступа**;
- отступ слева: **11.0**;
- отступ справа: **35.7**;
- задание длины: **Длина по контуру: 7.0**;
- способ задания угла: **Угол сгиба: 90**;
- способ задания радиуса: **Внутренний радиус: 0.5**;
- тип смещения сгиба относительно выбранного ребра: **Смещение внутрь: 1.3**;
- на вкладке **Освобождение** задайте:

- способ задания угла: **Угол сгиба: 90** (задан по умолчанию);
- способ задания радиуса: **Внутренний радиус: 0.5** (задан по умолчанию);
- тип смещения сгиба относительно выбранного ребра: **Смещение внутрь: 2.1**;
- на вкладке **Освобождение** задайте:
- кнопка **Освобождение сгиба: включить**;
- форма освобождения сгиба:

- кнопка **Освобождение сгиба: включить**; проверьте параметры, заданные по умолчанию:

- форма освобождения сгиба: **Прямоугольное**;
- глубина освобождения сгиба: **0.2**;
- ширина освобождения сгиба: **1**.

21. Параметры сгиба №4:

- тип размещения сгиба: **Два отступа**;
- отступ слева: **5.5**;
- отступ справа: **34.5**;
- остальные параметры такие же, как у сгиба №3.

Построим прямоугольный вырез, расположенный на сгибе №2 (рис. 10.24).

22. Выделите верхнюю грань сгиба и постройте на ней эскиз, представленный на рис. 10.25.

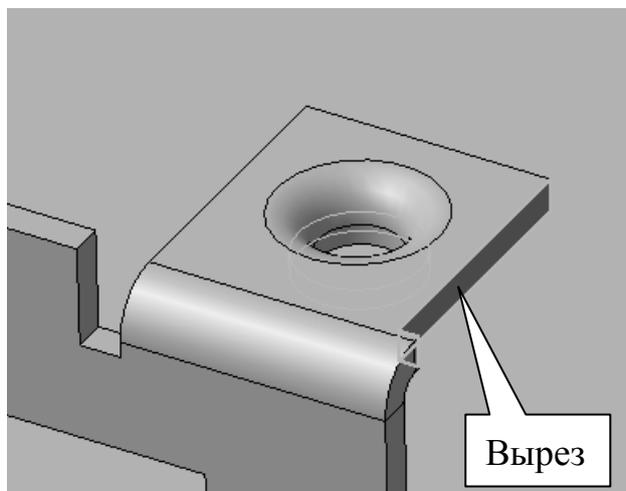


Рис. 10.24. Прямоугольный вырез

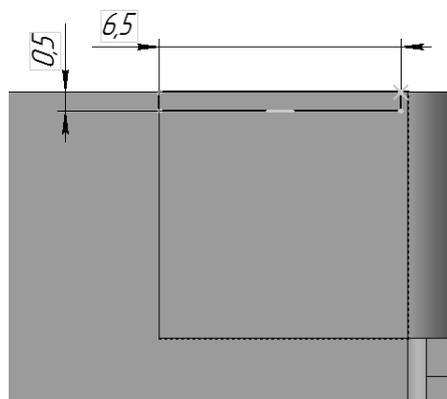


Рис. 10.25. Эскиз выреза

23. В меню **Элементы листового тела** выберите  **Вырез в листовом теле**.

24. На вкладке **Параметры операции** включите кнопку: *Построение выреза по толщине листового материала*. Закончите построение.

Далее предстоит создать отверстия в сгибах №2, №3, №4.

25. Выделите верхнюю грань сгиба №2 и постройте эскиз отверстия (рис. 10.26).

26. В меню *Элементы листового тела* выберите операцию  **Открытая штамповка**.

27. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- направление построения: *Обратное направление*;
-  *материал грани будет оставаться со стороны 1 от профиля*;

-  *полный размер высоты: 1.5*;

- направление построения: *Обратное направление*;

-  *материал грани будет оставаться со стороны 1 от профиля*;

-  *полный размер высоты: 1.5*;

- толщина боковых стенок будет откладываться:  *Наружу*;

- скругление основания: Радиус *0.2*;

- закончите построение.

28. Эскиз отверстия в сгибе №3 представлен на рис. 10.27.

29. Параметры операции **Открытая штамповка** такие же, как для отверстия в сгибе №2.

Как уже отмечалось ранее, бывают случаи, когда некоторые операции удобнее выполнять при другом положении сгиба. Используем операцию **Разогнуть** для создания штамповки в сгибе №4.

30. В меню *Элементы листового тела* выберите  **Разогнуть**.

На вкладке **Параметры операции**:

- включите кнопку:  **Неподвижная грань** и укажите в **Окне детали** одну из граней основания;

- включите кнопку  **Выбор сгибов** и выделите в Дереве построения *Сгиб №4*;
- закончите построение.

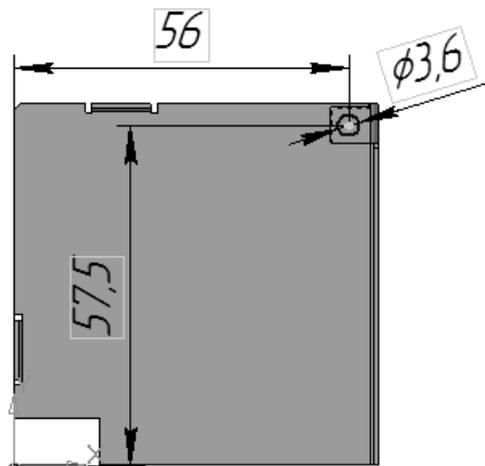


Рис. 10.26. Эскиз отверстия в сгибе №2

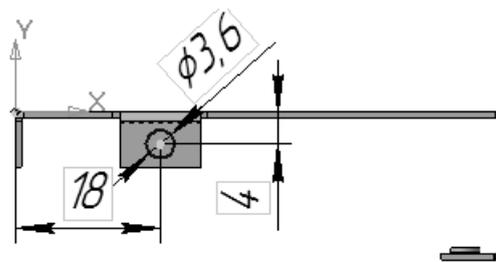


Рис. 10.27. Эскиз отверстия в сгибе №3

31. Постройте эскиз отверстия в сгибе №4 (рис.10.28). Параметры операции **Открытая штамповка** такие же, как для отверстия в сгибе №2.

32. В меню **Элементы листового тела** выберите  **Согнуть**. На вкладке **Параметры операции** задайте неподвижную грань и сгиб №4.

33. Зададим параметры развёртки нашей детали. Для этого вызовите команду **Операции — Элементы листового тела —  Параметры развертки**.

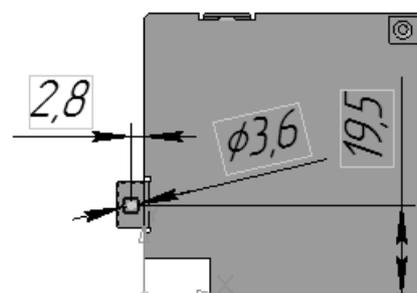


Рис. 10.28. Эскиз отверстия в сгибе №4

34. Активизируйте переключатель  **Неподвижная грань** и укажите внутреннюю грань основания в окне детали.

35. Активизируйте переключатель  **Выбор сгибов** и выберите все четыре сгиба, имеющиеся в модели. Закончите операцию.

36. Переключитесь в режим развернутого отображения, вызвав команду **Операции — Элементы листового тела —  Раз-**

вертка. Чтобы перейти в обычный режим работы с листовой деталью, следует вызвать команду повторно.

37. Сохраните созданную деталь в файле с именем «Крышка».

38. Создайте ассоциативный чертёж детали, изображённый на рис. 10.22 (кроме вида, содержащего развёртку).

39. На панели **Виды** выберите команду **Произвольный вид**. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- ориентация вида: **Спереди**;
- активизируйте переключатель  **Развертка**;
- на вкладке **Линии** включите  **отрисовку линий сгиба**;
- настройте остальные параметры вида, после чего подтвердите его создание.

44. Убедитесь в том, что в чертеже появился произвольный вид с изображением развертки. Этому виду автоматически присваивается обозначение, содержащее условное графическое обозначение  "разогнуто".

45. Сохраните ассоциативный чертёж детали «Крышка».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные параметры листовой детали.
2. Перечислите требования к эскизу листового тела.
3. Назовите особенности построения листового тела с разомкнутым эскизом.
4. Какие элементы листовой детали вы знаете?
5. Каковы основные параметры сгиба?
6. Назовите способы замыкания углов.
7. Какие требования предъявляются к эскизу штамповки?
8. В каких случаях используют команды «Разогнуть» и «Согнуть»?
9. Что такое «Развёртка»? Назовите параметры развёртки.

11. МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОК ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ДОБАВЛЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ

Сборка — трёхмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также содержащая информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между их параметрами.

Компонент — деталь, подборка или стандартное изделие, входящее в состав сборки.

Подборка — сборка, входящая в состав текущей сборки. Одна и та же сборка может являться подборкой по отношению к одной сборке и главной сборкой по отношению к своим компонентам.

В КОМПАС-3D существует два способа добавления компонентов в сборку: добавление уже готовых (созданных заранее и хранящихся на диске) компонентов, т.н. способ «снизу вверх»; создание компонентов в контексте сборки — способ «сверху вниз».

На практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приёмы проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

В сборку вставляются готовые модели компонентов, определяющих её основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Например, при проектировании редуктора вначале создаются модели отдельных деталей — зубчатых колёс, затем эти детали вставляются в сборку и производится их компоновка. Остальные компоненты (корпус, крышки и прочие детали, окружающие колёса и зависящие от их размера и положения) создаются «на месте» (в сборке) с учётом размеров и положения окружающих компонентов.

Пользователь может указать взаимное положение компонентов сборки, задав сопряжения (параметрической связи) между их гранями, рёбрами и вершинами. В сборке можно также выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе

(например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки, или отсечь часть сборки плоскостью).

В этом разделе мы будем рассматривать способ проектирования сборок «снизу вверх».

Проектирование «снизу вверх»

Если в файлах на диске уже существуют все компоненты, из которых должна состоять сборка, их можно вставить в сборку, а затем установить требуемые сопряжения между ними. Этот способ проектирования напоминает действия слесаря-сборщика, последовательно добавляющего в сборку детали и узлы и устанавливающего их взаимное положение.

Несмотря на кажущуюся простоту, такой порядок проектирования применяется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что форма и размеры деталей в сборках всегда взаимосвязаны. Для моделирования отдельных деталей с целью последующей их сборки требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять, помнить (или специально записывать) размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение одной из сборок, приведённых в Приложении 7.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Создадим трёхмерную модель сборки втулки и стакана, (рис. 11.1).

1. Самостоятельно создайте трёхмерные модели втулки и стакана. Чертежи деталей представлены на рис 11.2.

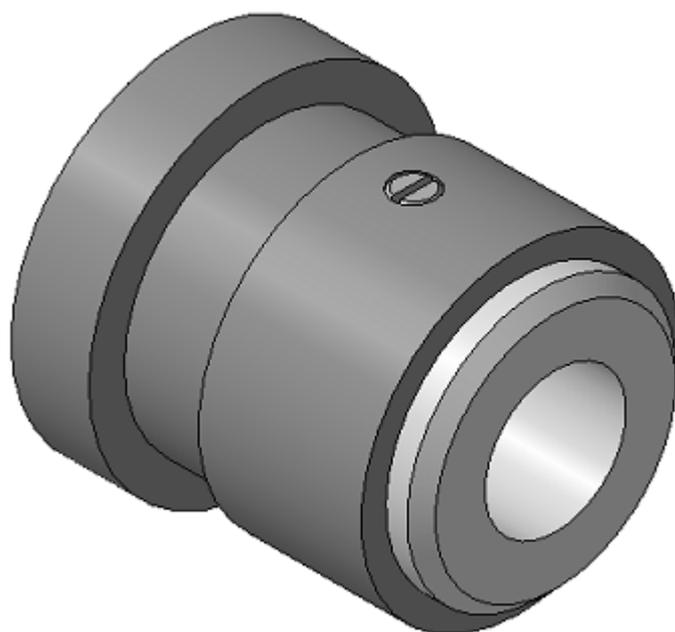


Рис. 11.1. Трёхмерная модель сборочной единицы Втулка-Стакан

2. Создайте новый файл сборки: **Файл** — **Создать** — **Сборка**. Сохраните новый файл под именем *Сборка добавлением компонентов.а3d*;

3. Нажмите кнопку  **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**. В появившемся диалоге выберите файл детали *Стакан.т3d*. В окне сборки появится фантом детали.

Если вставленный компонент — первый в сборке, он будет автоматически зафиксирован в том положении, в котором был вставлен. Зафиксированный компонент не может быть перемещён в системе координат сборки.

Если необходимо, вы можете отключить фиксацию компонента. Для этого выделите компонент в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Отключить фиксацию**.

4. Щелкните мышью на объекте **Начало координат** в Дереве построения — осуществление привязки системы координат *Стакана* к системе координат сборки *Втулка-Стакан* (эти системы координат будут совпадать).

5. Добавьте из файла в сборку деталь *Втулка*. Поместите деталь в любом месте окна. Тем самым Вы укажете произвольное положение *Втулки*.

6. Нажмите кнопку  **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки**. Переместите курсор на изображение *Втулки* и нажмите левую кнопку мыши. Не отпуская кнопку, перемещайте *Втулку* в окне сборки. Попробуйте аналогичным образом переместить *Стакан*. Вы увидите, что *Стакан* не перемещается в системе координат сборки. Это происходит потому, что вставленный в сборку компонент (в данном случае — *Стакан*) автоматически фиксируется в системе координат сборки.

В КОМПАС-3D предусмотрено несколько способов перемещения компонентов сборки в её системе координат. Вы можете повернуть компонент вокруг центра его габаритного параллелепипеда, вокруг оси или вокруг точки, а также сдвинуть компонент в любом направлении.

При любом способе перемещения компонента сборки вы можете использовать режим контроля соударений. В этом режиме перемещение компонентов ограничено их формой и размерами: движение возможно только до «соприкосновения» с другим компонентом.

Режим контроля соударений включается и настраивается после вызова команды перемещения компонента:

1) нажмите кнопку  **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки**;

2) нажмите кнопку  **Включить контроль соударений компонентов** на **Панели специального управления**. На **Панели свойств** станут доступными переключатели режимов контроля соударений;

3) активизируйте переключатель  **Контролировать соударения всех компонентов**;

4) активизируйте переключатель  **Подсветка граней при соударении включена**;

5) активизируйте переключатель  **Звуковой сигнал при соударении включён**;

6) активизируйте переключатель  **Останавливать при соударении**;

7) перемещайте *Втулку* в окне сборки.

Убедитесь, что в этом режиме не происходит взаимного проникновения компонентов. Кроме того, грани, соприкоснувшиеся в результате перемещения, подсвечиваются. В момент их столкновения возникает звуковой сигнал.

7. Для того, чтобы задать взаимное положение *Стакана* и *Втулки*, нужно наложить на их грани соответствующие сопряжения: цилиндрические грани *Стакана* и *Втулки* должны быть соосны, определённые плоские грани должны лежать в одной плоскости (совпадать), цилиндрические грани крепёжных отверстий — соосны. В рассматриваемой сборке соосность крепёжных отверстий обеспечит одновременно и совпадение соответствующих плоских граней.

Сопряжение — это параметрическая связь между гранями, рёбрами или вершинами разных компонентов сборки. Сопряжения бывают следующих типов: совпадение, касание, соосность, параллельность, перпендикулярность, расположение элементов на заданном расстоянии, расположение элементов под заданным углом.

8. Нажмите кнопку  **Соосность** на панели **Сопряжения**.

9. Последовательно укажите цилиндрическую грань *Стакана* и цилиндрическую грань *Втулки* (рис. 11.3.). Вы увидите, что *Втулка* переместилась в окне сборки таким образом, чтобы выполнялось условие соосности указанных цилиндрических граней. Теперь, если Вы захотите переместить *Втулку*, она будет перемещаться только вдоль своей оси, не нарушая наложенное на неё сопряжение. Обратите внимание, что в разделе **Сопряжения** (в **Дереве построения** модели) появилось сопряжение **Соосность**.

По умолчанию сопрягаемые компоненты перемещаются так, чтобы соблюдалось условие сопряжения, а величина перемещения компонентов относительно их начального положения была минимальной. Иногда поло-

жение компонентов при этом отличается от требуемого. Например, после наложения сопряжения *Совпадение* на плоские грани деталей эти детали оказываются по одну сторону от плоскости указанных граней, а требуется, чтобы они располагались по разные стороны от плоскости. Чтобы управлять положением сопрягаемых компонентов, выключите режим автоматического подтверждения выполнения команды (отожмите кнопку  **Автоматическое подтверждение** на Панели специального управления). Затем активизируйте один из переключателей в группе  **Ориентация** — **Прямая ориентация** или **Обратная ориентация**. Положение сопрягаемых компонентов можно оценить по фантому в окне сборки.

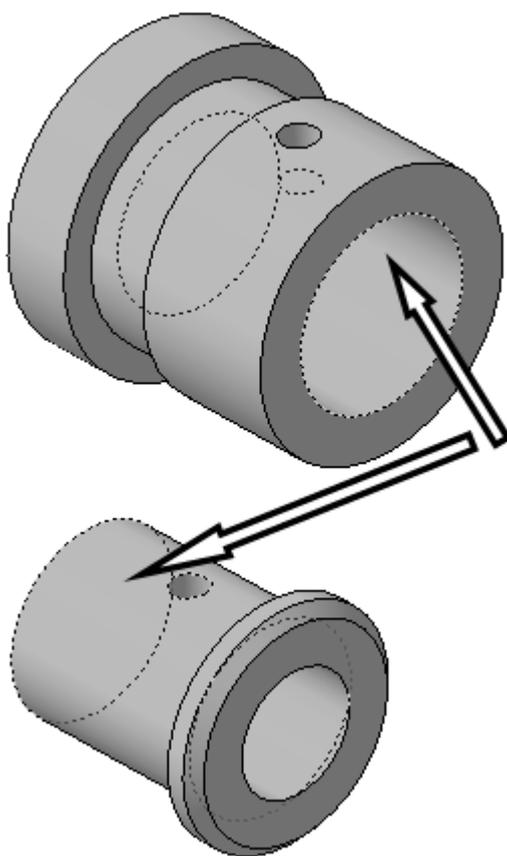


Рис. 11.3. Указание граней для наложения сопряжения *Соосность*

10. Самостоятельно наложите сопряжение *Соосность* на крепёжные отверстия *Стакана* и *Втулки*.

На этом позиционирование в сборке *Стакана* и *Втулки* завер-

шено.

Наложения сопряжений или перемещение компонентов сборки может вызвать нарушение существующих в ней параметрических связей и ограничений, в результате чего пиктограммы некоторых объектов в Дереве построения помечаются красной «галочкой». Это — признак необходимости перестроения сборки:

- 1) нажмите кнопку  **Перестроить** на панели Вид;
- 2) убедитесь, что пометки пиктограмм компонентов исчезли из Деревя построения;
- 3) сохраните сборку.

Остается добавить в сборку стандартное изделие — винт. Для этого воспользуемся библиотекой стандартных изделий. В данном случае, для корректного позиционирования винта относительно сборки, необходимо построить вспомогательную плоскость, касательную к наружной цилиндрической грани стакана (на рис 11.4 указана стрелкой)

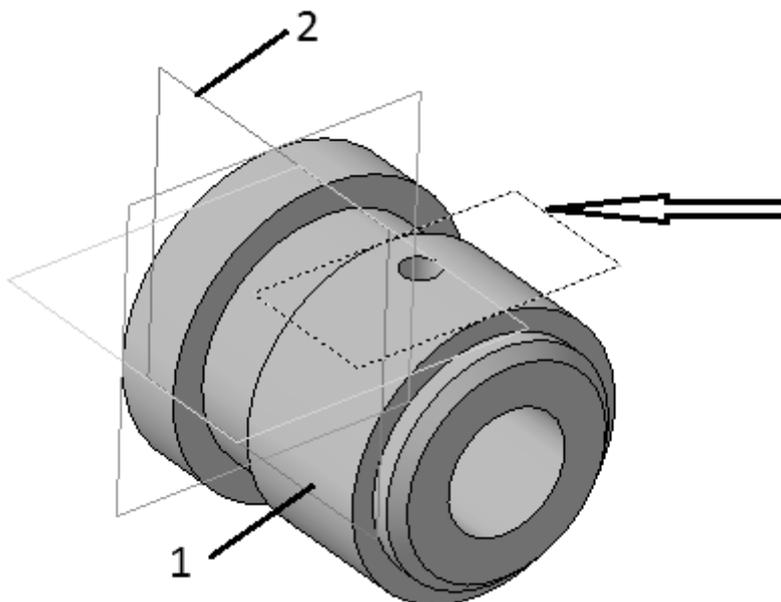


Рис.11.4. Построение касательной плоскости

11. Вызовите команду *Операции* — *Плоскость* — *Касательная* или нажмите кнопку  *Касательная плоскость* на панели  *Вспомогательная геометрия*.

12. Укажите сначала цилиндрическую грань *Стакана* (на рис. 11.4 указана цифрой 1), касательно к которой строится плоскость, а затем перпендикулярную ей плоскость — одну из плоскостей сборки (на рис. 11.4 указана цифрой 2). Закончите построение.

13. Откройте указанную выше библиотеку: *Библиотеки* — *Стандартные изделия* — *Вставка* — *Вставить элемент*.

14. Выберите: *Крепёжные изделия* — *Винты* — *Винты установочные* — *Винт установочный ГОСТ 1477-93(А)*.

15. В появившемся диалоге установите следующие параметры винта:

- Диаметр резьбы — **6**;
- Шаг резьбы — **1**;
- Длина стержня — **14**;
- **Применить**.

16. В окне модели укажите сначала цилиндрическую грань крепёжного отверстия, затем касательную плоскость.

17. Нажмите кнопку  Ввод на Панели специального управления.

18. В диалоге создания объекта спецификации нажмите ОК и откажитесь от добавления следующего винта, нажав STOP на панели специального управления, а затем ОТМЕНА в диалоге задания параметров винта.

Обратите внимание, что в раздел *Сопряжения* (в *Дереве построения* модели) добавлены два сопряжения — *Совпадение* и *Соосность*, определяющие положение винта в сборке.

Если в состав текущей сборки должны входить несколько одинаковых компонентов, удобно использовать следующий способ вставки:

- 1) вставьте в сборку нужный компонент;

2) выделите этот компонент в Дереве построения или в окне модели;

3) нажмите клавишу <Ctrl> и удерживайте её в нажатом состоянии. Затем в окне модели установите курсор на компоненте, нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор. На экране появится фантом вставляемого компонента;

4) укажите курсором положение компонента в окне модели, отпустите кнопку мыши и клавишу <Ctrl>.

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

19. На этом построение сборки *Втулка-Стакан* завершено. Сохраните файл.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков общепринятый порядок моделирования сборки?
2. Какие основные типы проектирования Вы знаете? В чём их суть?
3. Каким образом можно зафиксировать компонент в системе координат сборки?
4. Назовите способы задания положения компонента в сборке. Кратко охарактеризуйте их.
5. В какой ситуации необходимо выполнять перестроение сборки?
6. Перечислите типы сопряжения компонентов сборки. Опишите каждый из них.
7. Какой способ удобно использовать при вставке в сборку одинаковых компонентов?

12. МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОК ПУТЕМ СОЗДАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ СБОРКИ

Форма, положение и размер многих компонентов сборки определяются формой, положением и размером других (соседних) деталей и сборок. Такие компоненты рекомендуется строить в контексте сборки («на месте»).

Первый компонент (например, деталь) сборки моделируется в обычном порядке, при моделировании следующих компонентов используются существующие. В окне будут видны все остальные компоненты сборки (в данной ситуации они называются «обстановкой» и изображаются одинаковым цветом). Они не будут доступны для редактирования, но их элементы (границы, рёбра, вершины, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов.

Например, эскиз основания новой детали создаётся на границе существующей детали и повторяет её контур, а траекторией этого эскиза при выполнении кинематической операции становится ребро другой детали. В этом случае ассоциативные связи между компонентами возникают прямо в процессе построения, а впоследствии при редактировании одних компонентов другие перестраиваются автоматически. Кроме автоматического возникновения ассоциативных связей, происходит и автоматическое определение большинства параметров компонентов, что избавляет пользователя от необходимости помнить или самостоятельно вычислять эти параметры. Такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием «снизу вверх», т.к. он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Чтобы создать компонент в сборке вызовите команду из группы **Операции** — **Создать компонент**. Кнопки вызова этих команд нахо-

дятся на панели **Редактирование сборки**:  **Создать деталь**,  **Создать сборку**.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог сохранения файлов. Выберите в нём нужный каталог и введите имя файла, в котором будет сохранена новая деталь (сборка). Необходимо отметить, что команда **Создать деталь** доступна только в том случае, если в текущей модели выделен какой-либо плоский объект (вспомогательная или проекционная плоскость или плоская грань).

При построении детали в текущей сборке автоматически добавится сопряжение **На месте**. В группе сопряжений **Дерева построения** появится пиктограмма сопряжения **На месте**. Это сопряжение не может быть наложено вручную и не может быть отредактировано. Его можно удалить так же, как и сопряжения, наложенные вручную.

Закончив построение детали (сборки), нажмите кнопку  **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** или вызовите из контекстного меню команду **Редактировать на месте**. Система вернётся в режим работы со сборкой.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить построение фрагмента одной из сборок, приведённых в Приложении 7.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Рассмотрим возможность создания «на месте» модели сборки **Стакан-Втулка**, которую мы строили способом добавления моделей компонентов в предыдущем разделе.

1. Создайте новый файл сборки: **Файл — Создать — Сборка**. Сохраните новый файл.
2. Выделите в **Дереве построения** объект "Плоскость XY".
3. Вызовите команду  **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**. На экране появится диалог сохранения файлов. Выберите в нём нужный каталог и введите имя файла, в котором будет со-

хранена деталь *Стакан*. Система перейдёт в режим построения эскиза основания новой детали.

4. Создайте самостоятельно трёхмерную модель детали *Стакан*, чертёж которой приведён на рис. 11.2 в предыдущем разделе.

5. Отожмите кнопку  **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. Система вернётся в режим работы со сборкой.

Построим деталь *Втулка* в контексте сборки, используя для её создания плоскую грань детали *Стакан*.

6. Выделите плоскую грань *Стакана* (рис. 12.1) и вызовите команду **Создать деталь**.

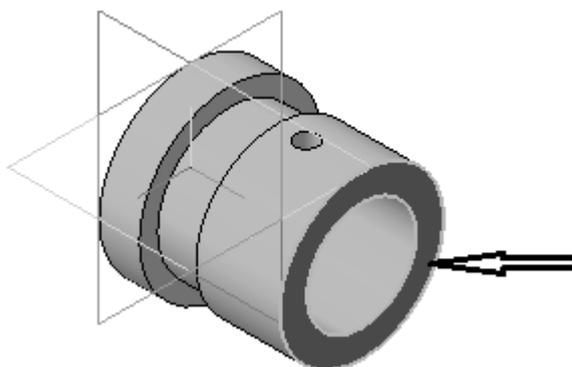


Рис. 12.1. Выделение грани для создания новой детали

В диалоге сохранения файлов выберите нужный каталог и введите имя файла, в котором будет сохранена новая деталь *Втулка*.

Система перейдёт в режим создания основания детали на указанной грани. Цвет детали *Стакан* изменится.

7. Спроецируйте в эскиз ребро *Стакана* (рис. 12.2): **Операции** — **Спроецировать объект**. Укажите ребро в окне модели.

8. Постройте окружность $\varnothing 20$ мм., расположенную концентрично предыдущей.

9. Выйдите из режима создания эскиза.

10. Выдавите построенный эскиз на **35** мм. По направлению внутрь *Стакана* в соответствии с чертежом детали.

11. Постройте цилиндрическую часть детали $\varnothing 38$ мм. и фаску 2×45 .

12. Для построения крепёжного отверстия снова воспользуемся операцией *Спроецировать объект*.

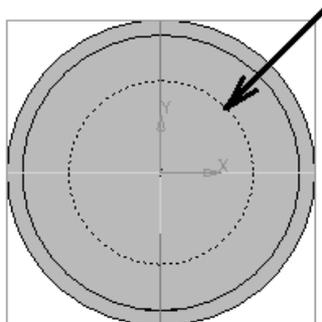


Рис. 12.2. Проецирование ребра

13. В качестве плоскости эскиза отверстия выберите из **Дерева построения** плоскость сборки, параллельную плоскости отверстия, и спроецируйте ребро уже существующего в *Стакане* отверстия.

14. Примените операцию **Вырезать выдавливанием** с указанием верного направления (в сторону отверстия с *Стакане*) и способа построения **Через всё**.

15. Отожмите кнопку  **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. Система вернётся в режим работы со сборкой.

16. Дополните сборку, поместив в неё *Винт* из библиотеки стандартных изделий способом, рассмотренным в предыдущем разделе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие компоненты рекомендуется строить в контексте сборки?
2. Что такое «обстановка»?
3. Каким образом можно использовать «обстановку» для создания компонентов сборки?
4. Каким образом возникают сопряжения компонентов при моделировании способом «сверху вниз»?

13. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

Спецификация это документ, который составляется на каждую сборочную единицу и заполняется в соответствии с ГОСТ 2.106–96. В КОМПАС-3D спецификация — тип документа (стандартное расширение файла — *.spw).

В общем случае спецификация состоит из разделов: документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты.

Модуль разработки спецификаций КОМПАС-3D содержит готовые бланки различных типов спецификаций, соответствующих стандарту (конкретные номера ГОСТ указаны в названиях стилей спецификаций).

Создание спецификации, не связанной с другими документами

При создании спецификации в ручном режиме все графы спецификации заполняются с клавиатуры. Для создания файла типа *Спецификация* вызовите *Файл — Создать — Спецификация*. На экране появится таблица спецификации.

Основной структурной единицей спецификации является *Объект спецификации* — строка или несколько следующих друг за другом строк спецификации, относящихся к одному материальному объекту. Объект спецификации имеет информационную природу. Он представляет собой комплекс разнородных сведений об объекте (например, детали, сборочной единице или документе), включаемом в спецификацию.

Объекты спецификации бывают *базовые* и *вспомогательные*. Для *Базовых объектов* предусмотрена возможность автоматического заполнения колонок, сортировки, подключение деталей из сборки, подключения графических объектов из сборочного чертежа и т.д. Для *Вспомогательного объекта* не предусмотрены сервисные функции, выполнение которых обеспечивает спецификация. При помощи вспо-

могательного объекта спецификации можно ввести произвольный текст (комментарий) в таблицу спецификации или создать пустую строку в середине раздела.

В отличие от «плоского» сборочного чертежа, в трёхмерной сборке различают внешние и внутренние объекты спецификации. **Внешние** объекты спецификации в сборке — объекты спецификации, предназначенные для передачи в те сборки, в которые данная сборка войдёт в качестве подсборки. **Внутренние** объекты спецификации в сборке — объекты, которые не передаются в другую сборку, при вставке в неё данной сборки в качестве подсборки.

Интерфейс системы в режиме создания спецификации, кроме общих для системы элементов, содержит свои специфические пункты меню и панель инструментов.

На панели **Вид** появились новые кнопки (рис. 13.1):

- **масштаб по высоте листа** — размещение спецификации в окне документа на всю высоту;
- **масштаб по ширине листа** — размещение спецификации в окне документа на всю ширину;
- **нормальный режим** — отображение спецификации, при котором не показываются рамка и основная надпись;
- **разметка страниц** — включает режим отображения с рамкой и основной надписью.

Панель **Текущее состояние** представлена на рис. 13.2:

- **текущая страница** — отображает номер активной страницы;
- **проставлять позиции** — включает и выключает возможность простановки позиций;
- **подключать геометрию** — подключает геометрию чертежа к объектам спецификации;
- **автоматическая сортировка** — выполняет сортировку позиций;

– *количество резервных строк* — отображает количество резервных строк в текущем разделе.



Рис. 13.1. Панель **Вид**

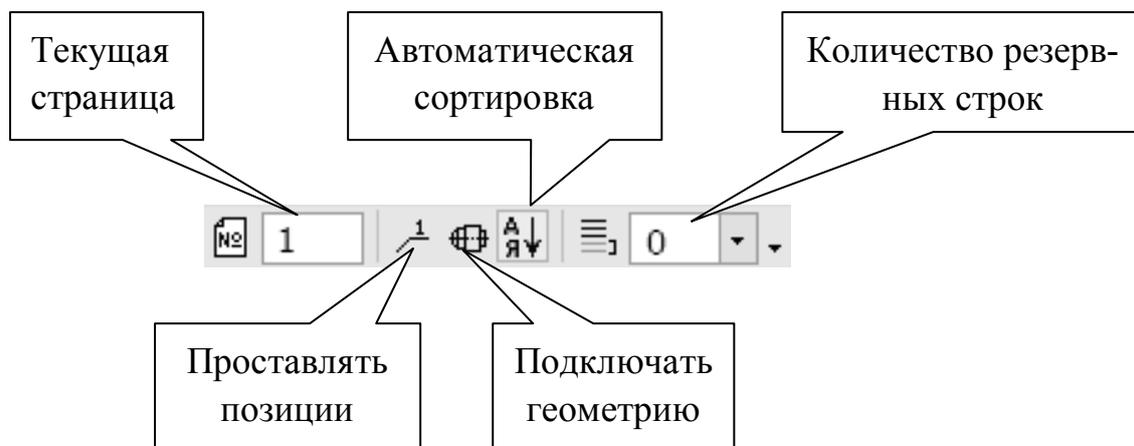


Рис. 13.2. Панель **Текущее состояние**
в режиме работы со спецификацией

На компактной панели находятся кнопки–переключатели инструментальных панелей и активная в данный момент инструментальная панель: *Спецификация, Форматирование, Вставка в текст.*

Состав панели *Спецификация* представлен в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Состав инструментальной панели *Спецификация*

Вид кнопки	Функция
	Управление сборкой
	Расставить позиции
	Синхронизировать данные с документами сборки
	Показать состав объекта
	Показать все объекты
	Редактировать состав объекта
	Добавить базовый объект
	Добавить вспомогательный объект
	Добавить раздел
	Добавить исполнения
	Настройка спецификации
	Добавить объект спецификации
	Редактировать объекты спецификации
	Добавить внешний объект спецификации
	Редактировать внешние объекты спецификации
	Описание спецификаций
	Синхронизировать данные со спецификацией
	Сложить значения дополнительных параметров

Команды на панелях **Форматирование** и **Вставка в текст** аналогичны командам ввода текстовых надписей при оформлении чертежа в КОМПАС–График.

Ручной способ заполнения спецификации выполняется в *Нормальном режиме*, а заполнения основной надписи — в режиме *Разметка страниц*.

1. Перейдите в *Нормальный режим* работы со спецификацией: на панели **Вид** нажмите кнопку *Нормальный режим*.

2. Вызовите команду *Добавить базовый объект*.

3. Выделите нужный раздел, например, Детали и нажмите кнопку *Создать*.

4. Заполните графы *Формат, Обозначение, Наименование* для первой детали.

5. Нажмите кнопку *Создать объект* на **Панели свойств**.

6. Создайте объекты спецификации для остальных деталей.

7. Аналогично заполните разделы Документация, Сборочные единицы, Стандартные изделия.

8. Перейдите в режим  *Разметка страниц* и завершите заполнение основной надписи.

Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом и моделью-сборкой

При построении трёхмерной сборки можно создавать спецификацию в полуавтоматическом режиме. Это позволяет избежать случайных ошибок, возникающих при ручном вводе данных, а также автоматически перестраивать спецификацию при внесении изменений в составные части сборочного изделия.

Передача объектов спецификации из модели в чертёж и подключенную спецификацию или из спецификации в подключенные к ней документы возможна благодаря возникновению ассоциативных связей между этими документами.

Создание спецификации сборки в полуавтоматическом режиме происходит в следующей последовательности.

1. Создайте **Внутренние объекты** спецификации в сборке. Объекты такого типа возникают в сборке при вставке в неё деталей, содержащих объекты спецификации и подборок, содержащих внешние объекты спецификации.

Создайте в каждой детали объект спецификации. Это можно сделать, находясь в файле детали или в файле сборки (выделить соответствующую деталь и перейти в режим **Редактировать в окне**):

- проверьте, введены ли на **Панели свойств** детали **Наименование** и **Обозначение**;
- выделите в **Дереве построения** название детали. Это необходимо для того, чтобы колонки "Обозначение", "Наименование" и дополнительная колонка "Масса" заполнились автоматически, а текущий документ–деталь подключилась к создаваемому объекту спецификации;
- нажмите кнопку  **Добавить объект спецификации** на панели **Спецификация** или вызовите из меню **Спецификация** команду **Добавить объект** (рис. 13.3);
- в окне **Выберите раздел и тип объекта** выделите пункт **Детали** и нажмите кнопку **Создать**;

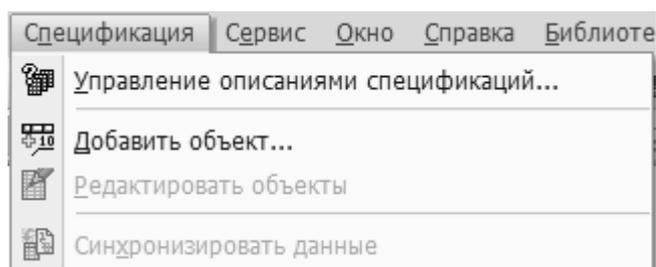


Рис. 13.3. Команда **Добавить объект** из меню **Спецификация**

• проверьте правильность заполнения граф **Наименование** и **Обозначение** в окне **Объект спецификации**. При необходимости, отредактируйте текстовую часть;

- сохраните и закройте файл детали.

2. Проследите, чтобы для каждого компонента сборки опция **Создавать объекты спецификации** на вкладке **Свойства Панели свойств** была включена. Если опция во время вставки компонента была отключена, свойства компонента следует отредактировать.

3. Если сборка содержит под сборки, то в них должны быть сформированы внешние объекты спецификации. Это можно сделать, находясь в файле под сборки или в файле сборки (выделить соответствующую под сборку и перейти в режим **Редактировать в окне**). Создание внешнего объекта спецификации в под сборке аналогично созданию объекта спецификации в детали. Нажмите кнопку  **Добавить внешний объект спецификации** на панели **Спецификация** или вызовите команду **Спецификация — Добавить объект — Внешний**.

4. Если какие-либо компоненты сборки могут быть построены только в ее контексте, создайте эти компоненты. Находясь в режиме контекстного редактирования компонента, создайте объекты спецификации: для детали — обычный объект, а для под сборки — внешний.

5. Если сборка содержит стандартные изделия (болты, шайбы, шпильки и т. д.) из конструкторской библиотеки, поставляемой в составе системы, то необходимо чтобы опция **Создать объект спецификации** в диалогах настройки параметров этих элементов также была включена. Если опция во время вставки компонента была отключена, свойства компонента следует отредактировать.

6. Сохраните файл сборки.

7. Перейдите в подчиненный режим работы с внутренними объектами спецификации сборки (**подчиненный режим** — режим просмотра и редактирования объектов спецификации непосредственно в сборке). Вызовите команду из меню **Спецификация — Редактировать объекты — Внутренние** (рис. 13.4).

Вы увидите автоматически сформированную спецификацию.

Раздел "Сборочные единицы" содержит внешние объекты спецификации, принадлежащие подборокам, раздел "Детали" — объекты спецификации, принадлежащие деталям, раздел "Стандартные изделия" — объекты спецификации, принадлежащие библиотечным элементам, а значения в графе "Количество" соответствуют числу вставок компонента в сборку (точнее говоря, в сборку будет добавлено нужное количество объектов — "двойников"; чтобы увидеть все созданные объекты, воспользуйтесь командой  **Показать все объекты**).

