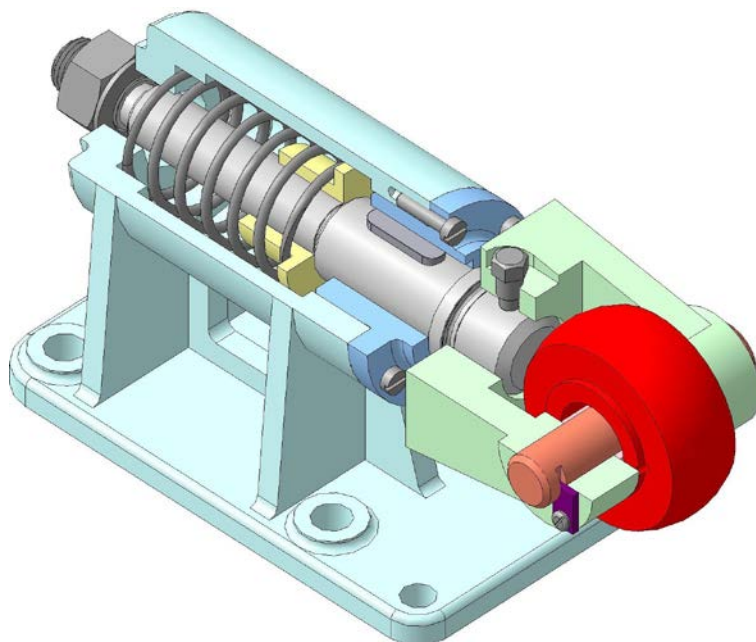


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

---

**Н. В. САВЧЕНКО**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ  
В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D**



САМАРА

2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

---

Н. В. САВЧЕНКО

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ  
И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D**

*Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет) в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки бакалавров: 151600.62 Прикладная механика, 220700.62 Автоматизация технологических процессов и производств; по специальностям: 160100.65 Самолето- и вертолетостроение, 160400.65 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2015

УДК СГАУ : 004.9 (075)+744(075)

ББК 32.9я7

С 137

Рецензенты: чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. В. А. Барвинок,  
канд. техн. наук, доц. С. А. Привалов

*Савченко Н. В.*

С 137 **Автоматизация построения чертежей. Лабораторный практикум по инженерной и компьютерной графике в системе КОМПАС-3D:** учеб. пособие / *Н. В. Савченко.* – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. – 216 с.

**ISBN 978-5-7883-1012-1**

Рассмотрены примеры построения изображений простейших геометрических фигур и возможности их редактирования, показаны рациональные приемы работы при построении компьютерного чертежа детали в модуле двумерной графики системы КОМПАС-3D. Описан интерфейс этой системы. Приведены примеры создания различных чертежей с использованием прикладных библиотек системы. Рассмотрены особенности и основные операции создания объемных моделей деталей и приемы создания трехмерных сборок в системе КОМПАС-3D и построения на их основе ассоциативных чертежей. Приведены примеры построения в системе КОМПАС-3D спецификаций сборочных чертежей. Приведены необходимые теоретические и справочные материалы.

Предназначено для подготовки бакалавров по направлениям: 151600.62 Прикладная механика, 220700.62 Автоматизация технологических процессов и производств; и специалистов по специальностям: 160100.65 Самолето- и вертолетостроение, 160400.65 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов факультета «Летательные аппараты», изучающих дисциплину «Инженерная графика» и «Инженерная и компьютерная графика» во 2, 3 и 4 семестрах.

Разработано на кафедре «Инженерная графика».

УДК СГАУ: 004.9 (075)+ 744(075)

ББК 32.9я7

**ISBN 978-5-7883-1012-1**

© СГАУ, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано на кафедре «Инженерная графика» и предназначено для выполнения практических и лабораторных работ по дисциплинам «Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика». Оно является частью учебно-методического комплекта по дисциплинам общепрофессионального цикла подготовки бакалавров 151600.62 Прикладная механика, 220700.62 Автоматизация технологических процессов и производств; по специальностям: 160100.65 Самолето- и вертолетостроение, 160400.65 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Также это пособие может быть полезно студентам других специальностей и слушателям курсов повышения квалификации.

Графические системы Adem, AutoCAD, КОМПАС-3D используются в учебном процессе как средства выполнения графических работ по инженерной графике. В данном пособии рассматриваются вопросы построения моделей и чертежей деталей и сборочных единиц на базе системы КОМПАС-3D.

Система КОМПАС-3D включает в себя три основных компонента:

1. Систему трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D, предназначенную для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц.
2. Чертежно-графический редактор КОМПАС-График, применяемый для автоматизации проектно-конструкторских работ и сориентированный на быстрое и качественное выполнение конструкторской документации в полном соответствии с ГОСТами ЕСКД.
3. Систему проектирования спецификаций, используемую для выпуска спецификаций и прочих текстовых документов.

Учебное пособие состоит из пяти частей, в которых содержится краткое изложение теоретических вопросов по соответствующим темам курса, инструкции к лабораторным работам и необходимые справочные материалы. Все построения рекомендуется проводить в соответствии с приведенными указаниями и рисунками.

**Часть 1 – «Введение в КОМПАС-График»** – включает лабораторные работы по плоскому моделированию, в которых студентам предлагается познакомиться с основными правилами работы в чертежно-графическом редакторе КОМПАС-График на примере построения изображений простейших плоских геометрических объектов и возможности их редактирования.



## **Часть 2. «Построение компьютерного чертежа детали».**

КОМПАС-График используется при двухмерной технологии построения чертежа, когда, основываясь на принципах начертательной геометрии, строятся плоские изображения детали или узла (виды, разрезы, сечения). При этом компьютер используется лишь как электронный кульман.

В данной части пособия освещаются рациональные приемы работы в среде двухмерной графики при выполнении компьютерного чертежа конкретной детали.

## **Часть 3. «Работа с прикладными библиотеками КОМПАС-3D».**

Система КОМПАС-3D имеет большое количество встроенных в нее библиотек, позволяющих конструировать изделия на новом, более высоком уровне. Кроме вставки в чертеж типовых элементов детали, к которым относятся резьбовые отверстия, канавки, проточки и т.п., и стандартных изделий (болтов, винтов, втулок и т.д.), КОМПАС-3D позволяет производить расчеты элементов деталей машин и по ним выполнять чертежи.

В пособии описываются приемы работы со встроенными библиотеками КОМПАС-3D: конструкторской библиотекой «Стандартные изделия», «Конструктивные элементы», а также библиотекой проектирования деталей токарной группы «КОМПАС-Shaft 2D». Пособие предлагает студентам освоить приемы работы с данными библиотеками на следующих примерах:

- 1) выполнение чертежей резьбового и винтового соединений с подбором соединяющих элементов в Конструкторской библиотеке «Стандартные изделия»;
- 2) вставка в чертеж типового элемента детали из библиотеки «Конструктивные элементы»;
- 3) выполнение чертежа детали, состоящей из тел вращения, с помощью библиотеки проектирования деталей токарной группы КОМПАС-Shaft 2D.

## **Часть 4. «Объемное моделирование деталей в КОМПАС-3D».**

КОМПАС-3D содержит модуль создания объемных моделей деталей и сборочных единиц. Он применяется при трехмерной технологии проектирования и построения чертежа. С помощью объемного моделирования можно получить виртуальную модель детали, наглядно и точно отображающую ее форму и размеры, выполнить необходимые расчеты. На базе созданной модели система дает возможность быстро (практически в автоматическом режиме) построить ортогональные и аксонометрические чертежи (ассоциативные чертежи).

Данное пособие предлагает студентам познакомиться с основными операциями по созданию в КОМПАС-3D объемных моделей деталей и возможностью их редактирования. Также здесь рассматривается пример построения ассоциативных чертежей из готовых моделей деталей.

**Часть 5 – «Выполнение сборочного чертежа в системе КОМПАС-3D»** – посвящена вопросу создания конструкторской документации по объемной модели сборочной единицы. Она состоит из трех лабораторных работ. В первой из них рассматривается процедура объединения в сборочную единицу готовых моделей деталей. Во второй – описывается принцип построения ассоциативного сборочного чертежа из объемной модели сборочной единицы. В третьей рассматривается два способа составления спецификации – в ручном режиме заполнения и с использованием системы проектирования спецификаций, которая обеспечивает автоматизированное ее формирование по сборочному чертежу.

В тексте пособия используются следующие обозначения и терминология:



– изображение команд построения геометрических примитивов;

<Enter> – название клавиши на клавиатуре;

«Щелкнуть» – быстро нажать и отпустить кнопку мыши;

«Указать» – подвести курсор к объекту, нажать и отпустить клавишу мыши;

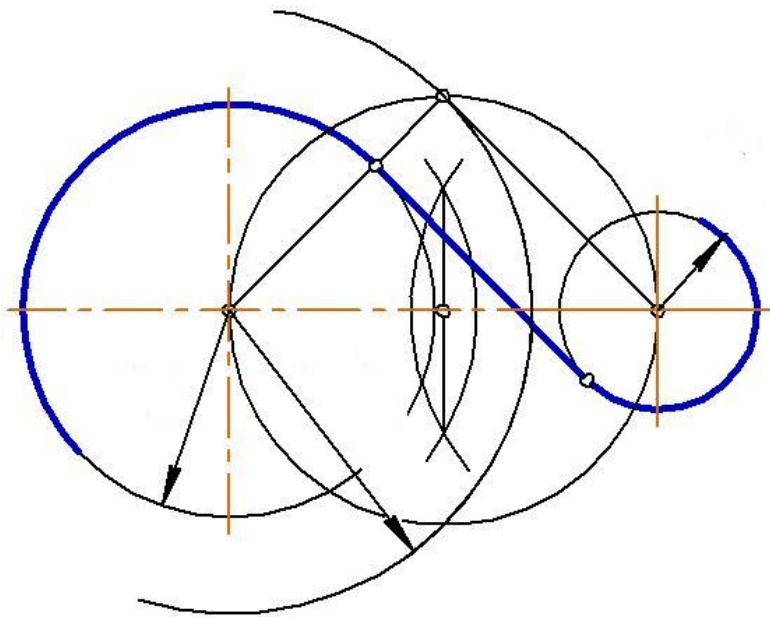
«Перетащить» – переместить курсор, передвигая мышь с нажатой кнопкой;

«ЛКМ» – левая клавиша мыши;

«ПКМ» – правая клавиша мыши;

**Файл – Создать Фрагмент** – последовательность выполнения команд меню.

***Часть 1.***  
***Введение в КОМПАС – График***



## 1.1. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ КОМПАС-ГРАФИК

### 1.1.1. Открытие графического редактора КОМПАС-График

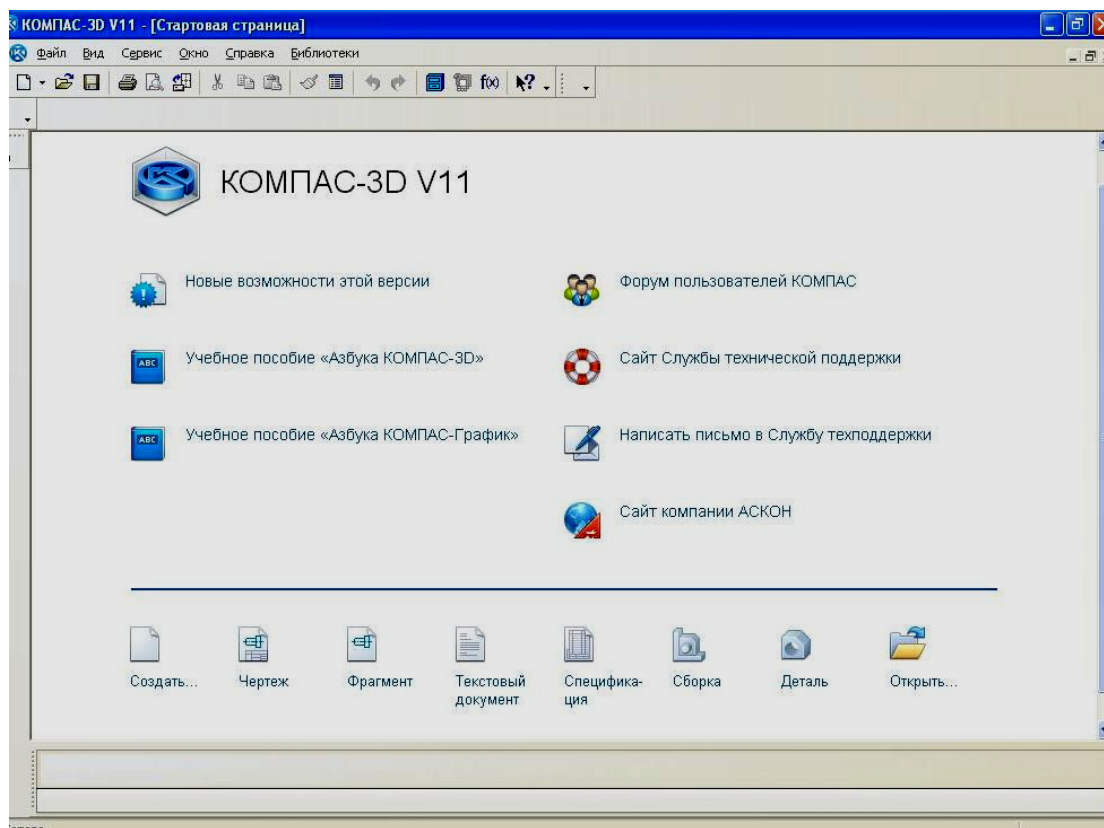









Рис. 1.1. Стартовая страница

Запуск системы КОМПАС-3D осуществляется с помощью Главного меню, аналогично запуску других приложений Windows:

Кнопка **Пуск – Программы – АСКОН – КОМПАС-3D V... –  КОМПАС-3D** или

с помощью ярлыка КОМПАС-3D , расположенного на Рабочем столе.

На экране открывается окно программы со стартовой страницей (рис. 1.1), а на Панели задач появляется кнопка открытого Приложения – КОМПАС-3D.

С помощью Стартовой страницы можно выбрать один из шести режимов работы: «Чертеж»  (тип файла \*.cdw), «Фрагмент»  (\*.frw), «Текстовый документ»  (\*.kdw), «Спецификация»  (\*.spw), «Деталь»  (\*.m3d) или «Сборка»  (\*.a3d), а также **Открыть** уже существующий документ.

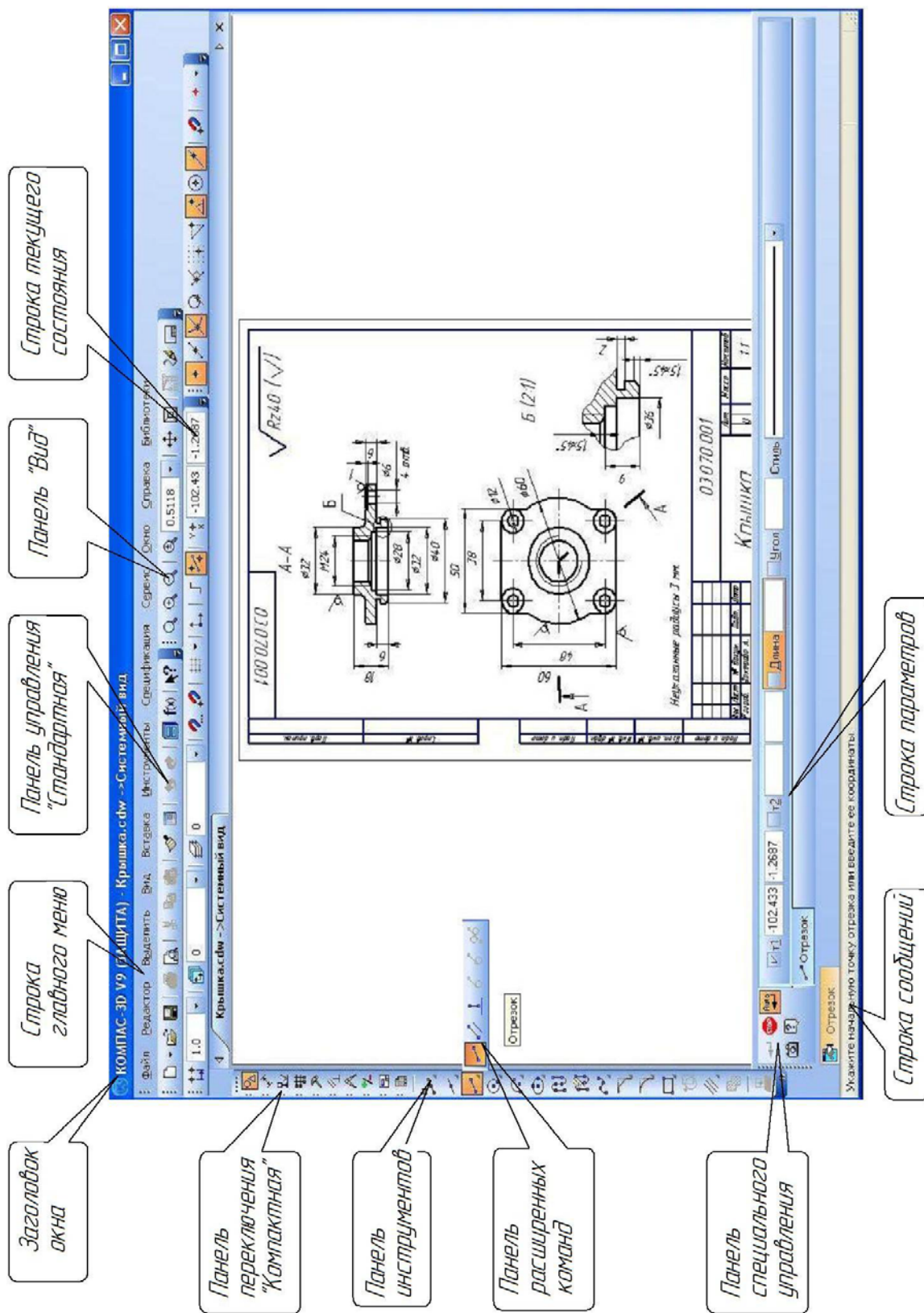


Рис. 1.2. Окно КОМПАС-Г-График

## 1.1.2. Содержание окна КОМПАС-График

### Строка заголовка

*Строка заголовка* (см. рис. 1.2) располагается вверху окна и содержит название и номер версии программы, тип открытого документа («Чертеж» или «Фрагмент»), полный путь, определяющий положение документа на жестком диске, и имя файла. Также справа в *Строке заголовка* расположены три кнопки управления окнами:



– **Свернуть** окно на Панель задач;



– **Развернуть** на весь экран или




– **Восстановить** прежние размеры;



– **Заккрыть** Приложение.

### Рабочая область окна




*Рабочая область* находится в центре окна КОМПАС-График, вверху которого располагается *Строка заголовка* и кнопки управления окном (при нажатой кнопке **Развернуть**  максимально увеличивается размер Окна и его *Строка заголовка* сливается со *Строкой заголовка* окна КОМПАС-График).

### Строка Падающих меню

*Строка Падающих меню* (*Главное меню*) расположена под *Строкой заголовка*. Она содержит заголовки основных меню системы, соответствующих тематическому назначению входящих в них команд.

*Падающие меню* вызывают щелчком левой клавиши мыши (ЛКМ) на соответствующем заголовке; сворачивают – щелчком в свободном месте *Рабочего окна* или с помощью клавиши <Esc>.

### Панель управления

*Панель управления* располагается под *Строкой меню*. На ней находятся кнопки наиболее часто используемых команд (**Создать** , **Открыть** , **Сохранить**  и т.д.). Запуск этих команд осуществляется щелчком ЛКМ на соответствующей кнопке *Панели управления*.

### Панель инструментов

*Панель инструментов* используется для быстрого ввода основных команд системы КОМПАС-График и содержит кнопки ввода этих команд.

Она по умолчанию располагается в левой части главного меню и состоит из двух частей:

- Панели переключения режимов работы («Компактная»). На ней расположены кнопки переключения Инструментальных панелей, содержащих набор команд, сгруппированных по функциональному признаку (рис. 1.3).
- Страницы того режима работы, переключатель которого находится в нажатом состоянии на *Компактной панели*. Каждая страница содержит ряд кнопок (пиктограмм) вызова той или иной команды.