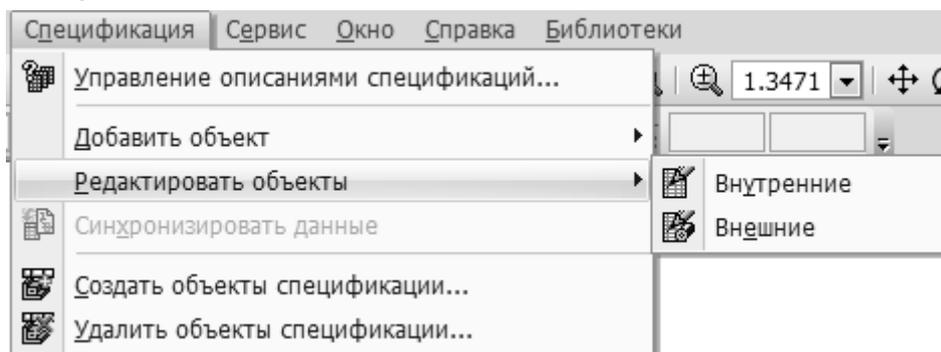


Рис. 13.4. Переход к редактированию в подчинённом режиме

На этом формирование объектов спецификации в сборке заканчивается.

При создании ассоциативного сборочного чертежа происходит передача в чертёж всех объектов спецификации, существующих в трёхмерной модели.

Откройте ассоциативный сборочный чертёж. Вызовите команду редактирования объектов спецификации чертежа: **Спецификация** — **Редактировать объекты**. Вы увидите, что все внутренние объекты спецификации из модели попали в чертёж.

Если необходимо, создайте в чертеже недостающие объекты спецификации. Например, на этом этапе работы можно сформировать раздел **Материалы**.

Перейдем к созданию самой спецификации (файла — *.spw).

1. Создайте и сохраните файл типа **Спецификация**.
2. Вызовите команду **Сервис** — **Управление сборкой**.

3. В появившемся диалоге *Управление сборкой* (рис. 13.5) нажмите кнопку  **Подключить документ**.

4. В стандартном диалоге открытия файлов выберите нужный документ:

- *cdw. — если вы подключаете спецификацию к ассоциативному сборочному чертежу;
- *a3d. — если не требуется создание сборочных чертежей и вы подключаете спецификацию к трёхмерной модели.
- или сразу несколько документов.

Документ может быть одновременно подключен только к спецификациям разных стилей (например, к простой, групповой и пользовательской). Поэтому если выбранный документ уже подключен к спецификации такого же типа, как текущая, его невозможно подключить к текущей спецификации.

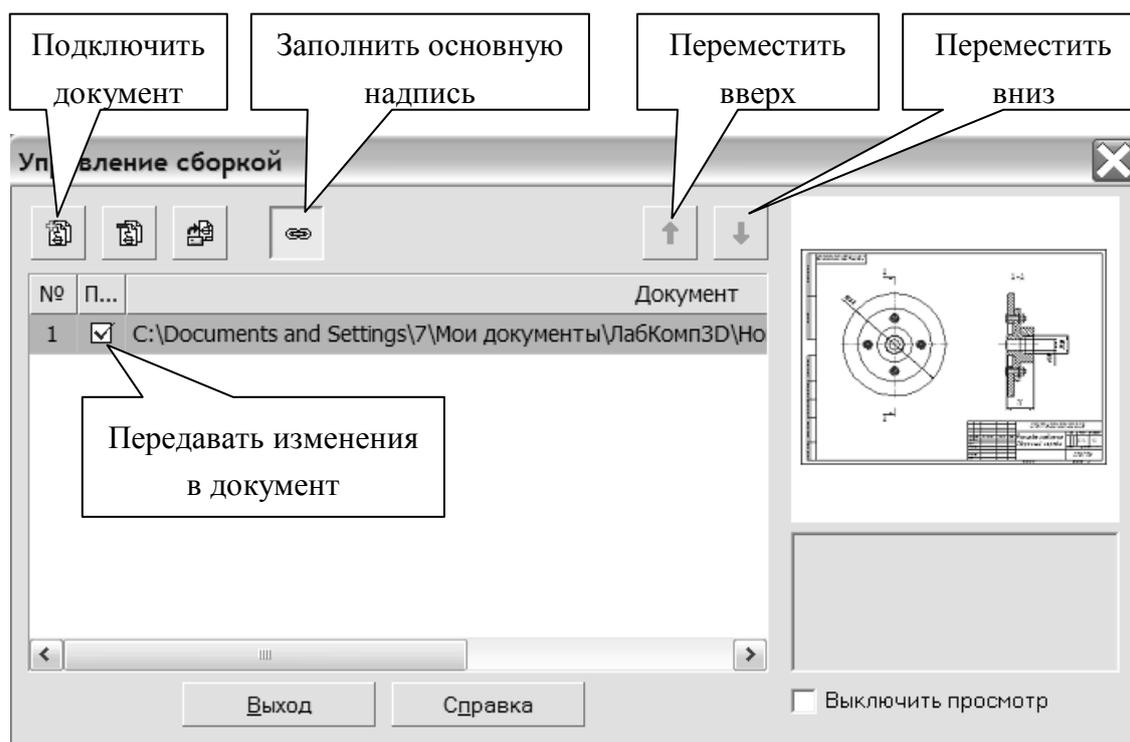


Рис. 13.5. Вид панели *Управление сборкой*

5. Укажите имя файла и нажмите кнопку **Открыть**. В таблице спецификации будут переданы объекты, соответствующие всем ком-

понентам сборки. Имя файла документа и путь к нему появятся в списке подключенных к спецификации документов, а сам документ отобразится в окне просмотра.

6. Передача обозначения и наименования изделия возможна в двух направлениях: из подключенного документа в спецификацию и из спецификации в подключенные документы. Чтобы изменения из спецификации передавались в подключенный документ, включите флажок в колонке *Передавать изменения в документ* (см. рис. 13.5).

7. Если требуется передавать обозначение и наименование изделия из подключенного документа в основную надпись спецификации, нажмите кнопку  *Заполнить основную надпись* (см. рис. 13.5). Причем, в основную надпись спецификации передаются данные из того документа, который расположен первым в списке подключенных. Используйте кнопки *Переместить вверх* и *Переместить вниз* для изменения порядка следования документов.

8. Нажмите кнопку *Выход* в диалоге управления сборкой. В таблице спецификации появятся объекты, соответствующие всем компонентам сборки

9. Создайте раздел *Документация* и подключите к нему ассоциативный чертеж сборки, или модель сборки (если не требуется создание чертежа), или оба документа.

10. Завершите заполнение основной надписи, перейдя в режим  *Разметка страниц*.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Создать файл спецификации сборочного чертежа в полуавтоматическом режиме, установив связь между сборочным чертежом, моделью-сборкой, чертежами деталей и спецификацией.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В полуавтоматическом режиме создадим спецификацию (рис.

13.6) связанную ассоциативно со сборочным чертежом и моделью-сборкой.

Самостоятельно постройте трёхмерные модели и ассоциативные чертежи *Переходника*, *Фланца* и *Фланцевого соединения*. Чертежи деталей и сборки представлены на рис. 13.7, 13.8 и 13.9. Трёхмерная модель *Фланцевого соединения* приведена на рис. 13.10.

Подготовьте данные для спецификации в уникальных компонентах сборки:

1. Откройте файл трёхмерной модели *Фланцевое соединение.azs*.

2. Выделите *Переходник* в **Дереве построения** и из контекстного меню вызовите команду **Редактировать в окне**.

3. В окне документа из контекстного меню вызовите команду **Свойства** и проверьте, введены ли на **Панели свойств** **Наименование** и **Обозначение** детали.

4. В **Дереве построения** выделите корневой раздел — *Переходник*.

5. Вызовите команду **Спецификация** —  **Добавить Объект**.

6. В появившемся диалоге выберите раздел **Детали**, активизируйте опцию **Базовый объект спецификации** и нажмите кнопку **Создать**. Проверьте правильность заполнения граф **Наименование** и **Обозначение** в окне **Объект спецификации**. При необходимости, отредактируйте текстовую часть.

Нажмите кнопку **ОК** в окне **Объект спецификации**.

7. Закройте файл с деталью.

8. Снова выделите компонент в **Дереве построения** и из контекстного меню вызовите команду **Свойства компонента**.

9. На **Панели свойств** убедитесь, что включена опция **Создавать объекты спецификации**. Если опция во время вставки компонента была отключена, свойства компонента следует отредактировать.

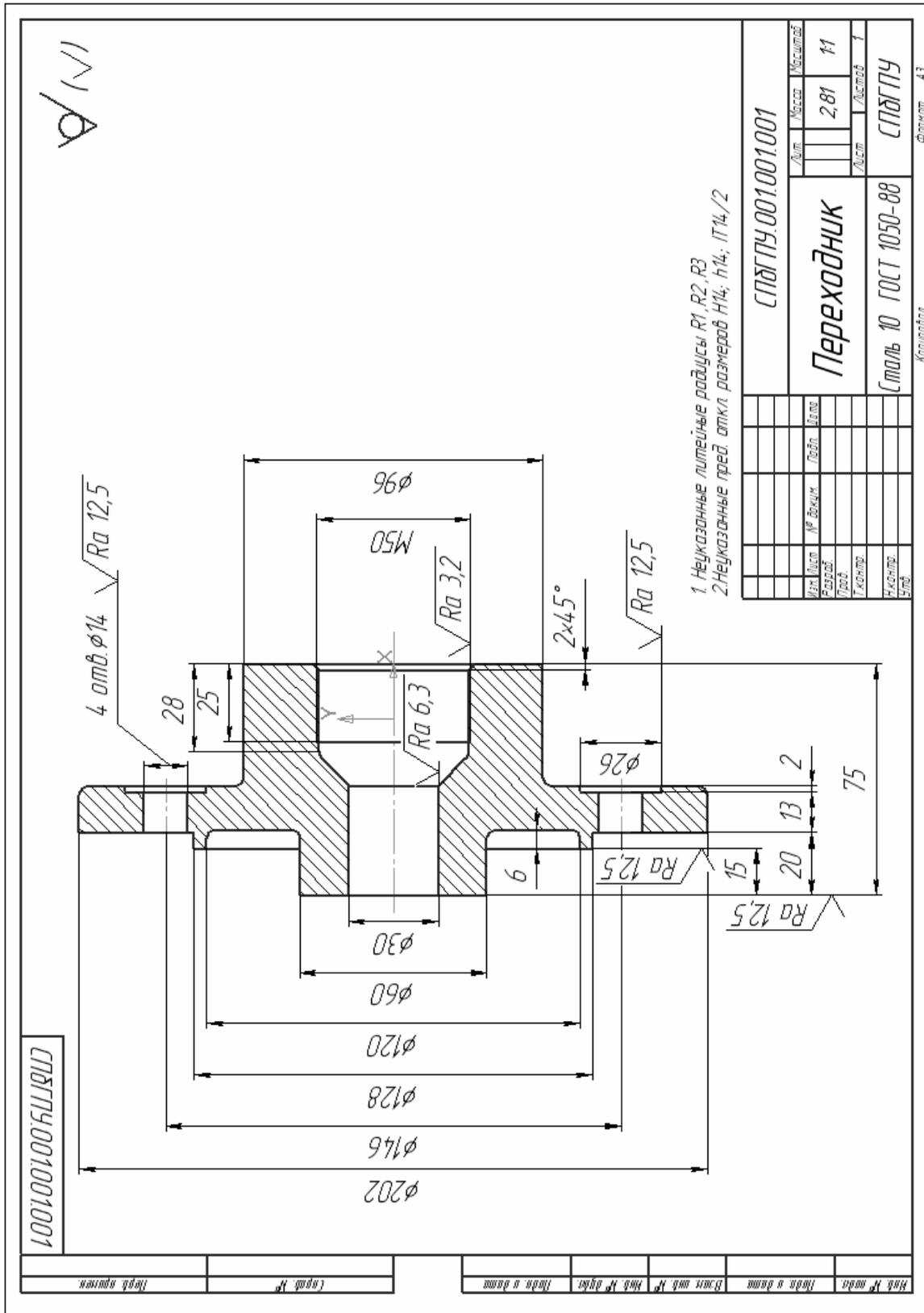


Рис. 13.7. Чертёж переходника

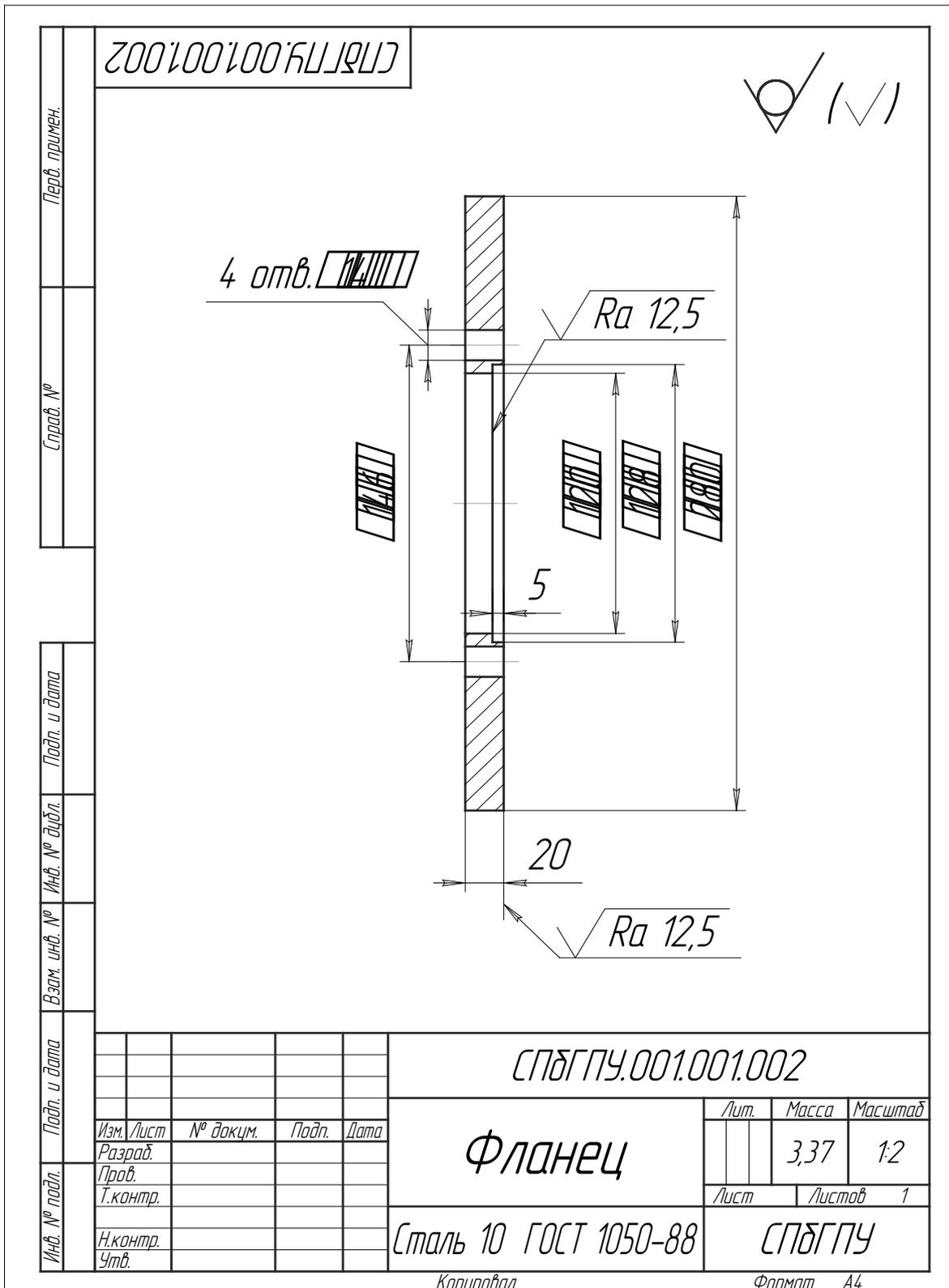


Рис. 13.8. Чертеж фланца

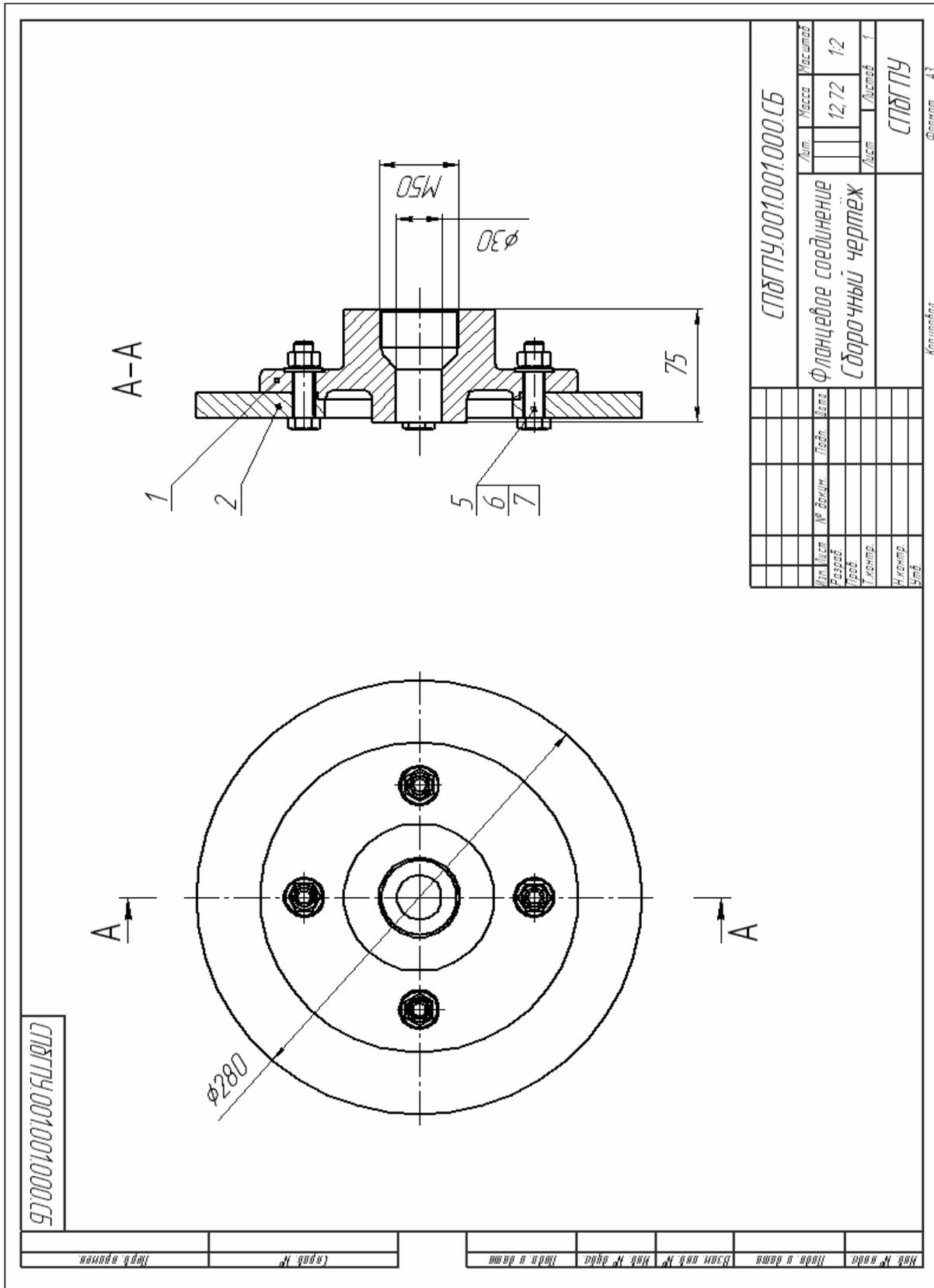


Рис. 13.9. Сборочный чертёж

10. Выполните пп. 2 – 9 для второго уникального компонента сборки *Фланца*.

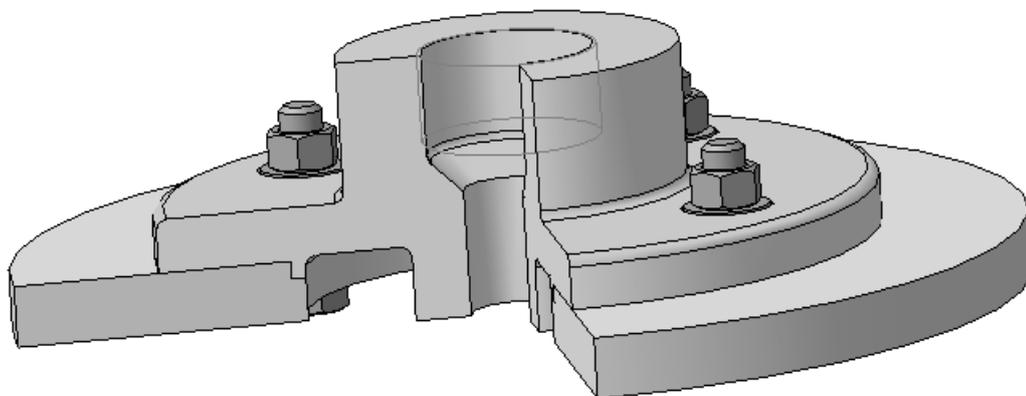


Рис. 13.10. Модель фланцевого соединения

11. Вызовите команду редактирования объектов спецификации сборки: **Спецификация** — **Редактировать объекты** — **Внутренние**. Убедитесь, что подчинённая спецификация содержит в разделе **Детали** объекты, соответствующие всем деталям сборочной модели. Здесь, также, должен отображаться раздел **Стандартные изделия**, который создается автоматически на этапе добавления стандартных изделий из библиотеки крепежа в сборку (рис.13.11).

Теперь можно перейти к созданию документа-спецификации.

1. Создайте и сохраните файл спецификации.
2. Вызовите команду **Сервис** — **Управление сборкой**.
3. В появившемся диалоге нажмите кнопку  **Подключить документ**.
4. В следующем диалоге выберите файл сборочного чертежа *Фланцевое соединение.cdw* и нажмите кнопку **Открыть**.
5. В диалоговом окне **Управление сборкой** включите флажок **Передавать изменения в документ** и нажмите кнопку  **Заполнить основную надпись**. Затем нажмите кнопку **Выход**.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Детали</u>		
			СПДГПУ.001.001.001	Переходник	1	
			СПДГПУ.001.001.002	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Болт М12 х 50 ГОСТ 15589-70	4	
				Гайка М12 ГОСТ 5915-70	4	
				Шайба 12 ГОСТ 11371-78	4	

Рис. 13.11. Подчиненный режим работы с внутренними объектами спецификации.

6. Подключите документы с компонентами сборки к объектам спецификации:

- в спецификации выделите строку, соответствующую детали *Переходник*;
- откройте вкладку **Документы** на **Панели свойств** и нажмите кнопку **Добавить документ**;
- в открывшемся диалоге укажите файл ассоциативного чертежа *Переходник.cdw* и нажмите кнопку **Открыть**;
- включите флажок **Передавать изменения в документ**. Теперь, при изменении Наименования и Обозначения документа в спецификации, данные будут передаваться в штамп рабочего чертежа;

- в списке подключенных документов чертёж должен стоять на первом месте. Убедитесь, что текущей является строка рабочего чертежа. Если это не так, воспользуйтесь кнопкой *Переместить вверх*;
- система выдаст запрос *Взять данные из основной надписи документа?* Нажмите *Да*;
- аналогично подключите к спецификации чертёж детали *Фланец.cdw*.

7. Отобразите на экране одновременно файл спецификации и файл ассоциативного сборочного чертежа. Для этого можно воспользоваться командой *Окно — Мозаика вертикально*.

8. Сделайте активным окно спецификации. Проверьте наличие ассоциативных связей, перемещаясь от объекта к объекту спецификации, при нажатой кнопке  *Показать состав объекта*. В этом случае соответствующие элементы сборочного чертежа будут выделяться цветом.

9. Выполните команду *Сервис — Расставить позиции* для автоматической простановки номеров позиций объектов спецификации (если это не было выполнено автоматически).

10. Устраните несоответствие между номерами позиций в чертеже и в спецификации, подключив позиционные линии–выноски к объектам спецификации:

- выделите позиционную линию-выноску детали *Переходник*;
- в спецификации выделите объект, соответствующий детали *Переходник*;
- вызовите команду *Редактор — Редактировать состав объекта* или нажмите одноимённую кнопку  на панели инструментов;
- на экране появится сообщение о редактировании состава объекта (рис. 13.12). Нажмите кнопку *Добавить*;
- посмотрите состав детали *Переходник*. Теперь вместе с деталью на чертеже выделяется и её линия-выноска, а номер позиции на чертеже совпадает с номером в спецификации;

- подключите линии-выноски к остальным объектам спецификации;

11. Создайте раздел *Документация*:

- выделите первую строку спецификации;

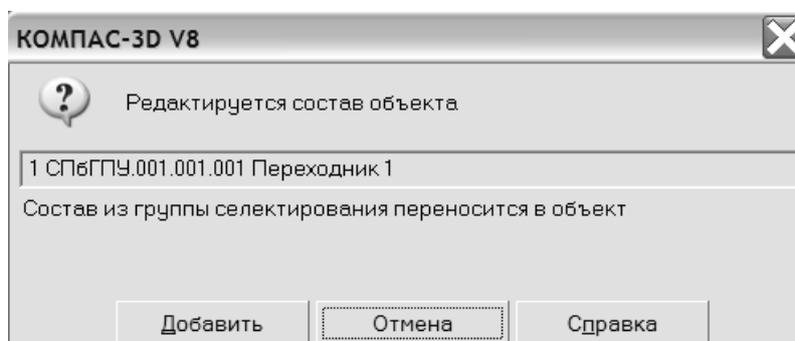


Рис. 13.12. Сообщение о редактировании состава объекта

- нажмите кнопку  *Добавить раздел*;
- в диалоге *Выберите раздел и тип объекта* выделите *Документация* и нажмите *Создать*.

12. Подключите к созданному разделу ассоциативный сборочный чертёж *Фланцевое соединение.cdw* и трёхмерную модель *Фланцевое соединение.azd*: вкладка *Документы* на **Панели свойств** — *Добавить документ*.

13. Система выдаст запрос *Взять данные из основной надписи документа?* Нажмите *Да*. Не ставьте флажок в графе *Передавать изменения в документ*. В графе *Наименование* замените «Фланцевое соединение» на «Сборочный чертёж».

14. В списке подключенных документов чертёж должен стоять на первом месте. Убедитесь, что текущей является строка рабочего чертежа. Если это не так, воспользуйтесь кнопкой  *Переместить вверх*.

15. Перейдите в режим  *Разметка страниц* и завершите заполнение основной надписи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы объектов спецификации Вы знаете?
2. Охарактеризуйте типы объектов спецификации в сборке.
3. Каким образом можно установить связь между спецификацией и моделью-сборкой?
4. В чём суть процесса синхронизации?
5. Каков результат подключения «геометрии» к спецификации?
6. Каким образом создать объект спецификации в детали, под-сборке, стандартном изделии?
7. Методика создания спецификации, связанной со сборкой и ассоциативным сборочным чертежом.

14. АНИМАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ СБОРОК

При проектировании механизмов разработчику важно иметь возможность имитировать движение отдельных деталей при взаимосвязанной работе его элементов на трехмерной модели. Конструктору желательно отследить траектории движения элементов механизмов, проверить возможность столкновения их друг с другом или с внешними предметами, используя систему автоматизированного проектирования.

Для представления и маркетинга изделия имеют значение и видеофильмы, демонстрирующие смоделированное изделие в работе.

В данной работе рассматриваются вопросы применения *Библиотеки анимации* в процессе проектирования механизмов в системе КОМПАС-3D для имитации движения деталей смоделированных узлов и изображения процесса «разборки — сборки» механизма.

Для имитации движения трехмерных моделей механизмов используется *Библиотека анимации* системы КОМПАС-3D, которая позволяет задавать поступательное перемещение элементов сборки в прямом или обратном направлении, указывая скорость или время перемещения вдоль траектории. Траектория задается разработчиком в виде пространственных ломаных кривых.

Для задания вращательного движения элементов сборки вокруг осей вращения указываются направление вращения и частота или время вращения.

Движение смежных элементов сборки может реализовываться с помощью наложения сопряжений между связанными элементами, таких как *Совпадение объектов*, *Соосность* или других сопряжений, определенных при проектировании трехмерной сборки.

Задание параметров перемещения элементов сборки производится при создании сценария анимации. Дополнительно, разработчик может проверить возможность столкновения для указанных элемен-

тов сборки. Эти компоненты будут подсвечены красным цветом в момент столкновения при воспроизведении на экране и движение модели остановится.

Разработанная анимация записывается в виде видеоролика в форматах AVI и других.

Настройка библиотеки анимации

Доступ к *Библиотеке анимации* производится в режиме работы со сборкой. Подключение Библиотеки производится посредством *Менеджера библиотек*, пункт *Прочие*. Настройка системы производится командой меню *Анимация — Настройки* (рис. 14.1).

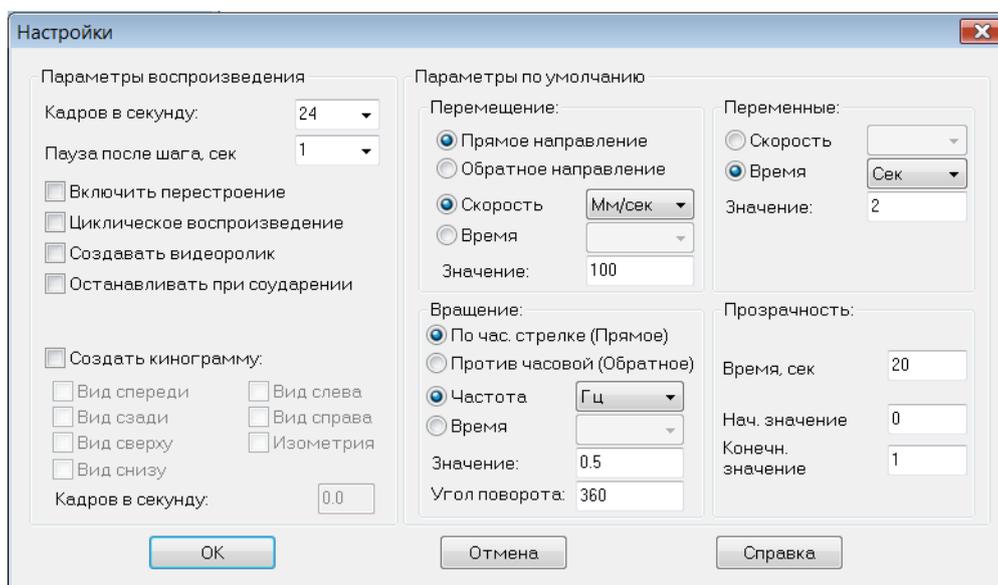


Рис. 14.1. Меню *Настройки*

Настройки параметров воспроизведения

Кадров в секунду — настройка частоты воспроизведения (кадров/сек) при имитации движения механизма устанавливается из предопределенного списка (1,5,10,15,24,30), или вручную в соответствующее поле.

Пауза после шага — настройка паузы между последовательными движениями (шагами) различных частей изделия.

Включить перестроение — если в сборке имеются компонен-

ты, которые требуют выполнения команды *Перестроить* (например, элементы, построенные в контексте сборки), то необходимо включить данную опцию.

Циклическое воспроизведение — опция позволяет включить непрерывное воспроизведение анимации, при котором цикл будет повторяться автоматически, пока его принудительно не остановит пользователь.

Создать видеоролик — опция позволяет подключить программы записи анимации в виде AVI-файлов. Выбор конкретного кодека и его настройка производятся в момент начала воспроизведения анимации на экране.

Останавливать при соударении — включение опции позволит остановить воспроизведение, если при движении механизма произошло столкновение деталей.

Автоповорот и автомасштабирование — включение опции устанавливает ориентацию сборки, соответствующую текущему шагу, масштаб отображения будет автоматически устанавливаться равным 1.

Создать кинограмму — при включении опции в папке с трехмерной сборкой будет создана новая папка *Кинограмма*. В нее будут помещены отдельные «кадры» анимации, выполненные как фрагменты КОМПАС. Отдельные настройки позволяют выбрать вид (Спереди, Слева и т.п.), а также установить частоту получения кадров.

Настройки параметров движения по умолчанию

Перемещение — задание перемещения — последовательных пространственных положений компонентов производится при помощи траекторий - ломаных. При этом начало координат компонента перемещается из точки в точку поступательно. **Параметры перемещения** — направление (прямое или обратное), скорость (м/с, мм/с, км/ч, узлы) или время перемещения вдоль траектории (сек, мин, час).

Вращение — задание **параметров вращения** компонента во-

круг осей производится указанием направления (по или против часовой стрелке), частоты вращения (Гц, об/мин) или время вращения (сек, мин, час).

Настройки параметров по умолчанию

Переменные — задание изменения внешних переменных 3D-сборки. Параметры изменения переменных — скорость или время;

Прозрачность — задание изменения прозрачности компонента. Параметры изменения — время, начальное и конечное значение прозрачности.

Все эти движения можно задавать как последовательно (на разных шагах анимации), так и параллельно друг с другом (на одном шаге).

Параметры перемещения и вращения можно задавать как числовыми значениями, так и функциями времени $F(t)$.

Создание анимации

Создание нового сценария выполняется командой ***Анимация*** — ***Создать***. Сценарий анимации сохраняется в виде XML-документа (файл с расширением *.xml).

Загрузка ранее сохраненного сценария анимации, выполняется командой ***Анимация*** — ***Загрузить***; в окне выбора файлов найти соответствующий XML-документ анимации и нажать кнопку ***Открыть***.

Сохранение анимации выполняется командой ***Анимация*** — ***Сохранить***.

Управление состоянием сборки

При работе ***Библиотеки*** компоненты сборки физически перемещаются в пространстве, также может меняться состояние сопряжений. Сопряжения, наложенные на компоненты, но мешающие перемещению компонентов на шаге, необходимо исключить из расчета перед созданием очередного шага. Чтобы облегчить возможность возврата сборки в определенные положения, можно запоминать в

сценарии отдельные состояния на определенном шаге. Рекомендуется делать это в начале шага, когда компоненты установлены в некоторое «исходное положение». Чтобы запомнить состояние начала шага, установите курсор на нужном шаге и затем выполните команды меню **Шаг — Запомнить** начальное состояние. Для возврата в начальное состояние после выполнения сценария анимации, можно последовательно «снизу» – «вверх» устанавливая курсор на шаге и выполнять команды меню **Шаг — Установить** в начальное состояние.

Чтобы вернуть сборку в состояние, в котором она находилась в момент запуска **Библиотеки**, можно выполнить команды меню **Анимация — Возврат в исходное состояние**.

Шаг анимации

Последовательность всех отдельных перемещений механизма (анимацию) можно разбить на несколько шагов. «Шаг №1» присутствует всегда. На каждом шаге можно комбинировать те или иные принципы движения элементов.

Шаги анимации можно менять местами, перемещая выбранный шаг вверх (команда меню **Шаг — Переместить вверх**) или вниз (команда меню **Шаг — Переместить вниз**). После перемещения шага можно перенумеровать по порядку возрастания номеров, используя команду меню **Шаг — Пронумеровать по возрастанию**.

Создание очередного шага траектории выполняется командой меню **Шаг — Добавить шаг**. Если необходимо удалить шаг траектории, нужно выделить его мышью в дереве сценария и выполнить команды меню **Шаг — Удалить шаг**.

Копирование шага позволяет создать в сценарии анимации новый шаг, который полностью наследует все компоненты и движения, содержащиеся в копируемом шаге. Чтобы скопировать шаг, выделите его в дереве анимации и выполните команды меню **Шаг — Копировать шаг**. Этот механизм можно использовать при создании шагов «возвратного» движения компонентов, если «прямое» движение со-

здано на определенном шаге. Для создания «обратного» движения необходимо в скопированном шаге изменить параметры движения на противоположные.

Выбор и удаление компонентов

На каждом шаге анимации необходимо выбрать те компоненты сборки, которые должны двигаться на данном шаге. Выбор компонента, выполняется командой меню **Компоненты — Выбрать компоненты**. Выбор компонентов из Дерева сборки или непосредственно

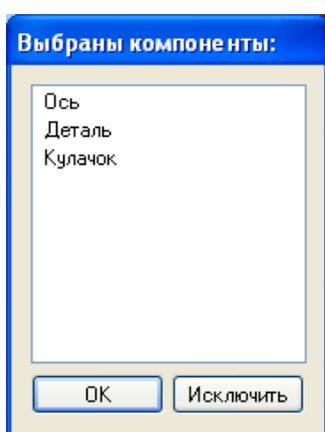


Рис. 14.2. Окно выбора компонентов

в пространстве модели производится при выполнении опции **В дереве сборки**. Если нужно выбрать компонент, уже присутствующий в сценарии анимации, необходимо выбрать опцию **В дереве анимации**. Выбор компонента осуществляется щелчком мыши. Выбранный компонент отображается в окне выбора (рис.14.2). В этом окне можно произвести исключение компонентов из движения на данном шаге.

Если необходимо выбрать все компоненты сборки для движения на данном шаге, можно выполнить команды меню **Компоненты — Добавить все компоненты**.

Если на данном шаге необходимо изменять несколько компонентов по одному и тому же закону, то сначала такой закон задается для одного выбранного компонента, а потом распространяется на другие.

Примечание: Не допускается удалять компонент из сценария анимации нажатием кнопки DELETE на клавиатуре, это может в ряде случаев привести к удалению соответствующей детали из 3D-сборки.

Виды «движений» компонентов

Перемещение компонентов — изменение положения деталей в пространстве сборки при их прямолинейном движении. Траектория перемещения представляет собой пространственную ломаную, которую можно задать двумя способами:

– траекторию (ломаную) можно построить заранее стандартными средствами КОМПАС-3D, в дереве сборки она отображается как *Ломаная №...*. Чтобы задать ее, как траекторию движения компонента, выберите его в дереве анимации, а затем выполните команды меню **Перемещение** — **Выбрать траекторию** — **В дереве сборки** (или в *Дереве анимации*, если эта траектория использовалась ранее) или используйте соответствующую команду в контекстном меню (рис.14.3). Выбранная траектория отображается в специальном окне, завершение выбора необходимо подтвердить командой **Создать объ-**

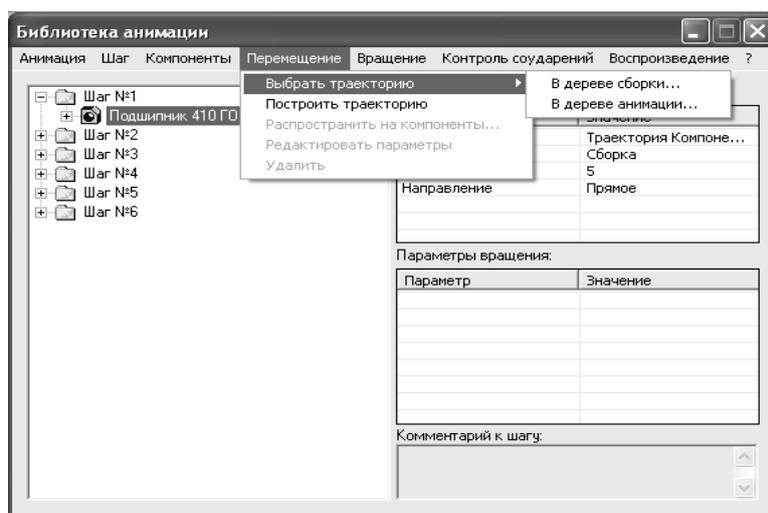


Рис. 14.3. Меню выбора траектории перемещения

ект на **Панели свойств**;

– траекторию (ломаную) можно построить и в процессе создания сценария анимации. Для этого необходимо выполнить команды меню **Перемещение** — **Построить траекторию** или использовать соответствующую команду в контекстном меню. Установите выбранный компонент в начальную позицию с помощью стандартных ко-

манд КОМПАС-3D *Переместить компонент* и *Повернуть компонент*, затем нажмите кнопку **Считать положение** в окне *Построение*, затем, перемещая компонент вышеуказанными командами, «считывайте» промежуточные положения. Для окончания построения траектории нажмите кнопку *Завершить*.