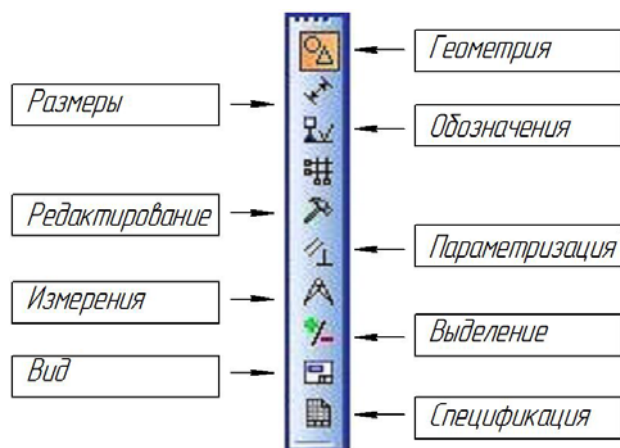





Рис. 1.3. Панель переключения *Компактная*

Некоторые кнопки на *Панели инструментов* отмечены небольшим черным треугольником, расположенном в правом нижнем углу. При щелчке мыши на такой кнопке и удерживании ее некоторое время в нажатом состоянии, открывается *Панель расширенных команд*, содержащая кнопки с подкомандами.

Название любой команды можно определить по Ярлычку-подсказке, который появляется через секунду после указания курсором мыши на кнопку команды.

Инструментальная панель **Геометрия**  содержит пиктограммы построения **Геометрических примитивов**, к которым относятся точки, прямые, отрезки, плоские фигуры и т.п. (рис. 1.4).

На Инструментальной панели **Размеры**  расположены пиктограммы команд простановки линейных, диаметральных, радиальных, угловых размеров.

С помощью команд Инструментальной панели **Редактирование**  можно проводить операции по переносу объектов, их копированию, масштабированию, а также непосредственному редактированию (усечению, деформированию и т.п.).



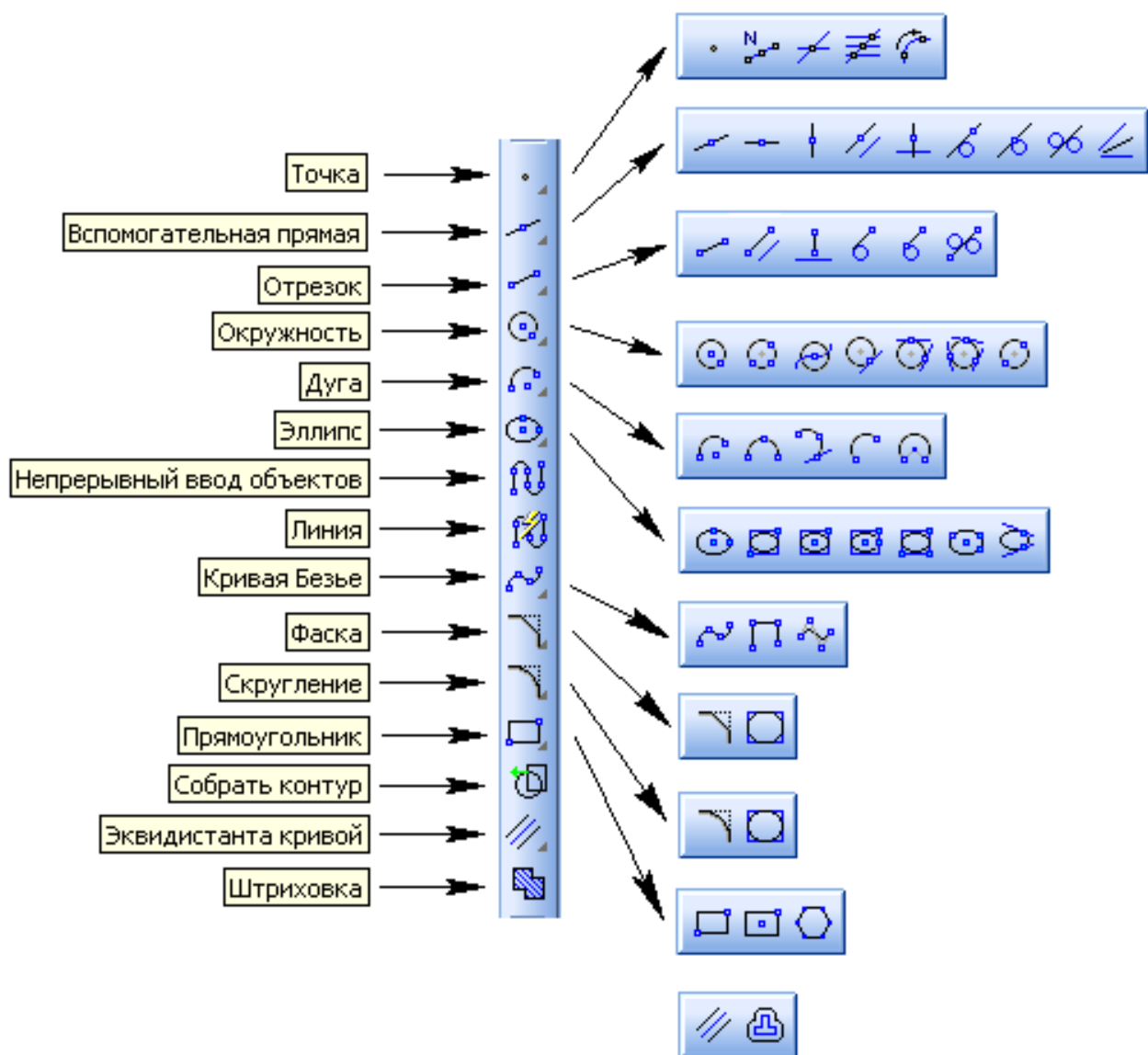


Рис. 1.4. Инструментальная панель *Геометрия*

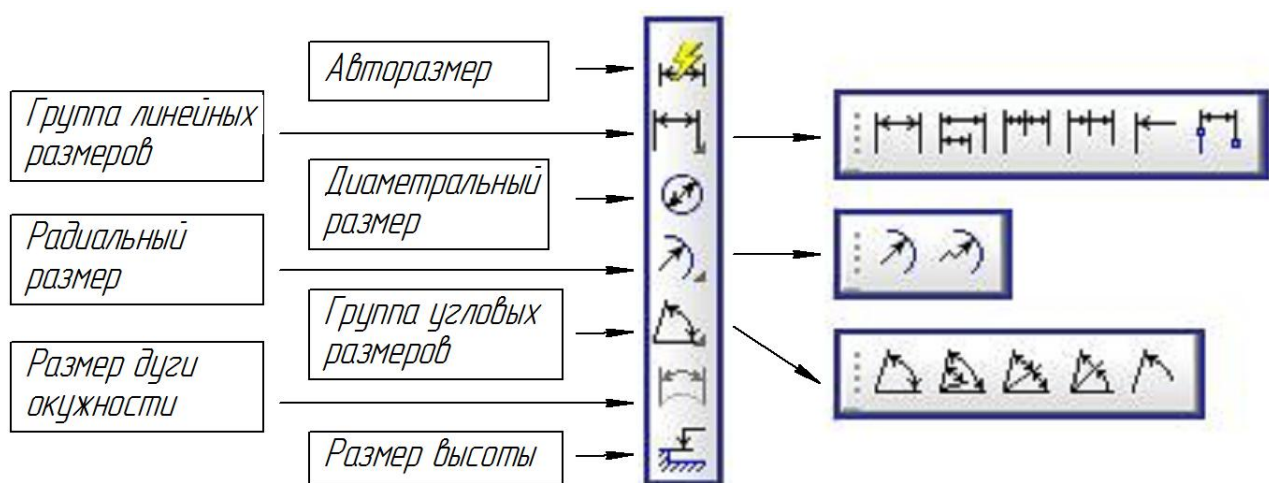


Рис. 1.5. Инструментальная панель *Размеры*



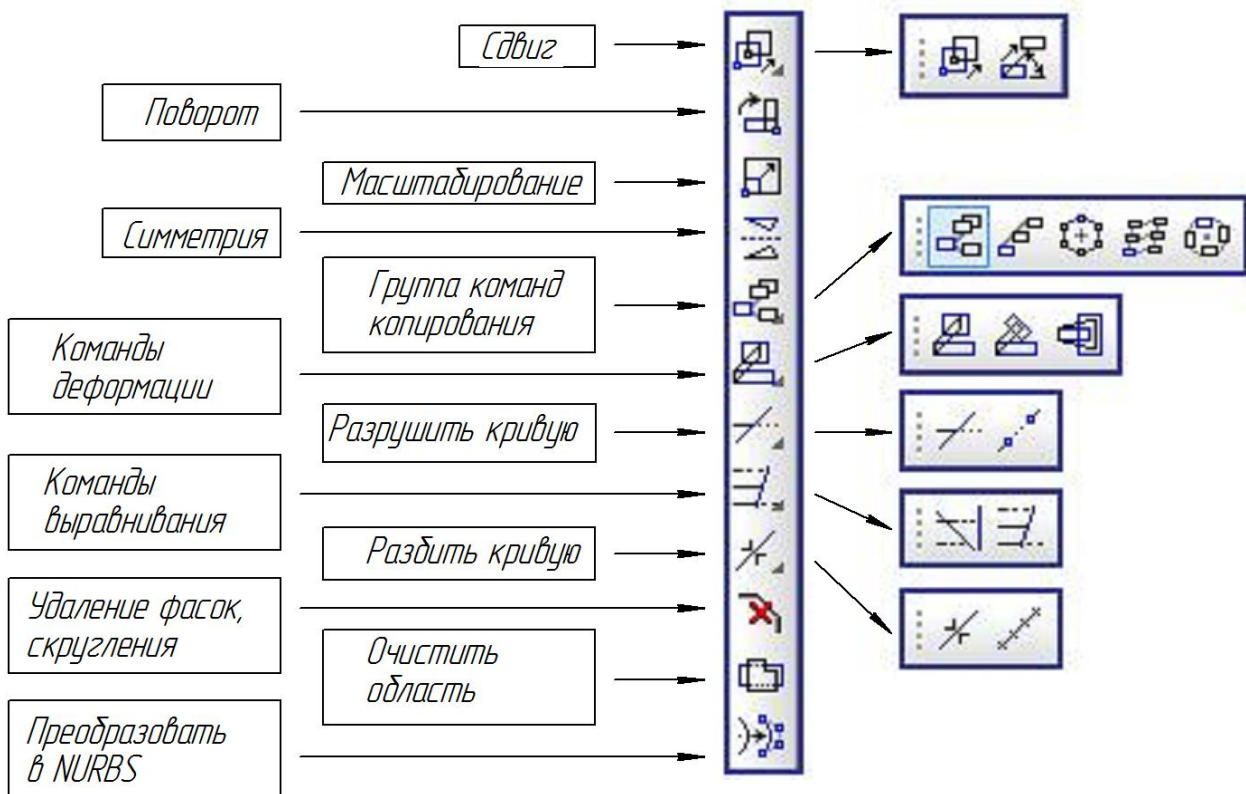


Рис. 1.6. Инструментальная панель **Редактирование**

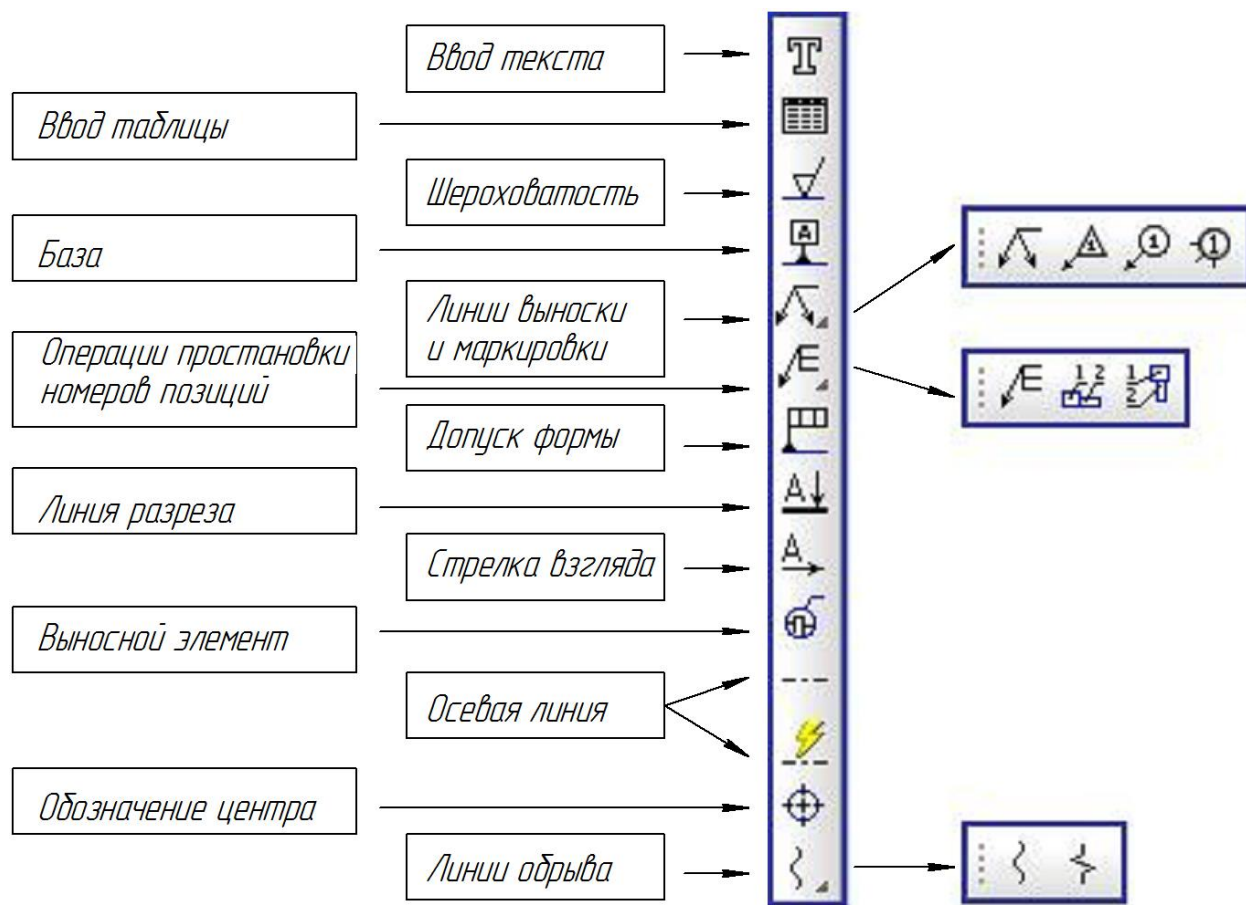



Рис. 1.7. Инструментальная панель **Обозначения**

Инструментальная панель **Обозначения**  содержит пиктограммы команд простановки обозначений видов, разрезов, выносных элементов, номеров позиций сборочной единицы, ввода текста и т.п.

### Панель специального управления

Панель специального управления (рис. 1.8) появляется после вызова какой-либо команды из *Инструментальной панели*. Расположенные на ней кнопки позволяют управлять процессом выполнения текущей команды (ввод объекта, прерывание команды и т.д.).

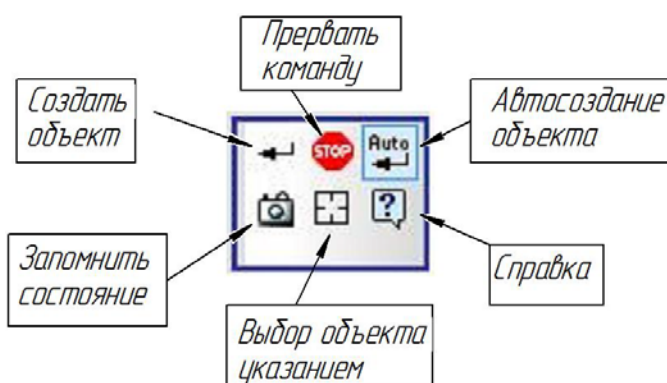


Рис. 1.8. Панель специального управления

### Строка параметров

*Строка параметров* (рис. 1.9) располагается под *Рабочей областью*. Она содержит характерные параметры объекта, который создается или редактируется в настоящее время.

В *Строке параметров* могут задаваться координаты начальной и конечной точек отрезка, его длина и угол наклона, расстояние между параллельными прямыми, радиус окружности, тип линии и т.д.

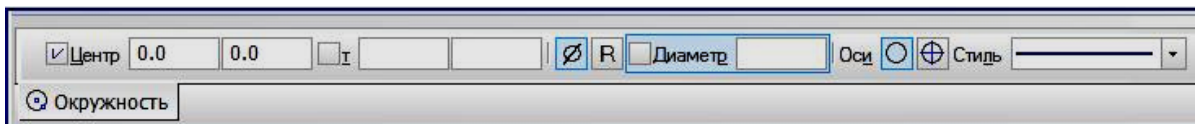


Рис. 1.9. Строка параметров операции построения окружности

### Строка текущего состояния

*Строка текущего состояния* располагается над *Рабочей областью*. Она содержит характерные параметры текущего документа – вид, слой, масштаб отображения и т.д.

## Строка сообщений

*Строка сообщений* располагается внизу программного окна КОМПАС-График и показывает различные сообщения и запросы системы:


- дает пояснения о том элементе, на который в данный момент указывает курсор;
- сообщает о том, ввод каких данных ожидает система;
- дает краткую информацию по текущему действию, выполняемому системой.


### 1.1.3. Сохранение чертежа и завершение работы

#### Сохранение чертежа

Сохранение файла чертежа в системе КОМПАС-График проводится также как и в других приложениях системы Windows.



При первом сохранении чертежа необходимо использовать следующую команду меню:

1. **Файл – Сохранить** или пиктограмму  на *Панели управления*.
2. В диалоговом окне «*Укажите имя файла для записи*» двойным щелчком выбрать необходимую папку.<sup>1</sup>
3. В строке «*Имя файла*» набрать имя чертежа и щелкнуть на кнопке **Сохранить**.

В дальнейшем для сохранения промежуточных и окончательного результатов под старым именем удобнее использовать пиктограмму **Сохранить** , а при необходимости сохранения чертежа под новым именем – команду меню **Файл – Сохранить как...**

#### Завершение работы

Завершить работу в КОМПАС-График можно несколькими способами:

1. Щелчком на кнопке **Закреть** .
2. С помощью команды меню **Файл – Выход**.
3. Щелчком на пиктограмме **Выход**  на *Панели управления*.

---

<sup>1</sup> Для облегчения поиска чертежей, их удобнее сохранять в отдельных тематических папках. Если такой папки нет, то создают ее щелчком на кнопке **Создание новой папки**.


Если файл перед этим не был сохранен, то открывается диалоговое окно, в котором требуется подтверждение выхода из системы:

- сохранить чертеж – **Да**;
- не сохранять чертеж – **Нет**;
- отмена выхода – **Отменить**.

## 1.1.4. Открытие файла и создание нового документа

### Открытие файла чертежа





Открыть существующий файл чертежа для дальнейшей с ним работы можно двумя способами:


1. С помощью командного меню **Файл – Открыть**.
2. Щелчком на пиктограмме **Открыть**  на *Панели управления*.

Дальнейшие действия аналогичны сохранению файла (см. п. 1.3).

### Создание нового документа

В КОМПАС-График могут быть созданы следующие документы:

1. «Чертеж»  – документ, содержащий изображение детали или сборочной единицы, технические требования, обозначения неуказанной шероховатости, основную надпись. Размер чертежа ограничен установленным для него форматом.
2. «Фрагмент»  – документ, отличающийся от чертежа отсутствием элементов оформления и представляющий собой лист неограниченного размера. Он предназначен для хранения типовых элементов конструкции и последующей вставки их в другие документы.
3. «Спецификация»  – документ, определяющий состав сборочной единицы.
4. «Текстовый документ» .