Примечание: Перемещение компонента происходит прямолинейно вдоль выбранной траектории. Изменение направления происходит в точках, по которым строились ломаные или траектории. Сопряжения, исключающие возможность перемещения компонентов, необходимо «Исключать из расчета».

Для указания параметров перемещения следует выделить в дереве анимации соответствующую траекторию и выполнить команды меню *Перемещение — Редактировать параметры*. В окне параметров (рис. 14.4) необходимо ввести направление перемещение (прямое или обратное), выбрать скорость или время перемещения и ввести соответствующие единицы измерения и величину. В качестве параметра скорости может выступать не только ее числовое значение, но и функция времени.

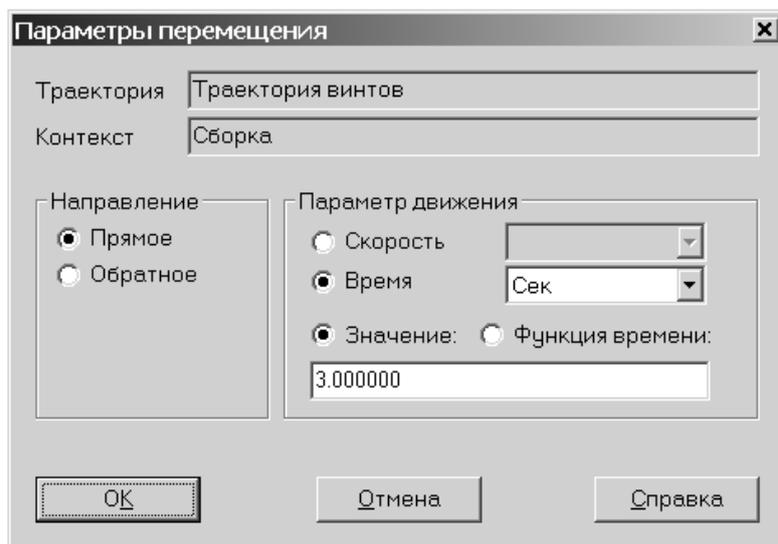


Рис. 14.4. Меню задания параметров перемещения

На текущем шаге может перемещаться не один компонент, а не-

сколько. Чтобы включить другие компоненты в список перемещаемых на данном шаге, необходимо после задания всех параметров перемещения для одного компонента распространить их на другие. Для этого необходимо выделить в дереве анимации соответствующую траекторию или ломаную и выполнить команды меню **Перемещение — Распространить на компоненты**. В дереве сборки или на модели надо выбрать нужные компоненты, которые отображаются в окне выбора компонентов, где уже присутствует первый, выбранный на текущем шаге, компонент.

Вращение компонентов осуществляется их поворотом на заданный угол с заданной скоростью или за заданное время вокруг осей. Ось строится в модели сборки или в деталях стандартными средствами КОМПАС-3D.

Для создания вращения компонента на текущем шаге, необходимо выделить его в дереве анимации и выполнить команды меню **Вращение — Выбрать ось вращения — В дереве сборки** (или в **Дереве анимации**, если эта ось использовалась ранее). Выбранная ось вращения отображается в специальном окне, завершение выбора необходимо подтвердить командой **Создать объект** на Панели свойств.

Задание частоты вращения или время перемещения производится выделением в дереве анимации соответствующей оси и выполнением команды меню **Вращение — Редактировать параметры**. В окне параметров необходимо ввести направление перемещения (прямое или обратное), выбрать скорость или время перемещения и ввести соответствующие единицы измерения и величину. В качестве параметра угловой скорости может выступать не только ее числовое значение, но и функция времени.

На текущем шаге вокруг выбранной оси может вращаться не один компонент, а несколько. Чтобы включить другие компоненты в список вращаемых на данном шаге, необходимо после задания всех

параметров вращения для одного компонента распространить их на другие. Для этого необходимо выделить в дереве анимации соответствующую ось и выполнить команды меню **Вращение — Распространить на компоненты**. В дереве сборки или на модели надо выбрать нужные компоненты, которые отображаются в окне выбора компонентов, где уже присутствует первый, выбранный на текущем шаге, компонент.

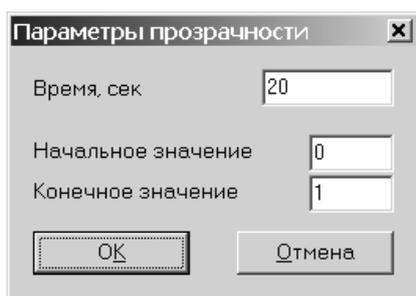
Работа с переменными

Библиотека позволяет управлять внешними переменными сборки или входящих в нее деталей. Переменные должны быть вынесены из деталей на уровень сборки и назначены внешними. Чтобы начать работу с переменными, необходимо установить выбрать команды меню **Параметры — Переменные — Выбрать переменную**. Появляется окно выбора внешних переменных.

Работа с прозрачностью

Библиотека позволяет управлять прозрачностью компонентов. Для назначения параметров прозрачности, необходимо на шаге выбрать компонент в дереве сборки и выполнить команду меню **Параметры — Прозрачность — Редактировать параметры**.

В окне выбора параметров (рис. 14.5) прозрачности вводится



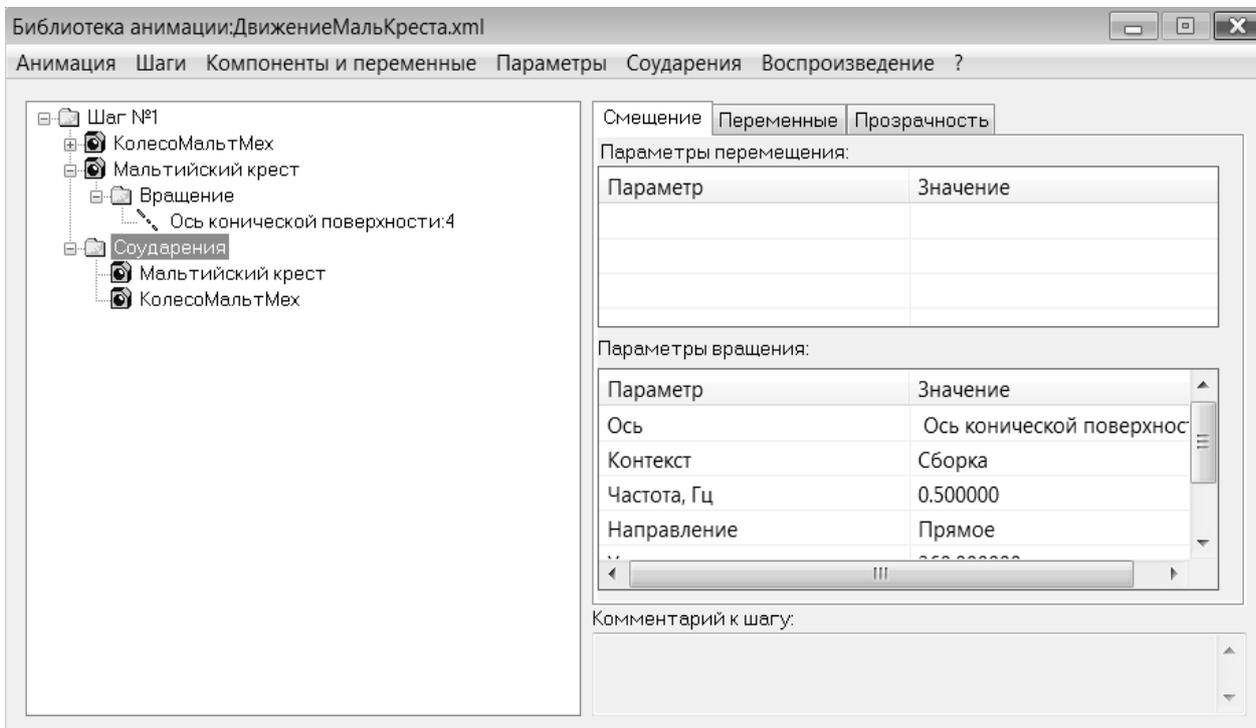
время изменения прозрачности компонента и числовые значения, определяющие степень прозрачности. 0 – компонент полностью непрозрачен, 1 – компонент прозрачен (невидим на экране).

Соударения компонентов

Рис. 14.5. Меню выбора параметров перемещения

Библиотека позволяет «отслеживать» коллизии, т.е. определять соударения компонентов в процессе движения. Чтобы включить опцию проверки соударений, необходимо выполнить команды меню **Соударе-**

ния — **Выбрать компоненты** и в дереве сборки или в пространстве модели указать те компоненты, для которых может понадобиться соответствующая проверка (рис. 14.6). В настройках системы можно



определить, останавливать ли анимацию при выявлении соударений.

Рис. 14.6. Отображение проверки соударений в дереве анимации

Воспроизведение

Воспроизведение сценария анимации, движение механизма, выполняется командой меню **Воспроизведение**.

В этой команде имеются опции:

- **На текущем шаге** — будет воспроизведено движение тех компонентов, которые выбраны на текущем шаге (выделенном в дереве анимации);
- **Полное** — будет воспроизведена вся анимация.

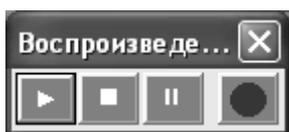


Рис. 14.7. Панель воспроизведения анимации

После выполнения этих команд на экране появляется управляющая панель с кнопками **Старт**, **Стоп**, **Пауза** и **Создать видеоролик** (рис.14.7).

Если в настройках системы установлена опция *Создать видеоролик*, или перед нажатием кнопки *Старт* нажать кнопку *Создать видеоролик*, то при запуске воспроизведения начнется параллельная запись ролика в формате AVI. По окончании воспроизведения система предлагает выбрать место на диске для сохранения видеофайла и его имени.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Выполнить примеры, приведённые в разделе «Пример выполнения задания». Создать сценарии анимации для имитации движения деталей сборки и имитации процесса «разборки — сборки» механизма, смоделированного в разделе «Моделирование сборок последовательным добавлением моделей компонентов». Разработанные анимации записать в видеоролики.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

I. Создадим сценарий анимации для имитации движения телескопической трубы пылесоса, представленной на рис. 14.8.

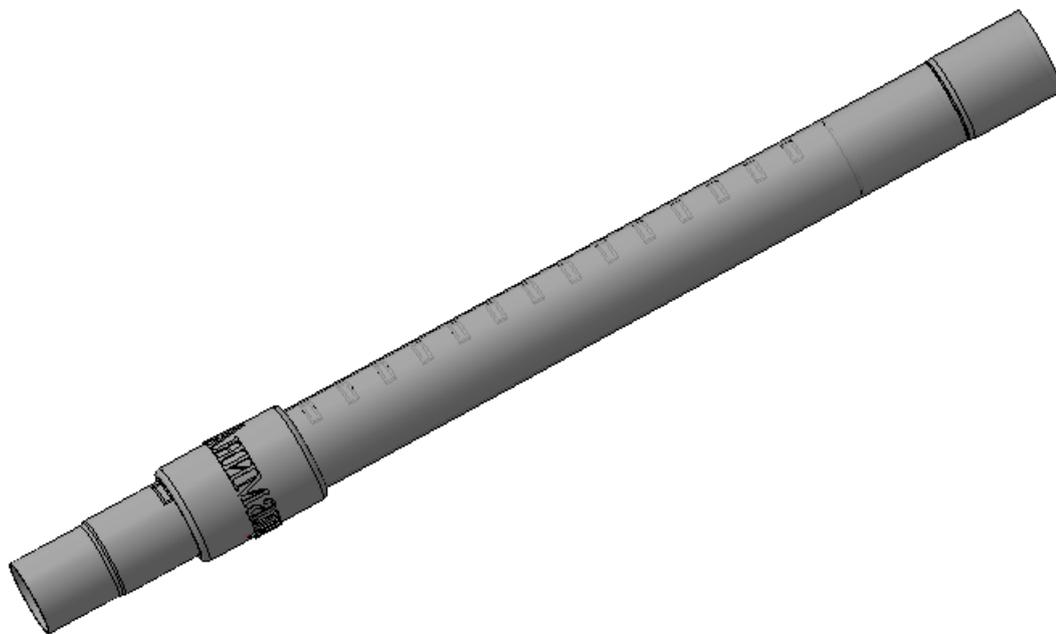
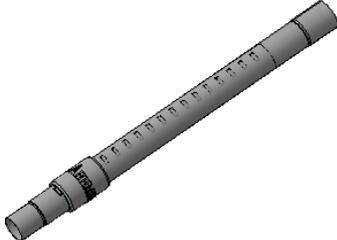
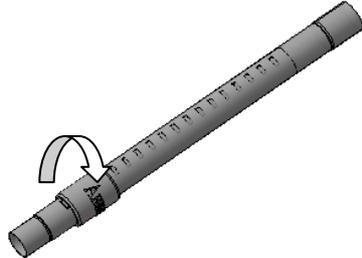
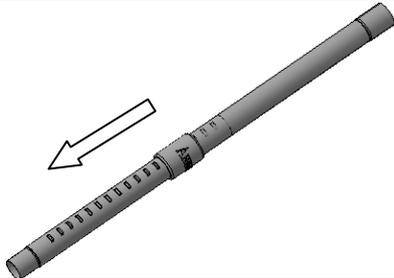
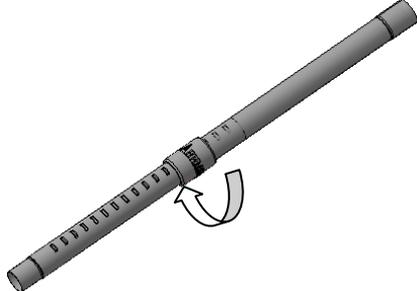


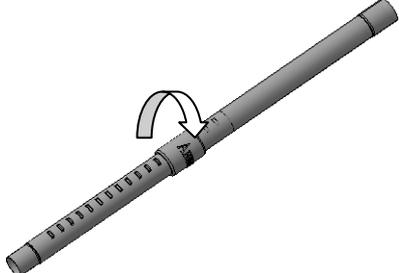
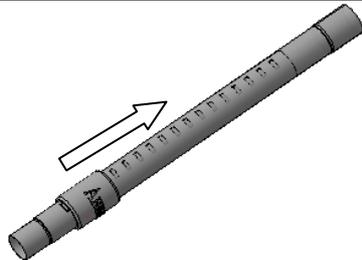
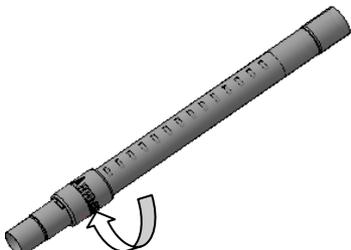
Рис. 14.8. Модель телескопической трубы пылесоса

Пошаговое изменение внешнего вида модели отображено в таблице 14.1.

Таблица 14.1

Изменение внешнего вида модели в процессе воспроизведения сценария анимации

Содержание шага	Вид модели после выполнения шага
Исходное состояние	
Шаг №1. Поворот ручки в прямом направлении.	
Шаг №2. Прямое движение внутренней трубы.	
Шаг №3. Поворот ручки в обратном направлении.	

Шаг №4. Поворот ручки в прямом направлении.	
Окончание табл. 14.1	
Шаг №5. Обратное движение внутренней трубы.	
Шаг №6. Поворот ручки в обратном направлении.	

1. Самостоятельно создайте модели деталей, входящих в сборочную единицу. Модель внутренней части телескопической трубы представлена на рис 14.9, внешней части — на рис. 14.10. Неуказанные размеры выберите произвольно.

2. Рассмотрим подробнее построение модели третьей детали сборочной единицы — Ручки (рис. 14.11) Интерес представляет нанесение объёмного текста на цилиндрическую поверхность.

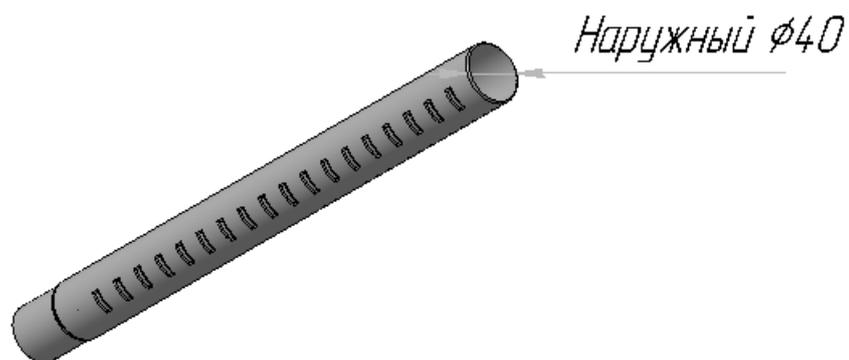


Рис. 14.9. Модель внутренней части телескопической трубы

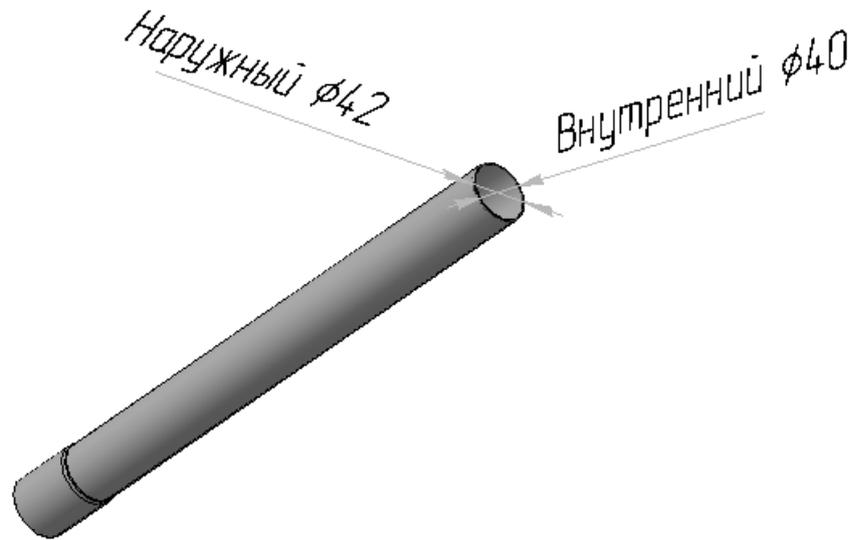


Рис. 14.10. Модель внешней части телескопической трубы



Рис. 14.11. Модель Ручки телескопической трубы

2.1. В новом файле детали создайте листовое тело прямоугольной формы, размером 65×200 мм и толщиной 2мм. Эскиз листового тела постройте на плоскости XY.

2.2. На широкой грани листового тела создайте новый эскиз. Предстоит построить эскиз, изображенный на рис. 14.12.

2.3. Вызовите команду **Обозначения** — **Ввод текста**.

2.4. Введите слово «**Анимация**». Параметры текста:

- **шрифт: Times New Roman;**
- **высота: 20;**
- **коэффициент сужения: 0.75.**



Рис. 14.12. Эскиз текста

2.5. В меню **Редактирование** выберите **Преобразовать в NURBS** и укажите курсором на введенный текст. Полученное изображение нужно отредактировать таким образом, чтобы при вырезании контура тело не состояло из отдельных частей. В данном случае редактирования требуют буквы «А», «а» и «я». Пример редактирования приведен на рис. 14.13.

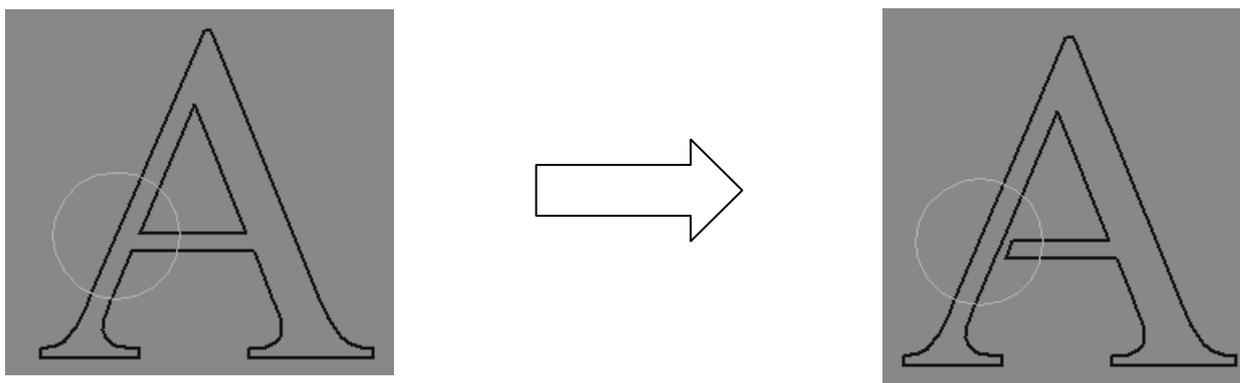


Рис. 14.13. Редактирование букв

2.6. Выйдите из режима редактирования эскиза.

2.7. В меню **Операции** выполните команду **Вырезать выдавливанием**.

2.8. Постройте эскиз для операции **Сгиб по линии** (рис. 14.14).

2.9. Вызовите команду **Сгиб по линии** (меню **Элементы листового тела**).

2.10. Задайте параметры операции на **Панели свойств**:

- направление построения: **Обратное направление**;



Рис. 14.14. Эскиз для операции **Сгиб по линии**

- сторона, неподвижная при сгибе: **Сторона 2**;
- укажите курсором грань листового тела по правую сторону от линии сгиба;

- укажите курсором линию сгиба;
- способ задания угла: **Угол сгиба: 270**;
- способ задания радиуса: **Внутренний радиус: 25**;
- способ формирования сгиба: **По линии сгиба**;
- закончите построение.

2.11. На верхней узкой грани модели создайте эскиз, изображенный на рис.14.15. Для указания центра окружности используйте привязку **Центр**.

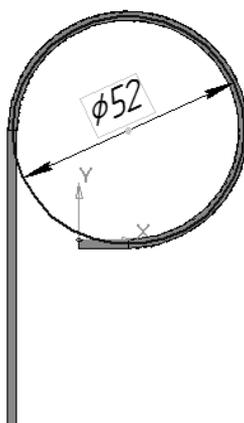


Рис. 14.15. Эскиз для операции выдавливания

2.12. Выполните **Операцию выдавливания** из меню **Редактирование детали**:

- на вкладке **Результат операции** выберите: **Новое тело**;
- на вкладке **Параметры**: включите режим **Обратное направление**; выберите способ построения : **На расстояние**; укажите значение параметра **Расстояние: 65**; **Уклон, гр.: 0**;
- закончите построение. Вы получите модель, изображенную на рис. 14.16. Обратите внимание, что в дереве построения отображено наличие двух тел в модели. Это необходимо для выполнения Булевой операции вычитания тел.

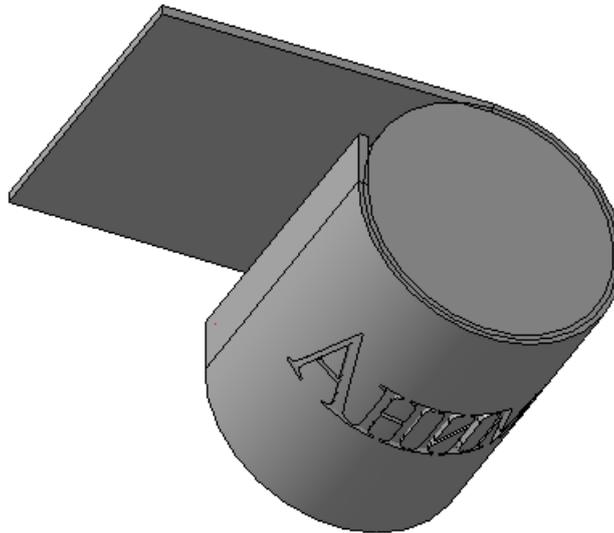


Рис. 14.16. Вид модели после выполнения операции выдавливания

2.13. Вызовите команду **Булева операция** (меню **Редактирование детали**). Далее:

- на вкладке **Параметры**: для формирования списка тел укажите в **Дереве построения** сначала **Операцию выдавливания**, затем — **Листовое тело** (результат выполнения операции зависит от последовательности указания тел);
- **Результат операции: Вычитание**;

- закончите построение. Вы получите модель, изображенную на рис. 14.17.

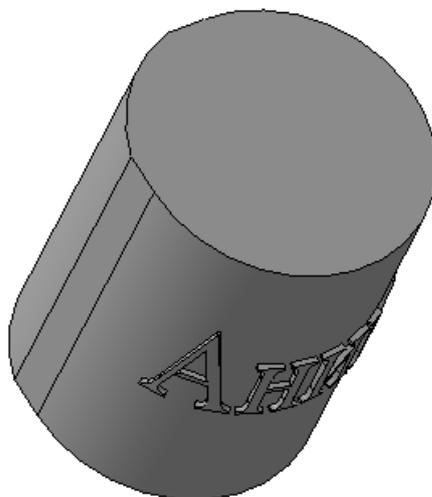


Рис. 14.17. Вид модели после выполнения булевой операции

2.14. На верхней грани модели создайте эскиз, изображенный на рис.14.18.

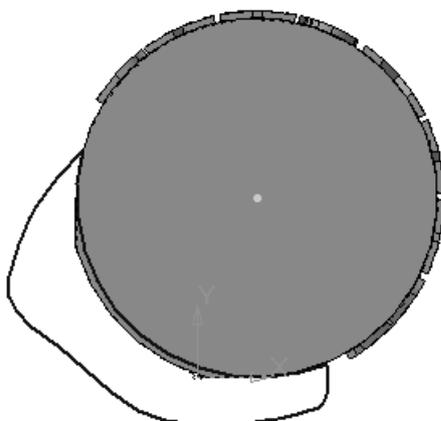


Рис. 14.18. Вид модели после выполнения операции выдавливания

2.15. Выполните операцию **Вырезать выдавливанием** на всю длину модели. Вы получите цилиндр с объёмным текстом.

2.16. Дальнейшее построение модели не должно вызвать затруднений. Постройте отверстие диаметром 40 и скругления радиусом 3.

3. Создайте сборку из трёх деталей, описанных выше. Сопряжения наложите таким образом, чтобы Ручка могла вращаться вокруг

своей оси, а внутренняя часть телескопической трубы — перемещаться вдоль оси. Все детали должны быть соосны.

Перейдём к созданию сценария анимации.

4. Подключите **Библиотеку анимации** посредством **Менеджера библиотек**, пункт **Прочие**.

5. Произведите настройку системы командой меню **Анимация — Настройки** в соответствии с рис. 14.1.

6. «**Шаг № 1**» уже присутствует в окне **Библиотеки анимации**.

7. В **Дереве построения** сборки исключите из расчёта все сопряжения, препятствующие вращению **Ручки**.

8. Выполните команду **Запомнить начальное состояние** из меню **Шаги**.

9. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню **Компоненты — Выбрать компоненты — В дереве сборки**. Укажите компонент **Ручка**. **ОК**.

10. Для задания вращения ручки необходимо создать ось вращения. В файле сборки постройте **Ось конической поверхности**, указав на цилиндрическую поверхность ручки.

11. Выделите компонент в **Дереве анимации**. В окне **Библиотеки анимации** выберите меню **Параметры — Вращение — Выбрать ось вращения — В дереве сборки** и укажите построенную в п.10 ось.

12. Задайте параметры вращения:

- направление: **По часовой стрелке**;
- частота вращения: **Об/мин.**;
- значение: **10**;
- угол поворота: **45**;
- завершите операцию. В окне **Библиотеки анимации** отобразятся содержание шага и параметры вращения.

13. Для воспроизведения сценария анимации на данном шаге выберите пункт меню **Воспроизведение — На текущем шаге**. На

экране появляется управляющая панель **Воспроизведение**: нажмите кнопку **Пуск**. По окончании воспроизведения закройте текущее окно.

14. Добавьте в сценарий следующий шаг: **Шаги — Добавить шаг**.

15. В **Дереве построения** сборки исключите из расчёта все сопряжения, препятствующие прямолинейному движению **Внутренней трубы**.

16. Выполните команду **Запомнить начальное состояние** из меню **Шаги**.

17. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню **Компоненты — Выбрать компоненты — В дереве сборки**. Укажите компонент **Внутренняя труба**. **ОК**.

18. Для задания перемещения внутренней трубы необходимо построить траекторию движения — **Пространственную ломаную**. Для этого:

- вызовите команду  **Точка** из меню **Пространственные кривые**;
- на вкладке **Параметры** выберите **Способ построения точки: В центре** и укажите курсором в окне модели ребро внутренней трубы (рис. 14.19). В **Дереве построения**, в разделе **Кривые и точки** появится элемент **Точка:1**.

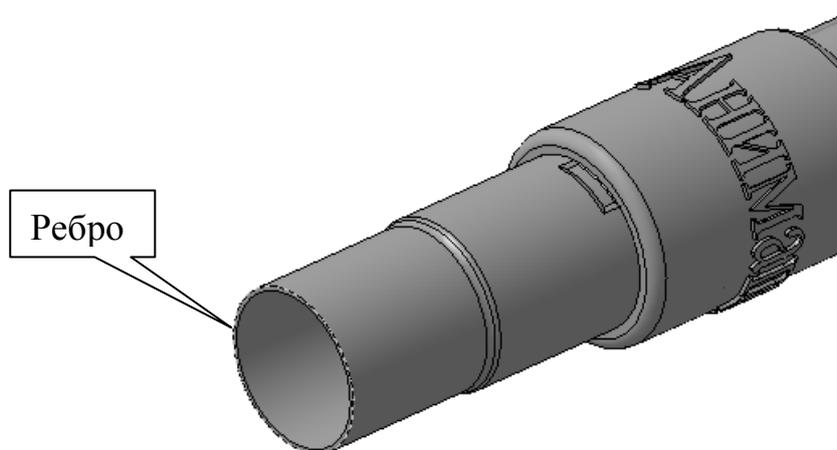


Рис. 14.19. Иллюстрация способа построения точки

19. Вызовите команду  *Ломаная*, меню *Пространственные кривые*. Далее:

- в Дереве построения, в разделе *Кривые и точки* укажите элемент *Точка:1*;

- на вкладке *Параметры* выберите *Способ построения: Параллельно объекту*, выберите в Дереве построения *Ось конической поверхности* и *Расстояние : -250* (знак указывает направление построения);

- завершите операцию.

20. В окне *Библиотеки анимации* выделите компонент *Внутренняя труба* в Дереве анимации.

21. Из меню *Параметры* выберите *Перемещение — Выбрать траекторию — В дереве сборки*. Укажите компонент *Ломаная:1*.

22. Задайте параметры перемещения:

- направление: *Прямое*;

- скорость: *мм/сек.*;

- значение: *100*;

- завершите операцию. В окне *Библиотеки анимации* отобразятся содержание шага и параметры перемещения.

23. Для воспроизведения сценария анимации на данном шаге выберите пункт меню *Воспроизведение — На текущем шаге*.

24. Следующий шаг аналогичен шагу № 1, за исключением того, что ручка будет двигаться в противоположном направлении. Сделайте копию первого шага:

- в Дереве анимации выделите *Шаг № 1*;

- выберите из меню *Шаги* команду *Копировать шаг*.

25. Выделите Шаг № 3 и выполните команду *Запомнить начальное состояние* из меню *Шаги*.

26. Раскройте содержание шага и отредактируйте параметры вращения: выделите *Ось конической поверхности* и из контекстного

меню выберите *Редактировать параметры*. В открывшемся окне укажите *Направление* вращения *Против часовой* стрелки.

27. Для воспроизведения сценария анимации на данном шаге выделите шаг в *Дереве анимации* и выберите пункт меню *Воспроизведение — На текущем шаге*.

28. В дальнейшем не забывайте сохранять начальное состояние шага перед началом его выполнения (команда *Запомнить начальное состояние* из меню *Шаги*).

29. Шаг № 4 такой же, как шаг № 1. Сделайте копию самостоятельно.

30. Шаг № 5 аналогичен шагу № 2. Скопируйте шаг № 2. В *Параметрах перемещения* замените направление на *Обратное*.

31. Шаг № 6 совпадает с шагом № 3.

32. Для воспроизведения сценария анимации и создания видеоролика выберите пункт меню *Воспроизведение — Полное*. На экране появляется управляющая панель *Воспроизведение*:

- нажмите кнопку *Создать видеоролик*;
- нажмите кнопку *Пуск*;
- в окне *Сжатие видео* выберите *Полные кадры (без сжатия)*. Начнется воспроизведение и параллельная запись ролика в формате AVI. По окончании воспроизведения система предлагает выбрать место на диске для сохранения видеофайла и его имени.

- присвойте видеофайлу имя и сохраните его.

33. Вернуть сборку в исходное состояние (в том числе восстановить исключенные из расчета сопряжения) позволяет команда меню *Анимация — Возврат в исходное состояние*.

34. Сохраните созданную анимацию в виде файла *.xml: выполните команду *Анимация — Сохранить*.

II. Создадим сценарий анимации процесса разборки — сборки изделия. Воспользуемся моделью фланцевого соединения, представленного на рис. 14.20. Чертежи деталей и сборки, а также специфика-

ция представлены в разделе «Создание спецификации».

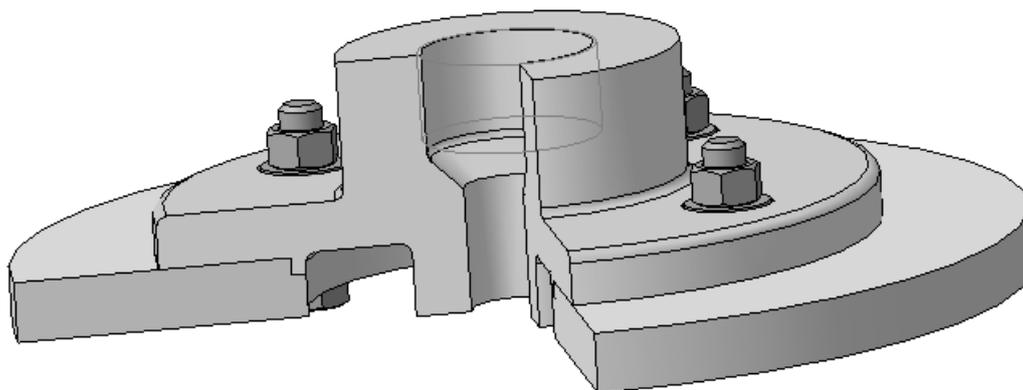
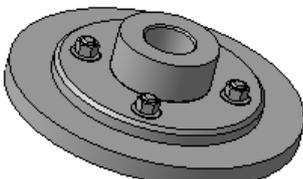
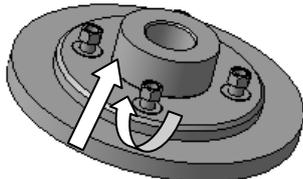
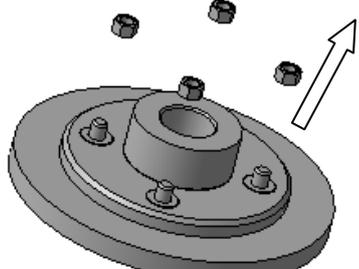


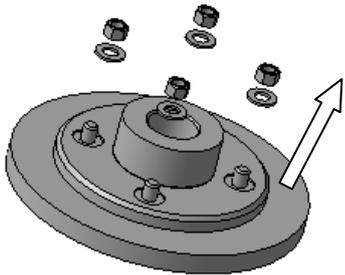
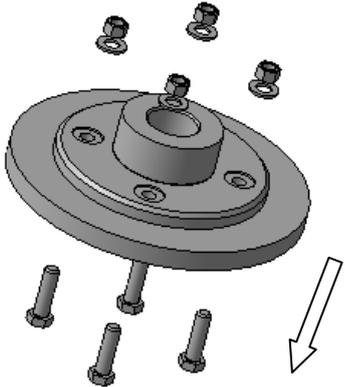
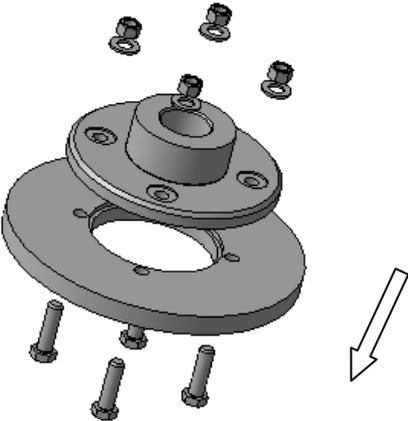
Рис.14.20 Модель фланцевого соединения

Пошаговое изменение внешнего вида модели в процессе разборки отображено в таблице 14.2.

Таблица 14.2

Изменение внешнего вида модели в процессе воспроизведения сценария анимации

Содержание шага	Вид модели после выполнения шага
Шаг № 1. Запоминание исходного состояния.	
Шаг №2. Вывинчивание гаек.	
Шаг №3. Удаление гаек.	

Шаг № 4. Удаление шайб.	
Шаг № 5. Удаление болтов.	
Шаг № 6. Удаление фланца.	

1. Создайте сборку, модель которой представлена на рис.14.20. Чертежи деталей, сборочный чертёж и спецификация сборки представлены в разделе «Создание спецификации».

2. Перед началом создания сценария выполните вспомогательные построения.

2.1. Постройте оси вращения гаек (рис.14.21): команда **Ось конической поверхности**. Укажите поочередно цилиндрические поверхности болтов.

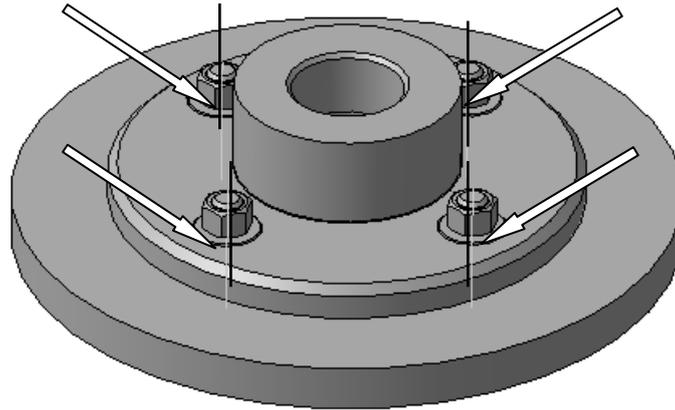


Рис.14.21. Оси вращения гаек

2.2. Постройте траекторию прямолинейного движения гаек в процессе вывинчивания (соответствует шагу № 2, табл.14.2). Эта и последующие траектории должны совпадать или быть параллельны оси симметрии модели. Тип траектории — **Пространственная ломаная**, **Расстояние** — 10. Подробное описание построения ломаных см. п. 18 в создании сценария предыдущей анимации. Результат построения представлен на рис. 14.22.

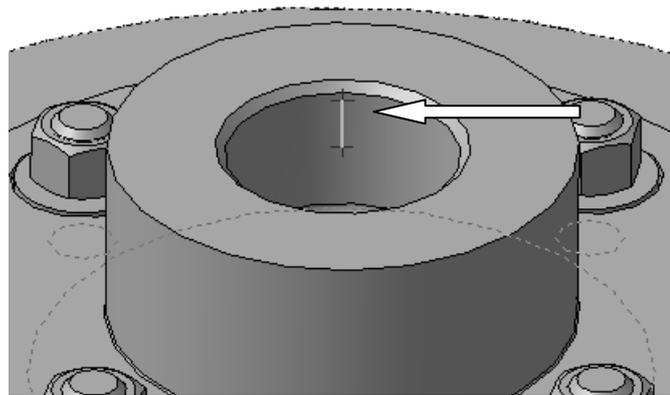


Рис.14.22. Ломаная № 1

2.3. Постройте ломаную № 2, рис.14.23 — траекторию прямолинейного движения гаек в процессе удаления (соответствует шагу № 3, табл. 14.2). **Расстояние** — 100.