Для создания любого документа достаточно щелкнуть на пиктограмме **Создать**  на *Панели управления*, выбрав затем необходимый тип документа в появившемся окне, или выполнить команду меню **Файл – Создать...**

## 1.1.5. Ввод координат параметров

### Способы ввода параметров

1. **Ввод с помощью клавиатуры.** Координаты точек и значения параметров геометрических объектов (диаметр, длина, угол наклона и т.п.) вводятся на запрос системы в соответствующие поля в *Строке параметров*. Для того чтобы активизировать нужное поле параметров необходимо щелкнуть на нем левой клавишей мыши (ЛКМ). После ввода значения параметров их фиксируют нажатием клавиши *<Enter>*. Такой способ ввода координат является точным.
2. **Ввод с помощью графического курсора.** Координаты заданной точки вводят указанием курсора в нужную точку рабочего поля чертежа с последующей фиксацией ее щелчком ЛКМ.
3. **Ввод с помощью привязок.** Привязки служат для установки курсора в характерные точки существующих на чертеже объектов.

### Привязки

В КОМПАС-График существует два типа привязок – **локальные** и **глобальные**.

Меню локальных привязок (рис. 1.10) вызывается нажатием правой клавиши мыши (ПКМ) на рабочем поле чертежа.

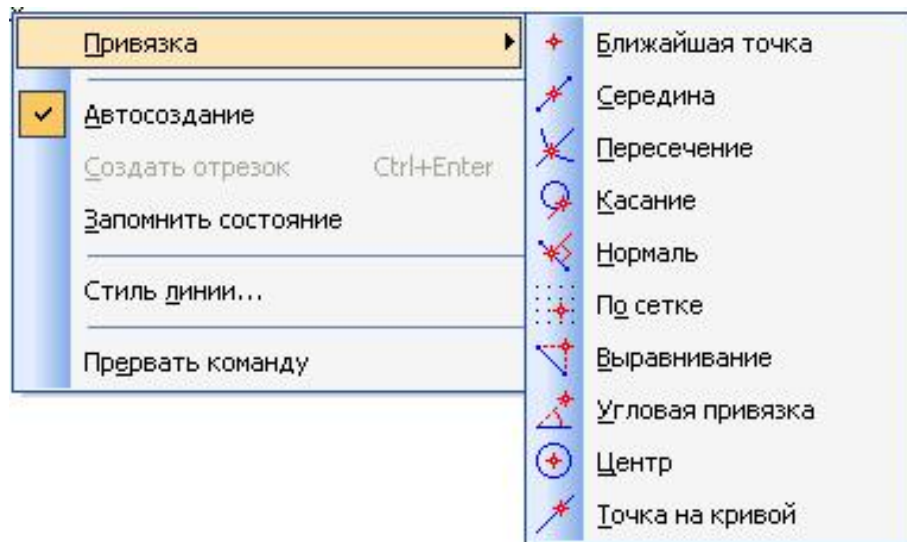



Рис. 1.10. Меню локальных привязок

Локальные привязки действуют однократно. В связи с этим их неудобно использовать, если требуется выполнить несколько одинаковых привязок подряд. В этом случае необходимо применять глобальные привязки. Они вызыва-

ются с помощью специальной кнопки , расположенной в *Строке текущего состояния* и действуют постоянно. По умолчанию включена привязка «Ближайшая точка». Добавить (или отключить) новую привязку в действующий список можно включением (отключением) флажка в прямоугольной области рядом с ее названием (рис. 1.11).

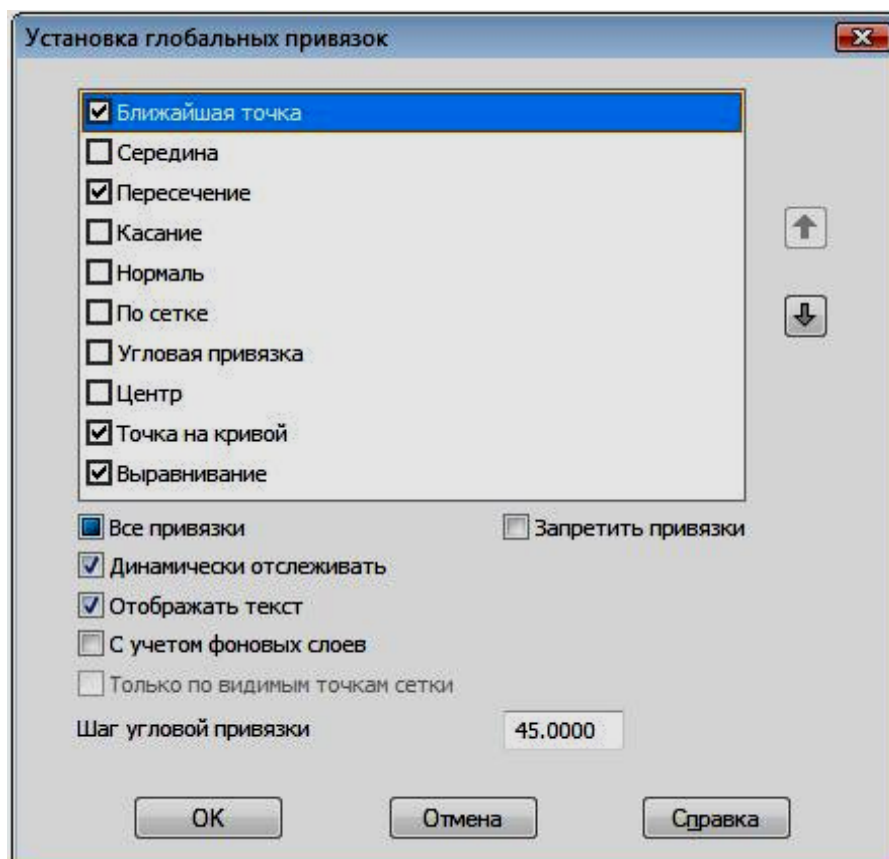



Рис. 1.11. Окно установки глобальных привязок

Одновременное отключение всех глобальных привязок осуществляется с помощью кнопки .

## 1.1.6. Системы координат


### Абсолютная система координат

В КОМПАС-График используются правые декартовы системы координат.

Начало абсолютной системы координат «Фрагмента» отображается в середине окна, а начало абсолютной системы координат «Чертежа», по умолчанию, находится в левом нижнем углу формата.







Каждый **Вид**<sup>2</sup> чертежа имеет свою систему координат. Ее положение указывается при создании нового вида:

1. Выполняется команда меню **Вставка** –  **Создать вид**.
2. Вводятся параметры нового вида в *Строке параметров*.
3. Отвечая на запрос системы, указывается положение начала координат нового вида.<sup>3</sup>

### Локальная система координат

Для большего удобства построения чертежа используются локальные системы координат (ЛСК), позволяющие отмерять расстояния от той или иной точки детали под определенным углом. ЛСК может быть неограниченное количество. Создать первую ЛСК можно следующим образом:

1. С помощью команды меню **Вставка** – **Локальная СК** (или кнопкой **Локальная СК** ) вывести на экран изображение локально системы координат.
2. В *Строке параметров* объекта набрать имя новой системы координат (по умолчанию система присваивает ей имя «cs1» )
3. Переместить мышью фантом с изображением осей в нужную точку чертежа (или ввести координаты и угол наклона ЛСК в *Строке параметров*).
4. Щелчком ЛКМ зафиксировать точку начала координат.
5. Нажать кнопку **Прервать команду**  на *Панели специального управления*.

В дальнейшем, используя команду меню **Вставка** – **Локальная СК** или кнопку **Локальная СК** , можно на *Панели свойств* «Выбор локальной СК» вводить новые системы координат или изменять параметры уже существующих.

Оси текущей ЛСК могут отображаться или не отображаться на экране. Настройка системы осуществляется с помощью команды меню **Сервис** – **Параметры** – **Система** – **Графический редактор** – **СК** – **Оси локальной системы координат** – **Показать**.

<sup>2</sup> Следует различать понятия «Вид», принятые в инженерной графике и в графическом редакторе. Под Видом в КОМПАС-График подразумевается любое изолированное изображение, а не проекция внешней поверхности детали в строгом геометрическом толковании.

<sup>3</sup> Более подробно создание Видов будет рассмотрено во второй части пособия «Построение компьютерного чертежа детали».

## 1.2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ


### Лабораторная работа №1.

## ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

**Цель работы:** Изучение приемов построения плоских геометрических объектов с помощью команд Инструментальной панели «Геометрия».

**Задание:** Начертить геометрические примитивы по указанным алгоритмам и изучить принципы работы со *Строкой параметров*.

К плоским геометрическим объектам (примитивам) относится точка, прямая (отрезок) и геометрические фигуры (окружность, эллипс, многоугольники).

Все команды построения геометрических примитивов сгруппированы на Инструментальной панели *Геометрия*  (рис. 1.4, стр. 11).

### Команда построения Точки

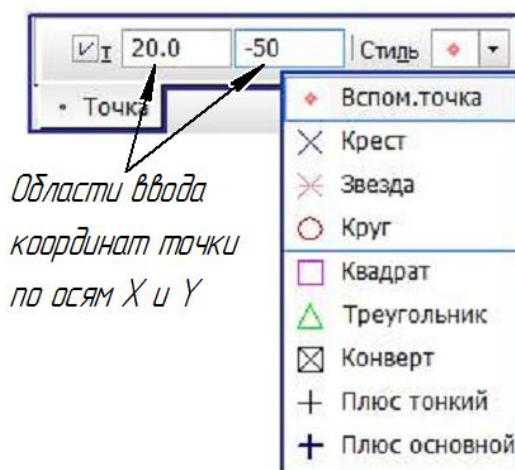







Рис. 1.12. Строка параметров операции построения точки




Командная кнопка **Точка**  содержит несколько дополнительных подкоманд построения: **Точки на кривой** , **Точки пересечения двух кривых** , **Все точки пересечения кривой** , **Точка на заданном расстоянии** . Точки на чертеже могут быть вспомогательными или функциональными (стиль изображения точки выбирается в соответствующем окне *Строки параметров*) (рис. 1.12).

Ввод точки может быть осуществлен несколькими способами:

- указанием положения точки на экране курсором (щелчком ЛКМ);
- заданием ее координат в соответствующих полях *Строки параметров* (рис. 1.12).



## Команда построения Отрезка

Командная кнопка **Отрезок**  включает в себя несколько дополнительных подкоманд: **Параллельный отрезок** , **Перпендикулярный отрезок** , а также группу команд построения **Касательных отрезков к кривым**.

Ввод отрезка может быть осуществлен следующими способами (рис. 1.13):

- указанием курсором (щелчком ЛКМ) месторасположения на экране точек концов отрезка;
- заданием в *Строке параметров* координат концов отрезка, его длины и угла наклона.

Также в *Строке параметров* можно выбрать *Стиль линии* изображения отрезка.

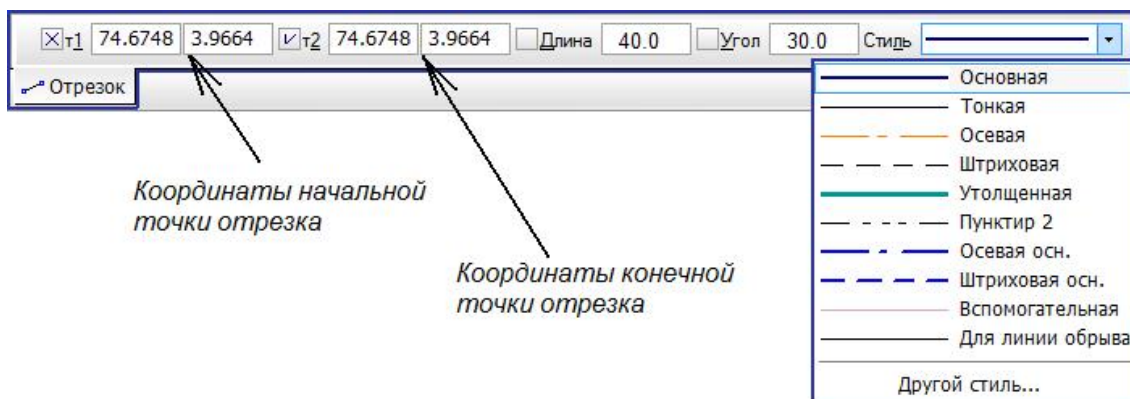


Рис. 1.13. Строка параметров команды построения отрезка

**Упражнение 1.** Построить отрезок, если известна его длина, угол наклона и местоположение одного из концов.

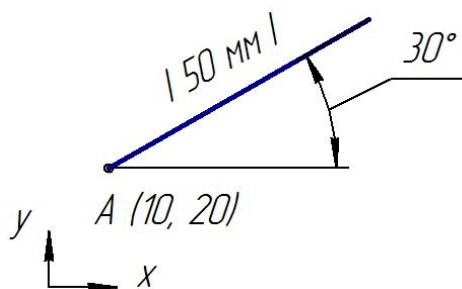



Рис.1.14. Построение отрезка



1. Включите систему КОМПАС-3D.
2. На *Стартовой странице*, в *Строке падающих меню* или на *Панели управления* выберите команду построения нового документа типа «Фрагмент»



3. Постройте вспомогательную точку  $A(10,20)$ :

- Включите команду построения **Точки** .
- В *Строке параметров* введите координаты точки. Для этого дважды щелкните ЛКМ в поле ввода координаты **X** и наберите на клавиатуре значение 10, переместите курсор в следующее поле и введите координату точки по оси **Y**, равную 20. Зафиксируйте значения координат точки **A** клавиатурной командой  $\langle Enter \rangle$ .

4. Постройте отрезок:

- Включите команду построения **Отрезка** .
- В *Строке параметров* в поле **Длина** введите значение 50, в поле **Угол** 30 (ввод цифровых значений заканчивайте командой  $\langle Enter \rangle$ ).
- Подведите курсор к точке **A** (рис. 1.14) и после срабатывания привязки «Ближайшая точка» щелкните на ней ЛКМ.
- Прервите команду построения отрезка с помощью кнопки **Прервать команду**  *Панели специального управления*.

### Упражнение 2. Разбить заданный отрезок на три равные части.

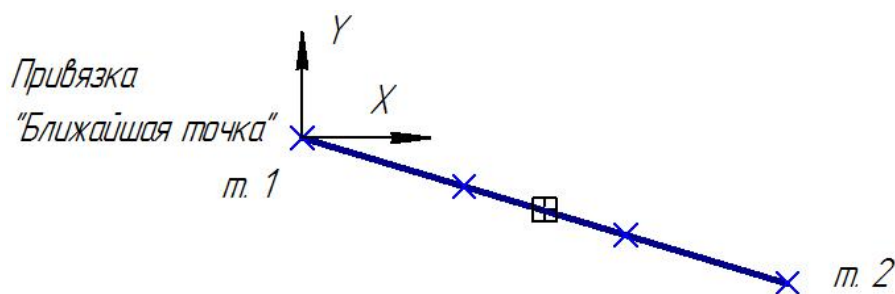







Рис. 1.15. Деление отрезка

1. Постройте произвольный отрезок, указав на экране щелчком ЛКМ в качестве начальной точки – точку начала координат (после срабатывания привязки «Ближайшая точка»), вторую точку выберите произвольно.
2. Разбейте произвольный отрезок на три части:
  - Вызовите команду построения **Точки на кривой** , находящуюся на *Панели расширенных команд*. Для этого укажите курсором на команду

построения **Точки**  и удерживайте его до появления на экране панели расширенных команд, затем переместите курсор на соответствующую выбранной команде кнопку и отпустите клавишу мыши.

- В *Строке параметров* укажите количество участков, на которое необходимо по условию задачи поделить построенный отрезок . При желании можно изменить стиль изображения точки (рис. 1.12).
- Щелкните ЛКМ на отрезке. Он будет поделен вспомогательными точками на три равных участка.
- Прервите команду построения .

### Команда Окружность

Кроме команды, вычерчивающей окружность по координатам точки центра и радиусу , данная пиктограмма содержит еще ряд команд построения окружности по различным параметрам.






В *Строке параметров* находятся области для введения координат центра и точки на окружности, радиуса (диаметра), а также кнопки отключения и включения изображения **оси** (, ). Здесь же находится поле выбора **Стиля линии**.



Рис. 1.16. Строка параметров команды построения окружности




### Команда Прямоугольник

Эта пиктограмма кроме команды построения **Прямоугольника по двум точкам**, расположенным по диагонали , содержит подменю с пиктограммами операций построения **Прямоугольника по центру и вершине** , а также построения правильного **Многоугольника** .



В *Строке параметров* команд построения прямоугольника находятся области для введения координат точки центра и диагональных вершин, величин высоты и ширины. Также здесь располагаются кнопки включения и отключения изображения осей и изменения типа линий.

### Упражнение 3. Команды построения окружностей и многоугольников изучить самостоятельно.

#### Команды Скругление и Фаски

Эти команды используются для скругления  или построения фаски  в пересечении двух прямых, построенных, например, с помощью команды **Отрезок**. Кроме того, здесь же располагаются подкоманды построения скруглений и фасок на углах объектов (макроэлементов) .

В *Строке параметров* находятся списки стандартных **Радиусов** скругления или **Катетов** фаски и **Углов**, а также кнопки управления усечением объектов.

Удаление фаски или скругления осуществляется с помощью команды **Удалить фаску** , расположенной на странице редактирования .

### Упражнение 4. Построить скругление угла.

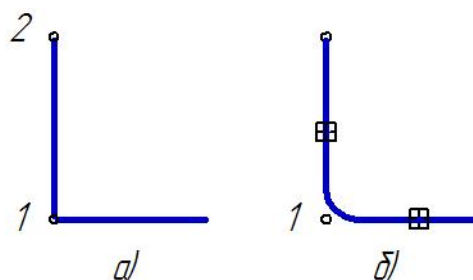


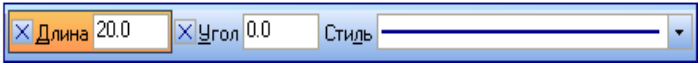






Рис. 1.17. Построение скругления

1. Постройте горизонтальный отрезок заданной длины:






- Включите команду построения **Отрезка**  Инструментальной панели **Геометрия** .
- В *Строке параметров* в соответствующие поля введите значение длины отрезка **20мм** и угла наклона **0°** (ввод числовых значений завершается клавишей **<Enter>**),  стиль линии «*Основная*».
- Переместите курсор с фантомом отрезка в свободную от предыдущих построений область экрана и, после срабатывания привязки «*Ближайшая точка*», щелкните ЛКМ.



2. Постройте вертикальный отрезок произвольной длины:
  - В *Строке параметров* введите угол наклона отрезка  $90^\circ$ .
  - Подведите курсор к узлу 1 первого отрезка (рис. 1.17 а), после срабатывания привязки щелкните на нем.
  - При передвижении курсора вверх появляется фантом будущего отрезка. Щелчком мыши зафиксируйте узел 2.
  - Прервите команду построения отрезка клавишей **Стоп**  на *Панели специального управления*.
3. Постройте скругление прямого угла радиусом 4 мм:
  - Включите команду построения **Скругления** .
  - В *Строке параметров* в поле **Радиус** из списка выберите значение 4 мм и включите кнопки **Усекать 1** и **2** элементы



  - Поочередно подведите курсор к первому и второму отрезкам и после того, как они высветятся красным цветом, щелкните на них. Система построит скругление угла радиусом 4 мм.
  - Прервите команду построения .

### *Упражнение 5. Построить фаски на вершинах макроэлемента.*

1. Постройте два прямоугольника высотой 30мм и шириной 40мм :
  - Включите команду построения **Прямоугольника** .
  - В *Строке параметров* введите заданное значение высоты и ширины. Ввод цифровых значений завершите клавишей «Enter». Включите кнопку изображения осей .
  - Нажмите кнопку **Запомнить состояние**  на *Панели специального управления*.
  - В произвольных местах экрана щелчком укажите местоположения двух прямоугольников (рис. 1.18).
  - Прервите команду построения .
2. Постройте **Фаски на углах объектов**  :
  - Выберите соответствующую подкоманду построения фаски.

- В Строке параметров задайте **Длину 2,5**, **Угол 45**, режим **На всех углах контура** .
- Укажите щелчком на контур первого прямоугольника.
- Прервите команду построения .