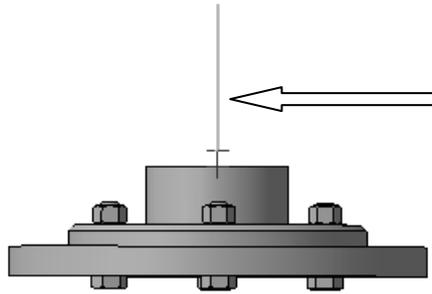


Рис.14.23. Ломаная № 2

2.4. Постройте ломаную № 3, рис.14.24 — траекторию прямолинейного движения болтов в процессе удаления (соответствует шагу № 5, табл. 14.2). *Расстояние — -200.*

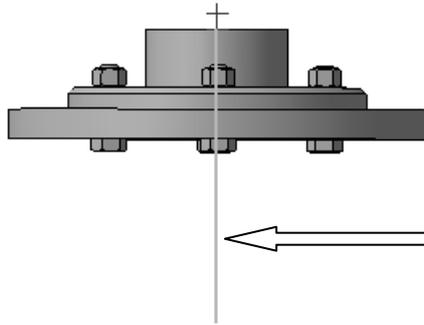


Рис.14.24. Ломаная № 3

2.5. Постройте ломаную № 4, рис.14.25 — траекторию прямолинейного движения фланца в процессе удаления (соответствует шагу № 6, табл. 14.2). *Расстояние — -100.*

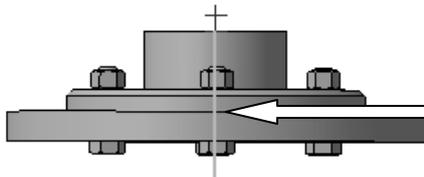


Рис.14.25. Ломаная № 4

3. Подключите *Библиотеку анимации* и произведите настройку системы.

4. «Шаг № 1» уже присутствует в окне *Библиотеки анимации*.

5. Выполните команду **Запомнить начальное состояние** из меню **Шаги**.

6. Для того чтобы система могла запомнить начальное состояние этот шаг не должен быть пустым. Добавьте в сценарий любой компонент сборки: меню **Компоненты — Выбрать компоненты — В дереве сборки**. Например, гайку и задайте для неё вращение на ничтожно малый угол (0.001 град.). Внешний вид сборки при этом не изменится, но у нас появится возможность сохранить состояние сборки включающее в себя все сопряжения.

7. Добавьте в сценарий шаг № 2: **Шаги — Добавить шаг**.

8. В **Дереве построения** сборки исключите из расчёта все сопряжения, препятствующие вращению и прямолинейному движению гаек.

9. Выполните команду **Запомнить начальное состояние** из меню **Шаги**.

10. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню **Компоненты — Выбрать компоненты — В дереве сборки**. Укажите компонент **Гайка** (первую из списка). **ОК**.

11. Из меню **Параметры** выберите **Перемещение — Выбрать траекторию — В дереве сборки**. Укажите компонент **Ломаная:1**.

12. Задайте параметры перемещения:

- направление: **Прямое**;
- скорость: **мм/сек.**;
- значение: **10**;
- завершите операцию.

13. Распространите эти параметры перемещения на остальные гайки: выделите в дереве анимации компонент **Ломаная:1** и из контекстного меню выберите пункт **Распространить на компоненты**. Укажите в дереве построения остальные гайки.

14. Вернёмся в **Дереве анимации** к первой гайке и зададим для неё вращение: выделите компонент **Гайка**; выберите меню **Парамет-**

ры — Вращение — Выбрать ось вращения — В дереве сборки и укажите ось вращения, соответствующую этой гайке; задайте параметры вращения:

- направление: *Против часовой стрелки*;
- частота вращения: *Об/мин.*;
- значение: *15*;
- угол поворота: *100*;
- завершите операцию.

14. Аналогично задайте параметры вращения для остальных гаек.

15. Выделите в *Дереве анимации* шаг № 2 и воспроизведите сценарий анимации на данном шаге: выберите пункт меню *Воспроизведение — На текущем шаге*.

16. Добавьте в сценарий шаг № 3: *Шаги — Добавить шаг*.

17. Выполните команду *Запомнить начальное состояние* из меню *Шаги*.

18. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню *Компоненты — Выбрать компоненты — В дереве сборки*. Укажите компонент *Гайка* (первую из списка). *ОК*.

19. Из меню *Параметры* выберите *Перемещение — Выбрать траекторию — В дереве сборки*. Укажите компонент *Ломаная:2*.

20. Задайте параметры перемещения:

- направление: *Прямое*;
- скорость: *мм/сек.*;
- значение: *50*;
- завершите операцию.

21. Распространите эти параметры перемещения на остальные гайки: выделите в дереве анимации компонент *Ломаная:2* и из контекстного меню выберите пункт *Распространить на компоненты*. Укажите в дереве построения остальные гайки.

22. Выделите в **Дереве анимации** шаг № 3 и воспроизведите сценарий анимации на данном шаге: выберите пункт меню **Воспроизведение** — **На текущем шаге**.

23. Добавьте в сценарий шаг № 4: **Шаги** — **Добавить шаг**.

24. В **Дереве построения** сборки исключите из расчёта все соприжения **Совпадение**, препятствующие прямолинейному движению шайб.

25. Выполните команду **Запомнить начальное состояние** из меню **Шаги**.

26. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню **Компоненты** — **Выбрать компоненты** — **В дереве сборки**. Укажите компонент **Шайба** (первую из списка). **ОК**.

27. Из меню **Параметры** выберите **Перемещение** — **Выбрать траекторию** — **В дереве сборки**. Укажите компонент **Ломаная:2**.

28. Задайте параметры перемещения:

- направление: **Прямое**;
- скорость: **мм/сек.**;
- значение: **50**;
- завершите операцию.

29. Распространите эти параметры перемещения на остальные шайбы: выделите в дереве анимации компонент **Ломаная:2** и из контекстного меню выберите пункт **Распространить на компоненты**. Укажите в дереве построения остальные шайбы.

30. Выделите в **Дереве анимации** шаг № 4 и воспроизведите сценарий анимации на данном шаге: выберите пункт меню **Воспроизведение** — **На текущем шаге**.

31. Добавьте в сценарий шаг № 5: **Шаги** — **Добавить шаг**.

32. В **Дереве построения** сборки исключите из расчёта все соприжения **Совпадение**, препятствующие прямолинейному движению болтов.

33. Выполните команду *Запомнить начальное состояние* из меню *Шаги*.

34. Выберите компоненты для данного шага анимации: меню *Компоненты* — *Выбрать компоненты* — *В дереве сборки*. Укажите компонент *Болт* (первый из списка). *ОК*.

35. Из меню *Параметры* выберите *Перемещение* — *Выбрать траекторию* — *В дереве сборки*. Укажите компонент *Ломаная:3*.

36. Задайте параметры перемещения:

- направление: *Прямое*;
- скорость: *мм/сек.*;
- значение: *50*;
- завершите операцию.

37. Распространите эти параметры перемещения на остальные болты: выделите в дереве анимации компонент *Ломаная:3* и из контекстного меню выберите пункт *Распространить на компоненты*. Укажите в дереве построения остальные болты.

38. Выделите в *Дереве анимации* шаг № 5 и воспроизведите сценарий анимации на данном шаге: выберите пункт меню *Воспроизведение* — *На текущем шаге*.

39. Добавьте в сценарий шаг № 6: *Шаги* — *Добавить шаг*.

40. В *Дереве построения* сборки исключите из расчёта все сопряжения *Соосность* для болтов и сопряжение *Совпадение*, препятствующее прямолинейному движению фланца.

41. Выполните команду *Запомнить начальное состояние* из меню *Шаги*.

42. Выберите компонент для данного шага анимации: меню *Компоненты* — *Выбрать компоненты* — *В дереве сборки*. Укажите компонент *Фланец*. *ОК*.

43. Из меню *Параметры* выберите *Перемещение* — *Выбрать траекторию* — *В дереве сборки*. Укажите компонент *Ломаная:4*.

44. Задайте параметры перемещения:

- направление: *Прямое*;
- скорость: *мм/сек.*;
- значение: *50*;
- завершите операцию.

45. Выделите в **Дереве анимации** шаг № 6 и воспроизведите сценарий анимации на данном шаге: выберите пункт меню **Воспроизведение** — **На текущем шаге**.

46. Для создания сценария сборки изделия, необходимо задать шаги в обратной последовательности, не забывая менять направления перемещения и вращения компонентов на противоположные. В начале шага, там, где это необходимо подключайте сопряжения, которые были ранее исключены из расчёта и **запоминайте начальное состояние** шага.

47. В том случае, если «сборка» изделия не нужна, верните сборку в состояние, в котором она находилась в момент запуска **Библиотеки**, выполнив команду меню **Анимация** — **Возврат в исходное состояние**.

48. Воспроизведите полный сценарий анимации: выберите пункт меню **Воспроизведение** — **Полное**. Создайте видеоролик.

49. Сохраните созданную анимацию в виде файла *.xml.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризуйте виды параметров настройки библиотеки анимации.
2. Каков порядок создания сценария анимации?
3. Опишите возможности при работе с шагом анимации.
4. Как можно управлять состоянием сборки на шаге?
5. Какие виды «движений» компонентов вы знаете?
6. Как воспроизвести сценарий анимации?
7. Как создать видеоролик?

15. САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЕРТИКАЛЬ

ВЕРТИКАЛЬ — САПР технологических процессов нового поколения, предназначенная для автоматизации процессов технологической подготовки производства.

Система предназначена для проектирования технологических процессов обработки деталей и сборочных единиц различных видов производств, ведения технологических расчетов, создания конструкторско-технологической документации, организации хранения разработанных технологий.

Управление базами данных системы организовано в архитектуре клиент-сервер, что позволяет осуществлять работу системы в компьютерной сети. Программный комплекс обеспечивает диалоговый доступ к сведениям об оборудовании, инструментах, материалах и другой информации, заложенной в базе данных в виде справочников.

В системе ВЕРТИКАЛЬ определено пять рангов пользователей, имеющих различный набор прав: *администратор, ведущий технолог, технолог, конструктор и оператор.*

СИСТЕМА ВЕРТИКАЛЬ

Окно системы ВЕРТИКАЛЬ (рис. 15.1) разделено на следующие зоны-окна: основное меню системы; инструментальная панель; *Дерево ТП*; вкладки *Дерева ТП*; *Дерево КТЭ*; вкладки *Дерева КТЭ*; панель вызова справочников и программ. Все окна имеют подвижные рамки (так называемые «сплиттеры») — для настройки размеров окна любого из компонентов.

На *Дереве ТП* иерархически отображается информация о ТП в виде дерева операций в соответствии с порядком изменения состояний заготовки во времени. В состав одного объекта Деревя ТП входят другие, подчиненные ему. Например, *Операция — Переход — Инструмент.*

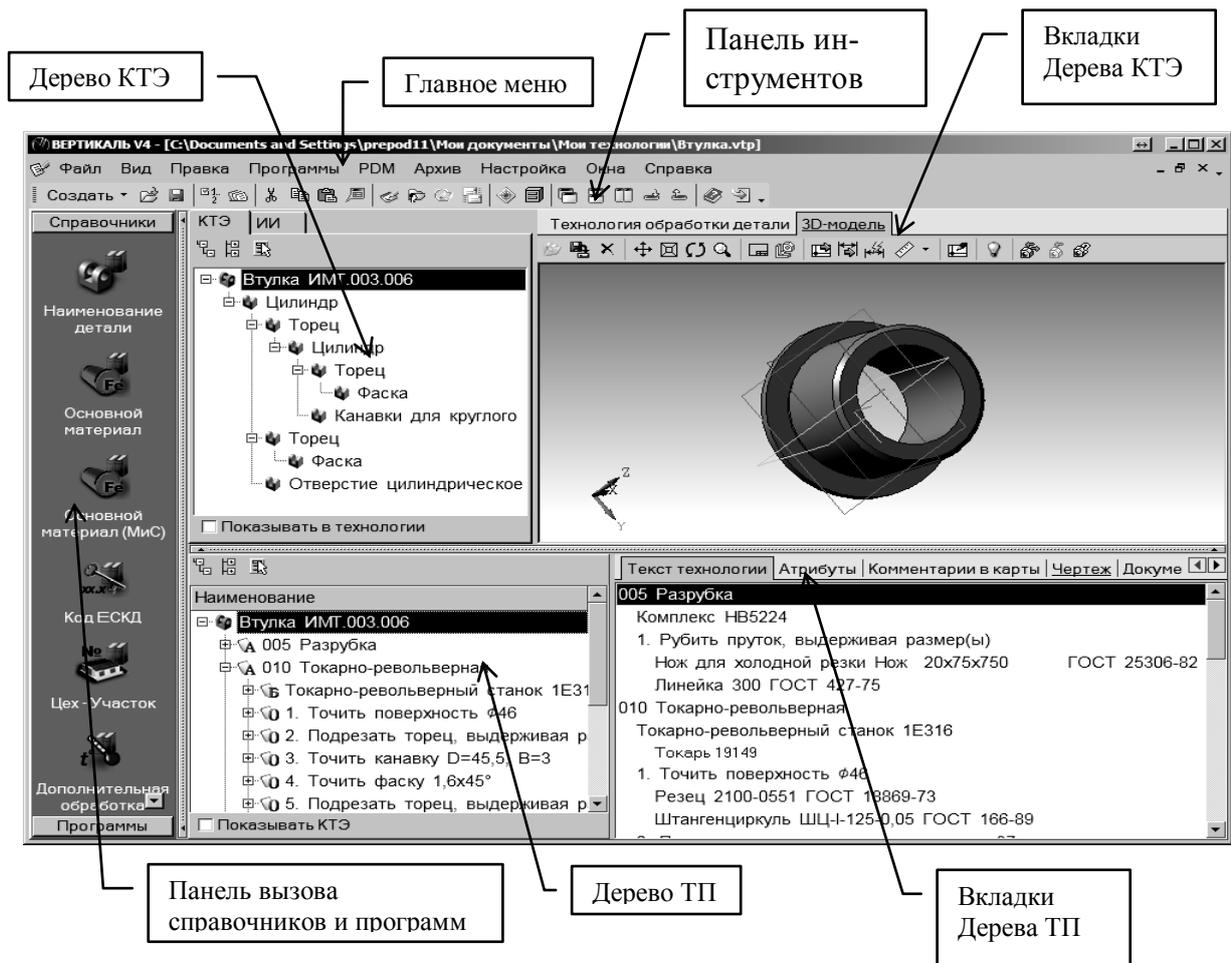


Рис. 15.1. Окно среды САПР ВЕРТИКАЛЬ

На панели вызова справочников и программ размещены кнопки вызова различных справочников («Универсальный технологический справочник», справочник «Материалы и сортаменты» и др.)

Универсальный технологический справочник (**УТС**) вызывается нажатием соответствующей кнопки панели, открывается и загружает соответствующую базу данных при создании или редактировании любого объекта *Дерева ТП*. Из справочников выбираются все необходимые данные по операциям, переходам, оборудованию и оснастке.

Корпоративный справочник «Материалы и Сортаменты» (**МиС**) содержит сведения о применяемых в промышленности материалах.

Все технологические процессы, разработанные в ВЕРТИКАЛИ, хранятся в файлах с расширениями *.vtp.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ ВЕРТИКАЛЬ

В системе ВЕРТИКАЛЬ создание техпроцесса обычно производится наполнением *Дерева ТП* операциями и переходами. Необходимым элементом для разработки ТП являются вкладки *Дерева ТП*. Они позволяют собрать необходимые для разработки ТП характеристики обрабатываемой детали, вкладка *Атрибут*, подключить чертежи и эскизы ТП, вкладки *Чертеж, Эскиз*, и т. д. *Атрибут* — именованное свойство элемента ТП. Например, атрибутами детали могут являться размеры, форма, материал, а также вид обработки и др.

Другим способом создания ТП является наполнение *Дерева конструкторско-технологических элементов (КТЭ)* с получением планов обработки. Компонент *Дерево КТЭ*, позволяющий собирать переходы обработки отдельной поверхности (конструкторско-технологического элемента) вместе и работать с ними как с самостоятельным фрагментом технологического процесса. Элементам *Дерева КТЭ* можно сопоставить определенные планы обработки *КТЭ*.

Дерево КТЭ, обеспечивающее автоматизацию проектирования ТП, отображает состав и иерархию элементарных поверхностей, конструкторско-технологических элементов и групп *КТЭ* детали. Формирование *Дерева КТЭ* осуществляется с помощью специальной библиотеки, в которой конструктивные элементы связаны с типовыми технологическими планами их обработки.

Настройка связей между *Деревом КТЭ*, *Деревом ТП* и *3D-моделью* (чертежом) позволяет ориентироваться в техпроцессах, оперативно редактировать их содержание.

На практике проектирование ТП обычно ведется смешанным методом. Часть операций и переходов создается наполнением *Дерева ТП* с использованием справочников и библиотеки пользователя, а для формирования переходов обработки отдельных конструкторско-

технологических элементов (отверстий, шпоночных пазов, лысок и т.д.) используют *дерево КТЭ*.

На этапе составления технологического маршрута обработки детали решаются следующие задачи: разрабатывается общий план обработки поверхностей детали, предварительно выбираются средства технического оснащения, намечается содержание операций.

Разработка технологического процесса начинается с уровня *Операции*. Ввод наименования и информации о текущей операции может производиться с помощью справочных баз данных по операциям. Выбор операции производится в режиме контекстного меню по пункту *Добавить — Операцию*.

После того как введены сведения об операции, можно вводить данные о переходах, активизируя в контекстном меню для каждой операции уровень *Переходы* по пункту *Добавить — Основной переход*.

Помимо этого в операцию добавляется оборудование, оснастка и требуемый инструмент из справочника *УТС* в режиме контекстного меню по пункту *Добавить — Станок (Режущий инструмент; Измерительный инструмент)*.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс обработки детали «Втулка» в системе ВЕРТИКАЛЬ по примеру разработанного в упрощенном виде типового ТП, в соответствии со своим вариантом задания (табл. 15.1); создать технологическую документацию в системе ВЕРТИКАЛЬ. Разработку произвести по следующим этапам:

1. Создать 3D-модель (рис. 15.2) и чертеж детали «Втулка» (рис.15.3), в соответствии с вариантом;
2. Создать новый ТП изготовления детали «Втулка»;
3. Подключить чертеж детали «Втулка»;
4. Подключить 3D-модель детали «Втулка»;
5. Произвести заполнение атрибутов ТП «Втулка»;

6. Импортировать параметры с чертежа детали «Втулка»;
7. Составить ТП, включающий в себя технологические операции с эскизами и переходы обработки детали “Втулка”, произвести наполнение *дерева КТЭ*; установить связи между элементами *дерева КТЭ* и поверхностями *3D-модели* детали;
8. Создать технологическую документацию:
 - титульный лист горизонтальный;
 - карта технологического процесса;
 - операционная карта с эскизом.
9. Сохранить комплект технологической документации.

Таблица 15.1

Варианты заданий

<i>N</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>H</i>
1	40	35	60	34	46	0,5
2	42	36	62	35	45	0,5
3	40	40	60	40	60	0
4	38	32	58	30	44	0,5
5	42	35	62	0	46	0,5
6	52	45	60	34	46	0,5
7	50	44	40	26	30	0,5
8	55	55	60	40	60	0
9	44	36	62	0	50	0,5
10	60	52	65	45	30	0,5

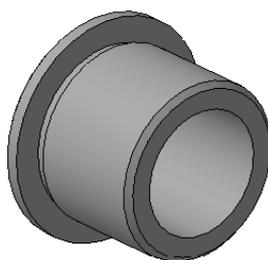


Рис. 15.2. Модель детали “Втулка”

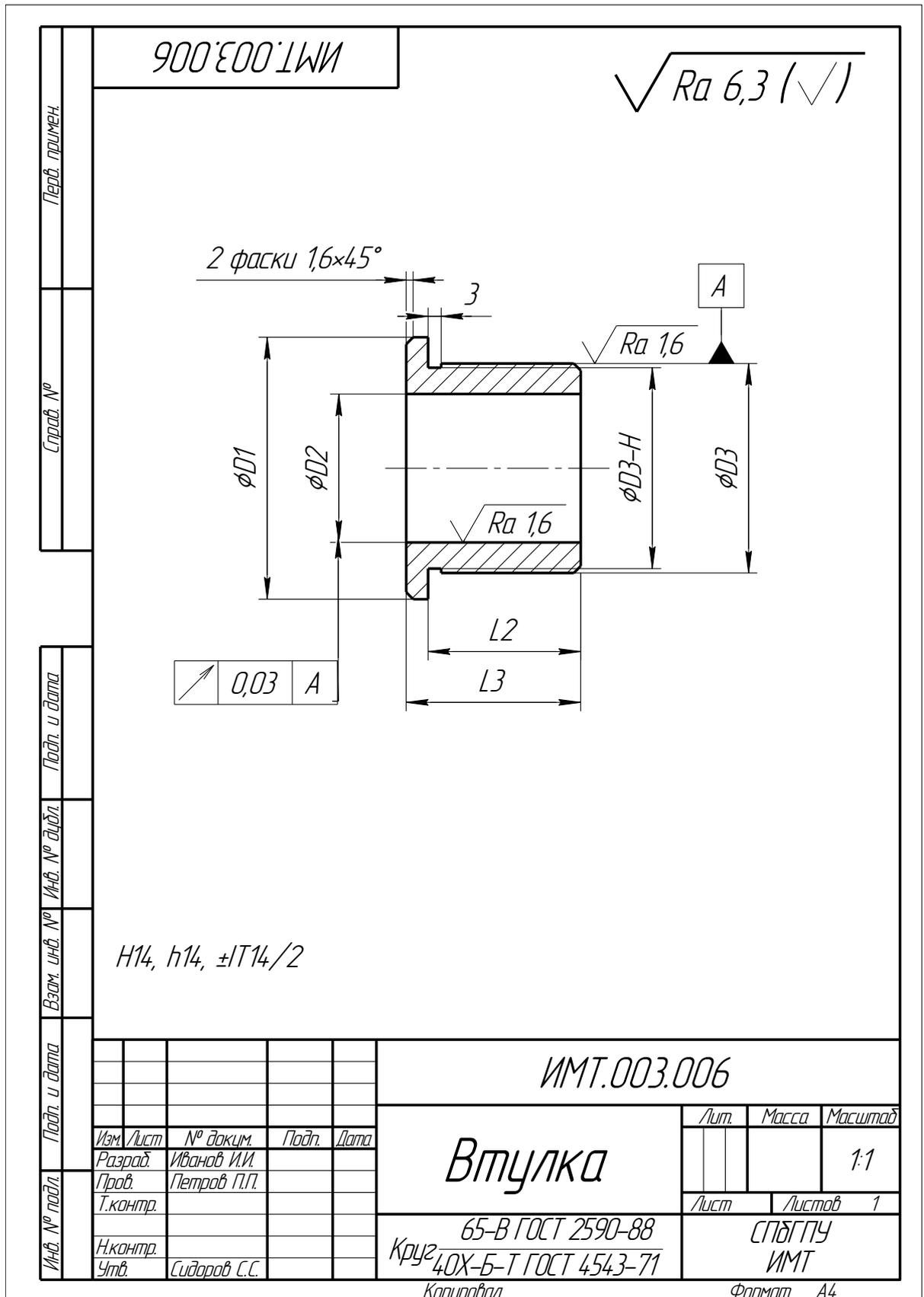


Рис. 15.3. Чертеж детали “Втулка”

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В соответствии с заданием, необходимо создать технологический процесс для детали «Втулка» (рис. 15.2 и 15.3). Выполнение задания рассматривается для варианта 1.

1. Создайте 3D-модель детали «Втулка». Создайте чертеж детали «Втулка». Обратите внимание на заполнение свойств 3D-модели детали: *Наименование*, *Обозначение* и *Материал*. Это необходимо для дальнейшей работы.

2. Загрузите систему ВЕРТИКАЛЬ щелчком по одноименной пиктограмме в программной группе АСКОН, ВЕРТИКАЛЬ.

3. Регистрация пользователя производится при входе в систему. Из группы пользователей можно выбрать требуемый ранг, ввести имя пользователя и пароль. Данная работа производится пользователями в ранге *Технолог*. Имя пользователя и пароль назначаются администратором сети, указанные ниже имя и пароль приводятся для примера.

При входе в систему выберете группу пользователей *Технологи*. Из раскрывающегося списка выберете имя пользователя в соответствии с номером вашего компьютера. Например, для номера компьютера «01» имя пользователя из списка — **student 01**, и соответствующий пароль **001**.

4. Выберете в основном меню *Фай — Создать — ТП на деталь*.

5. Перейдите к вкладке *Чертеж* в окне вкладок *Дерева ТП*.

6. Нажмите кнопку  *Открыть чертеж* и выберете файл чертежа.

7. Перейдите к вкладке *3D-модель* в окне вкладок *Дерева КТЭ*.

8. Нажмите кнопку  *Загрузить модель* с диска. Нажмите кнопку *Да*, и в открывшемся окне выберете в файл модели.

9. Заполните *Атрибуты* детали. *Атрибут* — именованное свойство элемента ТП. Например, атрибутами детали могут являться

размеры, форма, материал, а также вид обработки и др.

10. Нажмите кнопку  **Получить данные с модели**. Поставьте галочку в ячейке **Атрибуты** детали и нажмите **ОК**. Убедитесь, что наименование детали **Дерева КТЭ** изменилось на **«Втулка»**. Сохраните файл.

Текст технологии				Атрибуты				Комментарии в карты				Чертеж				Докуме			
Утвердил - Дата																			
ТП утвержден								<input type="checkbox"/>											
Информация о ДСЕ																			
Обозначение изделия																			
Обозначение ДСЕ								ИМП.003.006											
Наименование ДСЕ								Втулка											
Код ДСЕ																			
ID кода ДСЕ																			
Масса				ЕИ				0,32				Килогр							
Объем ДСЕ				ЕИ				4,07119E-5				Кубич							
Длина								40											
Диаметр (Высота детали)								φ60											
Ширина детали								60											
Обозначение тех. док.																			
Заготовка																			
Location внешнего классификатора								0;Material:V5B3B2396562511D788											
Вид заготовки								Прокат											
Основной материал								Круг 65-В ГОСТ 2590-88/40Х-Б-											
Марка материала								Сталь 40Х											
ГОСТ на материал								ГОСТ 4543-71											
Сортамент								Круг											
ГОСТ на сортамент								ГОСТ 2590-88											
Разм. заготовки																			
Основной размер								65											
ID материала (aproserv)																			

Рис. 15.4. Вкладка **Атрибуты**

11. Перейдите на вкладку **Атрибуты** в окне вкладок **Дерева ТП** (рис.15.4). Нажмите на **Панели вызова справочников и программ** на кнопку справочника **МиС**.

В открывшемся окне (рис. 15.5) последовательно выберите **Металлы и сплавы — Металлы черные — Стали — Стали легированные — Сталь 40Х — Круг (г/катаный)**. В графе

Типоразмеры выберите **65** (ближайший к диаметру втулки), в графе **Сортамент** выберите любой из предложенного сортамента и нажмите кнопку  **Выбрать**. Убедитесь, что выбранный вами материал отображается в строке атрибута «**Основной материал**».

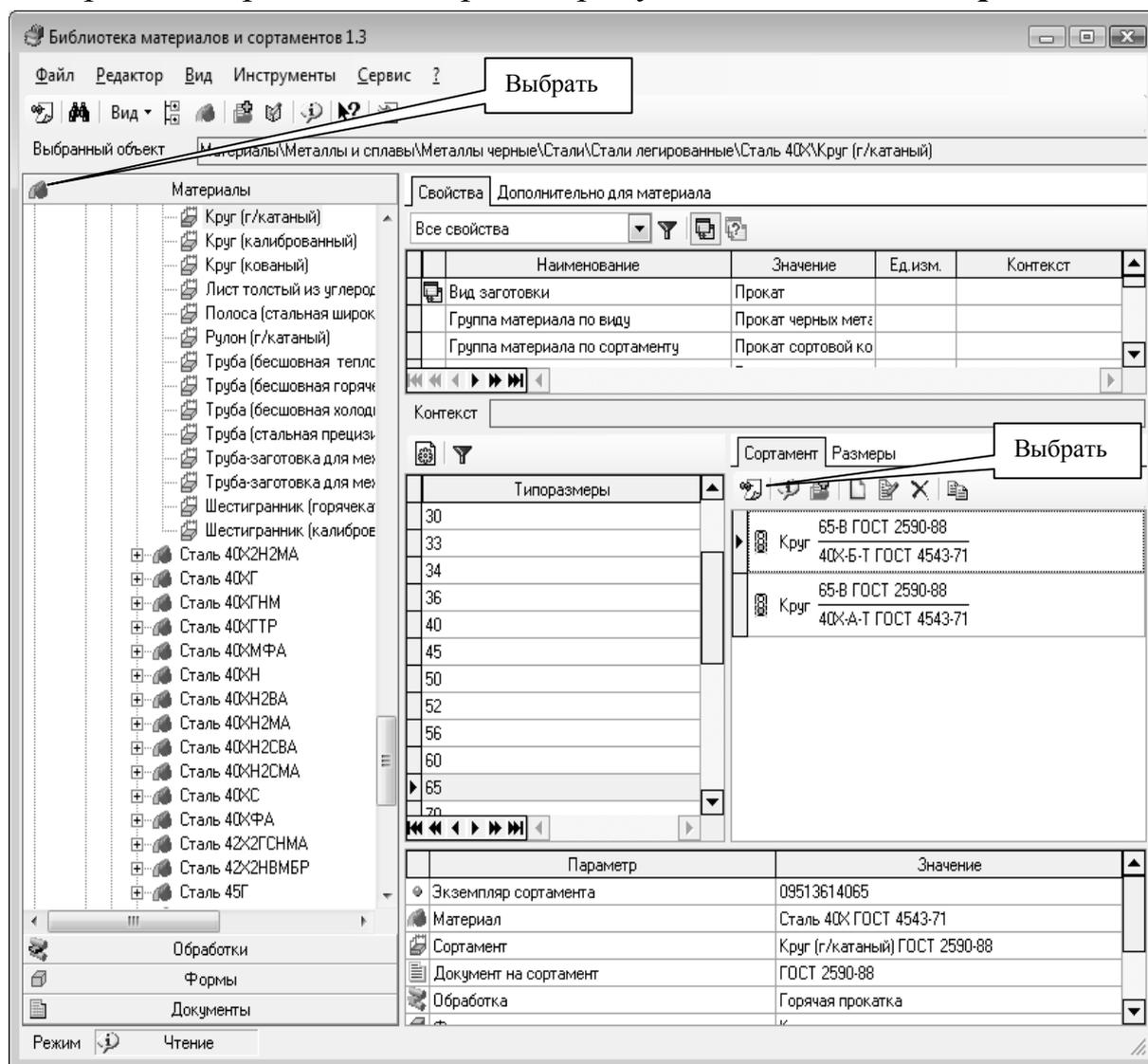


Рис. 15.5. Окно справочника *МиС*

12. Габаритные размеры детали в атрибутах могут быть импортированы с чертежа детали. Перейдите на вкладку **Чертеж** в окне вкладок **дерева ТП**. Нажмите кнопку  **Импортировать параметр** на панели инструментов вкладки **Чертеж**. Укажите курсором-ловушкой импортируемый размер $\phi 60$. В открывшемся окне установите курсор в строке **Диаметр**, нажмите кнопку **Присвоить**, а

затем **OK**. Такие же действия произведите для параметра *Длина* — размер 40.

13. После совершения каждой операции переходите на вкладку *Атрибуты* и проверяйте, что присвоенные значения находятся в соответствующих строках.

Атрибуты: *ГОСТ на материал, Вид заготовки, Сортамент, Основной размер, ГОСТ на сортамент, Код материала, Черный вес, Норма* заполняются автоматически.

Сохранить ТП.

Разработка технологического процесса и технологической документации

На этапе составления технологического маршрута обработки детали решаются следующие задачи: разрабатывается общий план обработки поверхностей детали, выбираются методы обработки, тип соответствующего оборудования и средства технического оснащения, намечается содержание операций.

Следует помнить, что создание готовой детали с определенными размерами производится в несколько этапов — операций и переходов, начиная с выбора заготовки. Всякая заготовка, предназначенная для дальнейшей механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали.

Припуск, представляющий собой излишек материала, необходимый для получения окончательных размеров и заданного класса шероховатости поверхности деталей, снимается на станках режущими инструментами. В каждой последующей операции также определяется припуск на размеры готовой детали.

Для изготовления втулки, (рис.15.3) с определенными конструктивными элементами может рекомендоваться следующий процесс обработки.

Отрезка заготовки — разрубка прутка длиной 300 для нескольких деталей); обработка точением наружной поверхности втулки —

точить поверхность $\phi 46$, выдерживая размер 35; обработка внутреннего торца (рядом с канавкой) — подрезать торец, выдерживая размер 36 (35+1(припуск)); обработка свободного торца — подрезать торец, выдерживая размер 35; точить фаску $1,6 \times 45^0$ на свободном торце; точить канавку для выхода инструмента; обработка точением наружной поверхности втулки — точить поверхность $\phi 60$, выдерживая размер 41 (40+1(припуск)); отрезать деталь выдерживая размер 40,5 (40+0,5(припуск)); обработка противоположного торца — подрезать торец, выдерживая размер 40; точить фаску $1,6 \times 45^0$ на торце; про- сверлить отверстие диаметром 34; промывка; контроль.

Обращаем внимание, что ТП приводится в упрощенном виде, без учета требуемой точности и качества поверхности детали «Втулка»!

Процесс обработки сопровождается измерением обрабатываемых элементов, поэтому должно быть предусмотрено снабжение ТП измерительными инструментами, например, штангенциркулем.

Дополнительными операциями, которыми заканчивается процесс изготовления втулки, могут быть: промывка; контроль.

Формирование технологического процесса будет производиться смешанным методом. Основные операции и переходы будут создаваться наполнением *Дерева ТП* с использованием справочников, а для формирования переходов обработки отдельных конструкторско-технологических элементов — фасок и проточек будет использоваться *Дерево КТЭ*.

Формирование технологического процесса наполнением *Дерева ТП*

Временно свернем окно *Дерева КТЭ*, щелкнув по *сплиттеру*.

Установите курсор в окне *Дерева ТП* на названии детали. Нажмите правую кнопку мыши и выберите *Добавить операцию*.

Начальной операцией является операция отрезки заготовки — разрубка прутка длиной 300 для нескольких деталей. В открывшемся

окне справочника УТС — операции (рис. 15.6) последовательно выберите **Операции — Обработка давлением — Разделительные — Разрубка** и нажмите кнопку **Применить**.

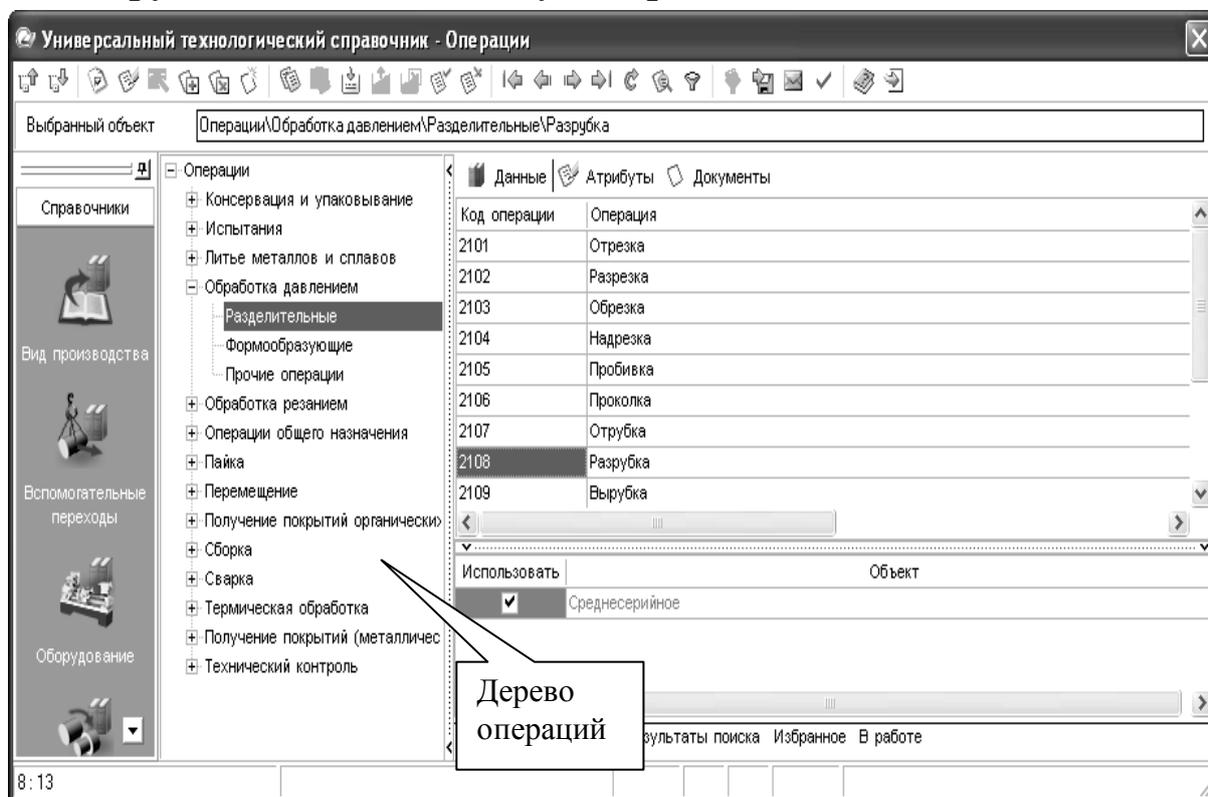


Рис. 15.6. Окно УТС при выборе операции

В результате ваших действий в *дереве ТП* появилась операция 005 **Разрубка** (нумерация проставляется автоматически). Вкладка **Текст** операции при этом осталась пустой, т.к. операция не содержит оборудования и переходов.

Добавим в операцию оборудование, оснастку и требуемый инструмент. Установите курсор на названии операции 005 **Разрубка**. Нажмите правую кнопку мыши и выберите из контекстного меню **Добавить — Оборудование** (рис. 15.7). На вкладке **Объекты фильтрации** в графе **Использовать** снять «галочку». В появившемся списке открывшегося справочника оборудования выберите **Штамповочное оборудование — Оборудование для резки — Комплекс для резки заготовок на ножницах сортовых...**

Комплекс HB5224. Нажмите кнопку  **Применить**.

Установите курсор на названии **Комплекс HB5224**. Нажмите правую кнопку мыши и выберите из контекстного меню **Добавить исполнителя**. В появившемся списке справочника выберите **Штамповщик 19700**.

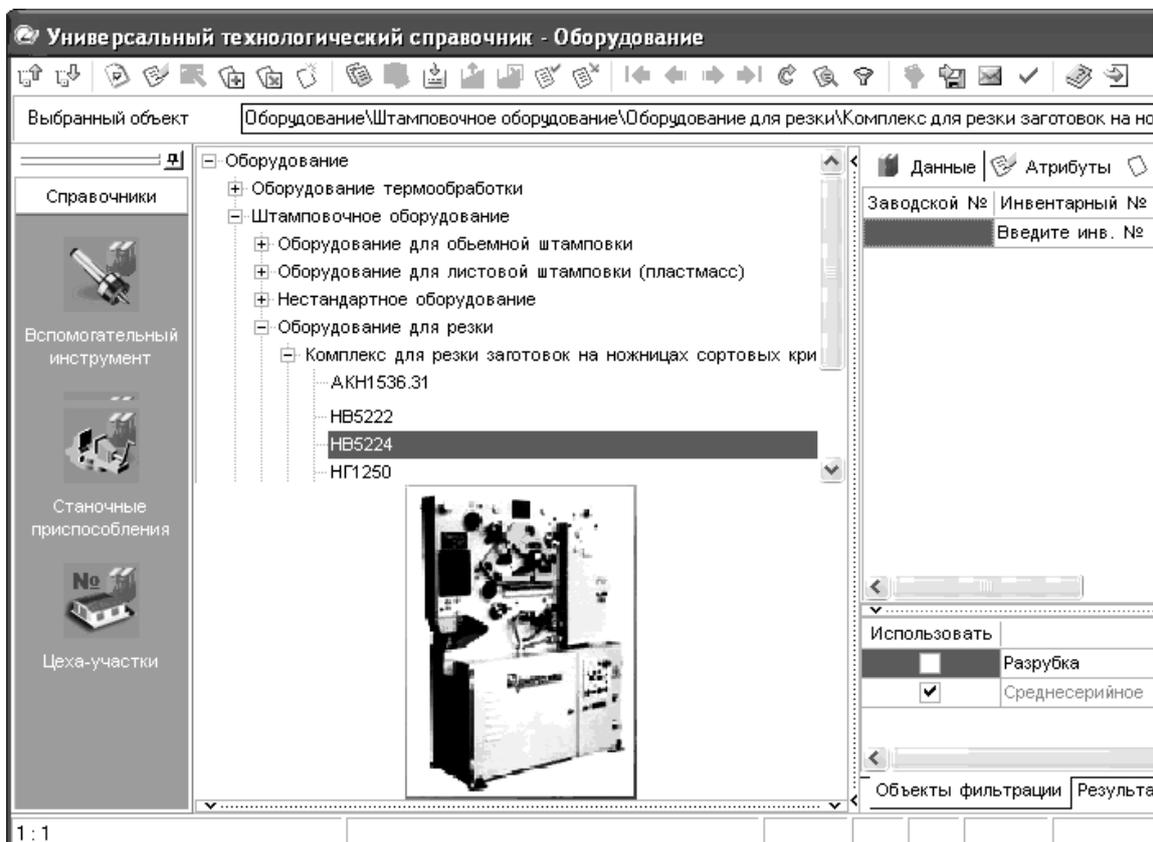


Рис 15.7. Окно УТС при выборе оборудования

1. Установите курсор на названии операции 005. Нажмите правую кнопку мыши и выберите в открывшемся контекстном меню **Добавить — Основной переход**.

В окне справочника **УТС** выберите последовательно **Обработка давлением — Рубить — Пруток** (переходим к окно **Данные**) выбираем на вкладке **Текст перехода — Рубить пруток, выдерживая размер**. Нажмите кнопку **Применить**.

Перейдите на вкладку *Текст перехода* (рис. 15.8), установите курсор в конце текста и ввести значение размера — 300 (длина прутка для нескольких деталей).

Установите курсор на переходе 1. Нажмите правую кнопку мыши и выберите из контекстного меню *Добавить — Штамповочный инструмент*.

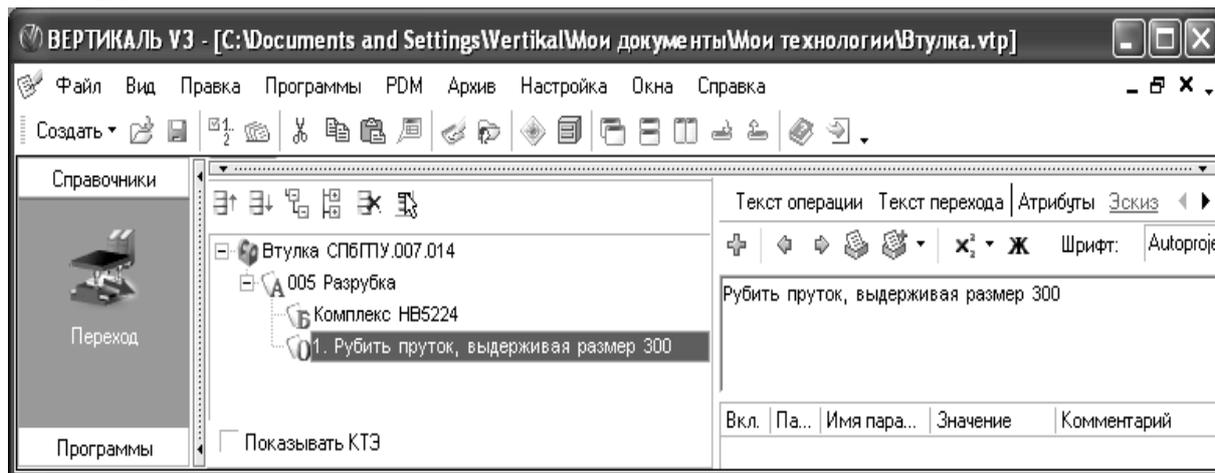


Рис 15.8. Окно *Текст перехода*

В открывшемся справочнике выберите *Ножи — Ножи для резки на листовых ножницах*. На вкладке *Данные* найдите нож — *Нож для холодной резки — Нож 20×75×750, Применить*.

Установите курсор на переходе 1. Нажмите правую кнопку мыши и выберите *Добавить — Измерительный инструмент*. На вкладке *Объекты фильтрации* в графе *Использовать* снять ✓ «галочку». В открывшемся справочнике выберите *Линейки — Линейка ГОСТ 427-75*. На вкладке *Данные* выбрать — *300, Применить*.

Формирование операции завершено.

В процессе выбора из УТС иерархически отображается информация об операциях в виде дерева операций. В состав одного объекта дерева операций входят другие, подчиненные ему.

Также отображается информация о переходах, оборудовании и прочем. Поэтому для описания следующих элементов ТП, будем пользоваться следующим описанием, например:

Операции \ Обработка давлением \ Разделительные \ Разрубка.

Операция 010

Операция содержит много переходов и требует ввода многих размеров. Для формирования операции рекомендуется создание эскиза с размерами (рис. 15.9). В пособии, на рисунке эскиза указаны номера переходов.

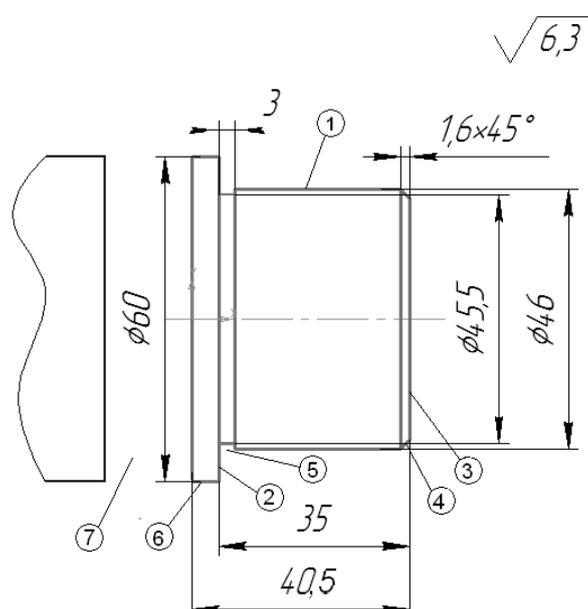


Рис 15.9. Эскиз к операции 010, тип файла – фрагмент КОМПАС-График.

При выполнении операции будут производиться следующие действия-переходы:

1. обработка точением наружной поверхности втулки — точить поверхность $\phi 46$, выдерживая размер 35;
2. обработка внутреннего торца (рядом с канавкой) — подрезать торец, выдерживая размер 36 (35+1(припуск));
3. обработка свободного торца — подрезать торец, выдерживая размер 35;
4. точение фаски $1,6 \times 45$ на свободном торце;
5. точение канавки для выхода инструмента;

6. обработка точением наружной поверхности втулки — точить поверхность $\phi 60$, выдерживая размер 41 ($40+1$ (припуск));

7. отрезка детали выдерживая размер 40,5 ($40+0,5$ (припуск)).

Формирование операции 010:

Операции \ Обработка резаньем \ Токарная \ Токарно-револьверная.

- Станок \ Токарные \ Токарно-револьверные \ 1E316.

Исполнитель \ Токарь 19149

Присоединим *Эскиз* операции. Перейдите на вкладку *Эскиз* в окне вкладок *дерева ТП*. Нажмите кнопку  **Открыть эскиз** и выберите файл эскиза.

Переходы

1. Обработка резаньем \ Точить \ Точить поверхность $\phi 46^*$, выдерживая размер 35^* ; (Размеры со * добавляйте из эскиза).

- Режущий инструмент \ Резец \ Резец проходной \ Резец Р6М5 ГОСТ 18869-73\обозначение 2100-0551;

- Измерительный инструмент \ Штангенинструмент \ Штангенциркуль ГОСТ166-89\ обозначение ШЦ-I-1-125-0,1.

*В ВЕРТИКАЛИ добавление необходимых численных значений в текст перехода может производиться вводом с клавиатуры и используя контекстное меню через редактирование размеров (рис.15.10). В этом случае для каждого введенного значения создается отдельный параметр, который может быть связан с чертежом или

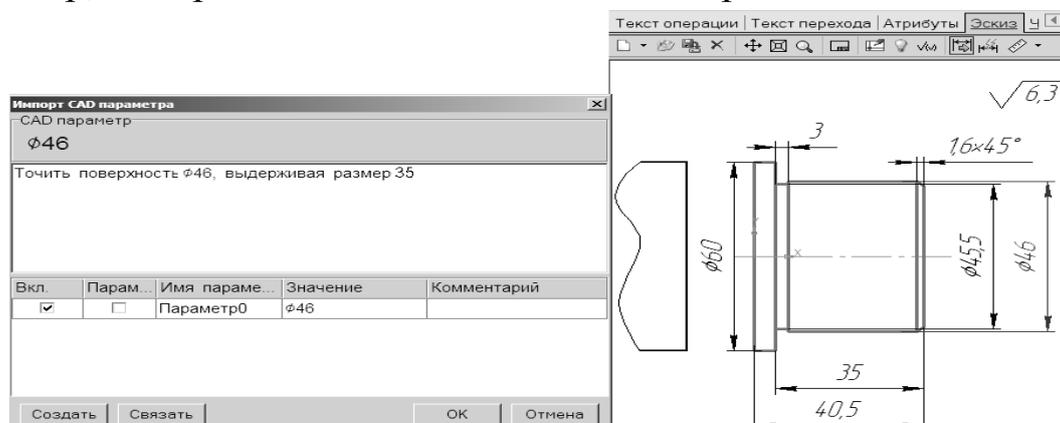


Рис 15.10. Импорт CAD параметра

эскизом и при изменении размера на чертеже или эскизе он будет автоматически изменяться в тексте перехода.

Для ввода значений размеров перейдите на вкладку **Текст перехода**, установите курсор в позицию текста, где необходимо установить размер.

Перейдите на вкладку **Эскиз** и нажмите кнопку **Открыть эскиз** и выберите из открывшегося списка файл эскиза, выполненный ранее. Далее, нажмите кнопку **Импортировать параметр**. Укажите курсором-ловушкой $\phi 46$. Размер будет выделен красным цветом. В открывшемся окне **Импорт САД параметра** перейдите на вкладку **Переход**. Нажмите кнопку **Создать** и поставьте галочку в ячейке **Вкл.** Нажмите кнопку **ОК**. В тексте перехода появилось значение диаметра.

2. Обработка резаньем \ Подрезать \ Торец \ подрезать торец, выдерживая размер 36 (размер 36 вводится в текст вручную);

- Режущий инструмент \ резец \ резец подрезной \ Резец ВК6 ГОСТ 18880-73\обозначение 2112-0003;

3. Обработка резаньем \ Подрезать \ Торец \ подрезать торец, выдерживая размер 35*;

- Режущий инструмент \ резец \ резец подрезной \ Резец ВК6 ГОСТ 18880-73\обозначение 2112-0003;

Переходы 4 и 5 будут вставлены позже.

6. Обработка резаньем \ Точить \ поверхность \ Точить поверхность $\phi 60^*$, выдерживая размер 6; (Размеры со * добавляйте из эскиза).

- Режущий инструмент \ Резец \ Резец проходной \ Резец Р6М5 ГОСТ 18869-73 \ обозначение 2100-0551;

7. Обработка резаньем \ Отрезать \ Отрезать деталь, выдерживая размер 40,5*;

- Режущий инструмент \ Резец \ Резец отрезной \ Резец Р18 ГОСТ 18874-73 \ обозначение 2130-0361;

Операция 015

При выполнении операции будут производиться следующие действия – переходы:

1. обработка противоположного торца — подрезать торец, выдерживая размер 40 (рис 15.11);
2. точение фаски $1,6 \times 45^\circ$ на торце.

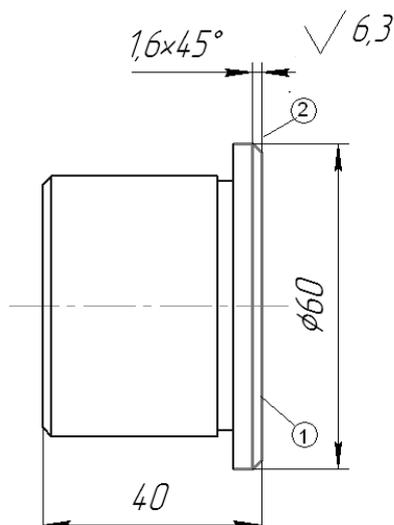


Рис 15.11. Эскиз к операции 015

Операции \ Обработка резаньем \ Токарная \ Токарно-винторезная.

▪ Станок \ Специализированные Тип 8 \ Специальный токарный станок \ 250ИТВ.

Исполнитель \ Токарь 19149

Переходы

1. Обработка резаньем \ Подрезать \ Торец \ подрезать торец, выдерживая размер 40*;
 - Режущий инструмент \ резец \ резец подрезной \ Резец ВК6 ГОСТ 18880-73 \ обозначение 2112-0003;
 - Измерительный инструмент \ Штангенинструмент \ Штангенциркуль ГОСТ166-89 \ обозначение ШЦ-I-1-125-0,1.
- Переход 2 будет вставлен позже.

Операция 020

Операции \ Обработка резаньем \ Сверлильная \ Вертикально-сверлильная.

▪ Станок \ Настольно- и Вертикально-сверлильный станок \ 2Н150.

Исполнитель \ Станочник широкого профиля 18809

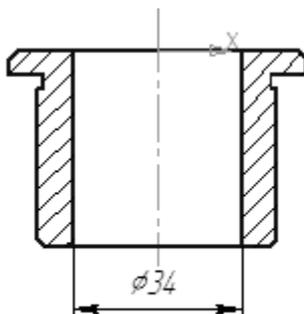


Рис 15.12. Эскиз к операции 020

Переходы

1. Обработка резаньем \ Сверлить \ Сверлить сквозное отверстие $\phi 34^*$ (рис 15.12) окончательно;

Выбор режущего инструмента может быть ограничен с помощью автоматизированного отбора из общей базы по заданному диаметру и длине сверла с помощью фильтра.

Вкл.	Пара...	Имя парам...	Значение	Комме
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	$\phi 34$	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	H	50	

Рис 15.13. Редактирование текста перехода

Для этого, находясь в тексте перехода, установить курсор в конец текста, по команде контекстного меню **Добавить размер** вести размер 50 (длина отверстия с припуском).

Чтобы размер 50 не печатался в тексте, убрать ✓ в графе **Вкл.** Задать в графе **Имя параметра**, имена **D** и **H**, выбирая их поочередно из раскрывающегося списка в каждой строке графы (рис 15.13).

Добавить

- Режущий инструмент \ Сверло спиральное \

Нажать на кнопку фильтр  выбрать:

\ Р9Гост ГОСТ 4010-77 \ обозначение 2300-9731;

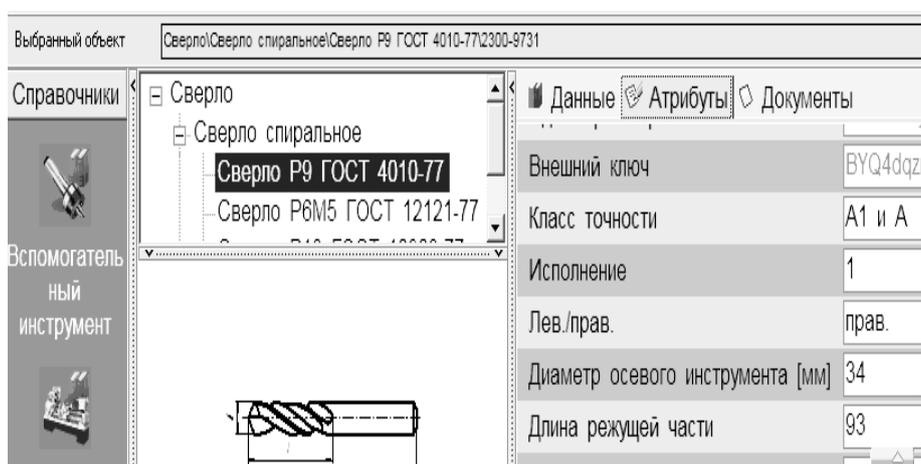


Рис 15.14. Выбор режущего инструмента с фильтрацией

Перейдите на вкладку **Атрибуты**, где указаны параметры сверла.

Убедитесь, что выбранное сверло имеет диаметр 34, длина (93) превосходит размер 50 (рис. 15.14).

Измерительный инструмент \ Штангенинструмент \

- Штангенциркуль ГОСТ166-89. ШЦ-I-1-125-0,1.

Операция 025

Операции \ Операции общего назначения \ Промывка \ Промывка

Переходы

1. Промыть деталь.

Операция 030

Операции \ Технический контроль \ Прочие операции \ Контроль

Переходы

1. Проверить \ размеры \ Проверить размеры согласно чертежу.
Перейти на вкладку *Эскиз*, подключить чертеж втулки.

Активизировать кнопки  *Создать маркировку для размеров*, *OK*,  *Импортировать контролируемые параметры*, *Маркеры*, *OK*, (рис. 15.15).

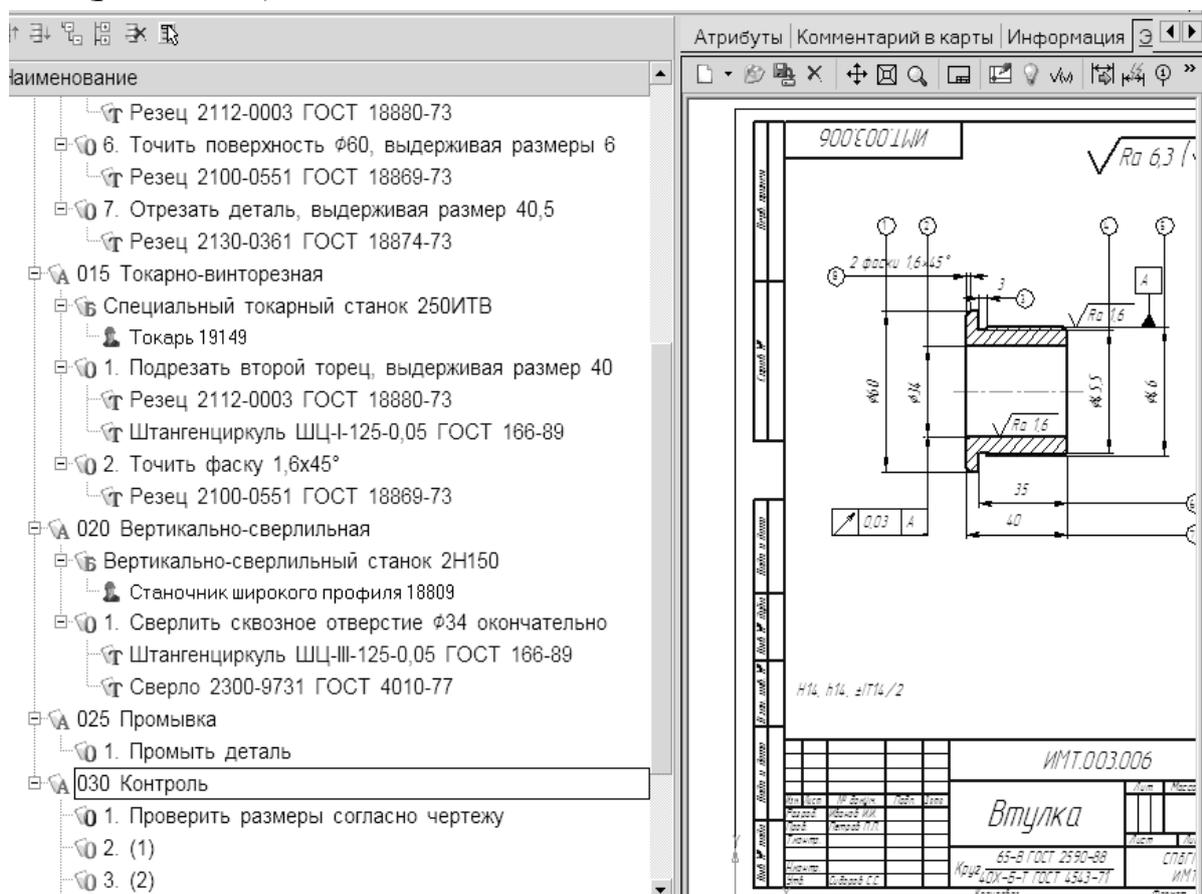


Рис 15.15. Проверка и маркировка размеров, согласно чертежу

Формирование ТП с использованием *Дерева КТЭ*

Для формирования переходов обработки фасок, проточек будет использоваться *Дерево КТЭ*. Развернем окно *Дерева КТЭ*, щелкнув по *сплиттеру*.

Первоначально необходимо создать дерево *КТЭ* детали *Втулка* в соответствии геометрией обрабатываемых поверхностей детали, указанных в технологии.

Перейдите в окно *Дерева КТЭ*. Щелкните на названии детали правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду *Добавить КТЭ*.

В открывшемся окне *УТС* последовательно выберите: *Поверхности вращения* — *Цилиндр* — *Цилиндр открытый наружный*. Нажмите кнопку *Применить*.

Установите курсор в дереве *КТЭ* на элемент *Цилиндр* и, щелкнув правой кнопкой мыши, выберите команду *Добавить КТЭ*. Выберите в открывшемся окне *УТС* последовательно: *Поверхности вращения* — *Торец* — *Торец открытый наружный* и нажмите кнопку *Применить*.

Аналогично создадим остальные *КТЭ*, в соответствии с рисунком 15.16.

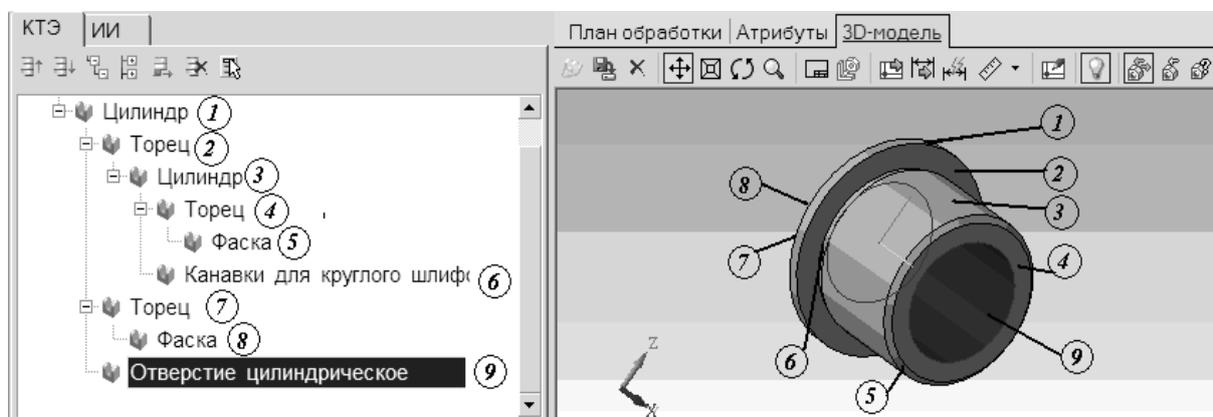


Рис. 15.16. Дерево КТЭ

Необходимо настроить связь между элементами дерева *КТЭ* и поверхностями детали. Перейдите на вкладку *3D-модель*. Нажмите кнопку  *Включить/выключить* режим *подсветки* и кнопку  *Включить/выключить* режим *связывания*.

В дереве *КТЭ* установите курсор на элемент *Цилиндр*. В окне *3D-модели* выделите щелчком левой клавиши мыши цилиндр диа-

метром 60. Он будет подсвечен зеленым цветом. После этого нажмите кнопку  **Связать** с текущим элементом дерева КТЭ. В результате связывания цвет цилиндра изменится на красный.

Установите связь между элементами модели и элементами *Дерева КТЭ*. После выполнения связывания, перемещайтесь с помощью мыши по *дереву КТЭ* и убедитесь, что выбираемые в *дереве КТЭ* поверхности подсвечиваются на *3D-модели* красным цветом.

Дерево КТЭ предоставляет возможность получения *планов обработки* поверхностей. Воспользуемся этим свойством для формирования переходов обработки фасок и проточки.

Установите курсор на элементе **Фаска** и откройте вкладку **План обработки**. Необходимо указать ширину и угол фаски.

Перейдите на вкладку **Чертеж**, нажмите кнопку **Импортировать параметры**, укажите курсором-ловушкой размер фаски 1,6x45°.

В открывшемся окне установите курсор в ячейку параметра **B** и нажмите кнопку **Связать**. В ячейке появилось значение 1,6x45°. При необходимости, значение размера можно отредактировать, открыв окно редактирования двойным щелчком по значению параметра. Параметр **F** указан по умолчанию 45°. Нажмите кнопку **ОК**.

Нажмите кнопку **Получить план обработки**. В открывшемся окне системой сформирован план обработки. Нажмите кнопку **Применить**.

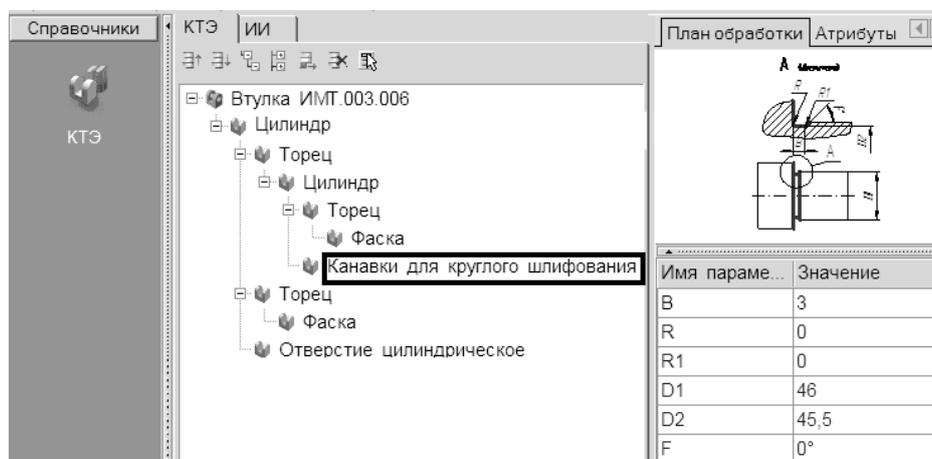


Рис. 15.17. Вставка плана обработки для круглого шлифования

Перетащите, используя мышь, предложенный системой план обработки в операцию **010 Токарно-револьверную**. Переместите его так, чтобы он стал **4** переходом и скопируйте в переход **Резец** из перехода 1. Для копирования пользуйтесь пунктом меню **Правка — Копировать**. Скопируйте этот переход в операцию **015 Токарно-винторезную** чтобы он стал **2** переходом.

Аналогично надо получить план обработки канавки (рис. 15.17), сделав переходом **5** операции **010 Токарно-револьверной**.

Уточните тип режущего инструмента:

- Режущий инструмент \ Резец \ Резец фасочный \ Резец Р6М5 ГОСТ 18875-73 \ обозначение 2136-0501.

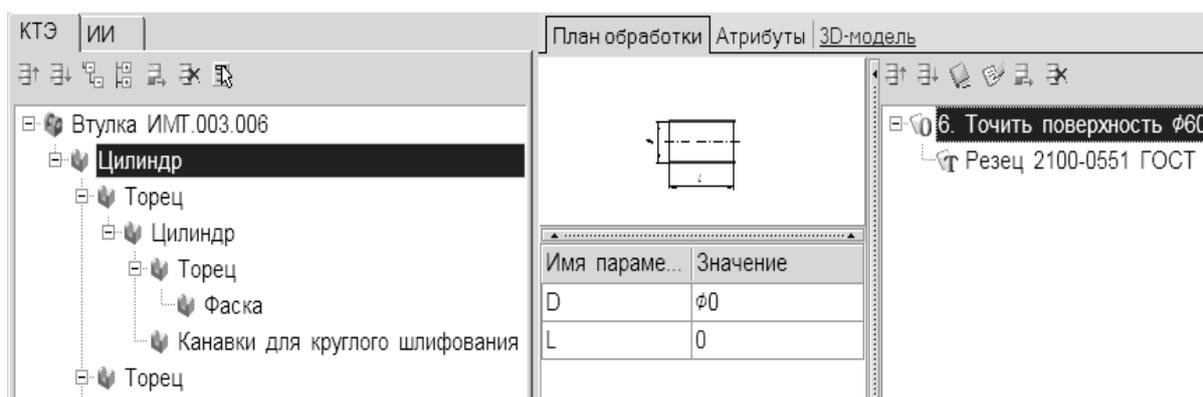


Рис. 15.18. Заполнение плана обработки, сформированного в дереве ТП

Остальные планы обработки уже сформированы в дереве ТП. Следует решить обратную задачу и наполнить планы обработки, используя **дерево ТП**.

Установите курсор на элемент **КТЭ Цилиндр**. Откройте вкладку **План обработки**. Установите курсор на переходе **6** операции **010 Токарная-револьверная**. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащите переход на вкладку **План обработки**.

Аналогично перенесите в планы обработки **КТЭ** соответствующие переходы остальных элементов детали.

Поставьте галочки в ячейках **Показывать в технологии** и **Показывать КТЭ**.

Перемещаясь по *дереву ТП*, убедитесь, что выбираемые переходы отображаются в *дереве КТЭ*, а соответствующие поверхности подсвечиваются красным цветом (рис. 15.19).

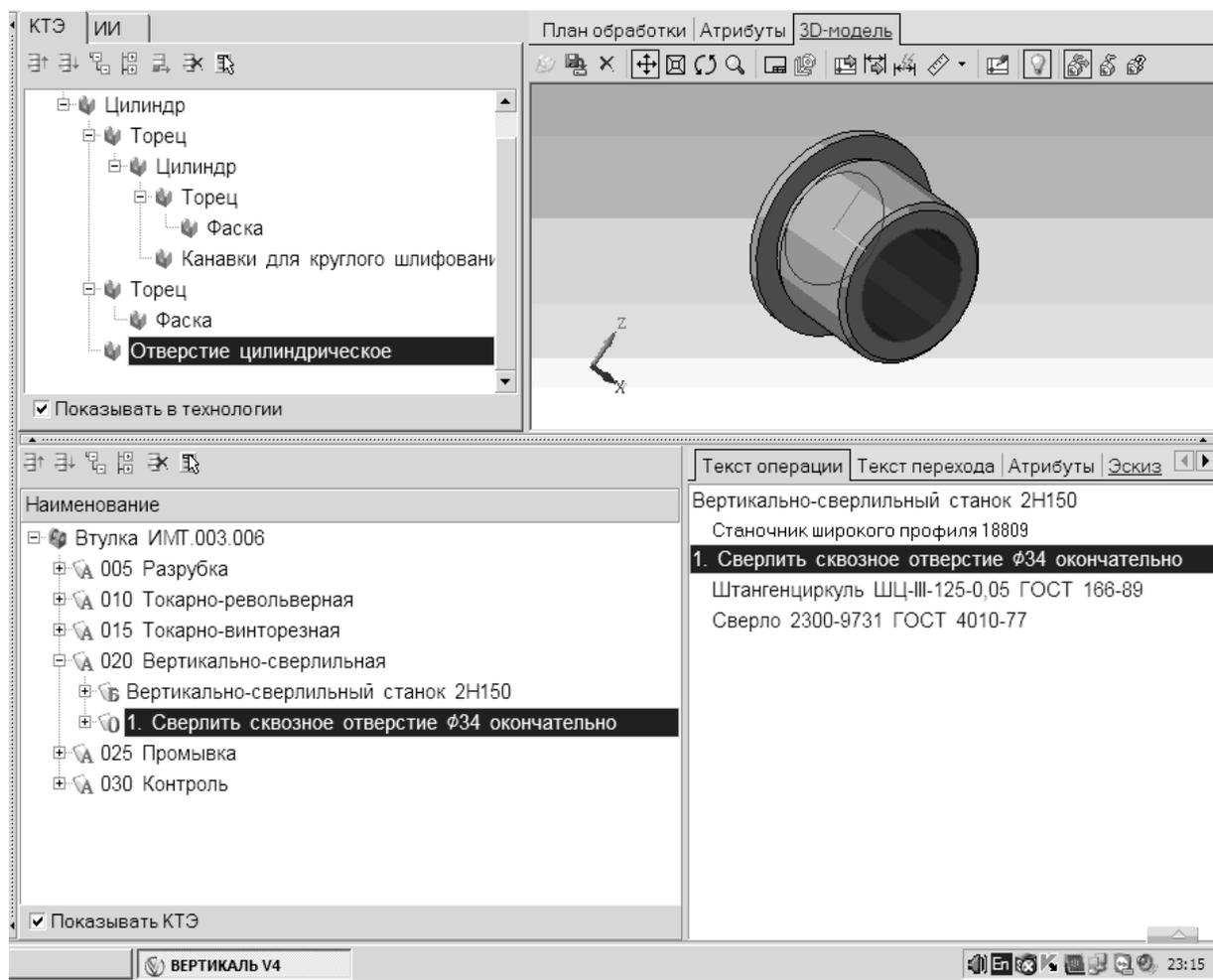


Рис. 15.19. ТП в режиме связывания с элементами КТЭ

Формирование комплекта технологической документации

Для выбора набора документов, составляющих комплект, установите курсор на корневом элементе *деревя ТП* (Втулка) и перейдите на вкладку *Комплект карт* (рис.15.20).

Нажмите кнопку  **Добавить шаблон**. В открывшемся справочнике выберите документы набора, представленные на рисунке и нажмите кнопку **Применить**.

Нажмите кнопку  **Формировать...** на вкладке *Комплект карт*.

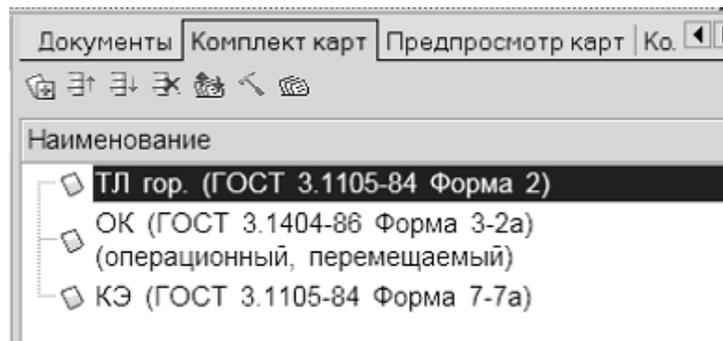


Рис. 15.20. Вкладка **Комплект карт**

В открывшемся окне **Мастера формирования технологической документации** установите галочки в необходимых ячейках. Нажмите кнопку **Старт**.