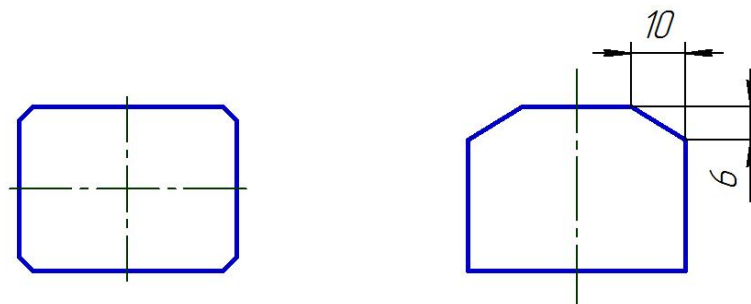










Рис. 1.18. Построение фасок на углах макроэлементов

3. Самостоятельно постройте фаски на углах второго прямоугольника, руководствуясь рисунком 18.
4. Отредактируйте макроэлемент центровых линий:
  - Двойным щелчком выделите центровую линию.
  - В *Строке параметров* выберите тип линии **Одна ось** , угол 90.
  - Прервите редактирование командой **Ввод объекта** .
  - Снимите выделение с оси щелчком ЛКМ в свободном месте экрана.

### Команда Вспомогательная прямая

Эта командная кнопка содержит команды построения: **Произвольной** , **Горизонтальной** , **Вертикальной** , **Параллельной** , **Перпендикулярной**  прямой, **Биссектрисы**  угла, а также команды построения **Касательных прямых**.

Вспомогательные прямые применяются для предварительного и вспомогательного построения и являются аналогами тонких линий и линий связи на чертеже.

Построение вспомогательной прямой во многом аналогично построению отрезка: необходимо задать две точки, через которые она проходит, либо одну точку и направление.

Вспомогательные линии не выводятся на печать (даже если они не удалены с экрана). Удалять вспомогательные линии удобно все сразу одной командой: **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

## Команда Непрерывный ввод объектов

Эту команду удобно использовать в том случае, когда необходимо обвести контур детали, предварительно построенный вспомогательными линиями и состоящий из элементов различного типа. Данная команда позволяет последовательно вычерчивать прямолинейные участки, дуги, сопряжения, сплайны и т.д. При этом конечная точка предшествующего элемента автоматически становится начальной точкой следующего. Процесс выполнения команды управляется дополнительными командными кнопками, расположенными в *Строке параметров* (рис. 1.19).

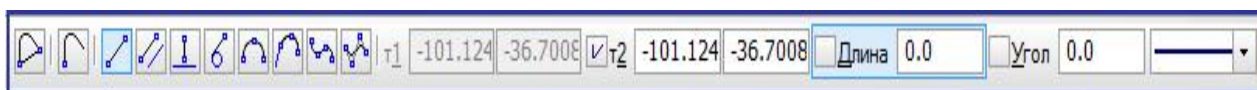


Рис. 1.19. Строка параметров команды «Непрерывный ввод объекта»

### Упражнение 6. Построить плоский контур.

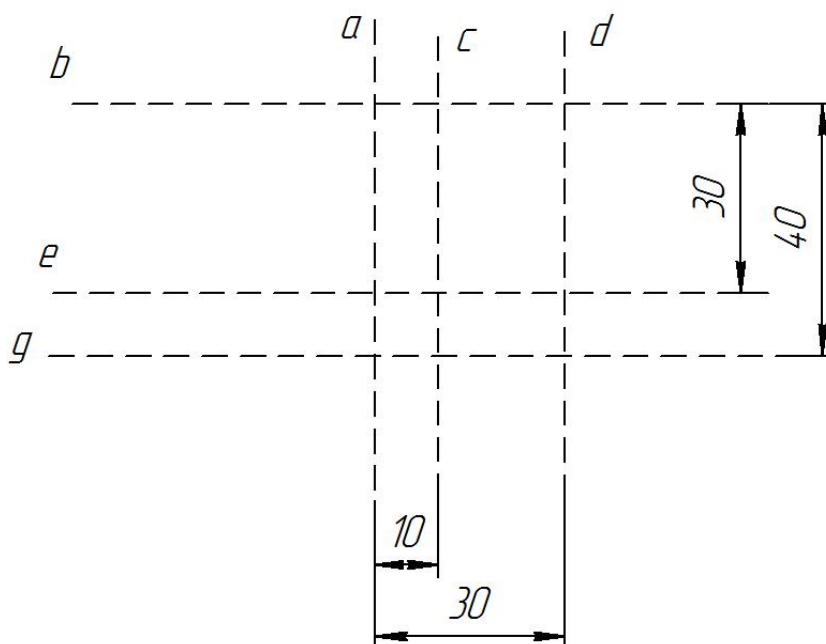





Рис. 1.20. Построение вспомогательных линий<sup>4</sup>

1. Создайте документ «Фрагмент» .
2. Вызовите *Панель расширенных команд* построения **Вспомогательных прямых**  и выберите на ней команду построения **Вертикальной пря-**





<sup>4</sup> На данном и последующих рисунках вспомогательные линии изображены штриховыми линиями, на экране же они отображаются как сплошные тонкие.







мой . Постройте вертикальную линию «a», указав щелчком ЛКМ точку примерно в середине экрана (рис. 1.20).

3. Аналогично постройте **Горизонтальную прямую**  «b».



4. Постройте прямые c, d, e, g:

- Включите команду построения **Параллельной прямой** .
- В *Строке параметров* в области **Расстояние** введите значение 10мм.
- Укажите в качестве прямой для построения параллельной линии прямую «a». Для этого подведите к ней курсор, когда прямая высветится на экране красным цветом, щелкните на ней ЛКМ.
- Система предложит два варианта построения параллельных прямых: фантом одного отображен на экране сплошной линией с изображением на ней курсора (текущий вариант), второй – штриховой линией. Если текущим вариантом является правый фантом (прямая «с»), завершите построение параллельной линии командой **Ввод объекта** , в ином случае нужный вариант следует выбрать щелчком на нем ЛКМ.
- Аналогично постройте прямую «d», указав расстояние 30мм (прямую, относительно которой следует вести построение в данном случае указывать не нужно, т.к. она была выбрана в предыдущем случае).
- Постройте горизонтальные параллельные прямые, для этого укажите в *Строке параметров* расстояние до них, а на Панели специального управления включите кнопку **Указать заново**  и выберите в качестве базового объекта прямую b.
- Прервите команду построения .

5. Постройте замкнутый контур 1-6 (рис. 1.21):

- Включите команду **Непрерывный ввод объекта**  на *Панели Геометрия* .
- Постройте ломаную линию 1-2-3 после срабатывания привязки к узлам.
- Не прерывая команду построения, в *Строке параметров* включите команду построения **Сопряженная дуга**  и укажите точку 4.
- Продолжите построение прямолинейных участков контура до точки 6, переключив при этом построение на команду **Отрезок**  (эта кнопка располагается в *Строке параметров*).



- Закните контур с помощью команды **Закнуть**  и прервите команду построения .

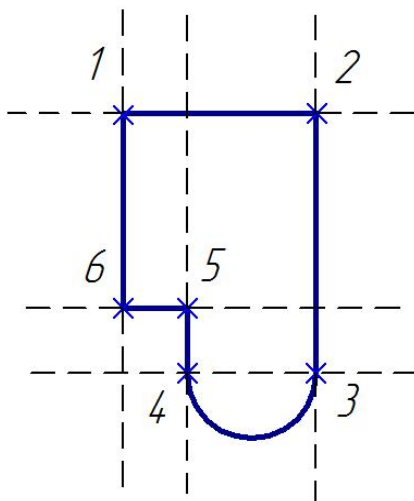


Рис. 1.21. Построение замкнутого контура командой «Непрерывный ввод объекта»

6. Самостоятельно постройте скругление вершины 2 и окружность диаметром 10 мм (рис. 1.22). Перед построением скругления удалите вспомогательные линии командой **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.

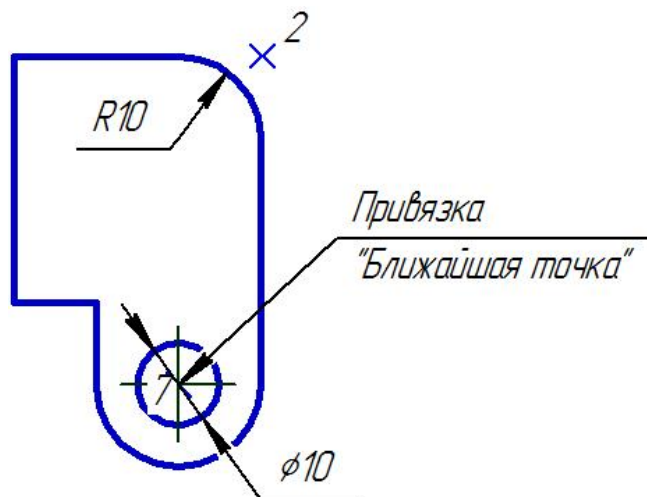



Рис. 1.22.


7. Сохраните чертеж  под именем «Контур» в свою папку.

## Лабораторная работа №2. РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЧЕРТЕЖА

Во время работы над чертежом постоянно приходится выполнять различные операции над объектами: стирать, переносить, копировать, масштабировать и т.п. Прежде чем выполнять эти действия, необходимо объекты выделить.

**Выделить объект чертежа** – указать на экране те элементы чертежа, которые в дальнейшем будут подвергнуты операциям редактирования или удаления.

Выделенные объекты на экране отображаются зеленым цветом. Кроме того, у них появляются узелки (характерные точки элемента), которые можно передвигать по экрану с помощью нажатой ЛКМ, таким образом перемещая объекты или редактируя размеры геометрического элемента.

В КОМПАС-3D возможны различные способы выделения объектов как с помощью мыши, так и с помощью команд меню **Выделить – ...** или пиктограмм Инструментальной панели **Выделение**  (рис. 1.23).

### Выделение объектов с помощью мыши

1. К нужному объекту подводится курсор и щелкается на нем ЛКМ, цвет объекта при этом изменяется. Для того чтобы отменить выделение объекта достаточно щелкнуть курсором в любом свободном месте экрана.
2. Если необходимо выделить несколько объектов, нужно нажать кнопку *<Shift>* и, удерживая ее нажатой, одновременно щелкать ЛКМ на нужных объектах.
3. Несколько объектов можно выделить с помощью прямоугольной рамки. Для этого курсор устанавливается на свободное место, нажимается ЛКМ и удерживается в нажатом состоянии, при этом мышшь перемещается и на экране вслед за ней отображается рамка.

### Выделение объектов с помощью команд меню

- Команда **Выделить объект** позволяет произвольно выделить объекты указанием на них курсором.
- Команда **Выделить рамкой** выделяет все объекты целиком попавшие внутрь прямоугольной рамки.
- Команда **Выделись текущей рамкой** выделяет все объекты которые полностью попали внутрь рамки или частично были ей задеты и т.д.
- Прерывают команду выделения клавишей *<Esc>*.

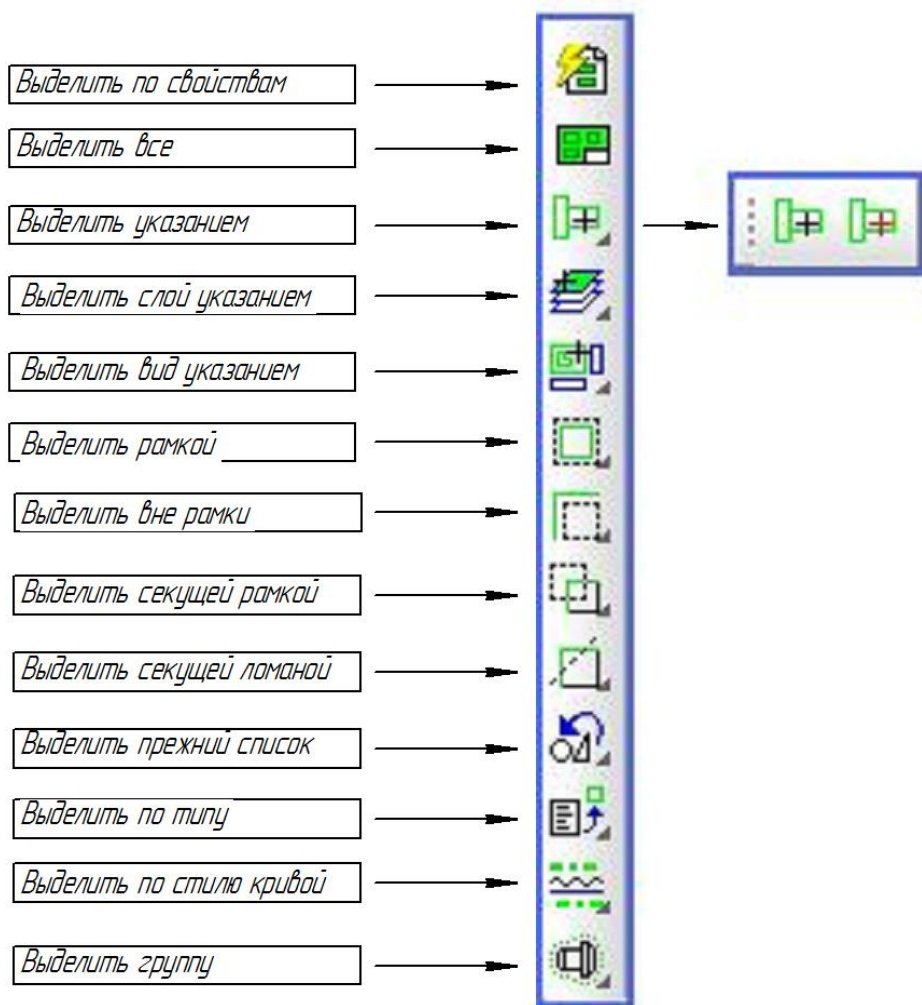





Рис. 1.23. Инструментальная панель **Выделение**





Снять выделение со всех объектов можно щелчком ЛКМ в свободном месте поля чертежа, а с одного из выделенных объектов – повторным щелчком на нем ЛКМ, с удерживаемой при этом в нажатом состоянии клавишей <Shift>.







### Редактирование объектов

Инструментальная панель **Редактирование**  содержит пиктограммы операций редактирования объектов (рис. 1.6).

Наиболее часто используемые команды редактирования:




- Группа команд **Сдвиг**  позволяет переместить выделенный объект в новое положение. При этом следует указать базовую точку объекта (начальную точку перемещения) и новое положение этой точки (конечная точка перемещения).
- Команды **Копирование**  дают возможность создания на чертеже одной или нескольких копий выделенных объектов. Кроме простого копи-

рования перемещением, оно может осуществляться по окружности , по параллелограммной  или концентрической  сетке, а также по кривой линии .

- Команда **Поворот**  осуществляет перемещение точек объекта вокруг одной выбранной точки на заданный угол.
- **Масштабирование**  – изменение масштаба выделенного объекта относительно указанной точки (центра масштабирования).
- **Симметрия**  – зеркальное отображение выделенного объекта относительно выбранной оси.
- **Деформация объекта** – изменение формы указанных рамкой участков объекта сдвигом, поворотом или масштабированием.
- **Усечь кривую**  – команда, позволяющая быстро удалить лишний участок линии до пересечения с ближайшими линиями чертежа.
- **Усечь кривую по двум точкам**  – удаление участка линии между двумя указанными точками.
- **Разбить кривую**  – деление линии на две части в указанной точке.

Также редактировать объекты можно изменением параметров команды, создавшей этот объект.

### *Упражнение 1. Редактирование контура детали.*

1. Вызовите на экран ранее созданный фрагмент «Контур», выполнив команду меню **Файл – Открыть – ... – Контур**.
2. Скопируйте окружность вместе с центровыми линиями из точки 7 в точку 8 (рис. 24):
  - Выделите эти объекты последовательными щелчками на них ЛКМ, при этом удерживая клавишу <Shift>.
  - Включите команду **Копирование**  на странице **Редактирование** .
  - В качестве базовой точки укажите точку центра окружности, в качестве новой точки, после срабатывания привязки «Ближайшая точка», – точку центра радиуса скругления.
  - Прервите команду копирования  и снимите выделение с объекта.

Рамка выделения

команды "Деформация сдвигом"

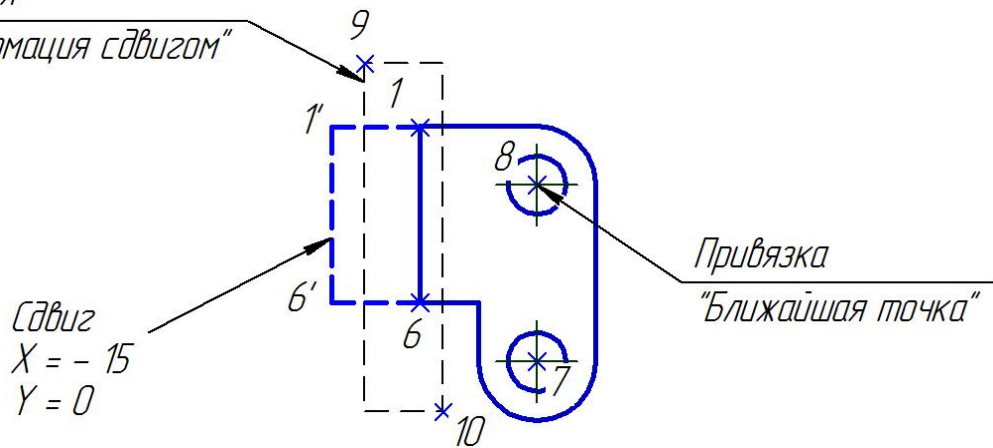




Рис. 1.24. Редактирование контура командой «Деформация сдвигом»

3. Вытяните часть детали с помощью операции **Деформация сдвигом** :
  - Включите данную команду, укажите ЛКМ точку 9 и, передвигая мышь, захватите в область выделяющей рамки участок 1 – 6, подвергаемый деформации.
  - В *Строке параметров* установите размеры сдвига по оси  $X = -15$ , по оси  $Y = 0$ .
  - Прервите редактирование .
4. Постройте изображение детали с помощью команды **Симметрия**:

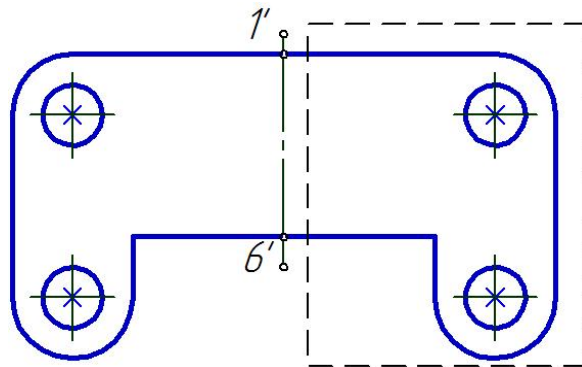















Рис. 1.25. Редактирование контура командой «Симметрия»

- С помощью команды **Выделить – Секущей рамкой** выделите изображение детали, как показано на рис. 1.25. Завершите команду выделения клавишей  $\langle Esc \rangle$ .
- Включите команду **Симметрия** .
- В *Строке параметров* выберите режим **Оставлять исходные объекты** .

- Поочередно укажите точки 1', 6' оси симметрии.
  - Прервите команду построения  , .
5. Отредактируйте ось симметрии:
- Измените стиль линии отрезка 1'6' с «Основной» на «Осевую» (рис. 1.25). Для этого двойным щелчком выделите отрезок. В *Строке параметров* измените стиль линии. Подтвердите изменения клавишей **Ввод объекта** .
  - Увеличьте длину осевой линии (в соответствии со стандартом осевые линии должны выступать за пределы контура изображения). Включите кнопку **Ортогональное черчение**  в *Строке текущего состояния*. Т.к. выделение с отрезка 1'6' еще не снято, активизированы его характерные точки (они отображаются в виде черных небольших квадратов). Подведите курсор к точке 1', при этом его вид изменится. Нажмите ЛКМ и переместите курсор немного вверх, увеличив длину отрезка. Повторите операцию для второго конца отрезка (точки 6').
  - Отключите кнопку **Ортогональное черчение** .
  - Снимите выделение с отрезка щелчком ЛКМ в любом месте экрана.
6. Сохраните чертеж .