Сохраните сформированный комплект документов в папке пользователя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

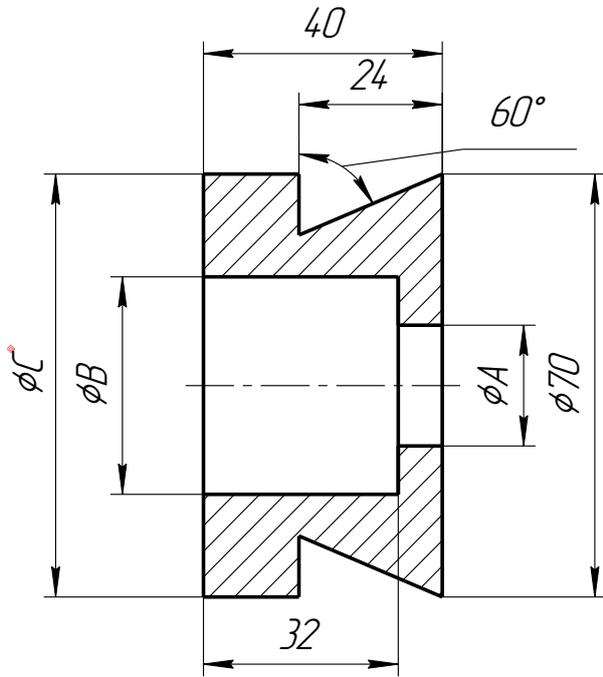
1. В чем заключается назначение системы САПР ВЕРТИКАЛЬ?
2. Для какой цели производится подключение чертежа и 3D-модели детали?
3. Какие данные можно разместить в атрибутах элемента ТП?
4. Каковы способы формирования ТП ;
5. В чем заключается идеология формирования ТП;
6. Для какой цели производится установление связей между элементами дерева КТЭ и поверхностями 3D-модели детали;
7. Какая информация вводится в записи операций ТП?
8. Какая информация вводится в записи переходов?
9. Какие документы могут составлять комплект технологической документации?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

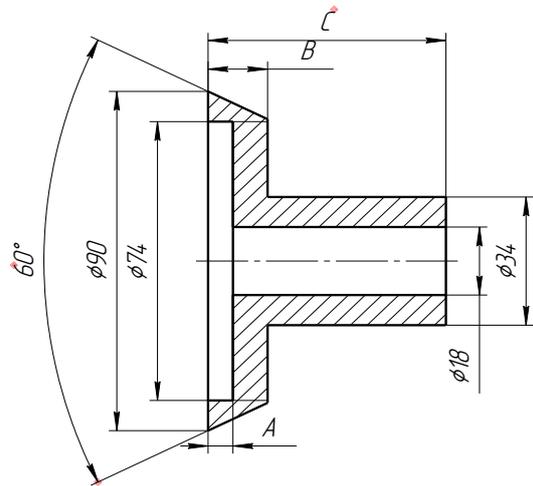
1. Технология машиностроения. Часть II: Проектирование технологических процессов / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина, СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003.
2. ВЕРТИКАЛЬ. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. Руководство пользователя. АО АСКОН, 2009
3. Компас – 3D V13. Руководство пользователя, АО АСКОН, 2012 г. — 752 с.
4. Талалай П. Г. Компас– 3D V9 на примерах.— СПб. : БХВ – Петербург, 2008 . — 423 с.
5. Герасимов А. А. Компас–3D V9. Трехмерное проектирование: самоучитель.— СПб. : БХВ – Петербург, 2008 . — 357 с.
6. Ганин Н.Б. КОМПАС-3D Учебный курс. — СПб. : Питер, ДМК – Пресс, 2008г. — 461 с.
7. Кидрук М.И. КОМПАС-3D V9: Учебный курс. — СПб. : Питер, 2007 г. — 389 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

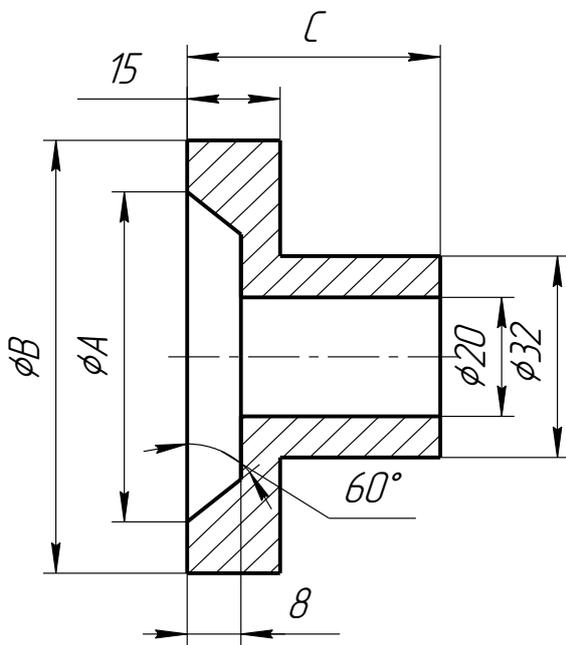
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА**



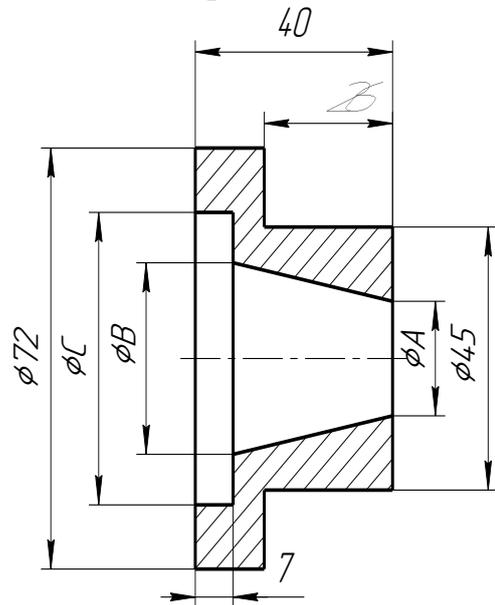
Вариант 1



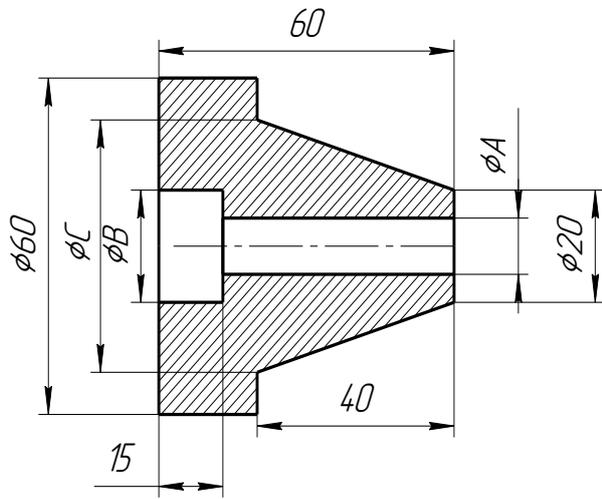
Вариант 2



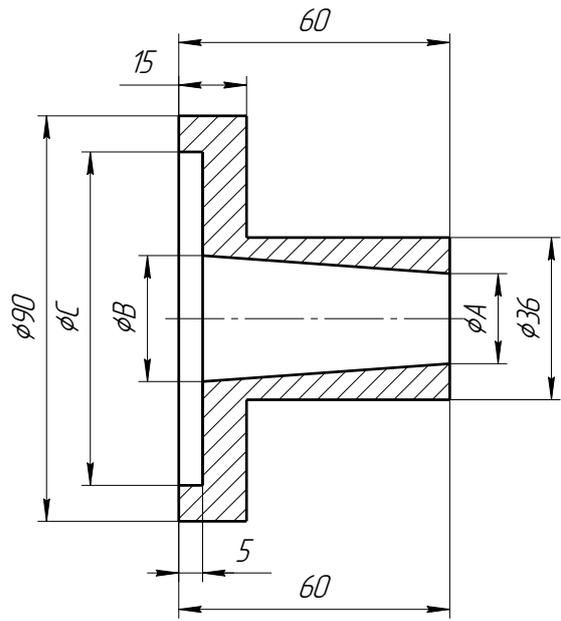
Вариант 3



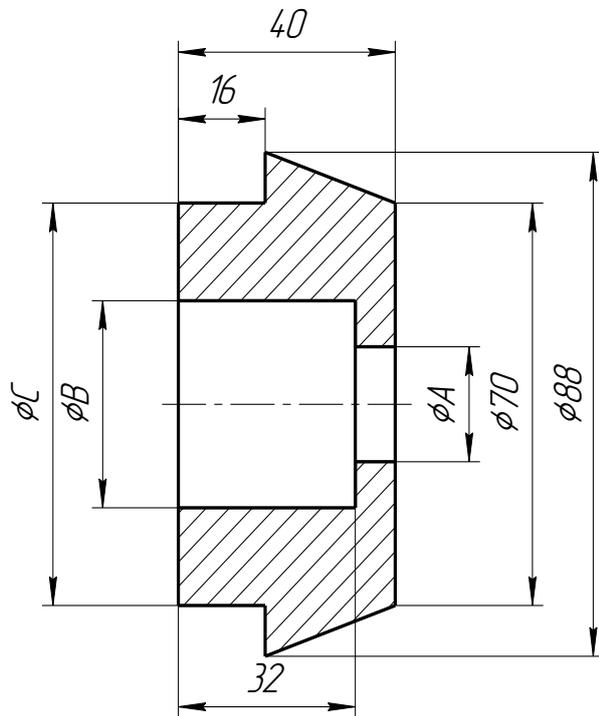
Вариант 4



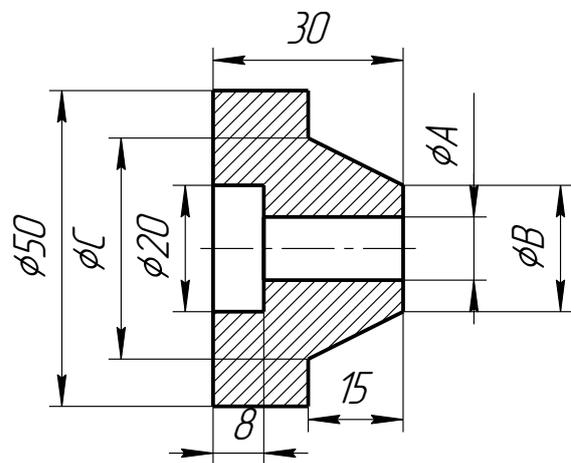
Вариант 5



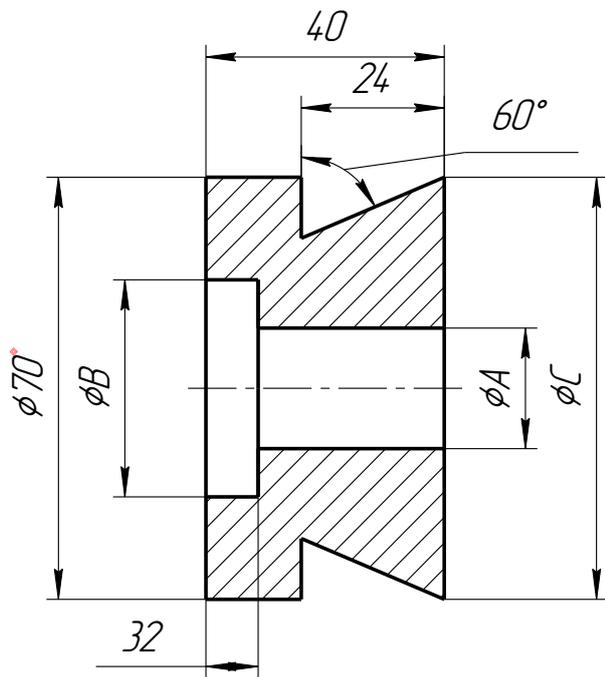
Вариант 6



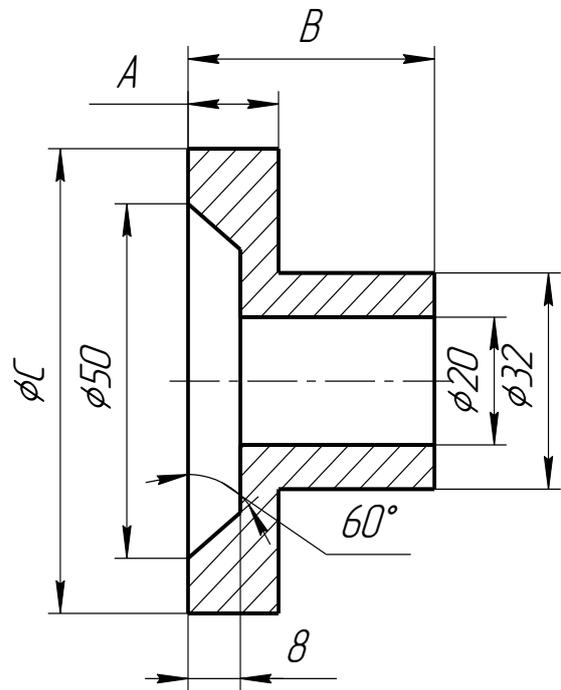
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9

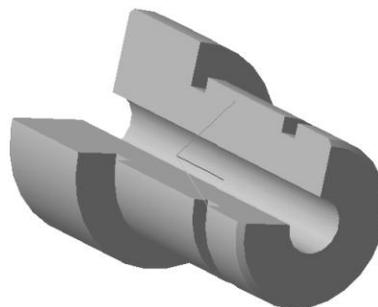


Вариант 10

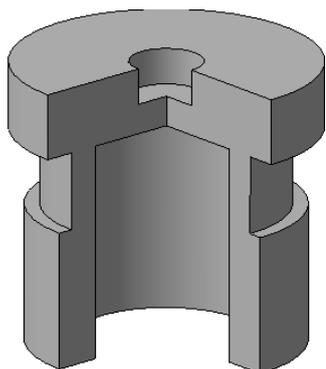
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ
ОПЕРАЦИЕЙ ВРАЩЕНИЯ**



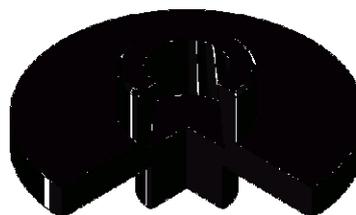
Вариант 1



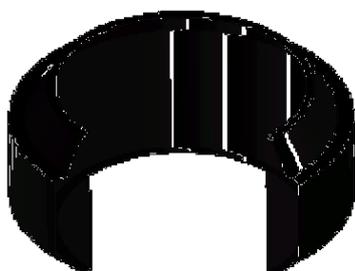
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



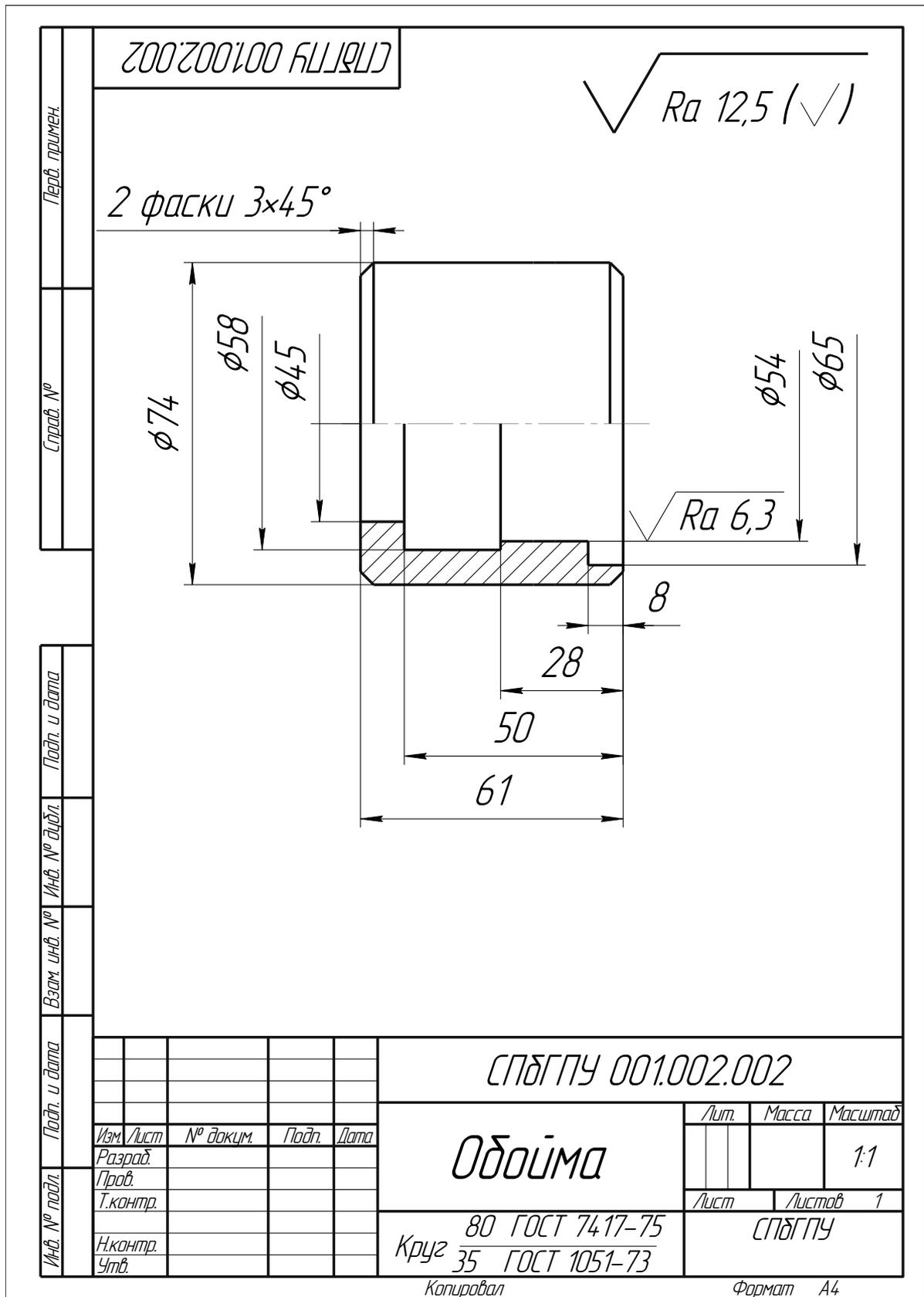
Вариант 5



Вариант 6

Перв. примен.	СПДГПУ.001.002.001			$\sqrt{Rz80 (\checkmark)}$		
Справ. №						
Подп. и дата						
Инв. №	Инв. №	Инв. №	<p>1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.</p>			
Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №				
Подп. и дата	СПДГПУ.001.002.001			Лит. Масса Масштаб		
Инв. № подл.	Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	A	1:2
	Разраб.				Лист	Листов 1
	Проб.				СПДГПУ	
	Т.контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
	Нач.КБ				Копировал	
	Н.контр.				Формат A4	
	Утв.					

Вариант 7



Вариант 8

СПДГПУ.080.003.002

$\sqrt{Rz40}$ (\checkmark)

Перв. примен.

Справ. №

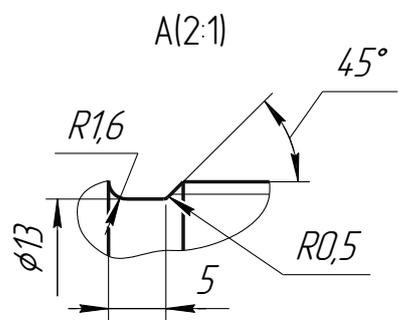
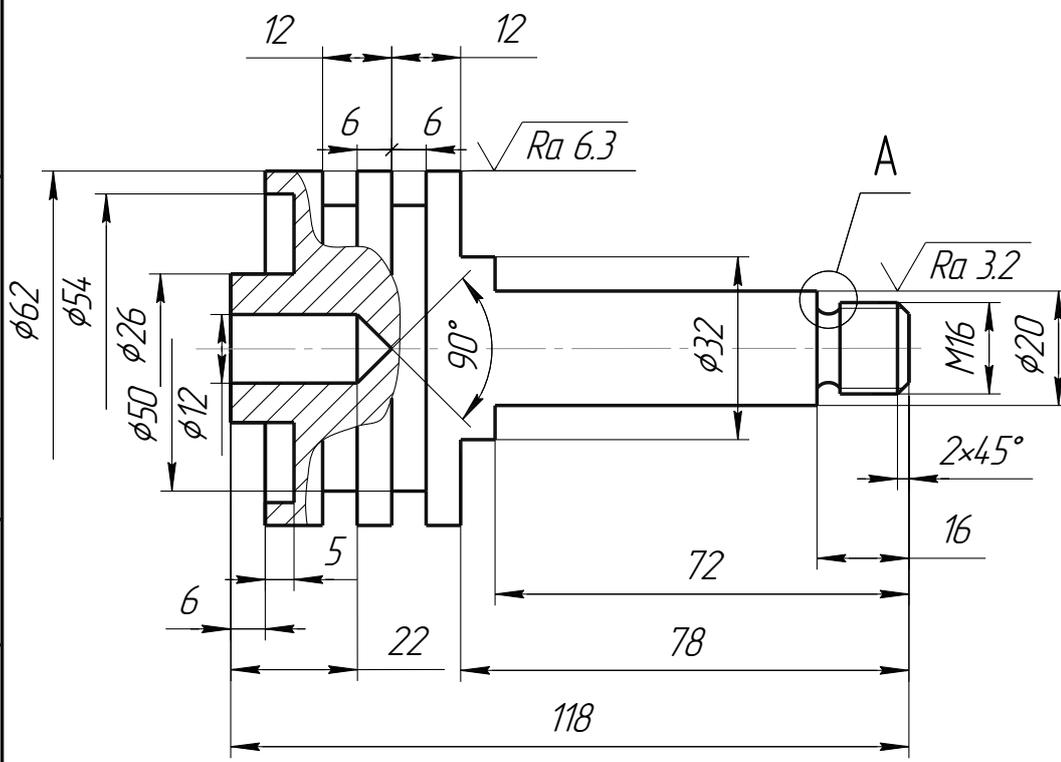
Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № подл.	Изм. № докум.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата

СПДГПУ.080.003.002

Поршень

Сталь 35 ГОСТ 1050-88

Лист	Масса	Масштаб
Лист	Листов	1
СПДГПУ		

Копировал

Формат А4

Вариант 9

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ
ОПЕРАЦИЕЙ ВЫДАВЛИВАНИЯ
(ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ)**

Перв. примен.	080.001.003 ДИСК			$\sqrt{Ra\ 12,5 (\checkmark)}$													
Справ. №																	
Взам. инв. №	Инв. № д/д	Подп. и дата															
Инв. инв. №	Инв. № д/д	Подп. и дата															
Инв. № подл.	Инв. № д/д	Подп. и дата															
Исполн. Умб.	Инв. № д/д	Подп. и дата															
			СПбГПУ 080.001.003			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Лит.</td> <td style="width: 20%;">Масса</td> <td style="width: 20%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Лист</td> <td>Листов 1</td> </tr> </table>			Лит.	Масса	Масштаб			1:1	Лист		Листов 1
Лит.	Масса	Масштаб															
		1:1															
Лист		Листов 1															
			Диск плавящийся			СПбГПУ											
			Ст45 ГОСТ 2590-88			Копировал											
			Формат А4														

1. *Размеры для справок.

Вариант 1

ՀՐԸՐՔՐՐՕՐԾՐԾԻՆԱԼԻՋԸ

√ Rz40 (√)

Մոդ. անվ.

Տրամ. թիվ

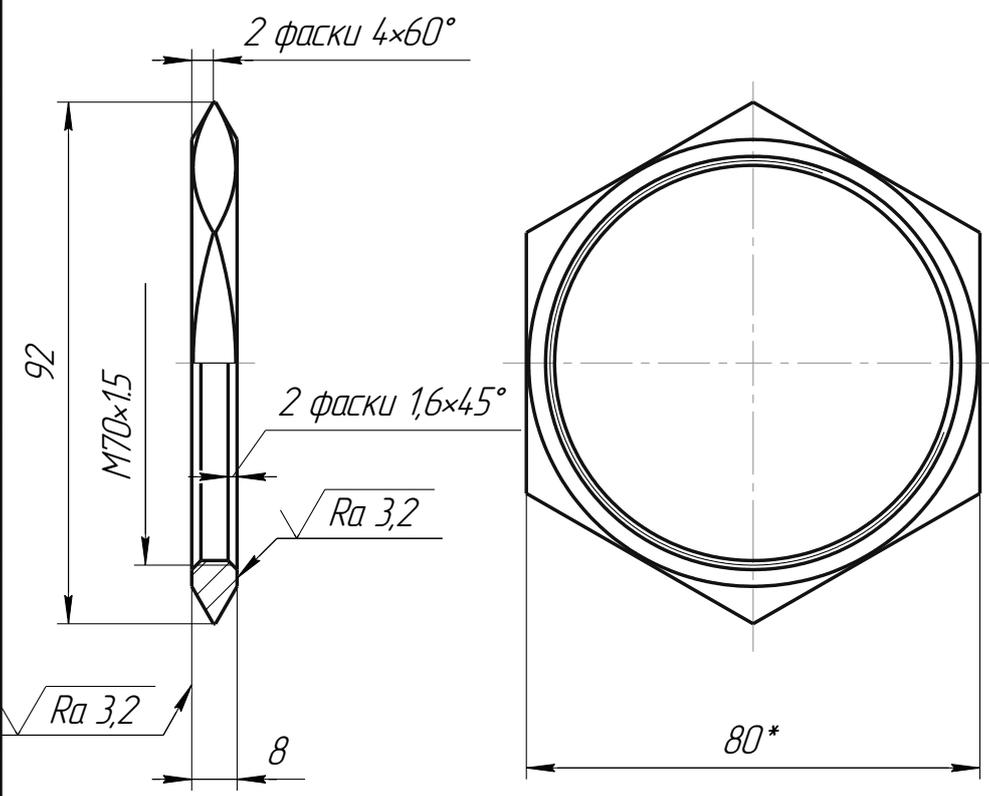
Ստորագր. և ամսաթիվ

Ստորագր. և ամսաթիվ

Վերադ. թիվ

Ստորագր. և ամսաթիվ

Ստորագր. և ամսաթիվ



1. * Տրամ. թիվ

ՏՐԾԳՆԱԿԻՆԻՍՏ.ՈՐԿ.ՈՐԿ.

Ստորագր.	Թիվ	Ամսաթիվ
Ստորագր.		

Գայլիկ			
Տալ 10 ԳՕՏ 1050-88			

Լիտ.	Մասն.	Մասնաթիվ
	0,1	1:1
Լիտ.	Լիտաթիվ	1

Քոպիրավ

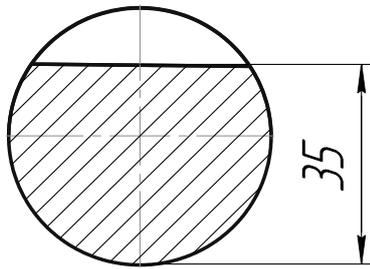
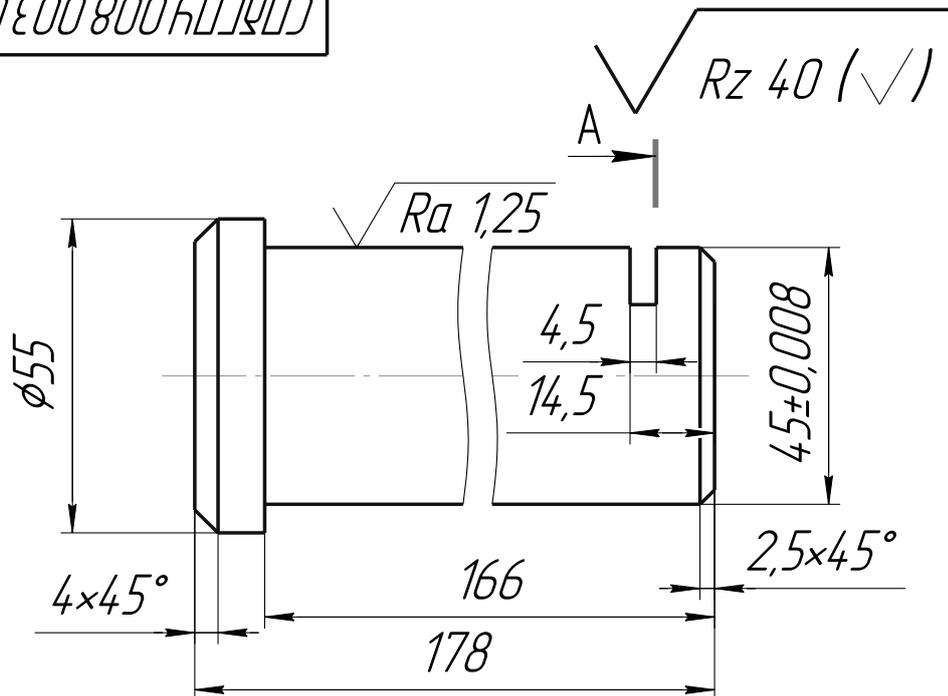
Փորմատ A4

Վարիանտ 2

СПбГПУ.008.003.003

Перв. примен.

Стр. №



Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

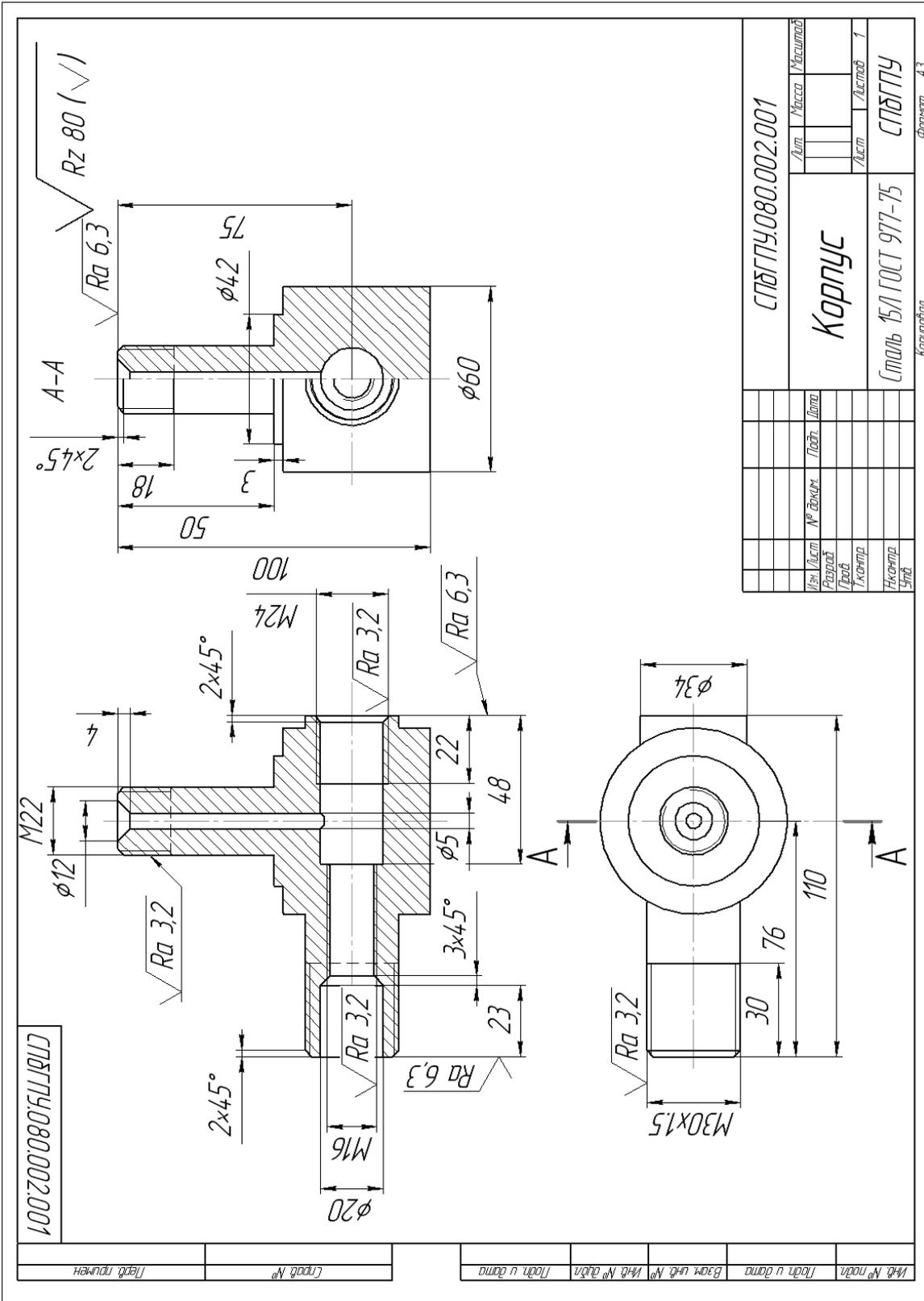
1. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий H14, валов h14, остальных $\pm \frac{IT14}{2}$.

				СПбГПУ.008.003.003			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						2,27	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Н.контр.							
Утв.							

Копировал

Формат А4

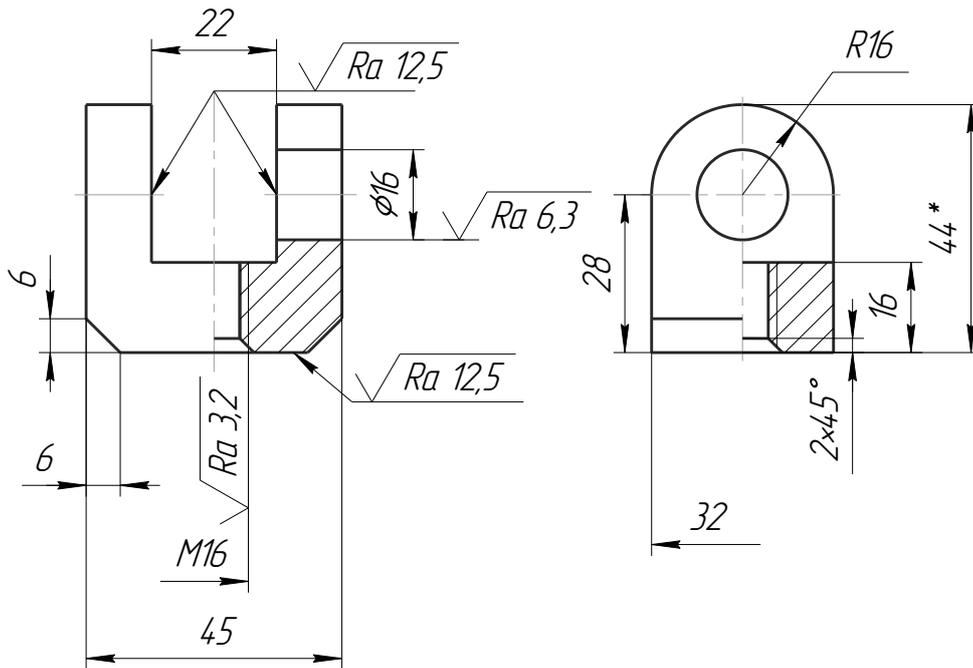
Вариант 3



Вариант 4

СПДГПУ.008.003.005

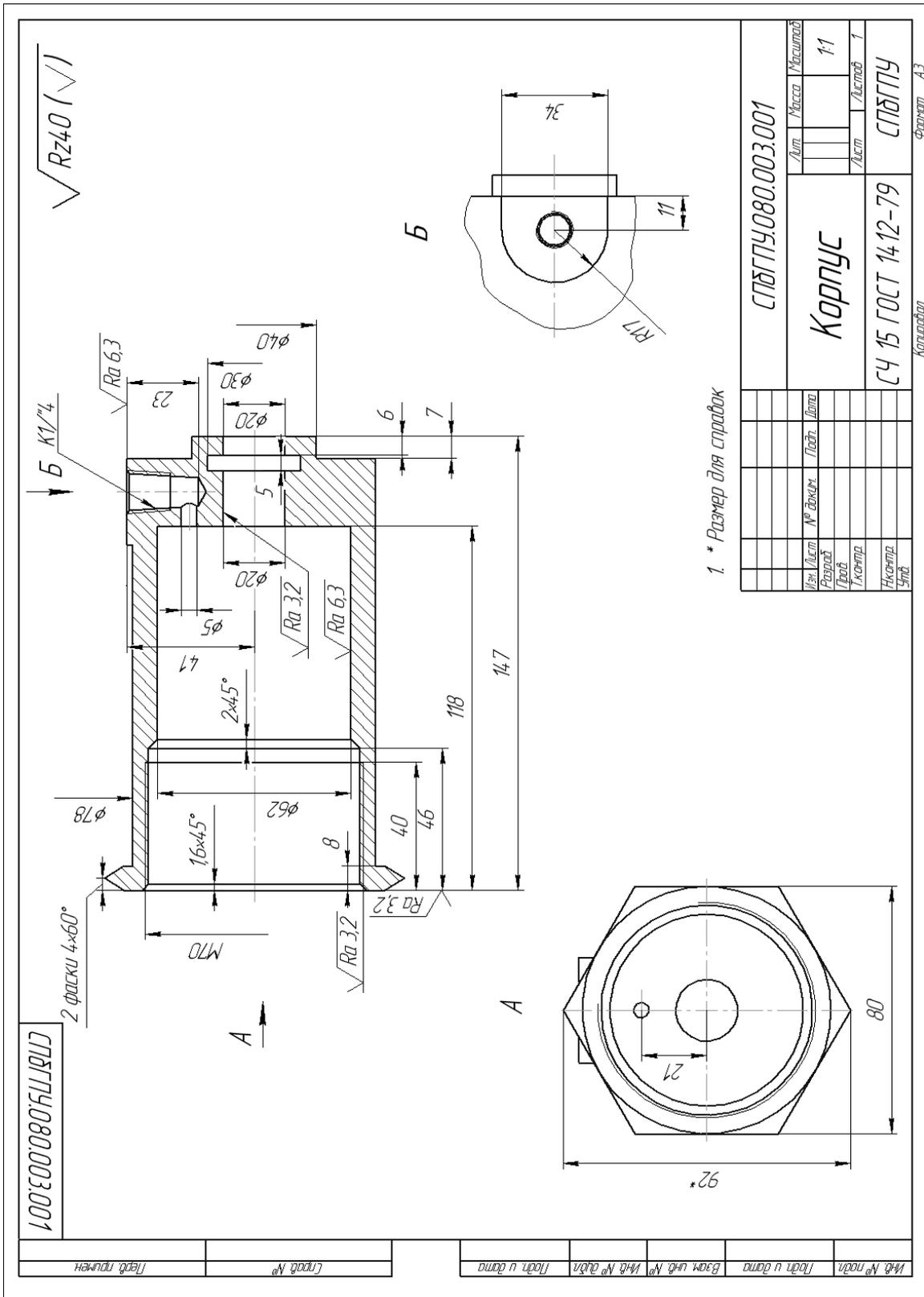
$\sqrt{Rz 80 (\sqrt{1})}$



1. * Размер для справок

Перв. примен.	500.Э00.800.611.0011				$\sqrt{Rz 80 (\sqrt{1})}$		
	Справ. №						
Подп. и дата							
	Изм. №						
Взам. инв. №							
	Инд. № докл.						
Подп. и дата							
	Изм. №						
Инд. № подл.							
	Изм. №						
СПДГПУ.008.003.005					Лит.	Масса	Масштаб
					Вилка1		
Сталь 35 ГОСТ 1050-74					Лист	Листов	1
					СПДГПУ		
Копировал					Формат А4		

Вариант 5



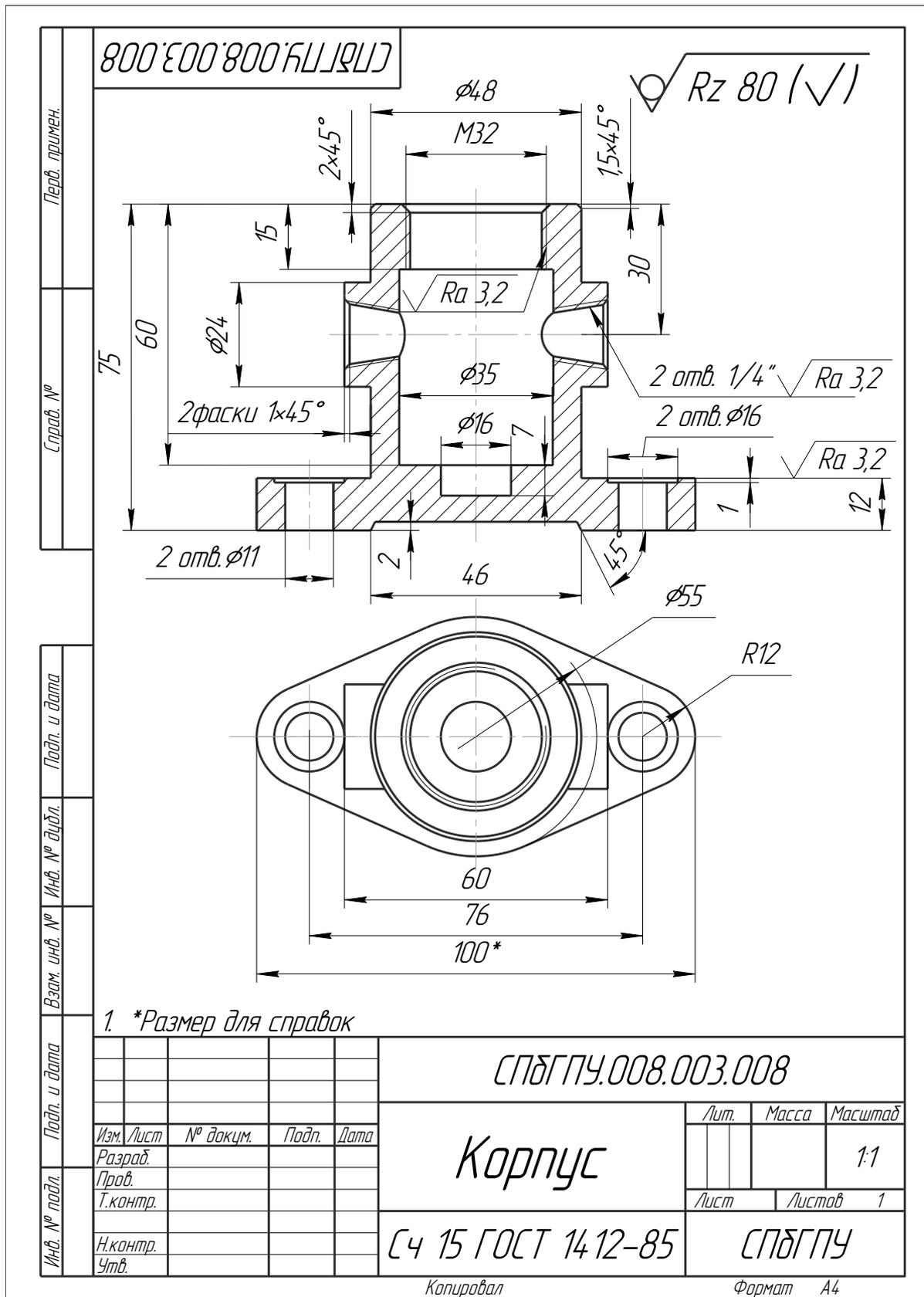
1. * Размер для справок

СПБГПУ.080.003.001		Лист	Масса	Масштаб
Корпус		Лист		1:1
СЧ 15 ГОСТ 14.12-79		Лист		1
СПБГПУ		Формат А3		

СПБГПУ.080.003.001

Изм. №	Изм. дата						

Вариант 7



Перв. примен.					
Справ. №					
Подп. и дата					
Инд. № дудл.					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инд. № подл.					