## Упражнение 2. Построение гайки М22 (рис. 1.26).

1. Откройте новый документ типа «Фрагмент» .
2. Начертите горизонтальный очерк призмы (правильный шестиугольник):
  - Активизируйте команду построения **Многоугольника** , расположенную на странице *Геометрия*  (рис. 1.4, стр. 11).
    - В *Строке параметров* из списка «Количество вершин» выберите число 6, включите кнопки построения многоугольника **по описанной окружности** , **отрисовку осей**  и в области **диаметр** введите значение 35мм, **угол** 0, тип линии «Основная»

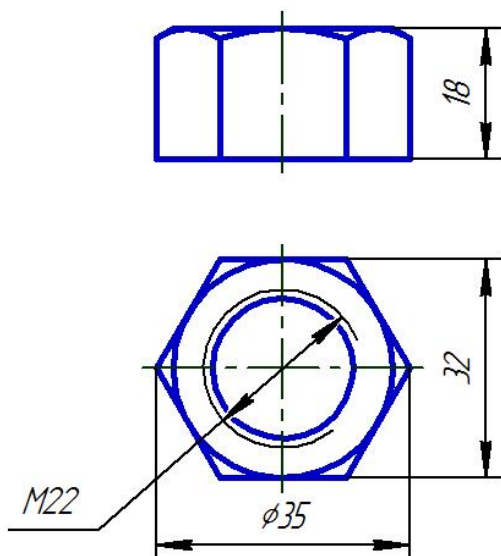


Рис.1.26. Графическое задание для построения изображений шестигранной гайки

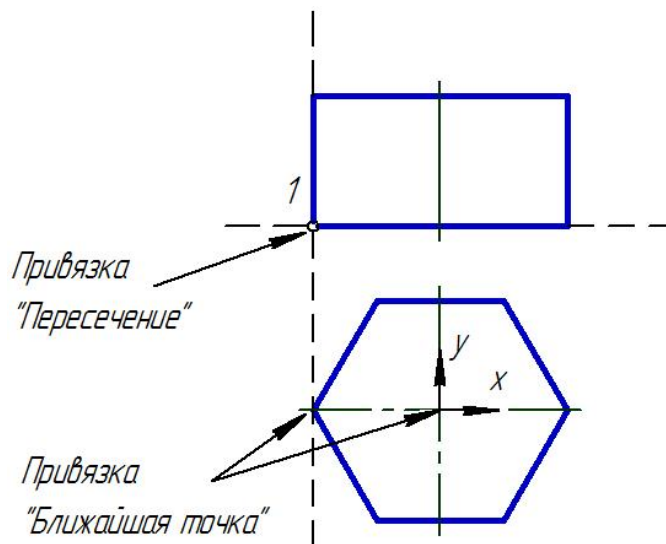













Рис. 1.27. Построение фронтального и горизонтального очерков детали

- Подведите фантом шестиугольника к началу координат, и после срабатывания привязки «Ближайшая точка», зафиксируйте его щелчком ЛКМ.
  - Завершите команду построения .
3. Начертите фронтальный очерк призмы (рис. 1.27):
- Командами **Горизонтальная**  и **Вертикальная**  прямая начертите вспомогательные прямые, определяющие положение фронтальной проекции гайки на чертеже.
  - Включите команду **Прямоугольник** .
  - В *Строке параметров* задайте **высоту 18мм**, **ширину 35мм** и включите отрисовку осей , тип линии «Основная».
  - Подведите фантом прямоугольника к точке пересечения вспомогательных прямых и, после срабатывания привязки, зафиксируйте его.
  - Завершите команду построения .
4. Система построила центровые линии. Отредактируйте их, оставив одну вертикальную осевую линию:
- Выделите центровые линии двойным щелчком ЛКМ.
  - В *Строке параметров* включите кнопку **одна ось**  и **угол 90**.
  - Создайте объект  и снимите выделение.



5. Постройте проекции ребер призмы (рис. 1.28):

- Разбейте макроэлемент «Прямоугольник» на отдельные отрезки с помощью команды меню **Редактор – Разрушить** , предварительно выделив его щелчком на контуре ЛКМ.
- Командой **Точки по кривой**  разбейте верхнее основание призмы на 4 части:
- Включите команду **Перпендикулярный отрезок** . В качестве базовой линии укажите мишенью на верхнее основание. Постройте вертикальные отрезки, привязавшись к вспомогательным точкам.

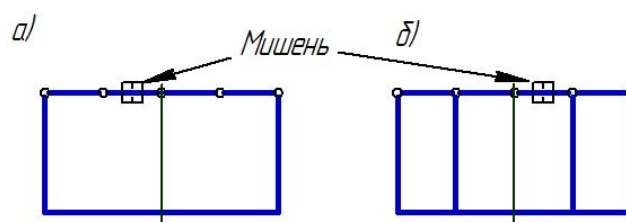


Рис. 1.28. Построение проекций ребер гайки

6. Постройте фаску на верхнем основании призмы:

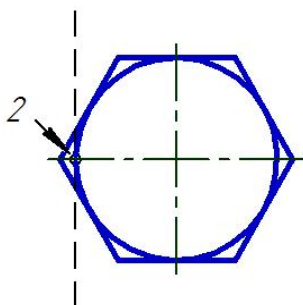


Рис. 1.29. Построение горизонтальной проекции фаски

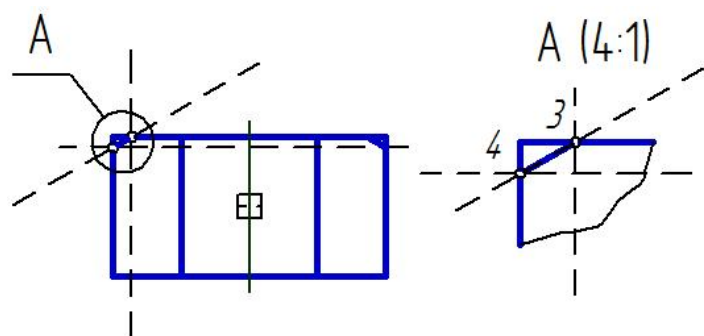












Рис. 1.30. Построение фронтальной проекции фаски

- На виде сверху начертите **Окружность** , вписанную в шестиугольник (рис. 1.29).
- Начертите вспомогательную **Вертикальную прямую** , касающуюся этой окружности в точке 2.
- На виде спереди построьте наклонную вспомогательную линию, проходящую через точку 3 под углом  $30^\circ$  и горизонтальную линию, проходящую через точку 4 (рис. 1.30).
- Постройте **Отрезок**  3-4, тип линии – «Основная».
- Перейдите на страницу **Редактирования** .



- Выделите щелчком отрезок 3-4.
  - Активизируйте команду **Симметрия** . В *Строке параметров* выберите режим **Оставлять исходный объект** , а на *Панели специального управления* – **Выбор базового объекта** .
  - Укажите мишенью на вертикальную ось вида спереди.
  - Создайте объект  и снимите выделение.
7. Коническая поверхность фаски пересекается с гранями призмы по гиперболам. Начертите их проекции в виде дуг:

- Включите команду **Разбить кривую** .
- Укажите мишенью на проекцию верхнего основания призмы, затем на точку 5 (рис. 1.31).
- Завершите команду построения .

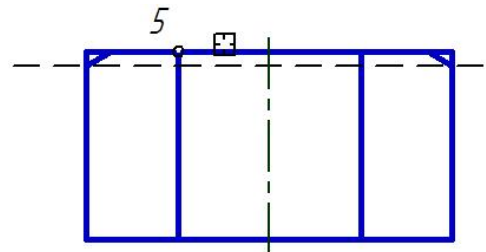


Рис. 1.31. Использование команды «Разбить кривую»

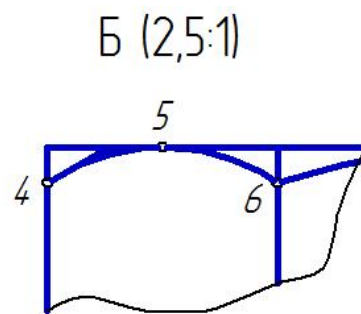
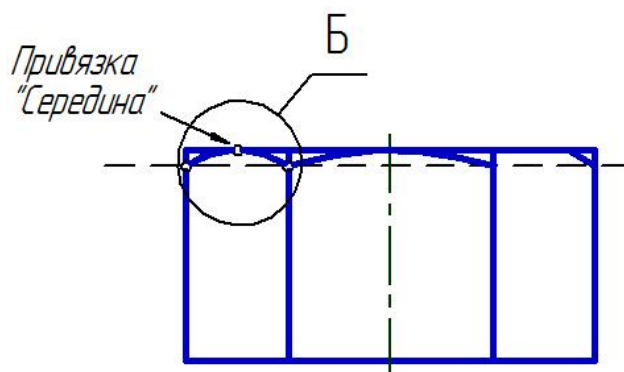










Рис. 1.32. Построение линий пересечения конической поверхности фаски с призматической поверхностью гайки

- Перейдите на страницу **Геометрия**  и выберите из меню построения дуг команду **Дуга по 3 точкам** .
- В качестве первой базовой точки укажите точку 4 (рис. 1.32).
- Включите ПКМ локальную привязку «Середина». Подведите курсор в область точки 5, и после срабатывания привязки, зафиксируйте ее. Постройте третью точку дуги – точку 6.
- Для построения центральной дуги достаточно воспользоваться привязкой «Ближайшая точка».
- Прервите команду построения .

- Постройте правую дугу копированием. Для этого перейдите на страницу **Редактирование** . Выделите изображение левой дуги. Включите команду **Копия** . В качестве базовой точки укажите точку 4. Передвиньте фантом дуги вправо и укажите ее новое положение.
  - Прервите команду построения , снимите выделение с объекта.
8. Отредактируйте изображение вида спереди, удалив лишние участки отрезков:
- Включите команду **Усечь объект**  и мишенью укажите участки отрезков в соответствии со стрелками на рисунке 1.33.
  - Прервите команду .

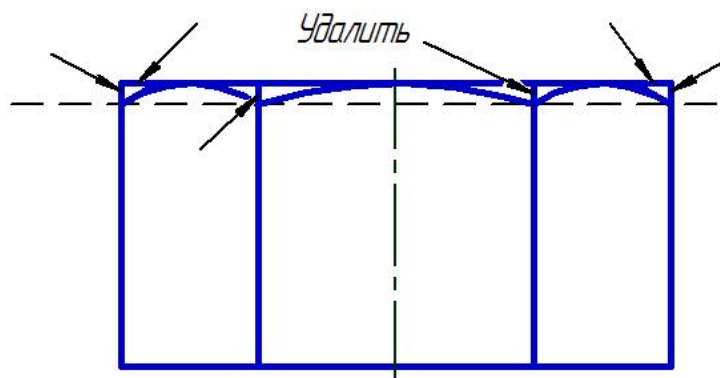










Рис. 1.33. Редактирование изображения командой «Усечь объект»

9. Постройте на виде сверху резьбовое отверстие:
- Перейдите на страницу **Геометрия**  и с помощью команды **Окружность**  постройте две окружности диаметром 22 мм и 19 мм, без отрисовки осей .
  - Завершите команду построения .
  - Двойным щелчком выделите окружность диаметром 22 мм и в *Строке параметров* измените тип линии на «Тонкая».
  - Введите изменение  .
  - Преобразуйте окружность в дугу. Для этого перейдите на страницу **Редактирование** , включите команду **Усечь кривую 2 точками** . Выделите окружность мишенью. Укажите на ней участок усечения двумя точками, затем укажите точку внутри удаляемого участка (рис. 1.34).

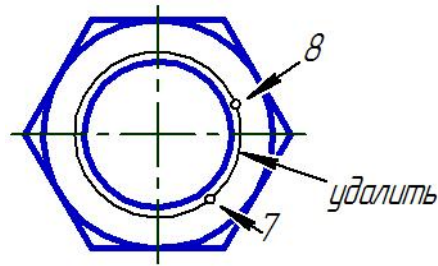



Рис. 1.34. Построение проекции резьбового отверстия

- Прервите команду .

10. Сохраните чертеж под именем «Гайка».

### *Лабораторная работа №3.* **ПОСТРОЕНИЕ ЦИРКУЛЬНОГО СОПРЯЖЕНИЯ**

**Цель работы:** Изучение приемов построения сопряжений.

Многие детали имеют плавные переходы поверхностей, которые обусловлены конструктивными формами или технологией их изготовления.

**Сопряжение** – плавный переход одной прямой или кривой линии в другую при помощи дуги заданного радиуса. Точка, в которой происходит этот переход, называется **точкой сопряжения**.

**Центром сопряжения** называется точка, равноудаленная от сопрягаемых линий и отстоящая от них на величину радиуса сопряжения.

Непременное условие сопряжения – возможность построения в точке сопряжения общей касательной.

При выполнении сопряжений на чертеже необходимо знать приемы, основанные на двух положениях геометрии:

- 1) прямая, касательная к окружности, образует прямой угол с радиусом, проведенным в точку касания;
- 2) точка касания двух окружностей всегда лежит на прямой, соединяющей их центры.

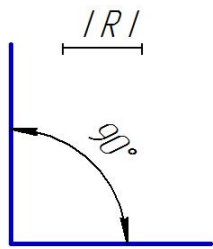
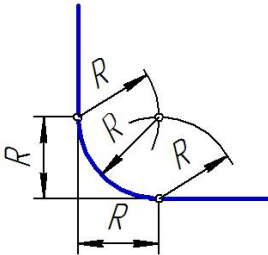

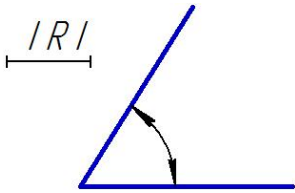
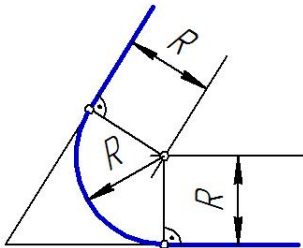

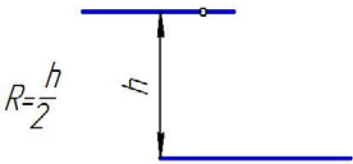
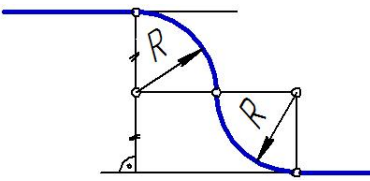

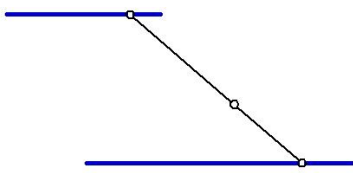
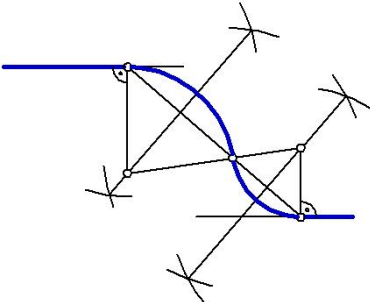
Геометрическое место точек, равноудаленных:

- 1) *от прямой линии* – параллельная прямая, удаленная от нее на величину радиуса;
- 2) *от окружности* – концентрическая окружность, радиус которой зависит от вида сопряжения (суммы заданных радиусов – для внешнего сопряжения, разности радиусов – для внутреннего).

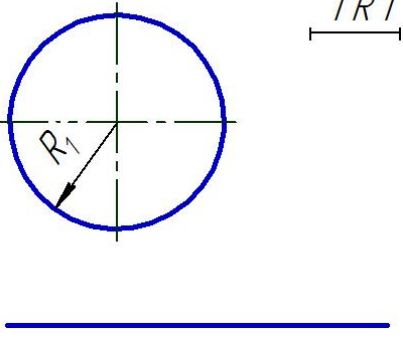
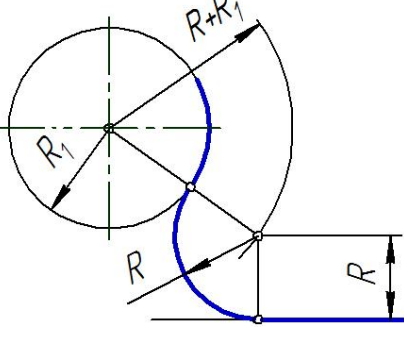

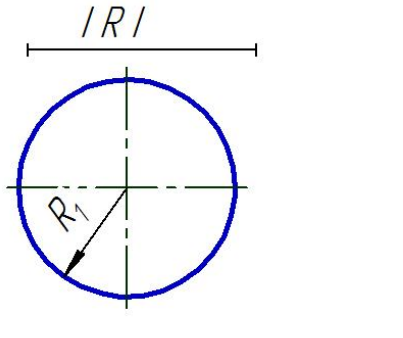
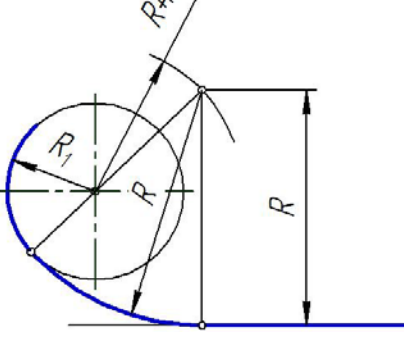
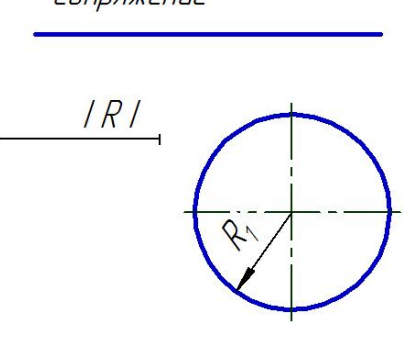
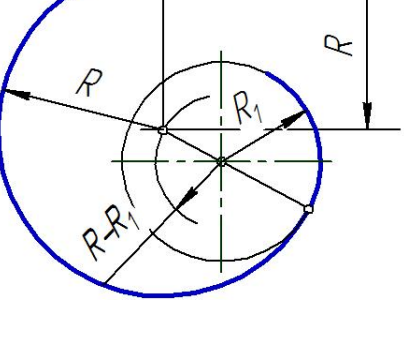
Примеры выполнения наиболее распространенных сопряжений и соответствующие им команды в Компас График приведены в табл. 1.1 – 1.3.

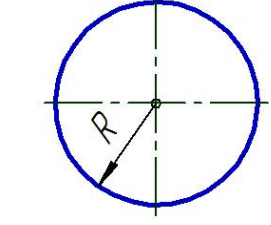
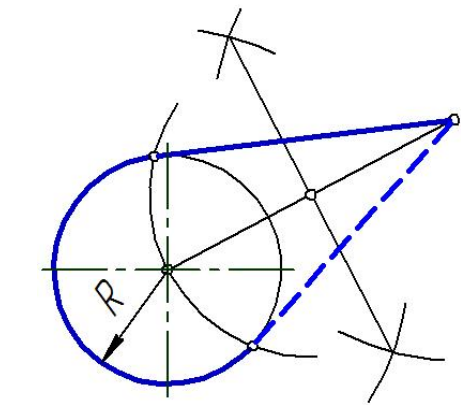


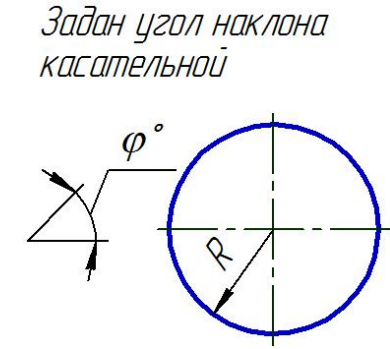
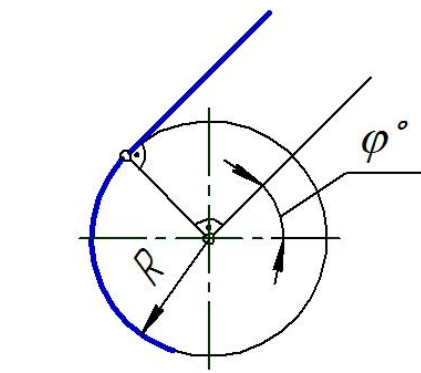


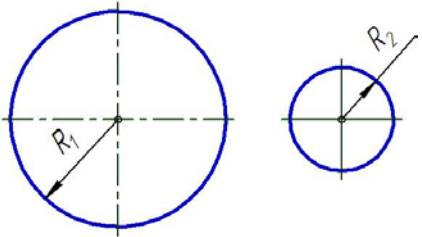
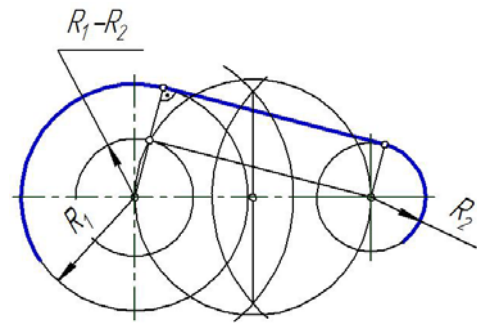

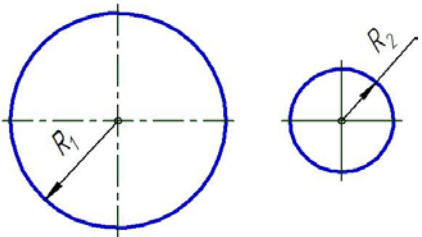
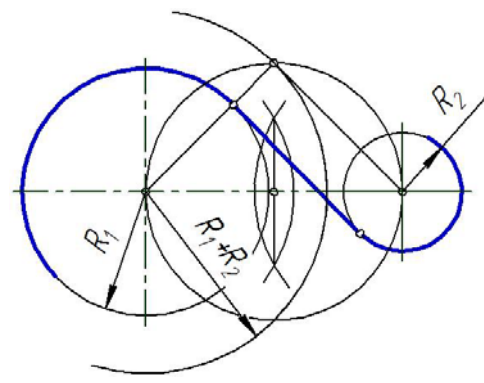

Таблица 1.1

**Сопряжение прямых линий**

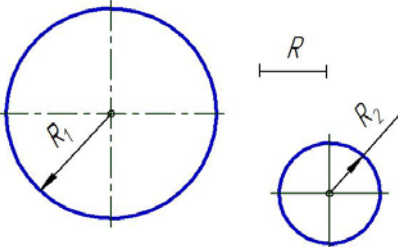
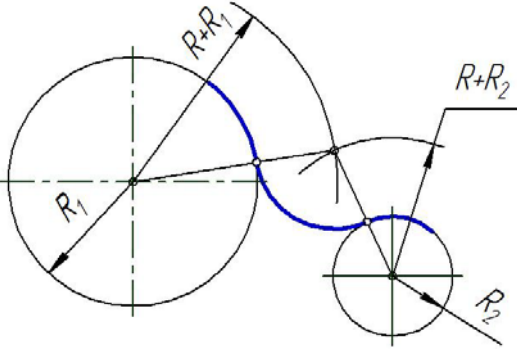
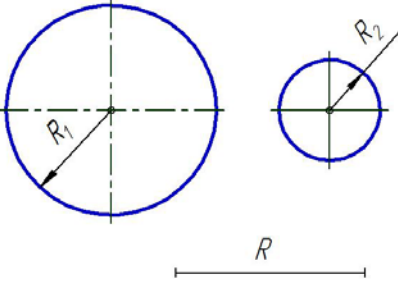
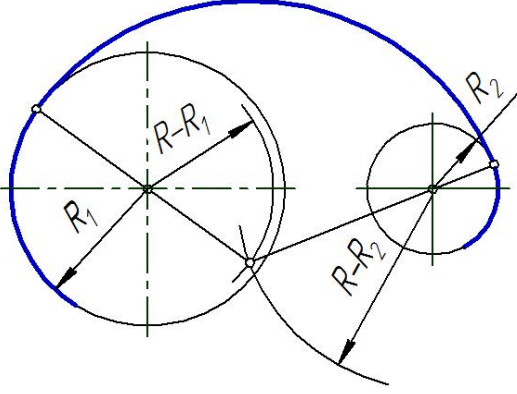

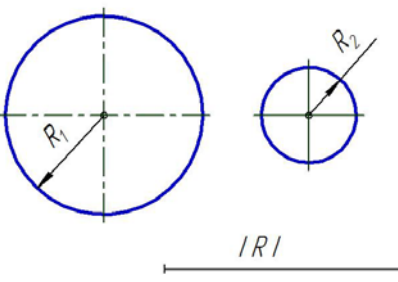
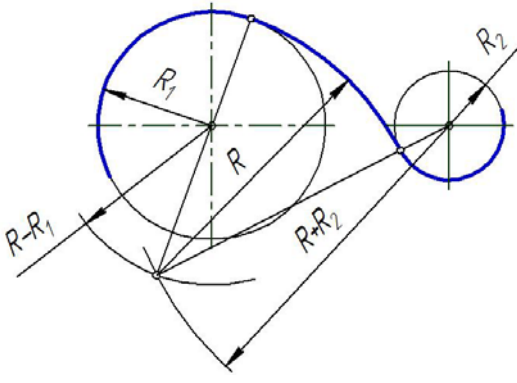
	Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды
	1	2	3
Скругление углов			<p>Скругление</p> 
			<p>Скругление</p> 
Сопряжение параллельных линий	 <p><math>R = \frac{h}{2}</math></p> <p><i>Задана одна из точек сопряжения</i></p>		<p>Дуга, касательная к кривой</p> 
	 <p><i>Заданы точки сопряжений и точка перехода сопрягающих дуг</i></p>		

## Сопряжение прямой с окружностью

	Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды
	1	2	3
Плавный переход прямой в дугу окружности	<p><i>Внешнее сопряжение</i></p> 		<p>Окружность, касательная к двум кривым</p> 
	<p><i>Внутреннее сопряжение</i></p> 		
	<p><i>Внешне-внутреннее сопряжение</i></p> 		

	1	2	3
Касательные к одной окружности	<p><i>Задана внешняя точка, принадлежащая касательной</i></p> 		<p>Касательный отрезок через внешнюю точку </p> <p>Касательная прямая через внешнюю точку </p>
	<p><i>Задан угол наклона касательной</i></p> 		<p>Касательный отрезок через точку кривой </p> <p>Касательная прямая через точку кривой </p>
Касательные к двум окружностям	<p><i>Внешнее касание</i></p> 		<p>Отрезок, касательный к двум кривым </p>
	<p><i>Внутреннее касание</i></p> 		<p>Прямая, касательная к двум кривым </p>

### Сопряжение двух окружностей

Элементы сопряжения	Определение центра и точек сопряжения вручную	Функциональные команды	
<p style="text-align: center;"><i>Внешнее сопряжение</i></p> 			
<p style="text-align: center;"><i>Внутреннее касание</i></p> 		<p>Окружность, касательная к двум кривым</p> 	
<p style="text-align: center;"><i>Внешне-внутреннее касание</i></p> 			



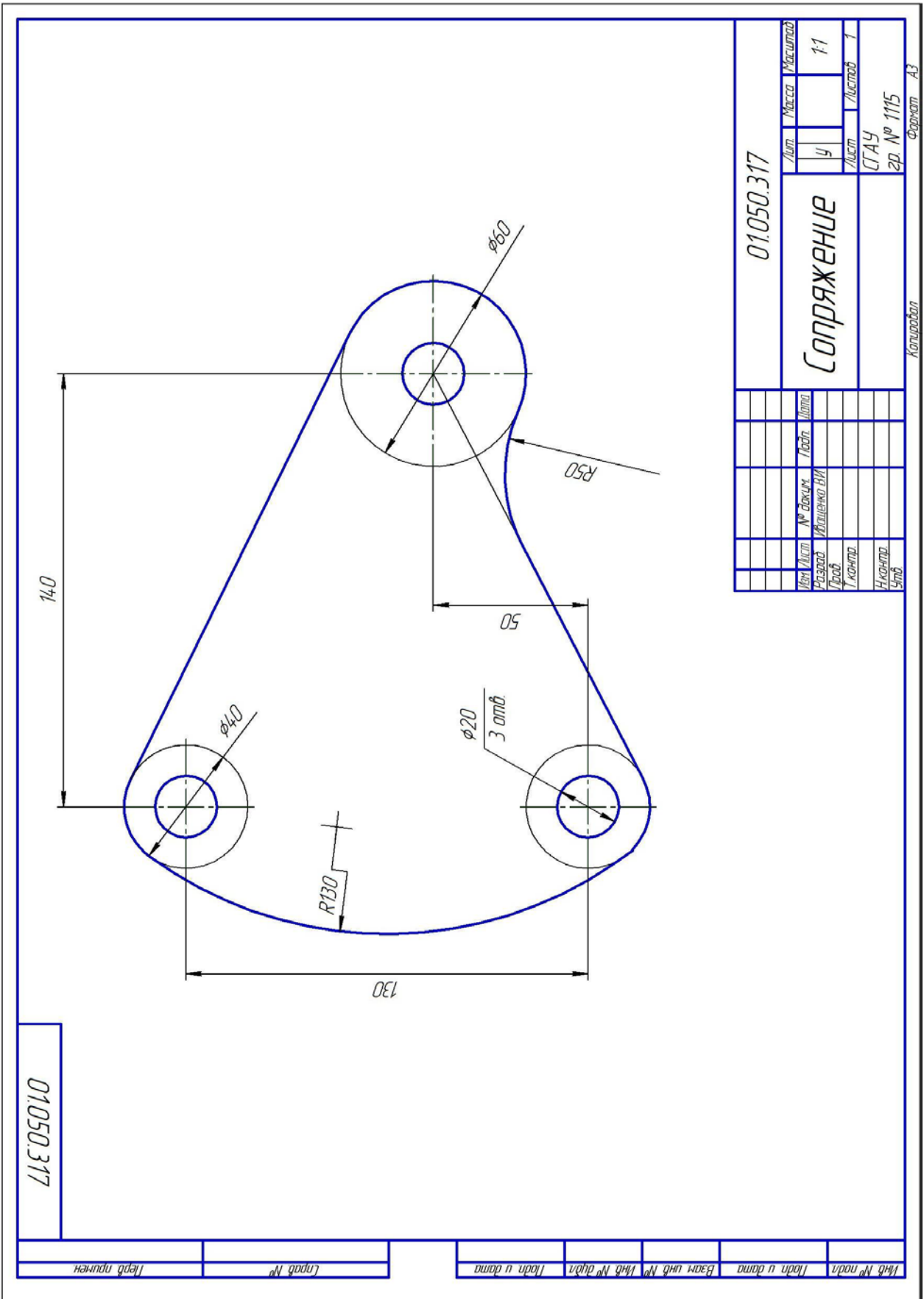


Рис. 1.35. Графическое задание для построения чертежа «Поводок трензеля»




**Задание:** Рассмотреть принципы построения циркульного сопряжения на примере выполнения чертежа детали, приведенной на рисунке рис. 1.35.

### Упражнение 1. Построение контура детали




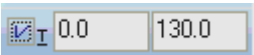


**Выполнить:**


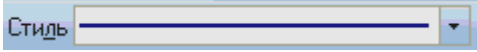
- ✓ Построить сопряжение элементов детали «Поводок», руководствуясь рисунками 1.35 – 1.38 и пояснениями к ним.
- ✓ Рассмотреть принцип обводки контура детали по элементам (рис. 1.39 – 1.41).

#### Создание нового документа «Фрагмент»

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа «Фрагмент» , воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Фрагмент** или пиктограммой **Создать**  – **Фрагмент**  на *Панели управления*.
3. Запишите только что созданный документ с помощью команды **Файл – Сохранить как – ...** под именем «*Сопряжение*».

#### Построение сопрягаемых окружностей

1. Определите положение точек центров отверстий (рис. 1.36):
  - Щелчком на пиктограмме **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели.
  - Включите кнопку **Точка** .
  - Укажите ЛКМ положение точки 1 в начале координат .
  - Введите координаты точки 2 (0; 130) в *Строке параметров* в область **Положение точки** , активизировав поля координат X и Y двойным щелчком ЛКМ, завершите ввод клавишей <Enter>.
  - Аналогично постройте вспомогательную точку 3 (140, 50).
  - Завершите ввод вспомогательных точек клавишей **Прервать команду** .
2. Постройте окружности *a* (рис. 1.36) диаметром 20мм с центрами в точках 1, 2, 3:
  - Включите команду построения **Окружности** .

- В *Строке параметров* в поле **диаметр окружности** введите значение 20, включите кнопку **Без отрисовки осей** , выберите стиль линии – «Основная» .

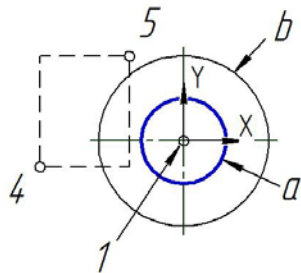
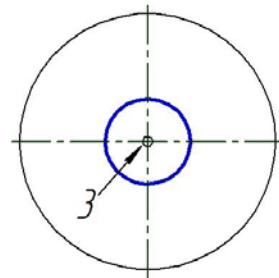
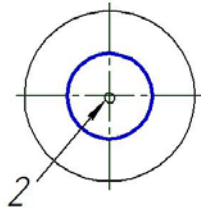














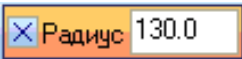
Рис. 1.36. Определение положения точек центров отверстий

- На *Панели специального управления* включите кнопку **Запомнить состояние** .
  - Укажите поочередно щелчком ЛКМ центры окружностей в точках 1, 2, 3.
3. Постройте окружность *b* диаметром 40мм в точке 1:
    - В *Строке параметров* в поле **Диаметр окружности** введите значение 40, включите отрисовку осей , измените текущий стиль линии на «Тонкая» и отключите кнопку **Запомнить состояние** . После этого укажите центр окружности в точке 1.
    - Прервите команду ввода окружности .
  4. Скопируйте окружность *b* в точки 2 и 3:
    - Включите команду меню **Выделить – Секущей рамкой**.
    - В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки» щелкните мышью примерно в точке 4 (рис. 1.36), плавно переместите курсор в точку 5, захватывая в область выделения часть окруж-

ности и осевой линии, завершите выделение щелчком ЛКМ. Выделенные объекты при этом будут отображаться на экране зеленым цветом.

- Прервите команду выделение объектов .
  - Перейдите на страницу *Редактирование*  и включите команду **Копия** указанием .
  - В качестве базовой точки копирования выделенных объектов выберите точку 1, в качестве нового положения – поочередно укажите точки 2 и 3.
  - Завершите работу команды копирования .
  - Снимите выделение с объектов щелчком ЛКМ в свободном месте поля чертежа.
5. Измените диаметр окружности с центром в точке 3 на 60мм :
- Выделите окружность двойным щелчком мыши на ней.
  - В Строке параметров введите новое значение диаметра – 60 .
  - Нажмите на кнопку **Создать объект** . Система отредактирует радиус окружности.
  - Снимите выделение окружности щелчком ЛКМ.
  - Отредактируйте осевые линии. Для этого выделите их щелчком ЛКМ и с помощью курсора переместите точки концов осевых линии (на экране они отображаются черными квадратами) на окружность. Снимите выделение.
6. Сохраните полученный результат с помощью пиктограммы **Сохранить** .

### Построение сопряжений

1. Постройте сопряжение радиусом 130 окружностей  $b$  и  $c$  (внутреннее касание) (рис. 1.37).
- Включите команду построения окружности, **Касательной к двум кривым** , расположенной на *Панели расширенных команд Геометрия* .
  - В *Строке параметров* укажите радиус дуги сопряжения , стиль линии – «Вспомогательная».
  - На вопрос системы «Укажите первую кривую для построения касательной окружности» щелкните мышью на окружности  $b$  примерно в точке 6, в качестве точки на второй кривой укажите точку 7 окружности  $c$ .

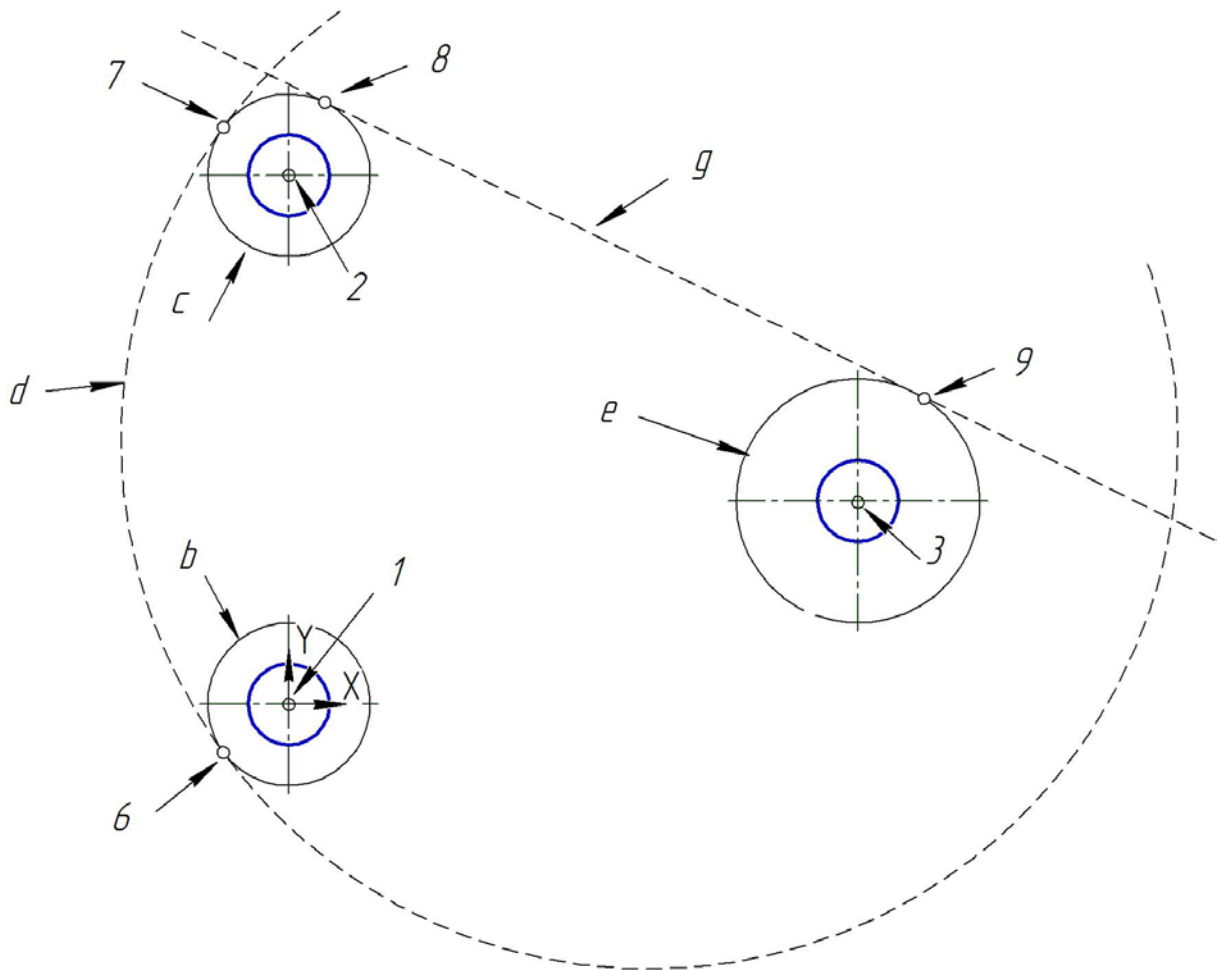







Рис. 1.37. Построение вспомогательной окружности внутреннего сопряжения между двумя окружностями и касательной к двум окружностям

- Из множества вариантов касательных, предложенных системой, выберите окружность  $d$ , указав ее щелчком мыши.
  - Завершите ввод объекта кнопками **Создать объект**  и **Прервать команду** .
2. Постройте касательную прямую  $g$  к двум окружностям  $c$  и  $e$  (рис. 1.38).
- Включите команду построения вспомогательной прямой, **Касательной к двум кривым** .
  - Укажите в качестве первой кривой для построения касательной, окружность  $c$  в примерном месте касания (точка 8). В качестве второй кривой укажите окружность  $e$  в точке 9.
  - Из множества построенных вариантов касательных выберите прямую  $g$ .
  - Завершите ввод объекта кнопкой **Создать объект** , затем **Прервите команду** .