1. *Размер для справок

СПДГПУ.008.003.008

Корпус

СЧ 15 ГОСТ 1412-85

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

СПДГПУ

Копировал

Формат А4

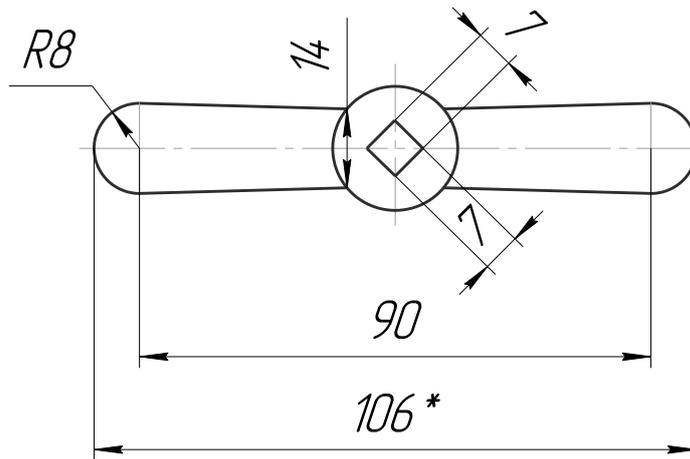
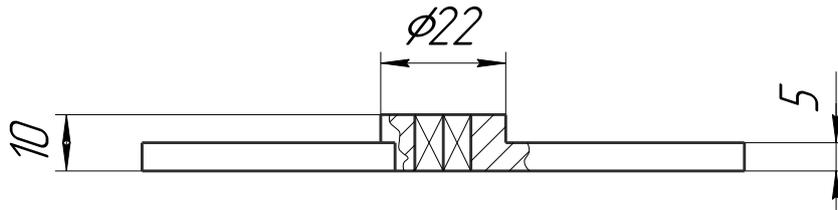
Вариант 8

СПДГПУ.008.003.010

√ Rz40 (√)

Перв. примен.

Справ. №



1. *Размер для справок

Подп. и дата

Инд. № дучдл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

СПДГПУ.008.003.010

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Рукоятка

Ст6 ГОСТ 380-94

Лит.	Масса	Масштаб
Лист		Листов 1

СПДГПУ

Копировал

Формат А4

Вариант 10

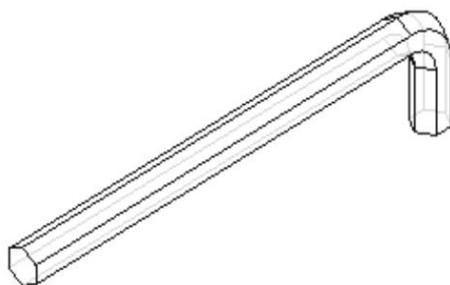
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ
КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИЕЙ**



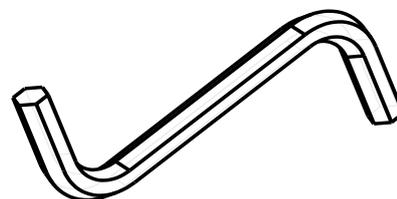
Вариант 1



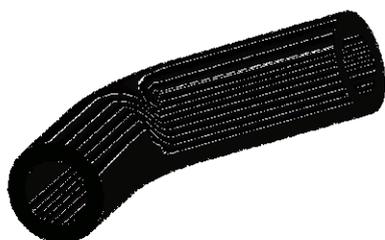
Вариант 2



Вариант 3



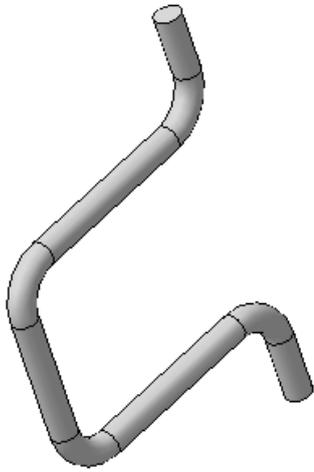
Вариант 4



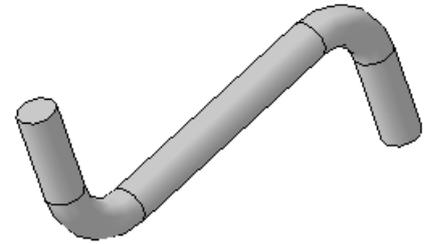
Вариант 5



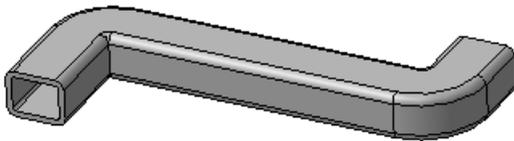
Вариант 6



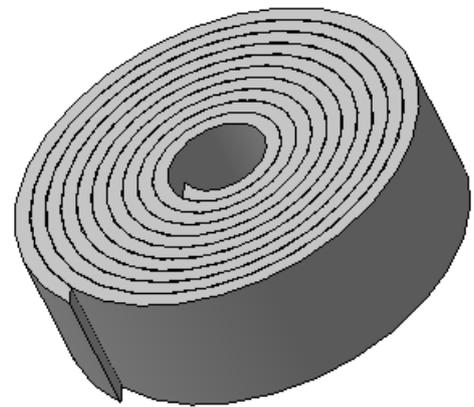
Вариант 7



Вариант 8

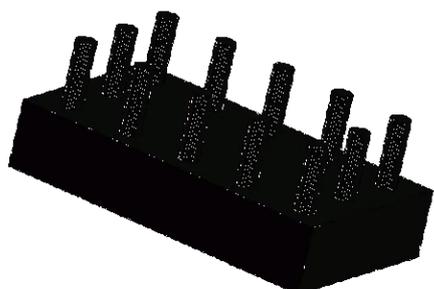


Вариант 9

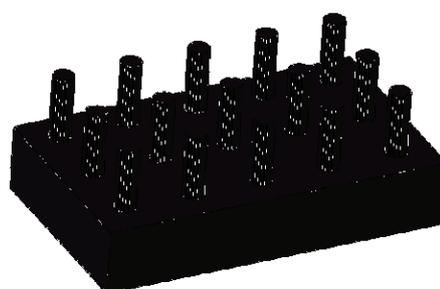


Вариант 10

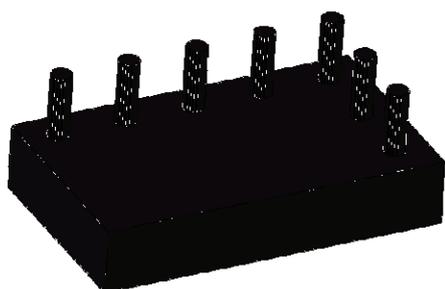
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВОВ ЭЛЕМЕНТОВ**



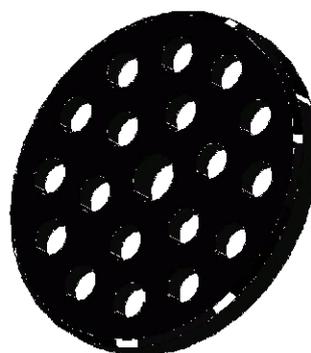
Вариант 1



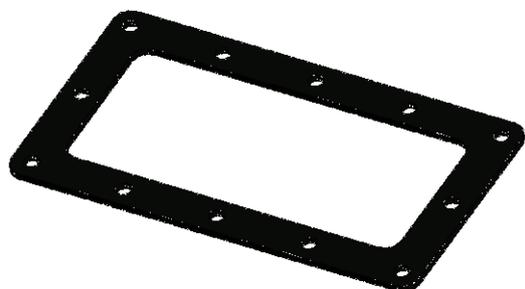
Вариант 2



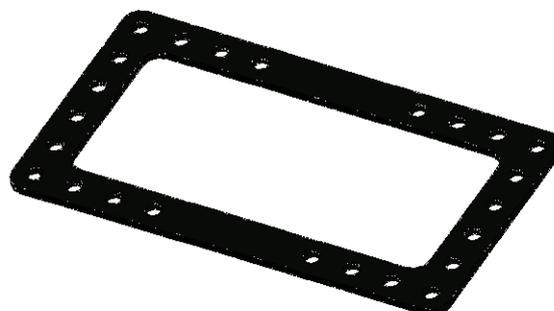
Вариант 3



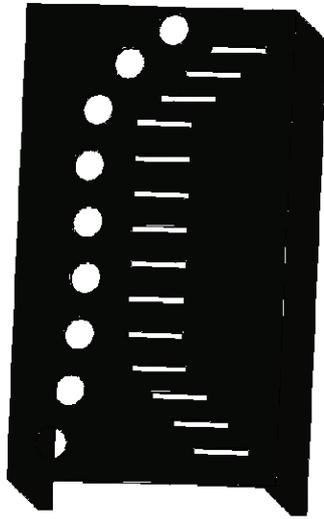
Вариант 4



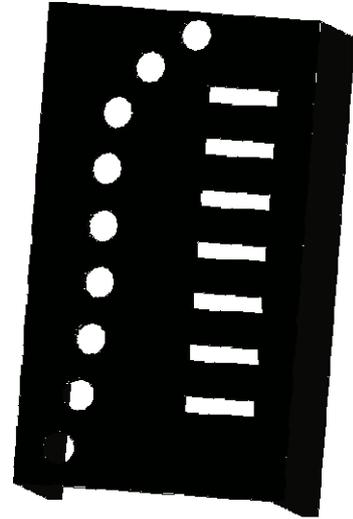
Вариант 5



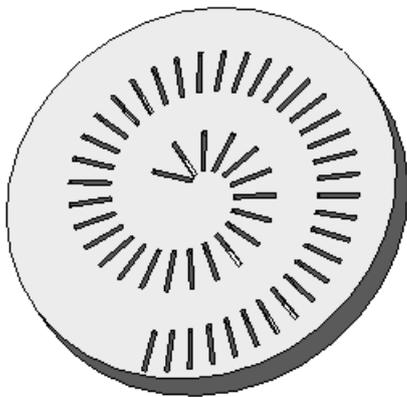
Вариант 6



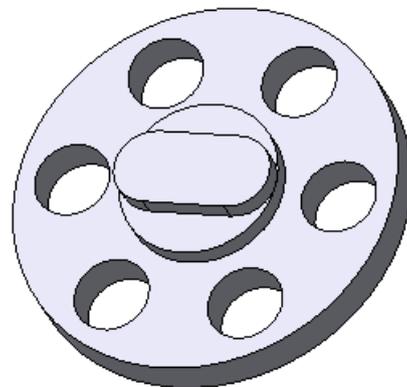
Вариант 7



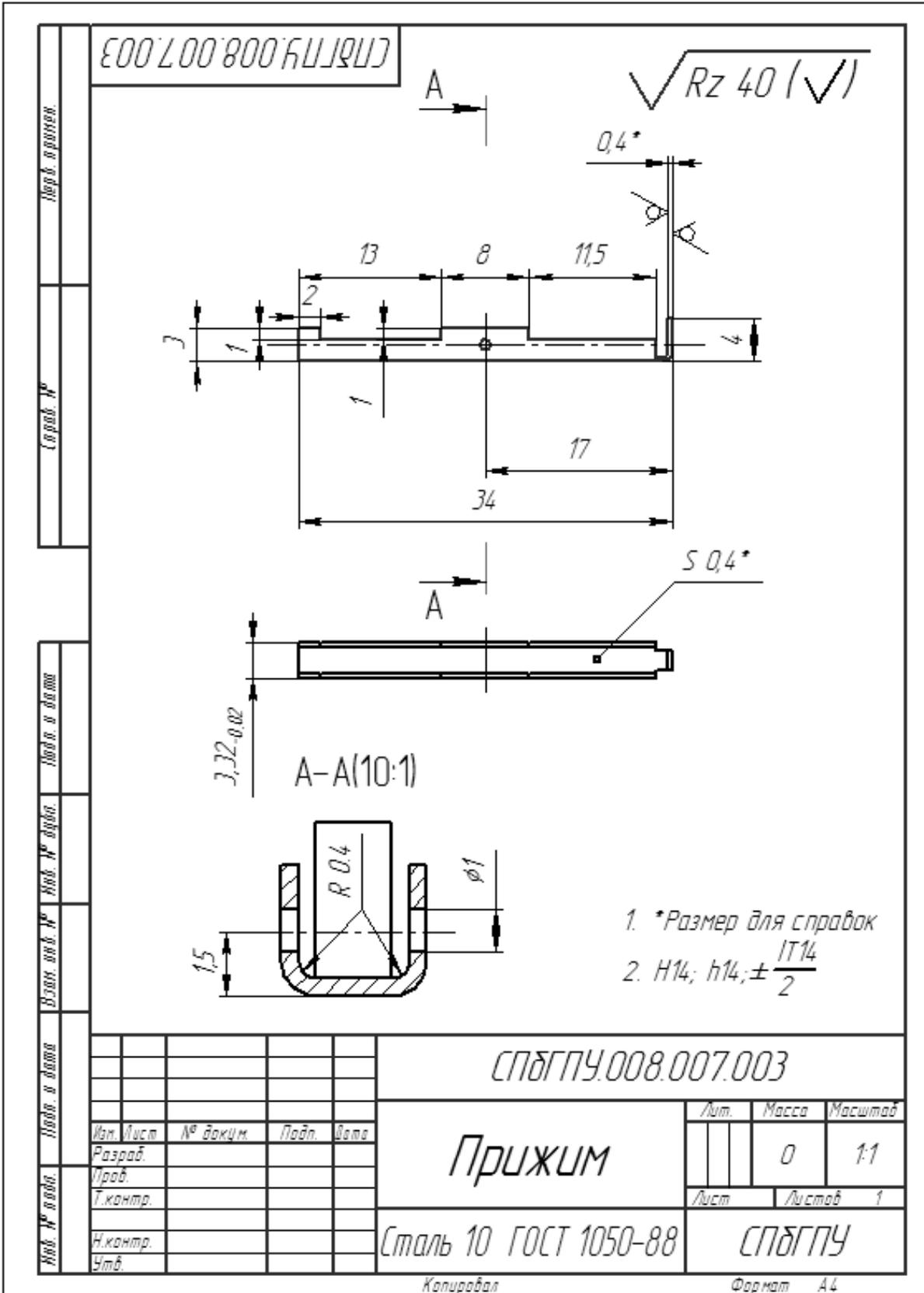
Вариант 8



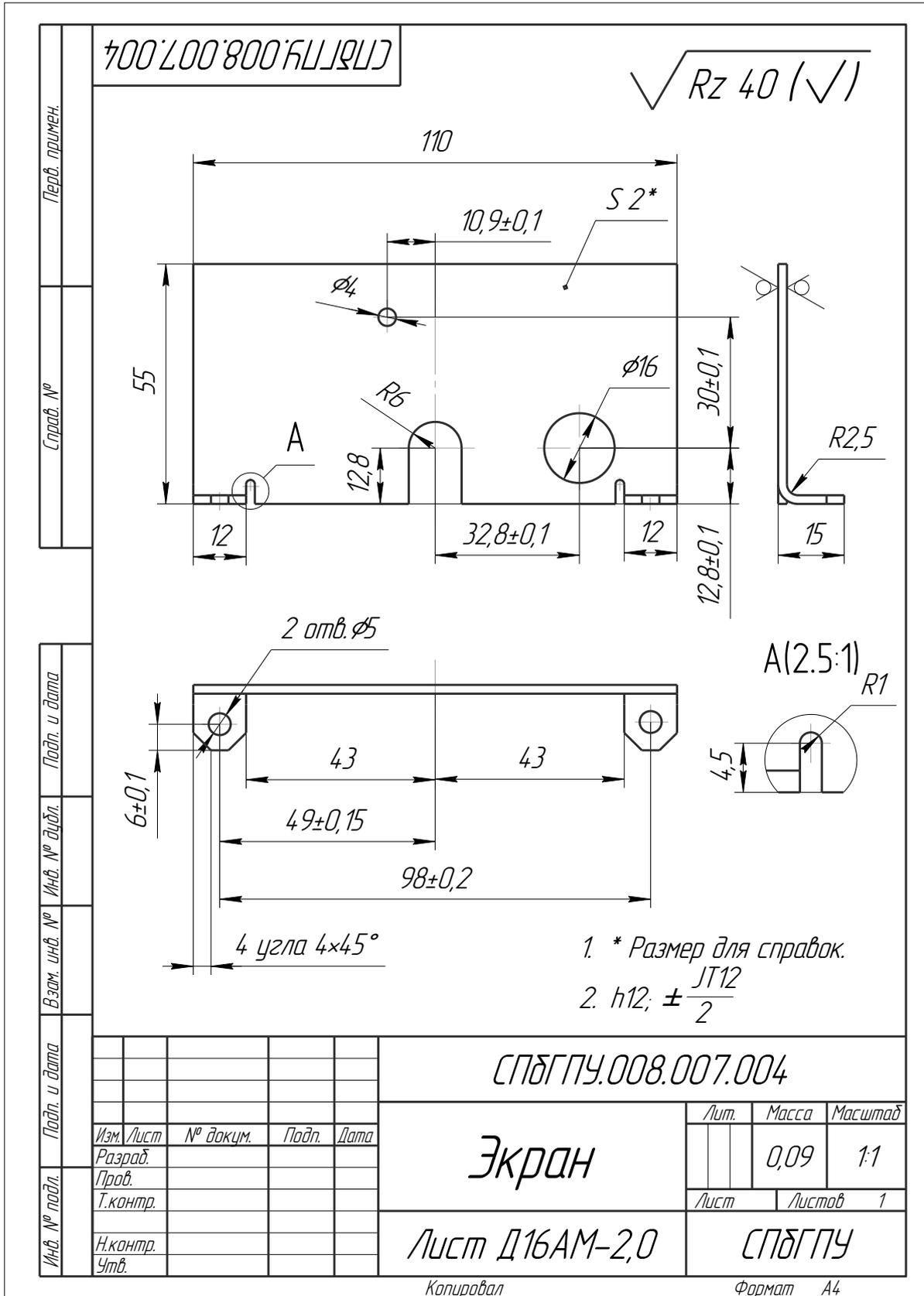
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 3



Вариант 4

9007.008.007.006

Перв. примен.

Справ. №

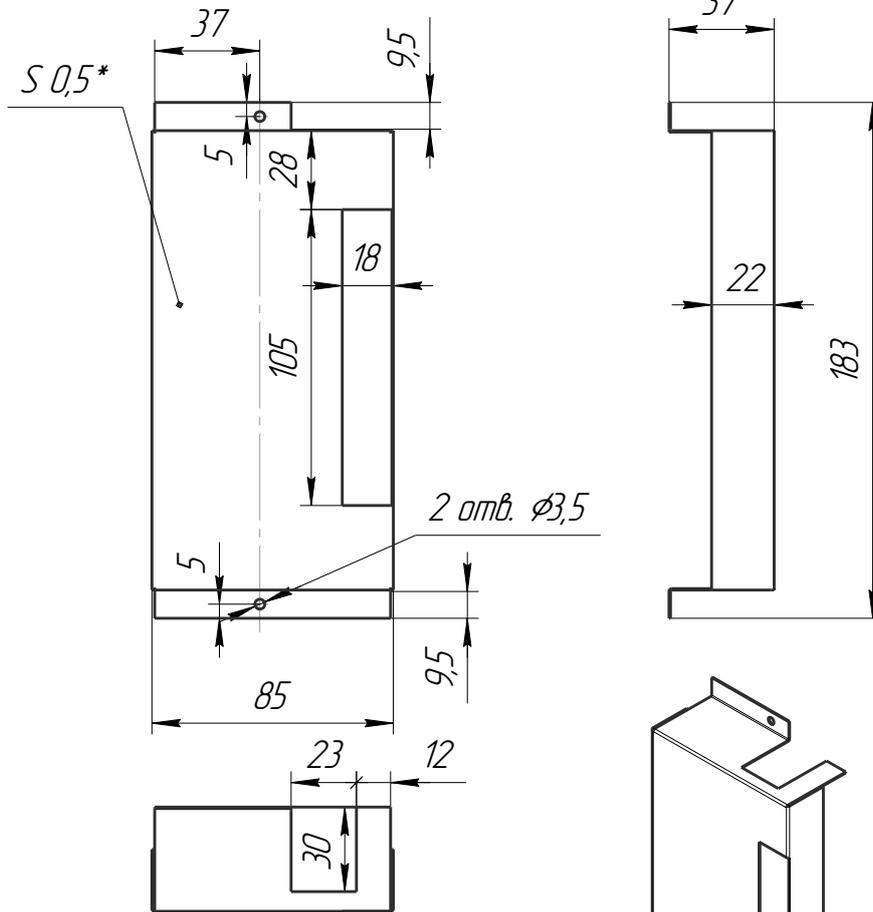
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



- * Размер для справок
- H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$
- Внутренние радиусы сгибов 0.5 мм.

СПбГПУ.008.007.006

Чехол

Лист АТ-ПН-0,5 ГОСТ 19904-90

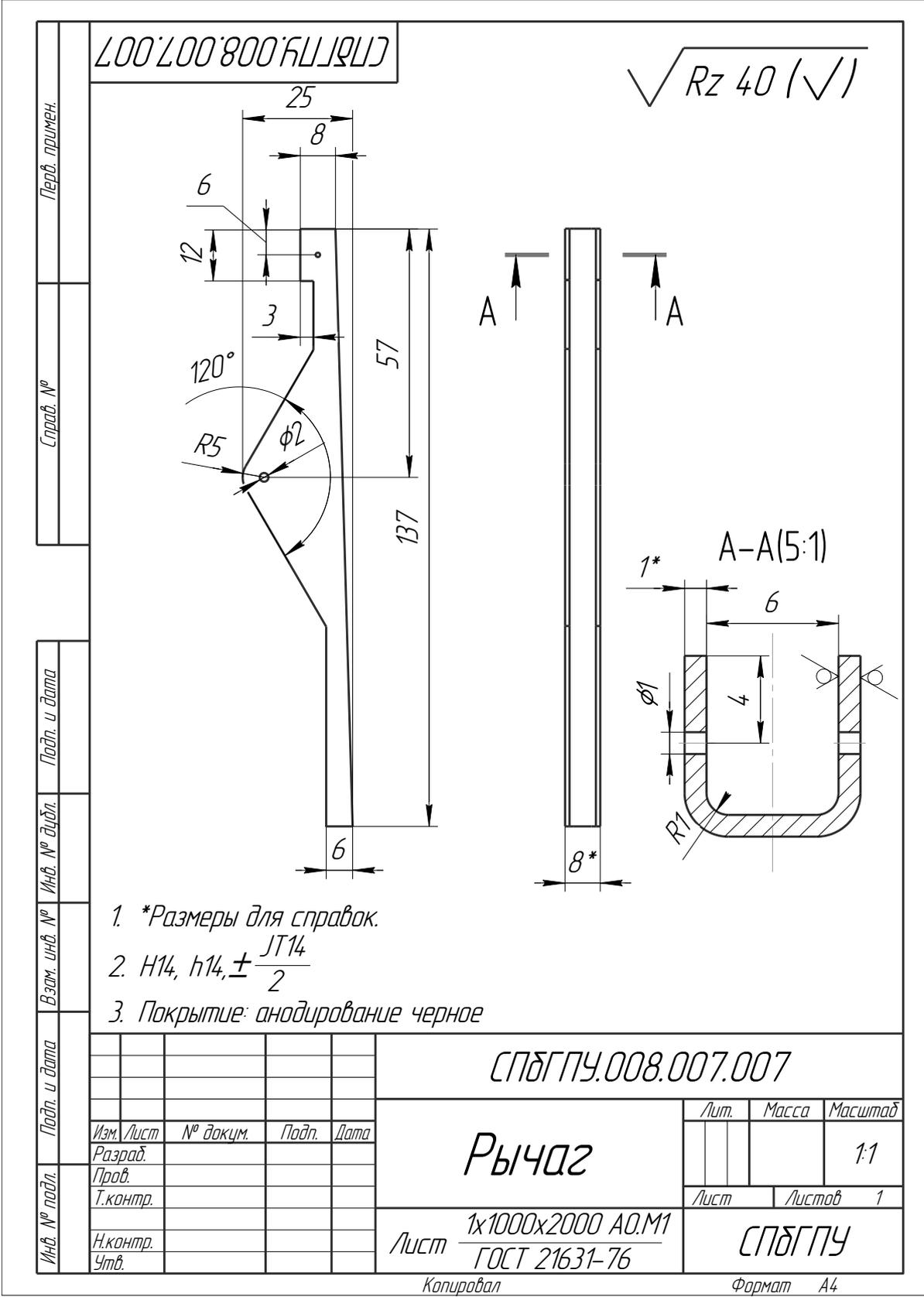
Копировал

Лит.	Масса	Масштаб
	0,1	1:2
Лист		Листов 1

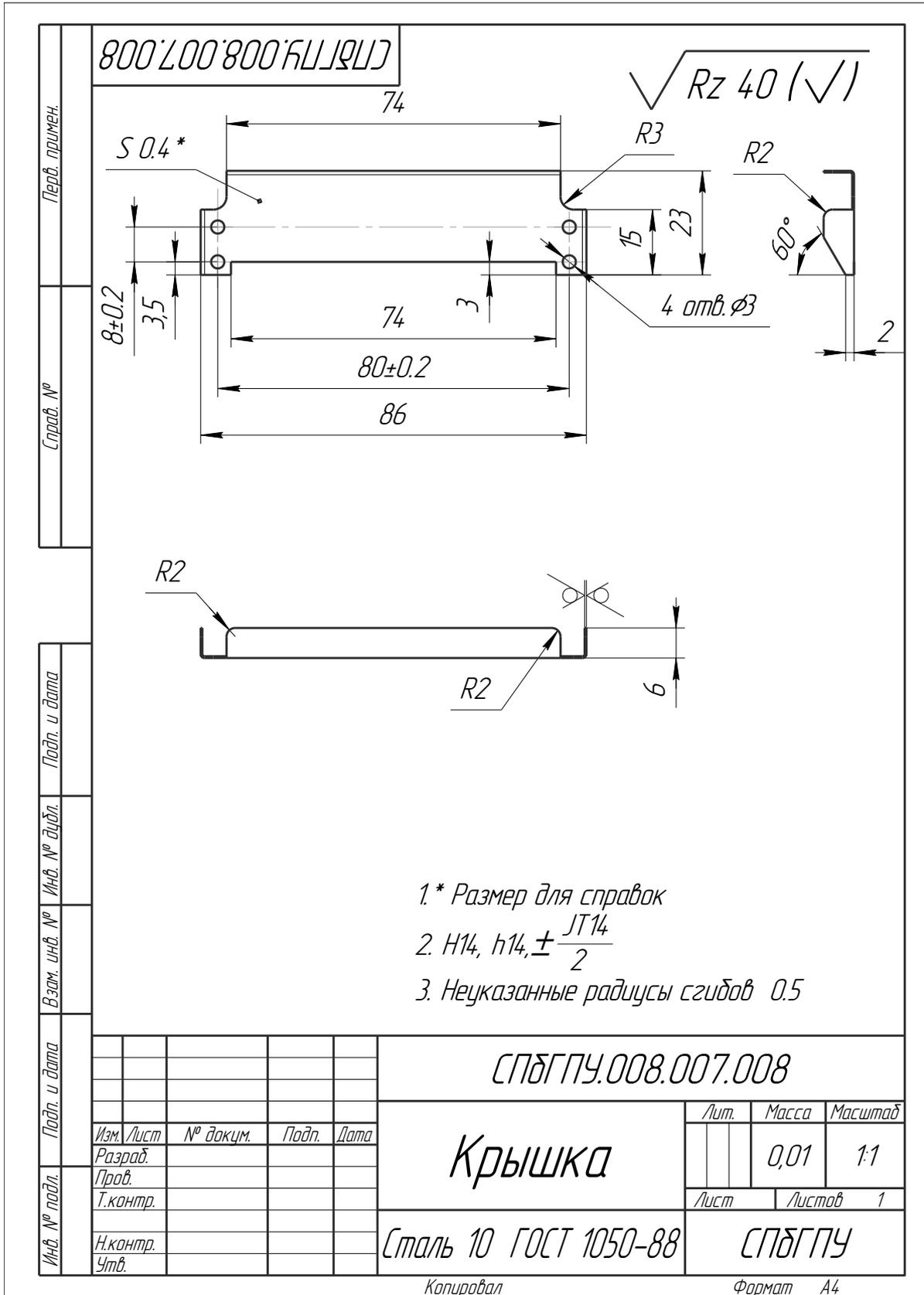
СПбГПУ

Формат А4

Вариант 6



Вариант 7



- 1.* Размер для справок
2. Н14, н14, ± $\frac{IT14}{2}$
3. Неуказанные радиусы сгибов 0.5

Вариант 8

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАЗДЕЛУ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОК ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ДОБАВЛЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ»

Патрон плавающий предназначен для рассверливания квадратных отверстий. Цилиндрический конец сверла закрепляется в сменной втулке 4. Втулка вставляется в плавающий стакан 5, в котором втулку и сверло стопорят винтом 7 (№ 10 ГОСТ 1478-75). Плавающий стакан имеет паз, куда вставляется выступ плавающего диска 3. Другой выступ диска, расположенный перпендикулярно первому, входит в паз хвостовика 1, образуя муфту Альтгейма. Хвостовик соединяется со шпинделем станка. Два винта 6 (№5 0,8 ГОСТ 1478-75) крепят хвостовик к ободу 2. Шарик 8 (d=8мм) предназначен для уменьшения трения.

СПДГПУ.080.001000.00		Лист	Масса	Масштаб
Патрон плавающий		Лист		1:2
		Лист		1
СПДГПУ		Формат А3		

№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.

№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.
№ в. № в. в. в.	№ в. № в. в. в.

СПДГПУ.080.001000.СБ		Лист	Масса	Масштаб
Патрон		№ док-м.	Лист	21
(фрагмент 1)		Разработ.	Лист	1
СПДГПУ		Проект.		
Копирова		Исполн.		
Формат А3		Удобр.		

Лист в деталях	Лист в сборе	Лист в деталях	Лист в сборе	Лист в деталях	Лист в сборе

93'000'100'080 5119113

Перв. примен.

Справ. №

φ20

φ24

φ50

4

5

7

52

Подп. и дата

Инв. № дудл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

СПбГПУ 080.001.000.СБ

Патрон
плавающий
(фрагмент 2)

Лист Масса Масштаб

1:1

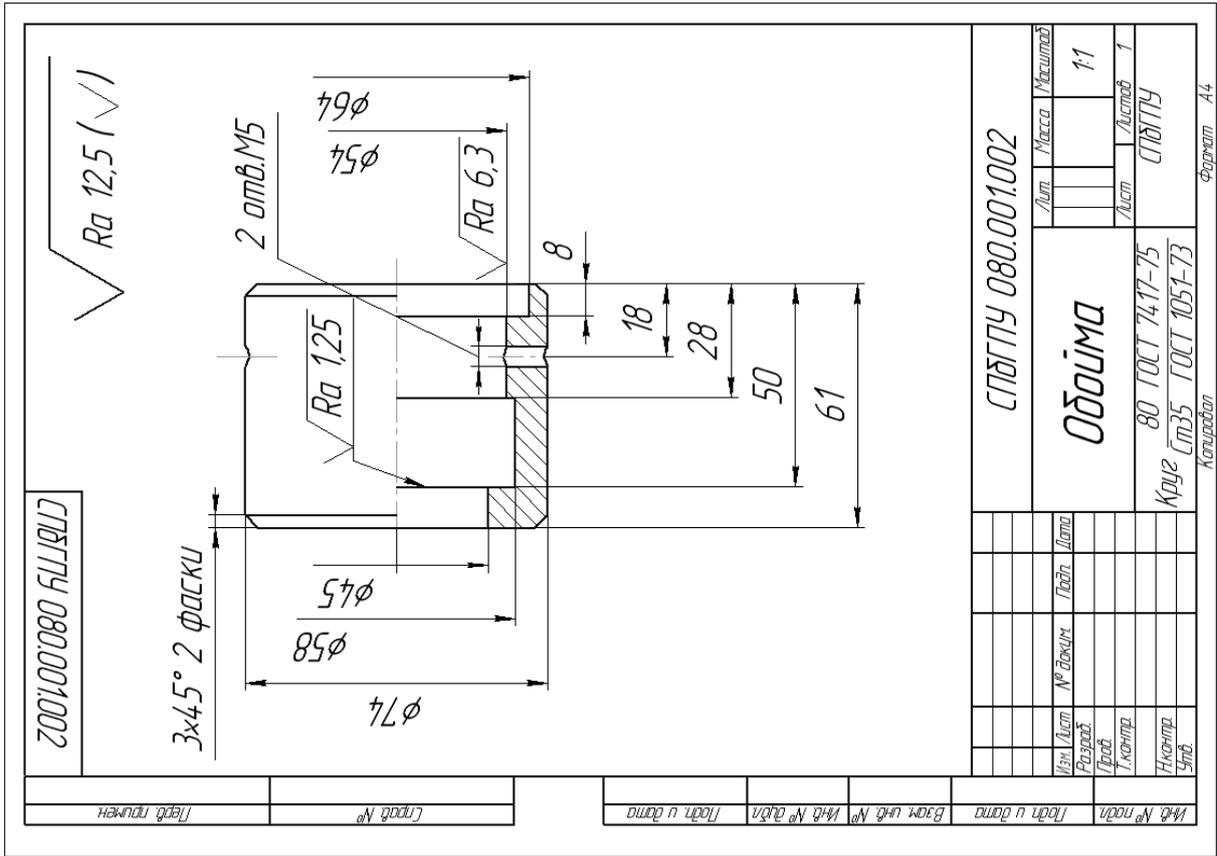
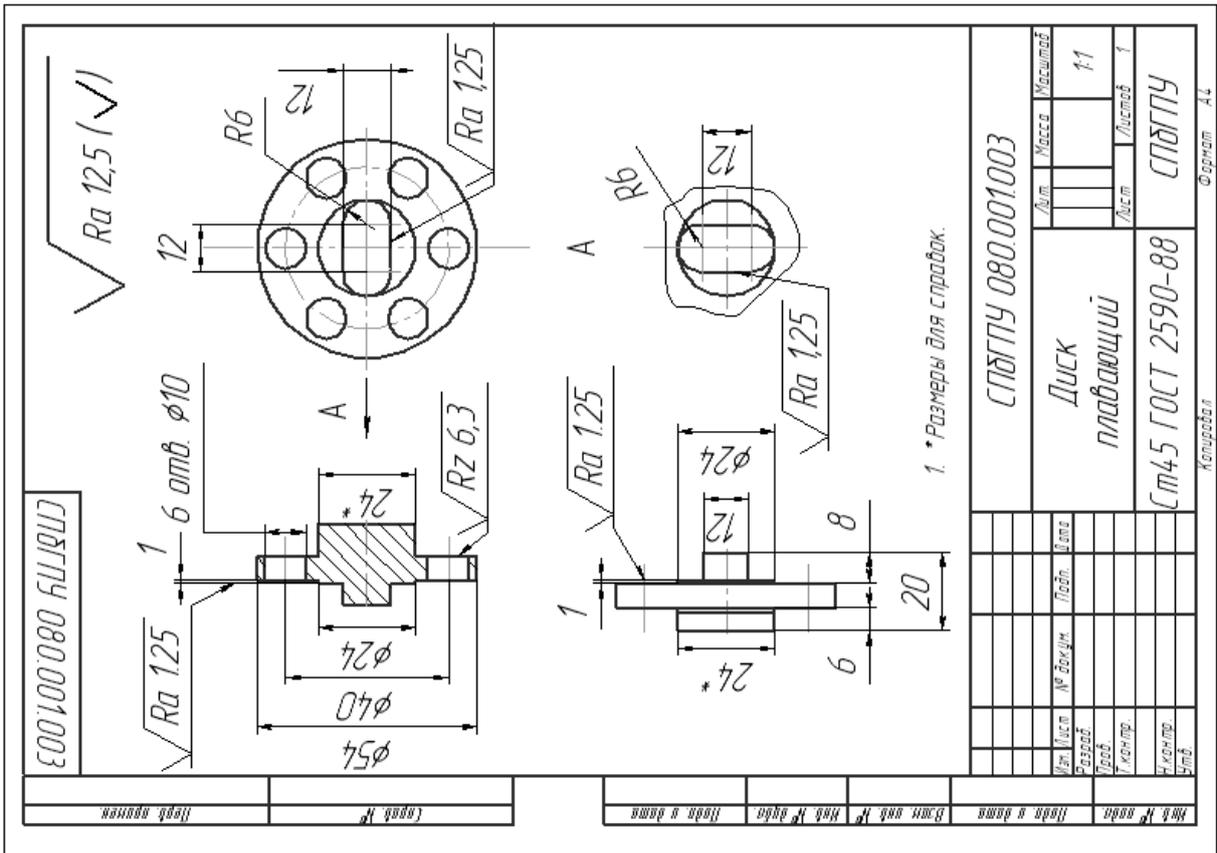
Лист Листов

СПбГПУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

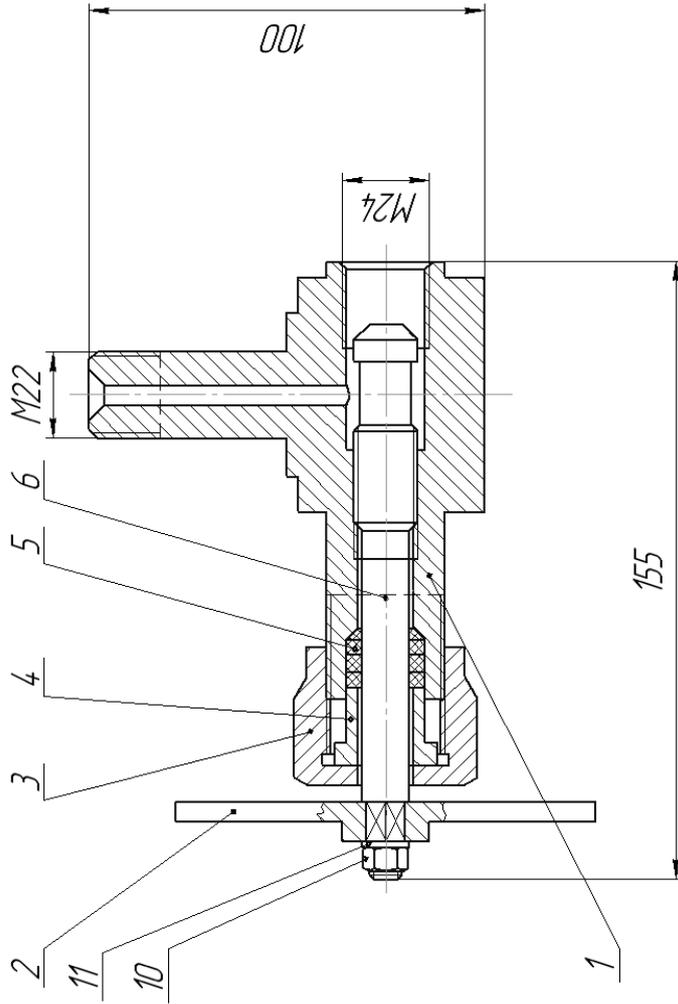
Копировал

Формат А4



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A3			СПДГПУ.080.002.000.СБ	Сборочный чертёж		
<u>Детали</u>						
A3	1		СПДГПУ.080.002.001	Корпус	1	
A4	2		СПДГПУ.080.002.002	Рукоятка	1	
A4	3		СПДГПУ.080.002.003	Гайка	1	
A4	4		СПДГПУ.080.002.004	Втулка	1	
A4	5		СПДГПУ.080.002.005	Прокладка1	3	
A4	6		СПДГПУ.080.002.006	Шпиндель	1	
A4	7		СПДГПУ.080.002.007	Прокладка2	1	
A4	8		СПДГПУ.080.002.008	Штуцер	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
	10			Гайка М6 ГОСТ 15526-70	1	
	11			Шайба 6 ГОСТ 9649-78	1	
СПДГПУ.080.002.000.						
Изм. Лист				№ докум.		
Разраб.				Подп.		
Пров.				Дата		
Н.контр.				Кран угловой		
Утв.						
				Лит.		
				Лист		
				Листов		
				1		
				Формат А4		

СПБГПУ.080.002.000.СБ

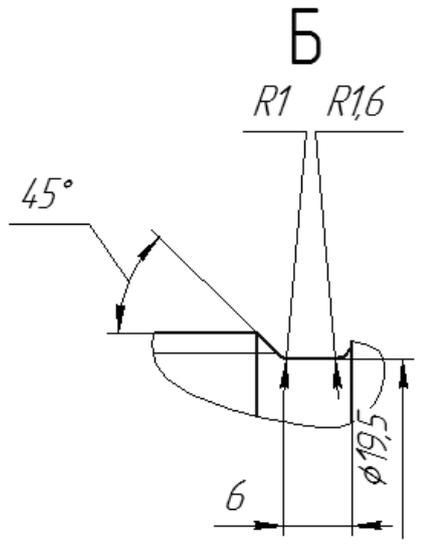
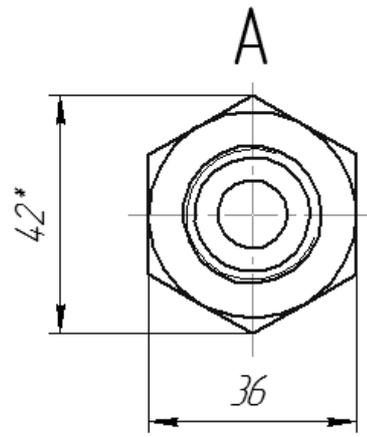
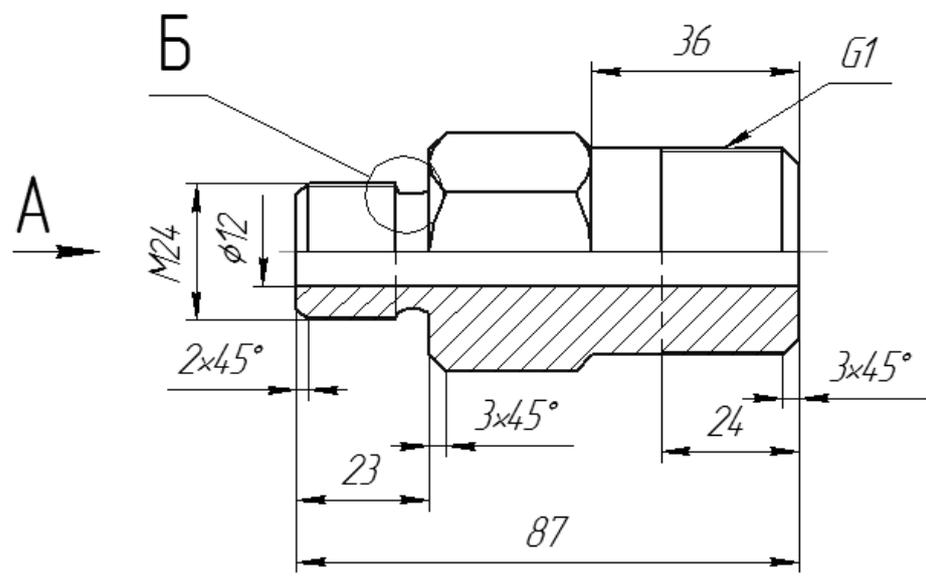


СПБГПУ.080.002.000.СБ		Лист	Масса	Масштаб
Кран угловой (фрагмент 2)		Лист		1:1
		Лист		1
		СПБГПУ		
		Формат А3		
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Листов
Разработ.	Проект.	Констр.	Инженер	Черт.