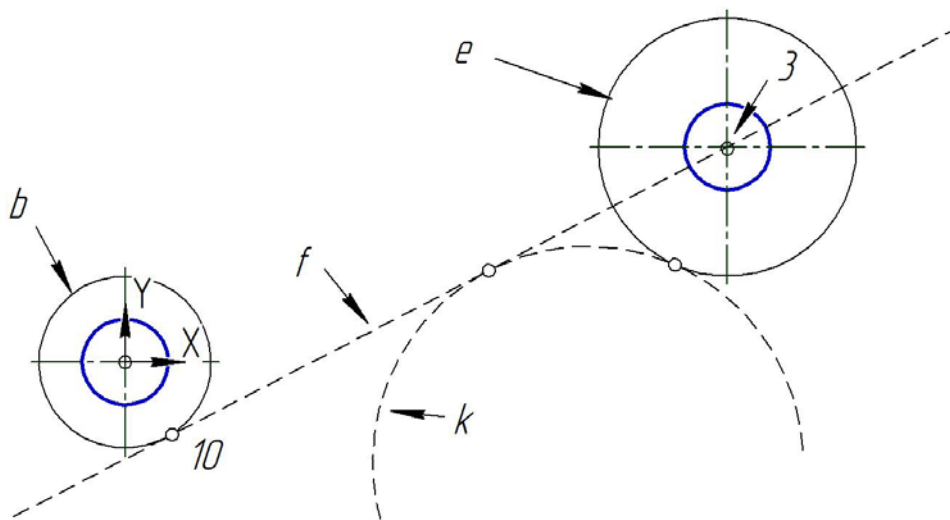











Рис. 1.38. Построение вспомогательной прямой, касательной к окружности, проходящей через внешнюю точку, и плавного перехода прямой в дугу окружности

3. Постройте касательную к окружности  $b$ , проходящую через центр окружности  $e$  (точку 3):
4. Включите на *Панели расширенных команд* построения вспомогательных прямых кнопку **Касательная прямая через внешнюю точку** .
5. На запрос системы «Укажите кривую для построения вспомогательной прямой» щелкните ЛКМ на окружности  $b$  в точке 10. А на вопрос «Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты» укажите центр окружности – точку 3.
6. Выбрав нужную касательную щелчком на ней, **Создайте объект**  и **Прервите команду** .
7. Постройте плавный переход прямой  $f$  в дугу окружности  $e$  радиусом 50 мм.
  - Вызовите *Панель расширенных команд* построения окружностей и включите кнопку **Касательная к двум кривым** .
  - В *Строке параметров* в поле **Радиус** укажите значение радиуса окружности – 50 мм.
  - Последовательно укажите на прямые  $f$  и окружность  $e$ .
  - Из множества вариантов выберите окружность  $k$ . **Создайте объект**  и **Прервите команду** .
8. Сохраните полученный результат .

## Обводка контура детали

1. Разбейте окружность  $b$  на два участка (рис. 1.39):

- Включите на странице **Редактирование**  кнопку **Разбить кривую** .
- На вопрос системы «Укажите кривую для разбиения» выберите окружность  $b$ , щелкнув на ней ЛКМ.
- На вопрос «Укажите точку кривой для разбиения» подведите курсор к точке сопряжения  $b$  (должна сработать привязка «Пересечение») и щелкните на ней.
- В качестве второй точки укажите точку  $10$ .

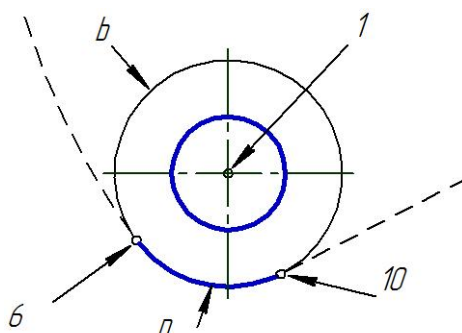


Рис. 1.39. Обводка контура с помощью команд редактирования объекта

Окружность разбита на две дуги. При подведении курсора к одной из ее частей, она высвечивается красным цветом.

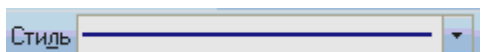
2. Аналогичным образом разбейте окружности  $c$  и  $e$  в точках сопряжения.

3. Измените тип линии дуг окружностей:

- Нажмите клавишу  $\langle Shift \rangle$  и, удерживая ее, последовательно укажите дуги  $n$ ,  $c$  и  $e$ , выделяя их в группу объектов для редактирования. Они высветятся зеленым цветом.
- Выполните команду меню **Сервис – Изменить стиль**.
- В Диалоговом окне «Изменение стилей выделенных объектов» раскройте поле «Чем заменить» и выберите тип линии «Основная». Закройте Диалоговое окно, нажав на кнопку «ОК».
- Снимите выделение с элементов щелчком ЛКМ на свободном месте поля чертежа.

4. Обведите линию  $g$  (рис.1.40):

- Включите кнопку **Ввод отрезка**  на Панели **Геометрия** .
- В *Строке параметров* в поле **Тип линии** выберите «Основная»





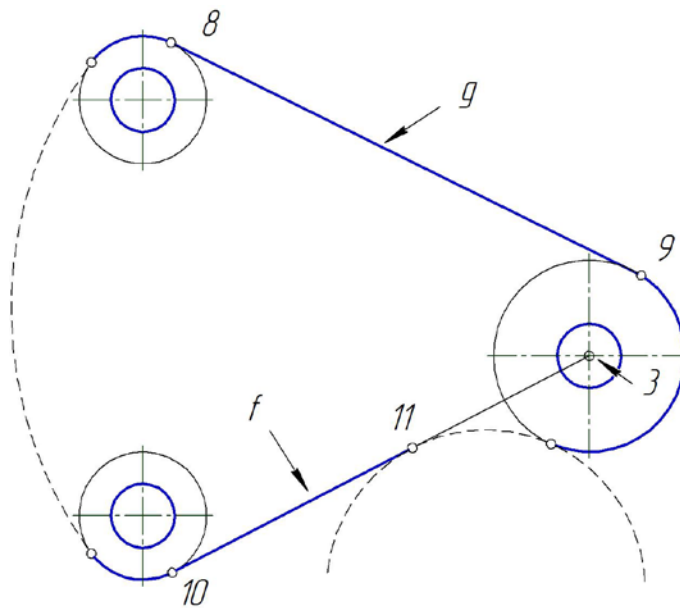


Рис. 1.40. Обводка контура с помощью команды «Отрезок»

- Система запросит первую и последнюю точки отрезка. Укажите точки 8 и 9.
5. Аналогично обведите участки прямой  $f$ . Отрезок 10-11 – основной линией, отрезок 11-3 – тонкой.
  6. Обведите сопрягающие дуги (рис.1.41):

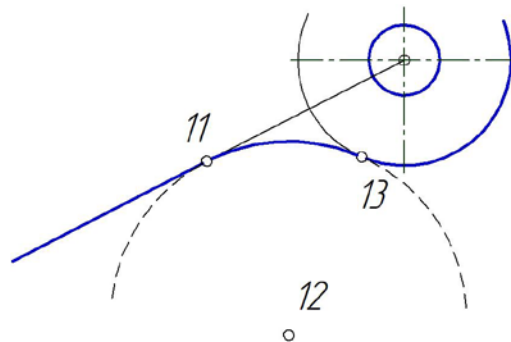







Рис. 1.41. Обводка контура с помощью команды «Дуга окружности»




- Активизируйте команду **Ввод дуги** .
  - Измените тип линии на «Основная».
  - В качестве центра дуги укажите точку 12, построение дуги **По часовой стрелке**  , начальная точка дуги – 11, конечная – 13.
7. Аналогичным образом обведите оставшиеся сопрягающие дуги и прервите команду построения дуги .
  8. Удалите вспомогательные построения:
    - Выполните команду меню **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки**.
  9. Сохраните полученный результат с помощью пиктограммы **Сохранить** .

## Упражнение 2. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа



### Выполнить:

- ✓ Создать документ типа «Чертеж».
- ✓ Проставить размеры на чертеже в соответствии с рис. 1.35.
- ✓ Заполнить основную надпись.
- ✓ Записать готовый чертеж в архив.

### Создание документа типа «Чертеж»

1. Создайте новый документ типа «Чертеж» , воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Чертеж** или пиктограммой **Создать**  – **Чертеж**  на *Панели управления*.

**Примечание:** По умолчанию система создает лист формата А4 с типом основной надписи «Чертеж конструкторский, лист первый».

2. Измените формат документа.
  - Выполните команду меню **Сервис – Параметры... – Параметры первого листа – Формат**.
  - В области **Обозначение** выберите формат *А3*, **Ориентация** – *Горизонтальная*.
3. Сохраните документ  под именем «*Сопряжение*».
4. Прочитайте из архива фрагмент детали «*Сопряжение*».
5. Включите команду **Выделить – Рамкой** и выделите изображение детали (рис. 1.42):
  - В ответ на запрос системы «*Укажите начальную точку прямоугольной рамки*» щелкните мышью на точке *14*.
  - Плавно переместите курсор по рабочему полю и в качестве конечной точки рамки укажите точку *15*.
  - Завершите работу команды щелчком на кнопке **Прервать команду** .

6. Объедините изображение детали в пользовательский макроэлемент.<sup>5</sup>, выполнив команду меню **Сервис – Объединить в макроэлемент**.

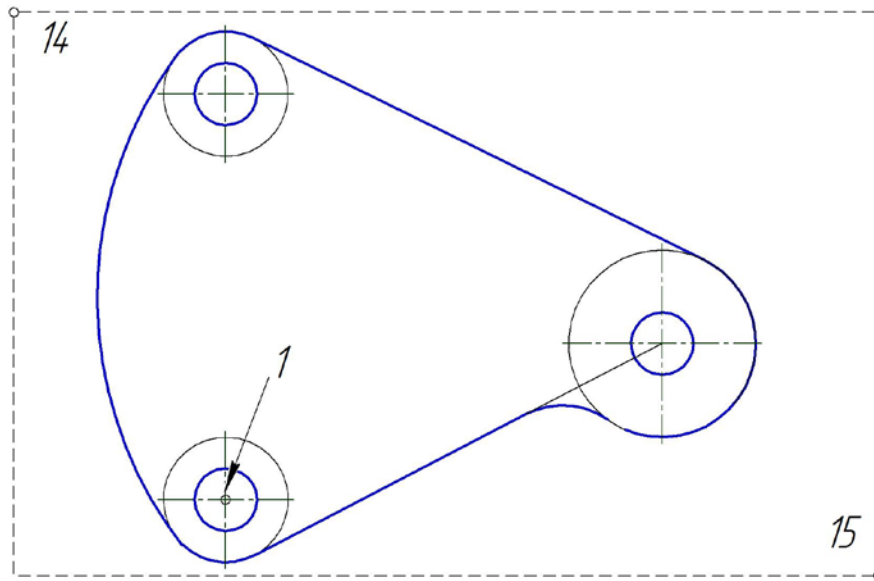










Рис. 1.42. Копирование изображения в буфер обмена

7. Скопируйте изображение детали в чертеж «Сопряжение».
- Щелкните на кнопке **Копировать**  на *Панели управления*.
  - На запрос системы «Укажите положение базовой точки или введите ее координаты» переместите курсор в точку 1 и после срабатывания привязки щелкните на ней.
  - Перейдите в документ «Поводок трензеля» и вставьте в него из буфера обмена изображение детали с помощью пиктограммы **Вставить** . Плавно передвигая фантом детали по полю чертежа, найдите оптимальное его расположение на листе и зафиксируйте щелчком ЛКМ.
  - Прервите команду клавишей <Esc>.
8. Сохраните изменения в документе .

### Простановка размеров

1. Проставьте расстояние между окружностями, равное 130 мм (рис. 1.43).
- Включите кнопку **Линейные размеры**  на странице **Размеры**  Инструментальной панели.

<sup>5</sup> **Макроэлемент** – тип объекта КОМПАС-3D, состоящий из нескольких простых элементов, но воспринимаемых системой как единое целое.

- Задайте ориентацию размера, включив кнопку **Вертикальный**  в *Строке параметров*.
  - Укажите точки окончания центровых линий 16 и 17 (рис. 1.43) и, передвинув фантам размерной линии примерно на 10 мм от контура детали, щелкните мышью.
2. Аналогичным образом проставьте оставшиеся линейные размеры и прервите команду ввода линейных размеров .
3. Проставьте диаметр отверстия с центром в точке 1:
- Включите кнопку **Диаметральный размер** .
  - В ответ на запрос системы «Укажите окружность или дугу для построения размера» щелкните мышью в любой точке окружности.
  - Откройте окно задания параметров размеров щелчком в поле **Текст**, расположенном в *Строке параметров*

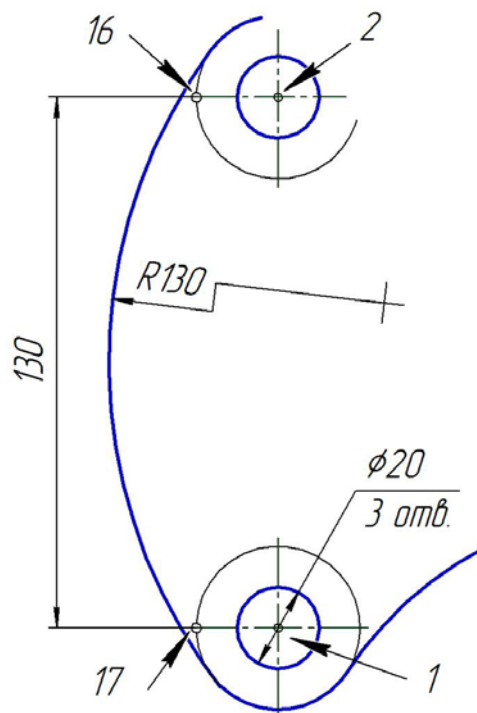
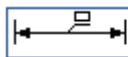






Рис. 1.43. Простановка размеров

- Заполните окно **Задание размерной надписи** так, как показано на рис. 1.44.
- Выберите **Размещение текста на полке**  **На полке, вправо** в окне **Размещение текста** на Странице **Параметры**.
4. Аналогичным образом проставьте оставшиеся диаметральные и радиальные размеры. Прервите команду их ввода .
5. Активизируйте основную надпись:
- Выполните команду **Вставка – Основная надпись**. Или щелкните на ней двойным щелчком в любой точке.
  - Увеличьте основную надпись с помощью команды **Увеличить масштаб рамкой** .
  - Для заполнения любой ячейки основной надписи сделайте ее текущей щелчком мыши на ней и введите текст в соответствии с рис. 1.35.
  - Создайте объект .

6. Сохраните чертеж .

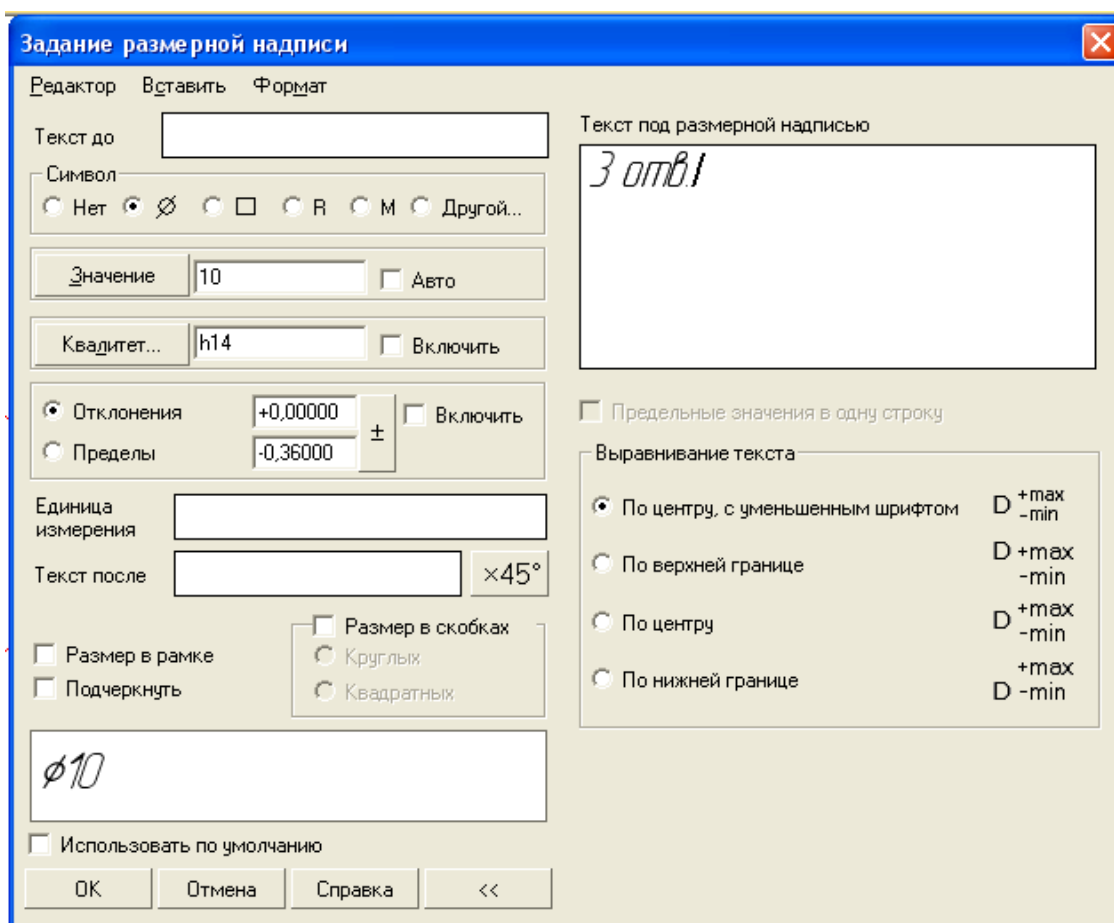
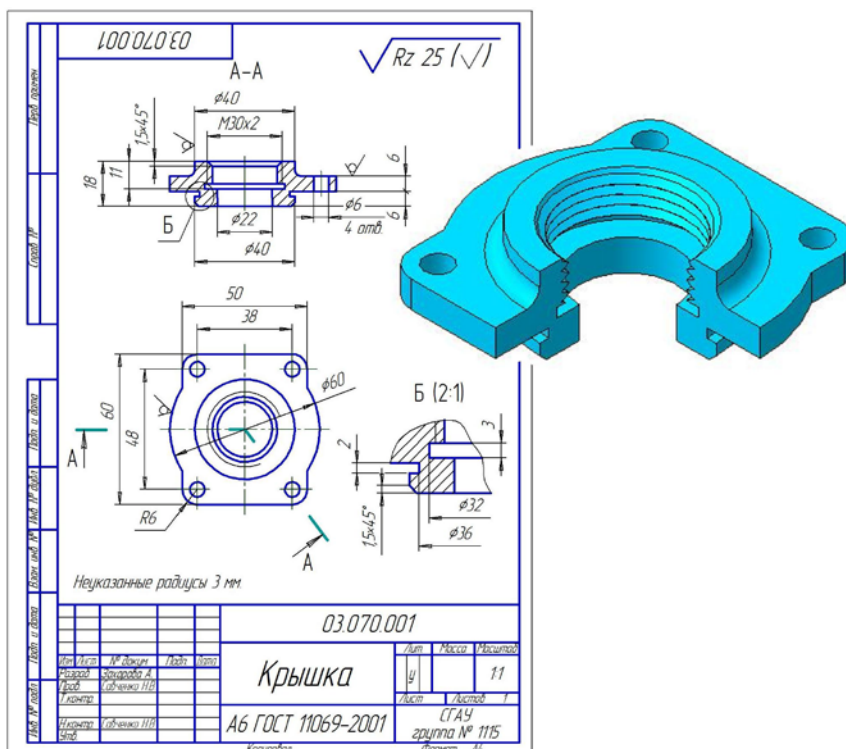


Рис. 1.44. Окно задания размерной надписи

## Часть 2. Построение компьютерного чертежа детали



## 2.1. СОДЕРЖАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

*Деталь* – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения каких-либо сборочных операций.

*Чертеж детали* – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

### 2.1.1. Изображение детали

Принципы изображения объектов на чертеже основываются на методе прямоугольного проецирования (основных положениях начертательной геометрии). Правила выполнения изображений регламентирует ГОСТ 2.109-73. «Основные требования к чертежам» и ГОСТ 2.305-2008. «Изображения, виды, разрезы, сечения».

Деталь на чертеже изображают с помощью видов, разрезов, сечений и выносных элементов. При этом их количество должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о форме изделия.