Изд. № подл.	Лист в сборе	Взам. шиф. №	Изд. № докум.	Лист в сборе
Лист в сборе				
Лист документа				

СПДГПУ.080.002.008

$\sqrt{Rz20}$



1. *Размер для справок

Перв. примен.	
Справ. №	
Подп. и дата	
Изм. №	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Изм. №	
Изм. №	

СПДГПУ.080.002.008

Штуцер

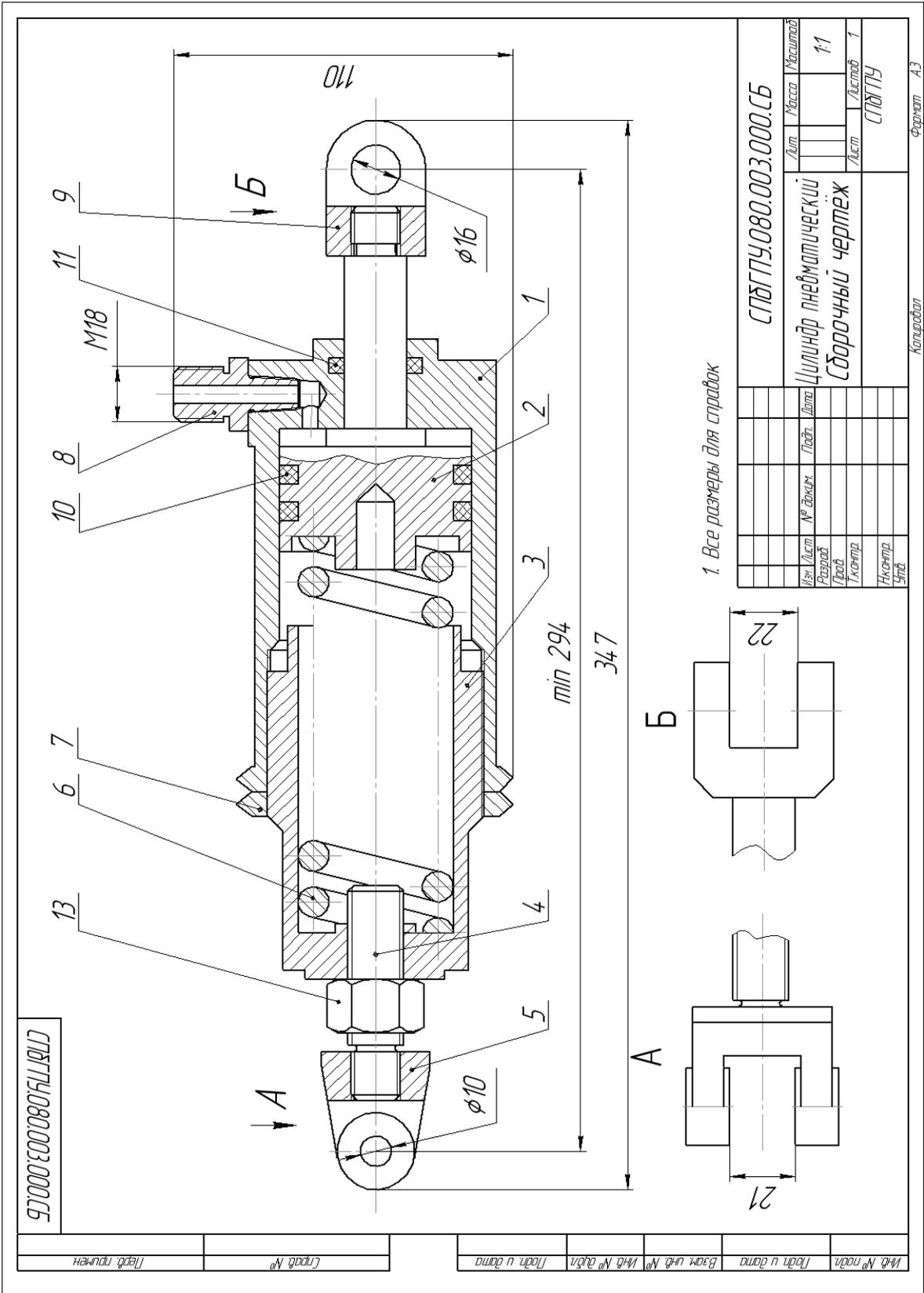
Сталь 10 ГОСТ 1050-88

Лист	Масса	Масштаб
	0,53	1:1
Лист	Листов 1	

СПДГПУ

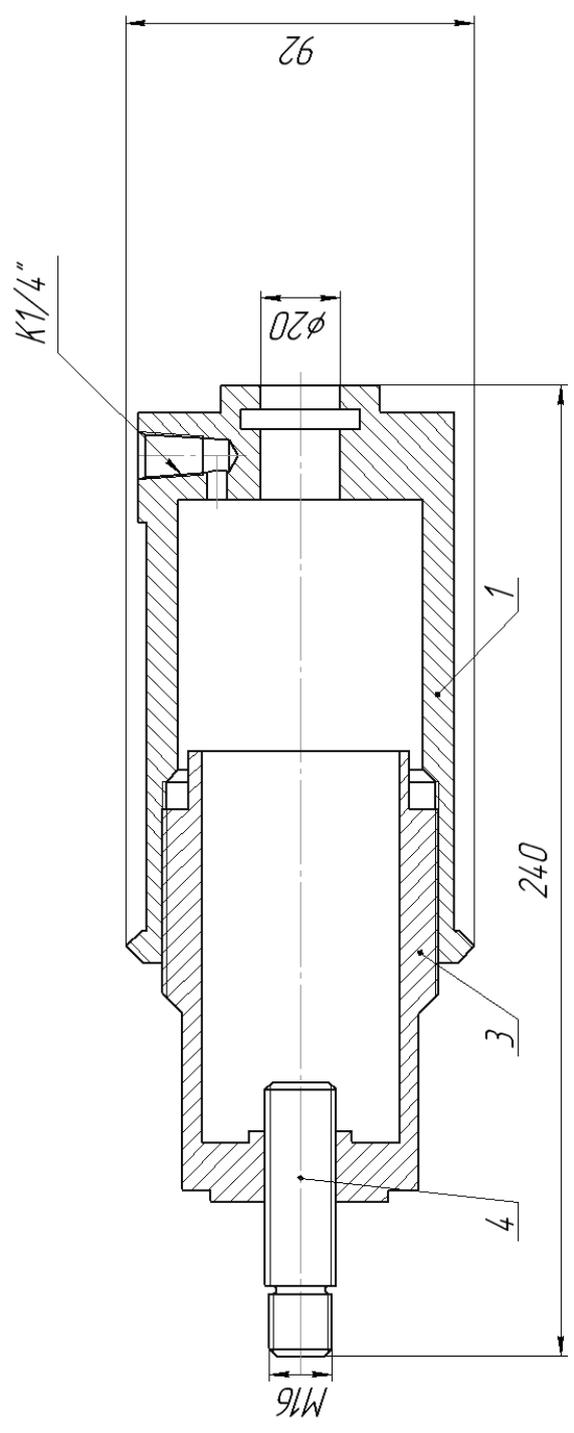
Копировал

Формат А4



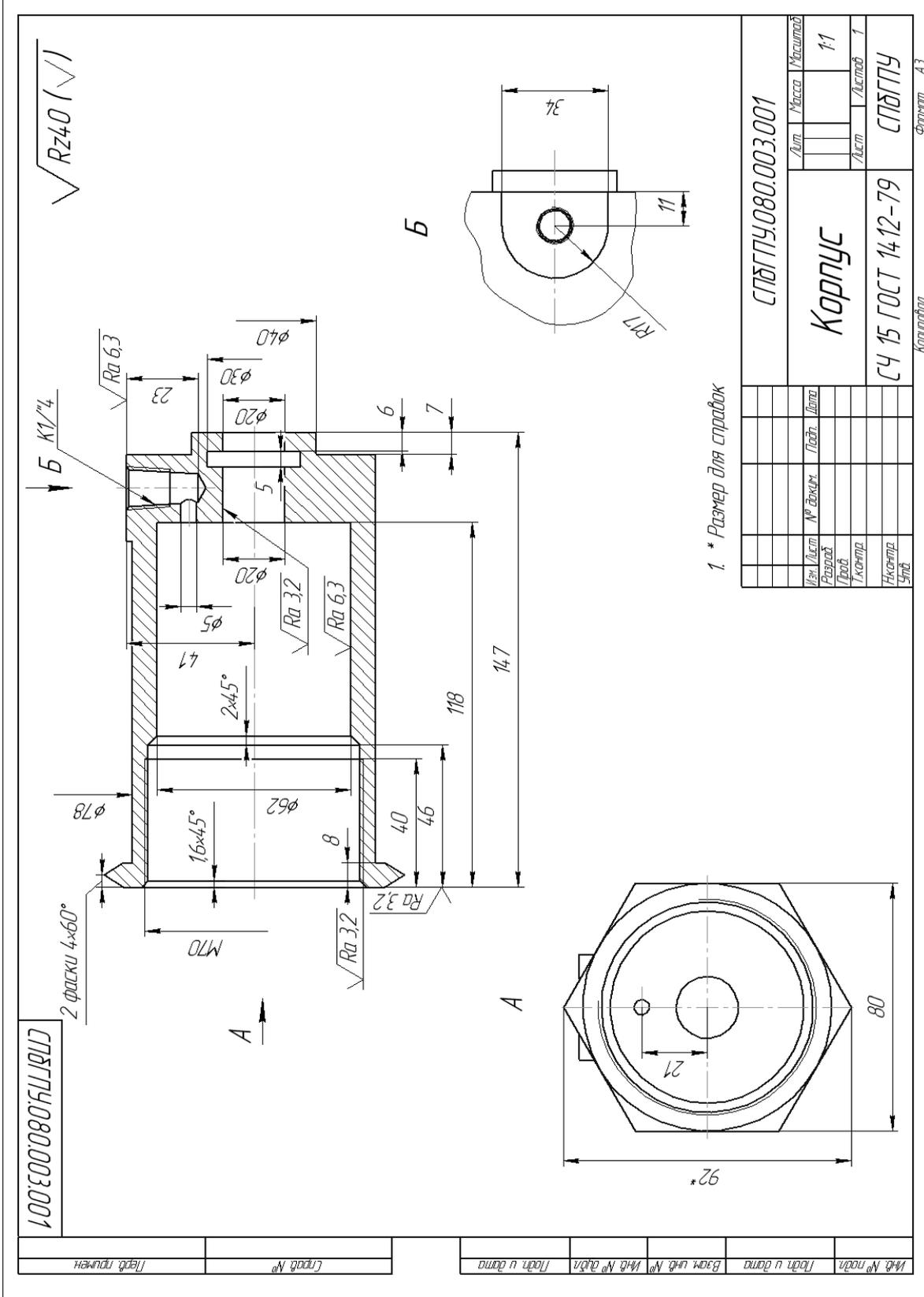
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A3			СПДГПУ.080.003.000.СБ	Сборочный чертёж		
<u>Детали</u>						
A3	1		СПДГПУ.080.003.001	Корпус	1	
A4	2		СПДГПУ.080.003.002	Поршень	1	
A4	3		СПДГПУ.080.003.003	Цилиндр	1	
A4	4		СПДГПУ.080.003.004	Винт	1	
A4	5		СПДГПУ.080.003.005	Вилка2	1	
A4	6		СПДГПУ.080.003.006	Пружина	1	
A4	7		СПДГПУ.080.003.007	Гайка	1	
A4	8		СПДГПУ.080.003.008	Штуцер	1	
A4	9		СПДГПУ.080.003.009	Вилка1	1	
			10	СПДГПУ.080.003.010	Прокладка1	2
			11	СПДГПУ.080.003.011	Прокладка2	1
<u>Стандартные изделия</u>						
	13			Гайка 1 М8 х 125-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5915-70	1	
СПДГПУ.080.003.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.					Лит	Лист
Проб.						Листов
Н.контр.						1
Утв.						
Цилиндр пневматический						
Копировал				Формат А4		

СПБТТУ.080.003.000.СБ



Изд. № техн.	Взам. унб. №	Изд. № эскз.	Изд. № техн.	Изд. № эскз.	Изд. № техн.	Изд. № эскз.
Лист и дата						
Лист № техн.	Лист № эскз.	Лист № техн.	Лист № эскз.	Лист № техн.	Лист № эскз.	Лист № техн.

СПБТТУ.080.003.000.СБ		Лист	Масса	Углублен
Цилиндр пневматический Сдвоенный чертеж (фрагмент)		Лист		1:1
		Лист		1
		СПБТТУ		
		Формат А3		
		Копировал		



100'000'080'611'010'1

2 фланцы 4x60°

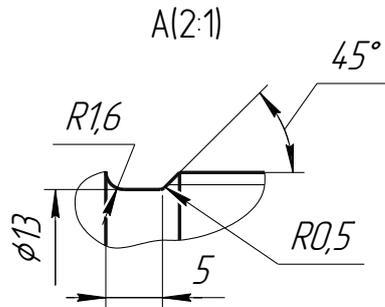
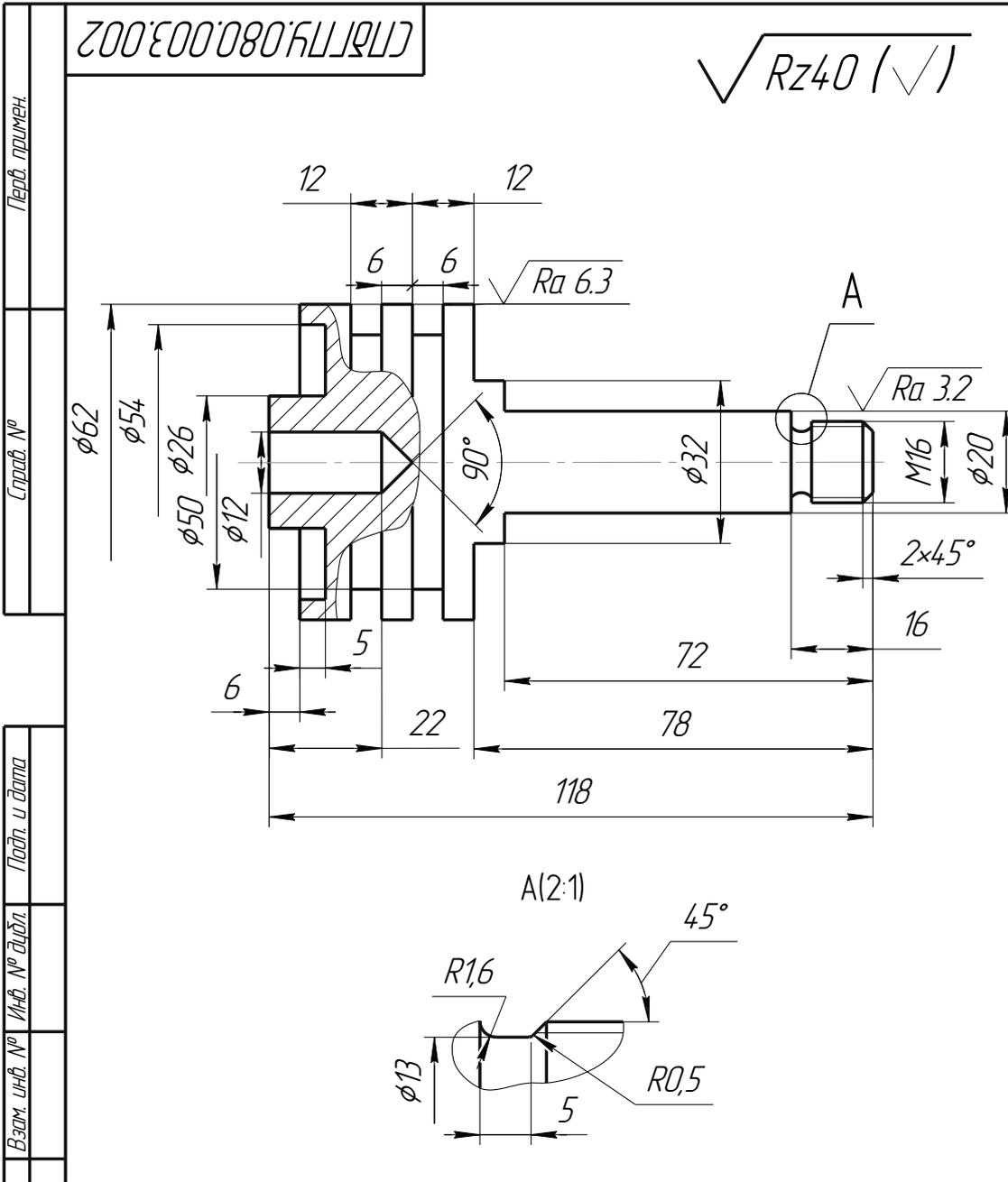
√Rz40 (√)

Изм. №									
Дата		Дата		Дата		Дата		Дата	
Исполн.		Исполн.		Исполн.		Исполн.		Исполн.	
Провер.		Провер.		Провер.		Провер.		Провер.	
Инженер		Инженер		Инженер		Инженер		Инженер	
Мастер		Мастер		Мастер		Мастер		Мастер	
Работ.		Работ.		Работ.		Работ.		Работ.	
№ докум.		№ докум.		№ докум.		№ докум.		№ докум.	
Лист		Лист		Лист		Лист		Лист	
Контр.		Контр.		Контр.		Контр.		Контр.	
Эксперт		Эксперт		Эксперт		Эксперт		Эксперт	
Суд.		Суд.		Суд.		Суд.		Суд.	
СЧ 15 ГОСТ 14.12-79		СЧ 15 ГОСТ 14.12-79		СЧ 15 ГОСТ 14.12-79		СЧ 15 ГОСТ 14.12-79		СЧ 15 ГОСТ 14.12-79	
Корпус		Корпус		Корпус		Корпус		Корпус	
СПДТТУ.080.003.001		СПДТТУ.080.003.001		СПДТТУ.080.003.001		СПДТТУ.080.003.001		СПДТТУ.080.003.001	
Лист		Лист		Лист		Лист		Лист	
Масса		Масса		Масса		Масса		Масса	
11		11		11		11		11	
Фигурат А3		Фигурат А3		Фигурат А3		Фигурат А3		Фигурат А3	

1. * Размер для справок

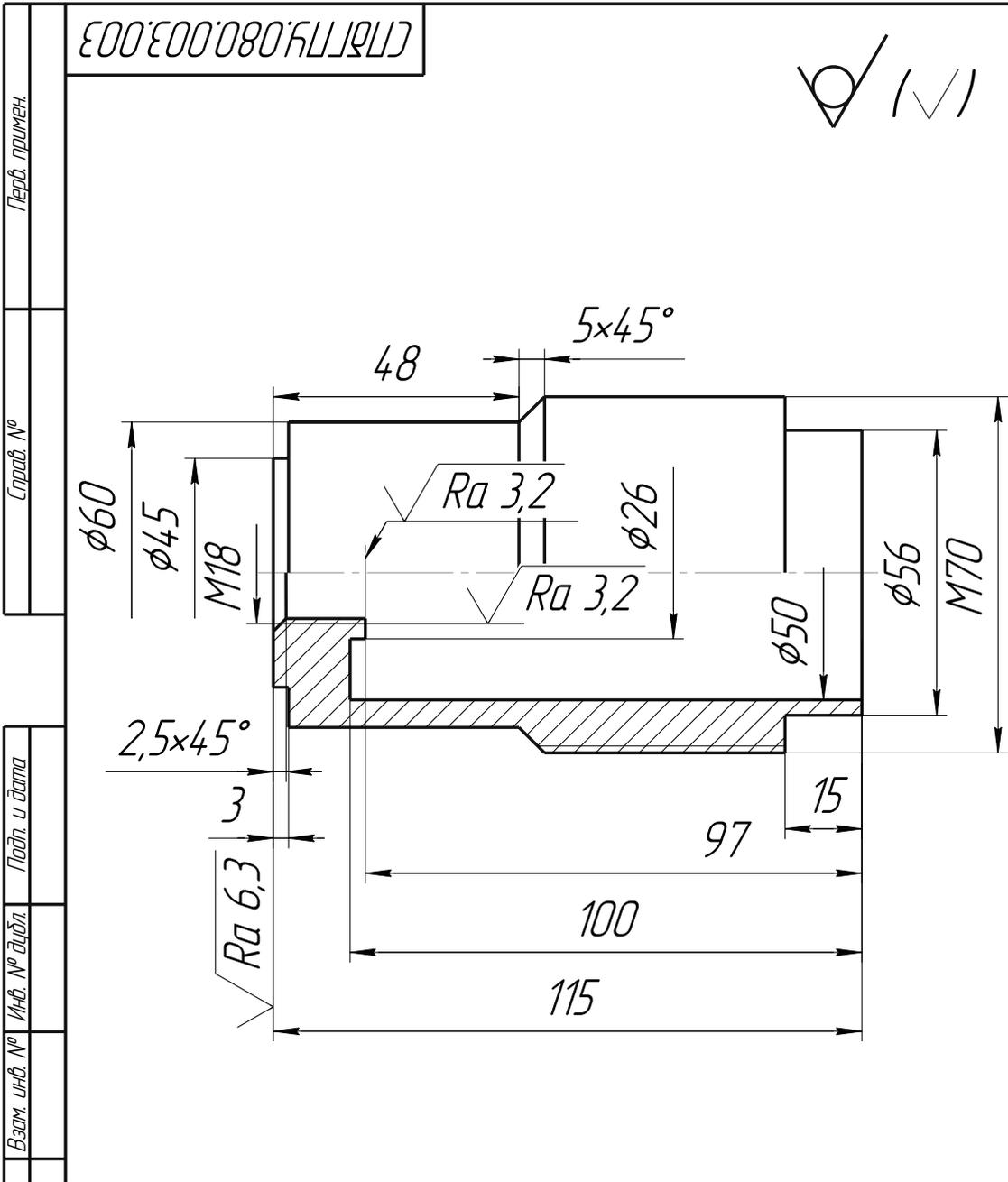
СПДГПУ.080.003.002

$\sqrt{Rz40}$ (\checkmark)



СПДГПУ.080.003.002				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1:1	
Разраб.					Лист	Листов 1
Проб.					СПДГПУ	
Т.контр.					Сталь 35 ГОСТ 1050-88	
Н.контр.					Формат А4	
Утв.					Копировал	

СПДГПУ.080.003.003

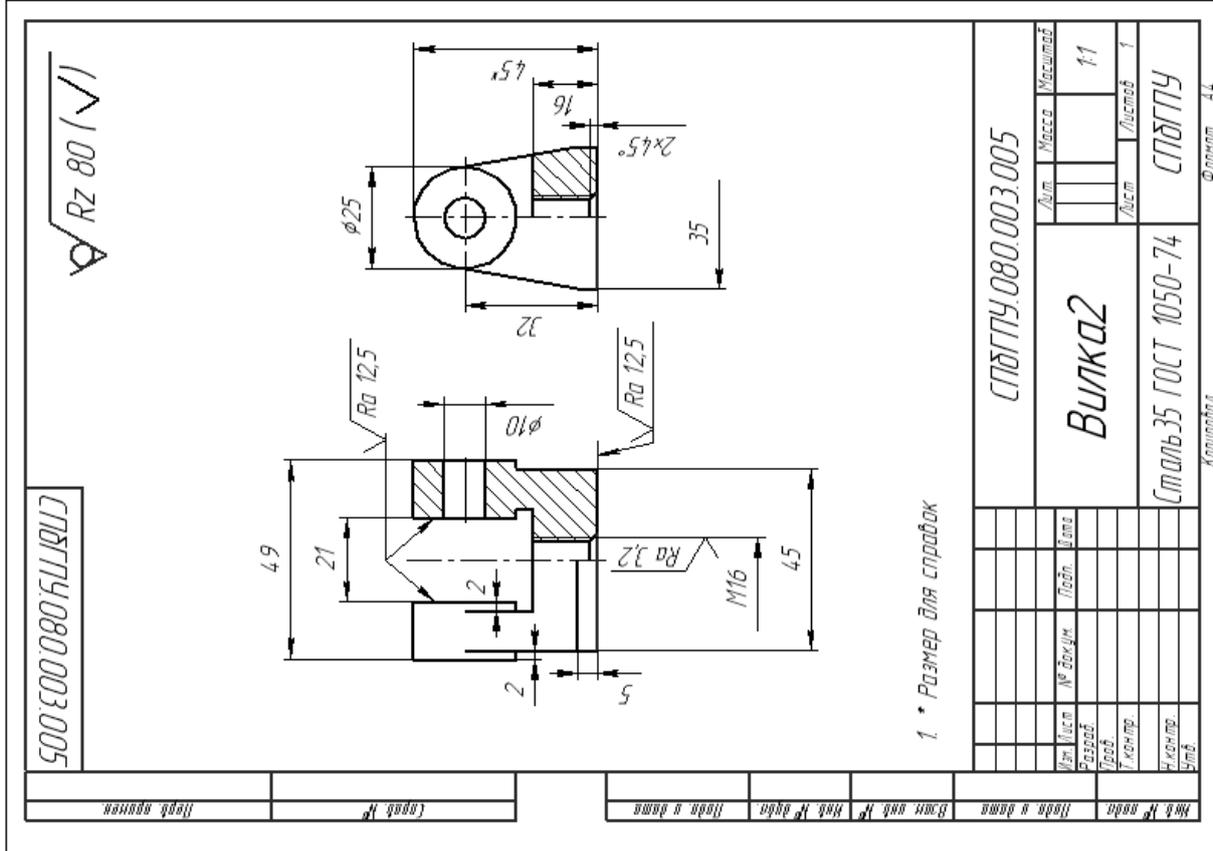
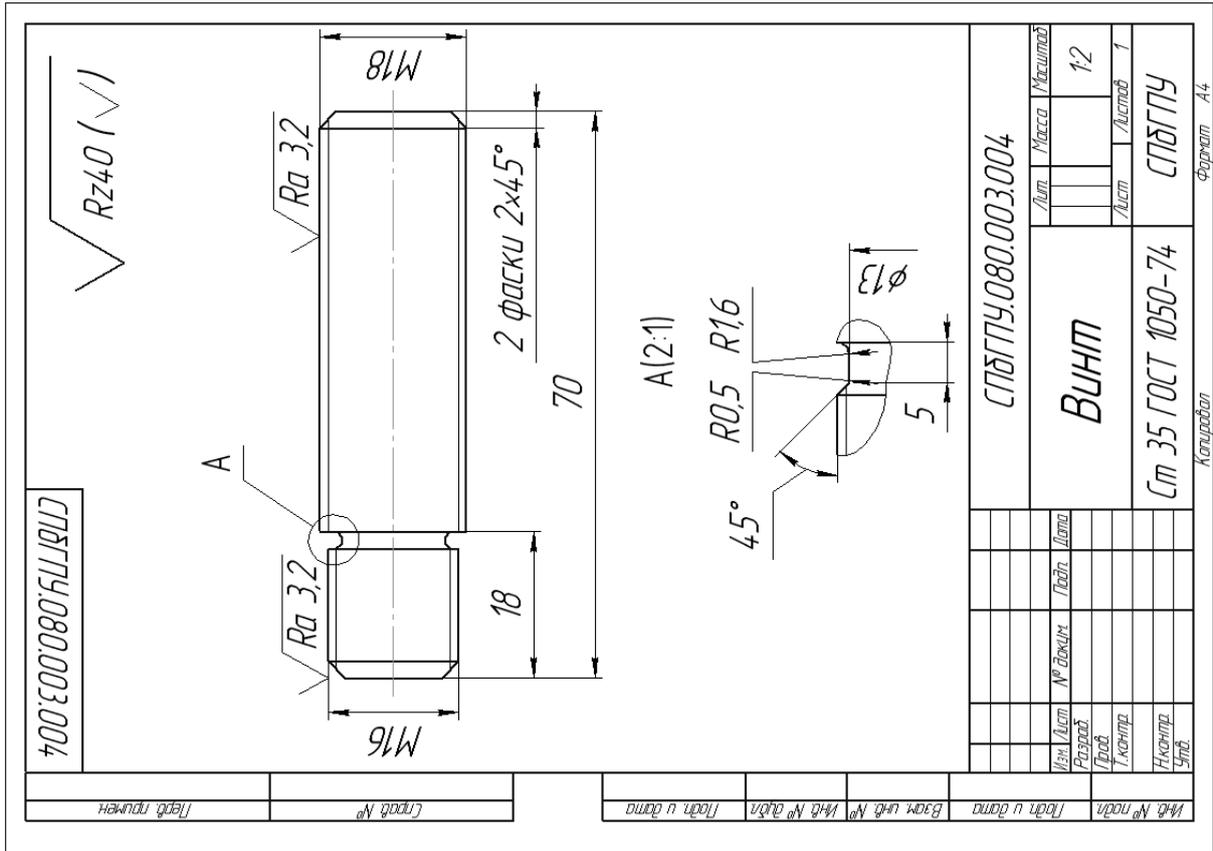


СПДГПУ.080.003.003							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Цилиндр					Лист	Масса	Масштаб
					Лист	Листов	1
Сталь 20 ГОСТ 1050-88					СПДГПУ		

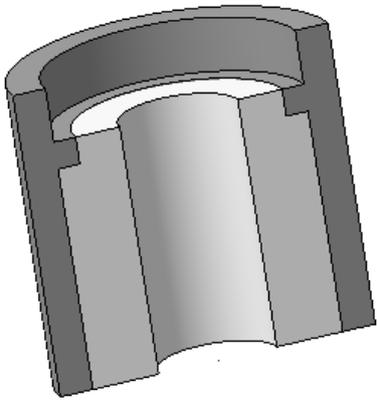
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инд. № подл.
Взам. инв. №
Инд. № инв.
Подп. и дата
Инд. № подл.

Копировал

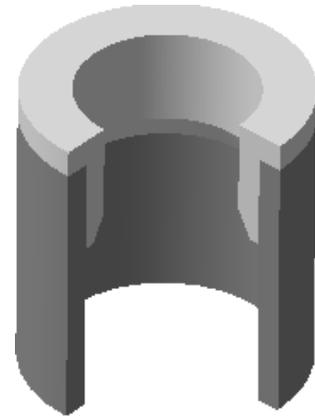
Формат А4



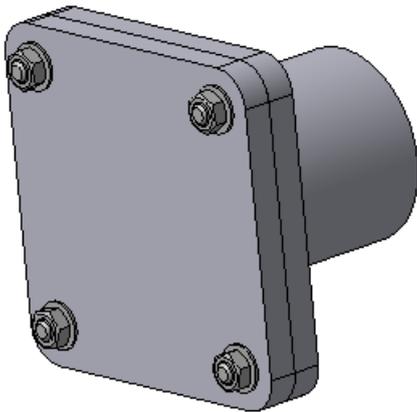
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАЗДЕЛУ «МОДЕЛИРОВАНИЕ
СБОРОК ПУТЁМ СОЗДАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В
КОНТЕКСТЕ СБОРКИ»**



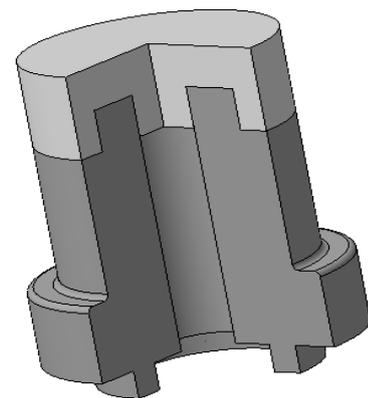
Вариант 1



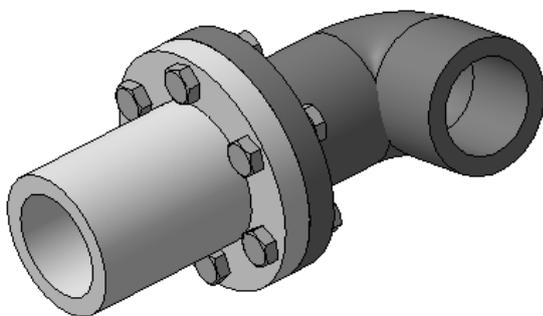
Вариант 2



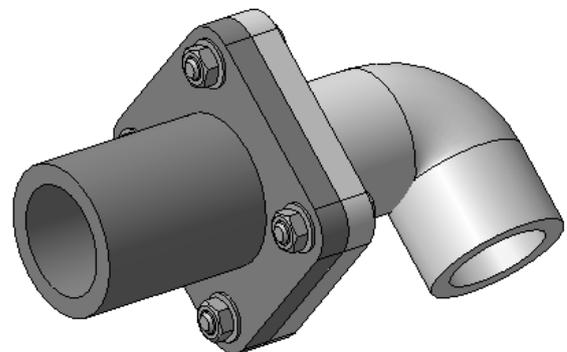
Вариант 3



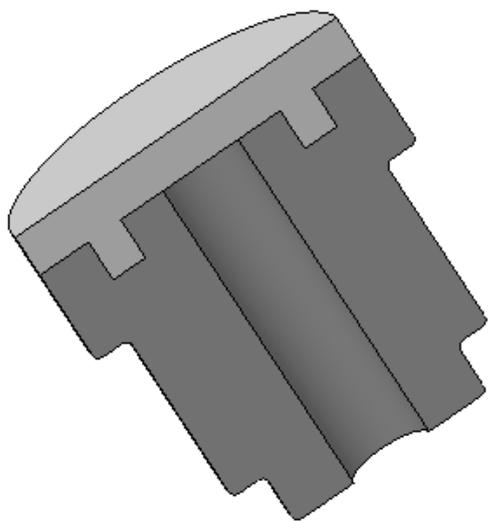
Вариант 4



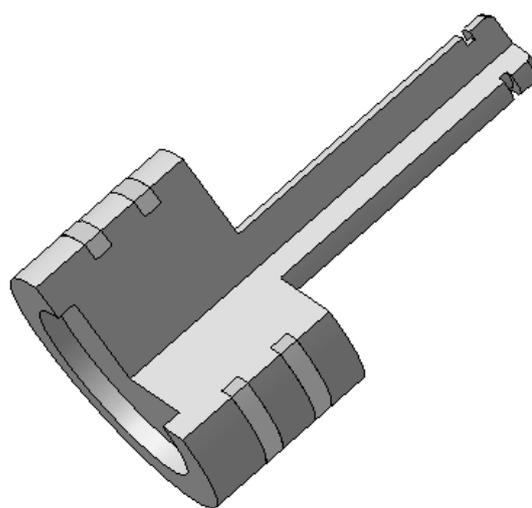
Вариант 5



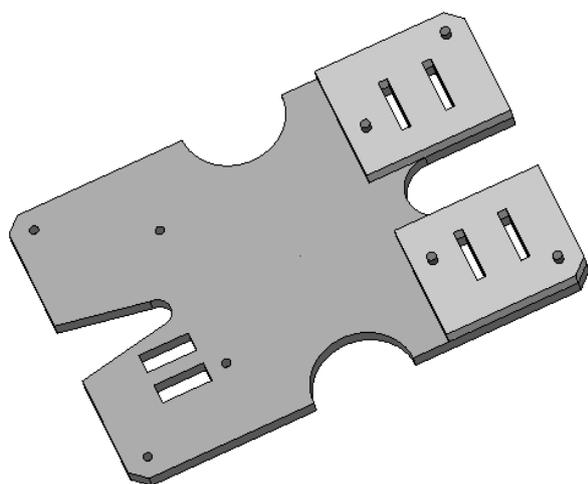
Вариант 6



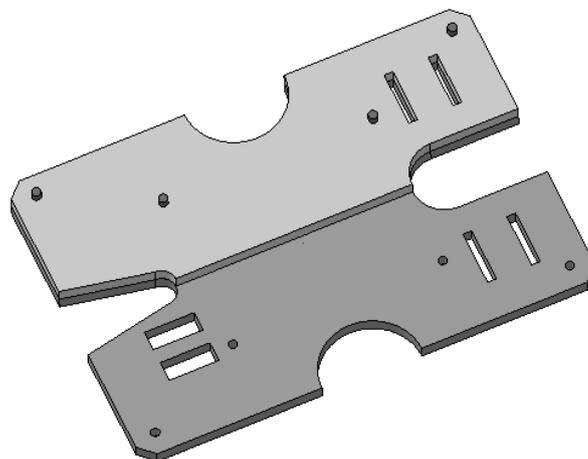
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10