Критерием выбора главного вида является передача максимально полной информации о форме и размерах детали. Относительно основной надписи главный вид должен быть расположен так, чтобы наилучшим образом обеспечивалось чтение чертежа детали при ее разметке, обработке на станке или контроле. В связи с этим рекомендуется ориентировать детали на чертеже также, как их заготовки в дальнейшем будут располагаться при изготовлении:

1. оси деталей токарной группы, у которых преобладают цилиндрические и конические формы поверхностей (валы, зубчатые колеса и т.п.) должны располагаться горизонтально (параллельно основной надписи чертежа);
2. детали, выполненные литьем или штамповкой, плиты, крышки с фланцами некруглых форм изображаются на чертеже так, чтобы их привалочная поверхность (основная обрабатываемая плоскость) была горизонтальна.

### *Виды*

*Вид* – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

*Основные виды* получают в результате проецирования внешней поверхности детали на основные плоскости проекций, в качестве которых условно выбираются шесть граней куба. Грани куба разворачиваются до совмещения с фронтальной плоскостью проекций (грань 1) как показано на рисунке 2.2.



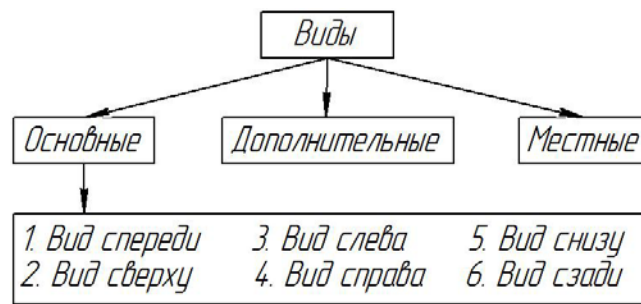


Рис. 2.1. Классификация видов

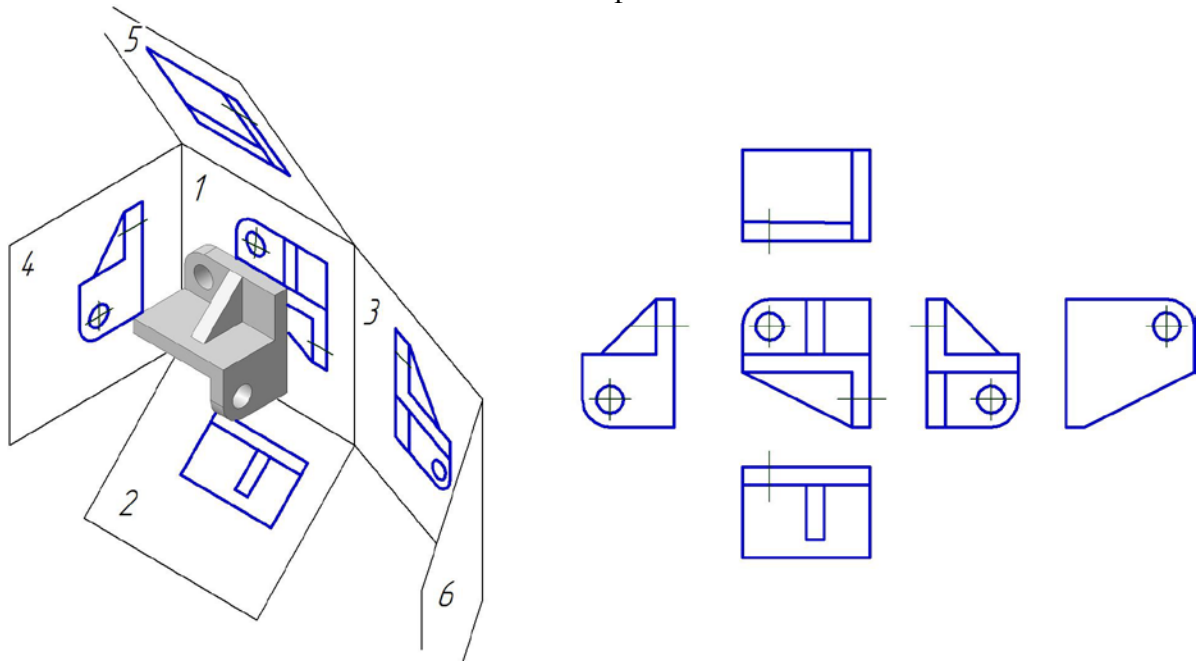


Рис. 2.2. Основные виды

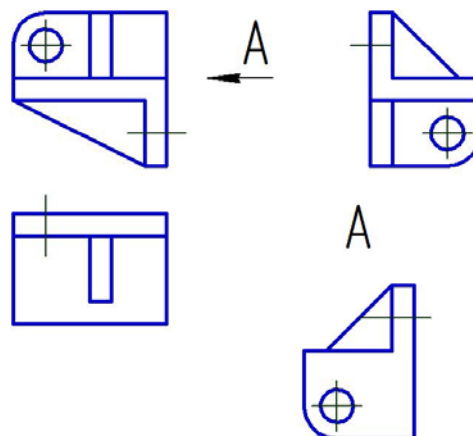


Рис. 2.3. Изображение вида справа с нарушением проекционной связи

Если между основными видами не нарушена проекционная связь, то они на чертеже не обозначаются (рис. 2.2). Если компоновка чертежа требует нарушения проекционных связей между изображениями, то в этом случае, перемещенный вид на чертеже обозначают прописной буквой русского алфавита, а около связанного с ним изображение ставят стрелку в направлении взгляда с соответствующим буквенным обозначением (рис 2.3). Обозначение выбирает-

ся в алфавитном порядке, номер шрифта должен быть на 2 – 3 номера больше шрифта размерных чисел.

**Дополнительный вид** – изображение какой-либо части детали, полученное в результате проецирования на дополнительную плоскость, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций.

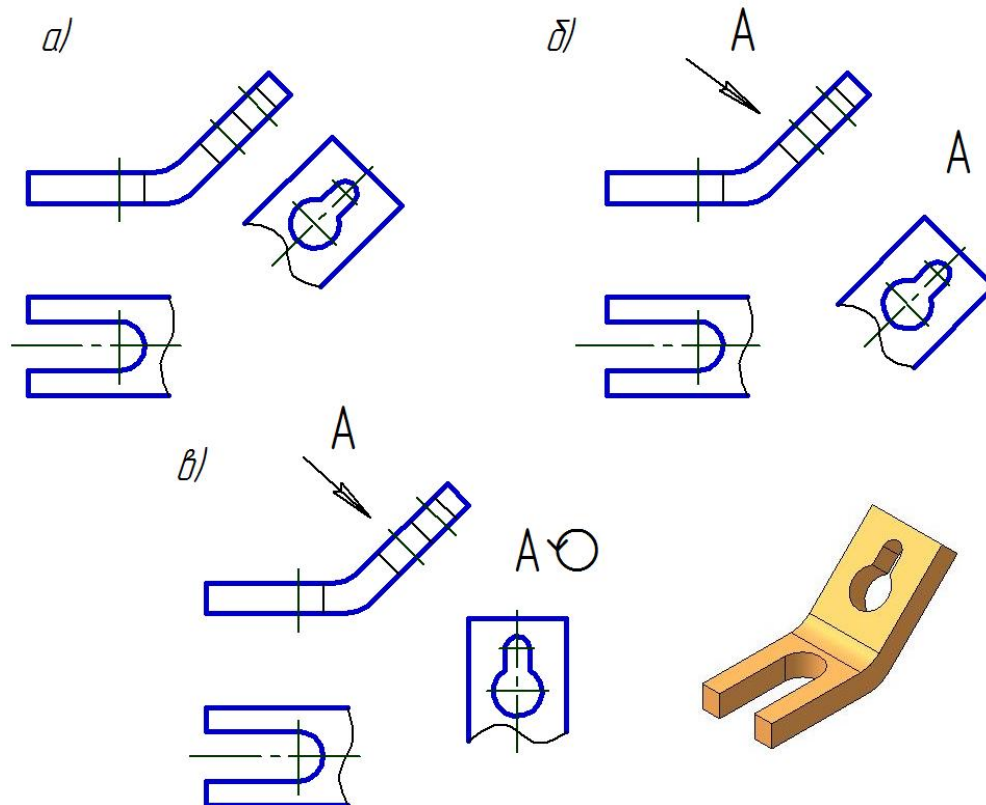


Рис. 2.4. Дополнительный вид

Такое изображение выполняется в случае, когда один из элементов детали проецируется на основные плоскости проекции с искажением формы или размеров. При этом, если проекционная связь между дополнительным и основным видом не нарушена, то к дополнительному виду не даются никакие поясняющие надписи (рис. 2.4 а). В случае, когда дополнительный вид невозможно разместить на чертеже без нарушения проекционных связей, следует присвоить ему имя, а направление проецирования указать стрелкой с надписью (рис. 2.4 б). Кроме того, допускается располагать дополнительные виды в повернутом положении, при этом к поясняющей надписи добавляется знак «повернуто»  $\odot$  (рис. 2.4 в).

**Местный вид** – изображение отдельного, ограниченного места внешней поверхности предмета.

Правила обозначения местных видов аналогичны правилам обозначения дополнительных видов.

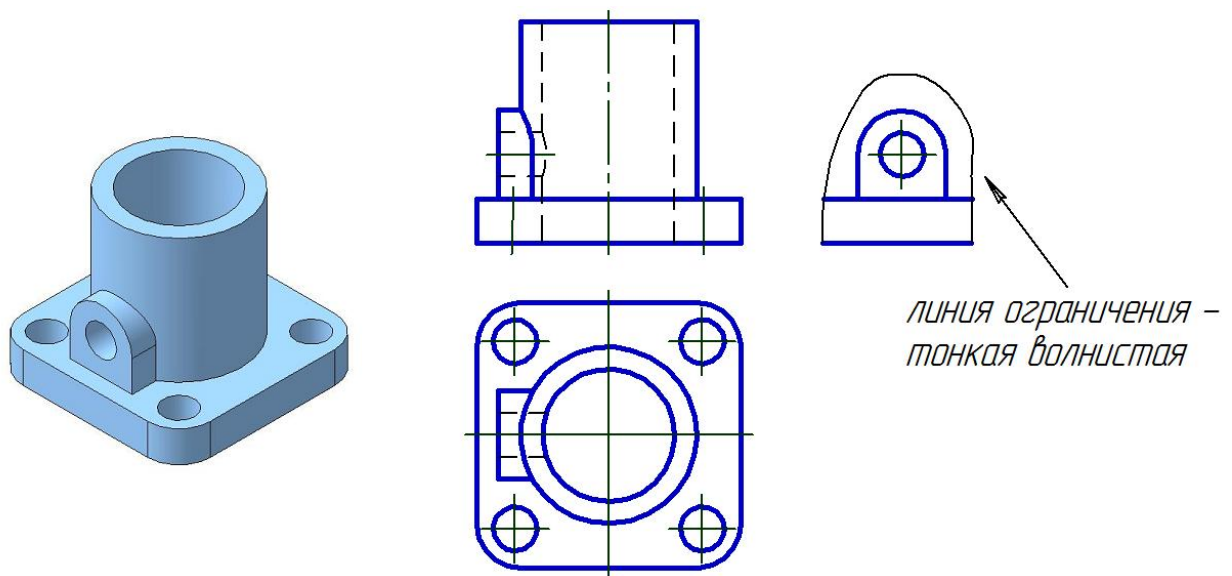


Рис. 2.5. Изображение местного вида без нарушения проекционной связи

Местные виды могут быть ограничены линией обрыва (тонкая волнистая линия).

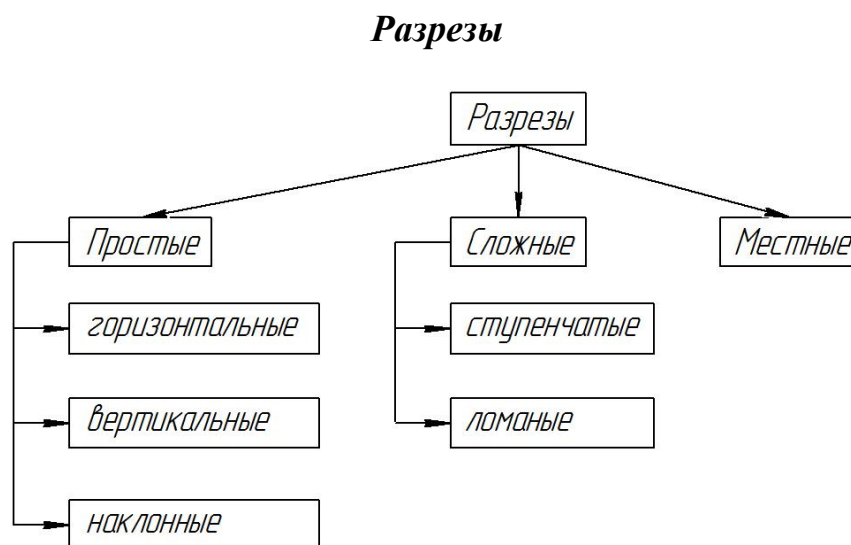


Рис. 2.6. Классификация разрезов

**Разрез** – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что находится в секущей плоскости и то, что расположено за ней.

Часть детали, попавшая в секущую плоскость, заштриховывается в соответствии с ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах».

Классифицировать разрезы можно по следующим признакам:

1. Количество секущих плоскостей:

- простые разрезы (используется одна секущая плоскость);
- сложные разрезы (используется несколько секущих плоскостей).

2. Расположение секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций:

- горизонтальные разрезы (секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций);
- вертикальные разрезы (секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций);
- наклонные разрезы (секущая плоскость не параллельна и не перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций).

3. Расположение секущих плоскостей относительно друг друга:

- ступенчатые разрезы (секущим плоскости параллельны друг другу);
- ломаные разрезы (секущие плоскости пересекаются между собой).

4. Параллельность секущей плоскости основным плоскостям проекций:

- Горизонтальный разрез<sup>6</sup>;
- фронтальный разрез (секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций);
- профильный разрез (секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций).

5. Расположение секущей плоскости относительно длины или высоты предмета:

- продольный разрез (секущая плоскость параллельна длине или высоте предмета);
- поперечный разрез (секущая плоскость перпендикулярна длине или высоте предмета).

Простые разрезы на чертеже не обозначаются, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, а между соответствующими изображениями не нарушена проекционная связь и не располагаются другие изображения (см. фронтальный разрез на рис. 2.7 а).

Если эти условия не соблюдаются, то необходимо указать положение секущей плоскости, направление взгляда и буквенное обозначение так, как обозначен профильный разрез на рисунке 2.7 б. Положение секущей плоскости

---

<sup>6</sup> Фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы обычно располагают на месте соответствующих основных видов

указывается разомкнутой (утолщенной) линией (длина штрихов 8...20 мм), стрелки направления взгляда и буквенное обозначение ставятся с внешних сторон этой линии.

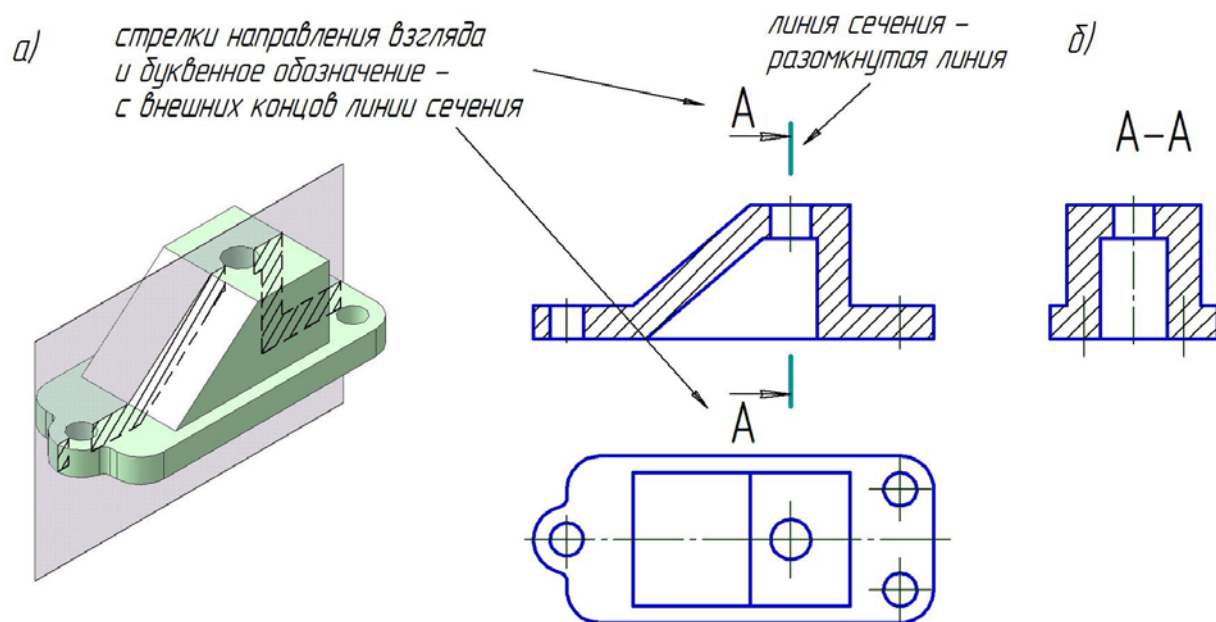


Рис. 2.7. Выполнение простых разрезов

При выполнении сложного ступенчатого разреза секущие плоскости мысленно совмещают в одну плоскость, и разрез оформляется как простой (линии стыковки двух сечений в местах сдвига секущих плоскостей на разрезе не указываются).

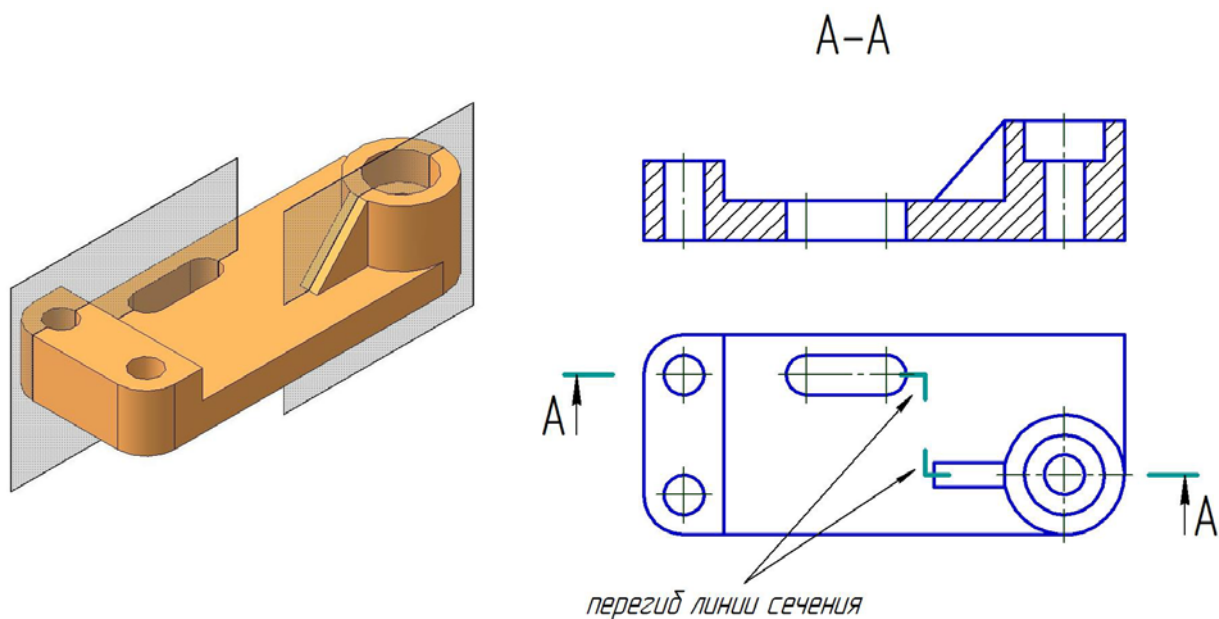


Рис. 2.8. Выполнение сложного ступенчатого разреза

При выполнении сложного ломаного разреза наклонную секущую плоскость условно разворачивают в положение, параллельное той основной плоскости проекций, на которую осуществляется проецирование (рис. 2.9).

Сложные разрезы всегда обозначаются, перегибы линии сечения выполняются линиями той же толщины, как и штрихи разомкнутой линии.

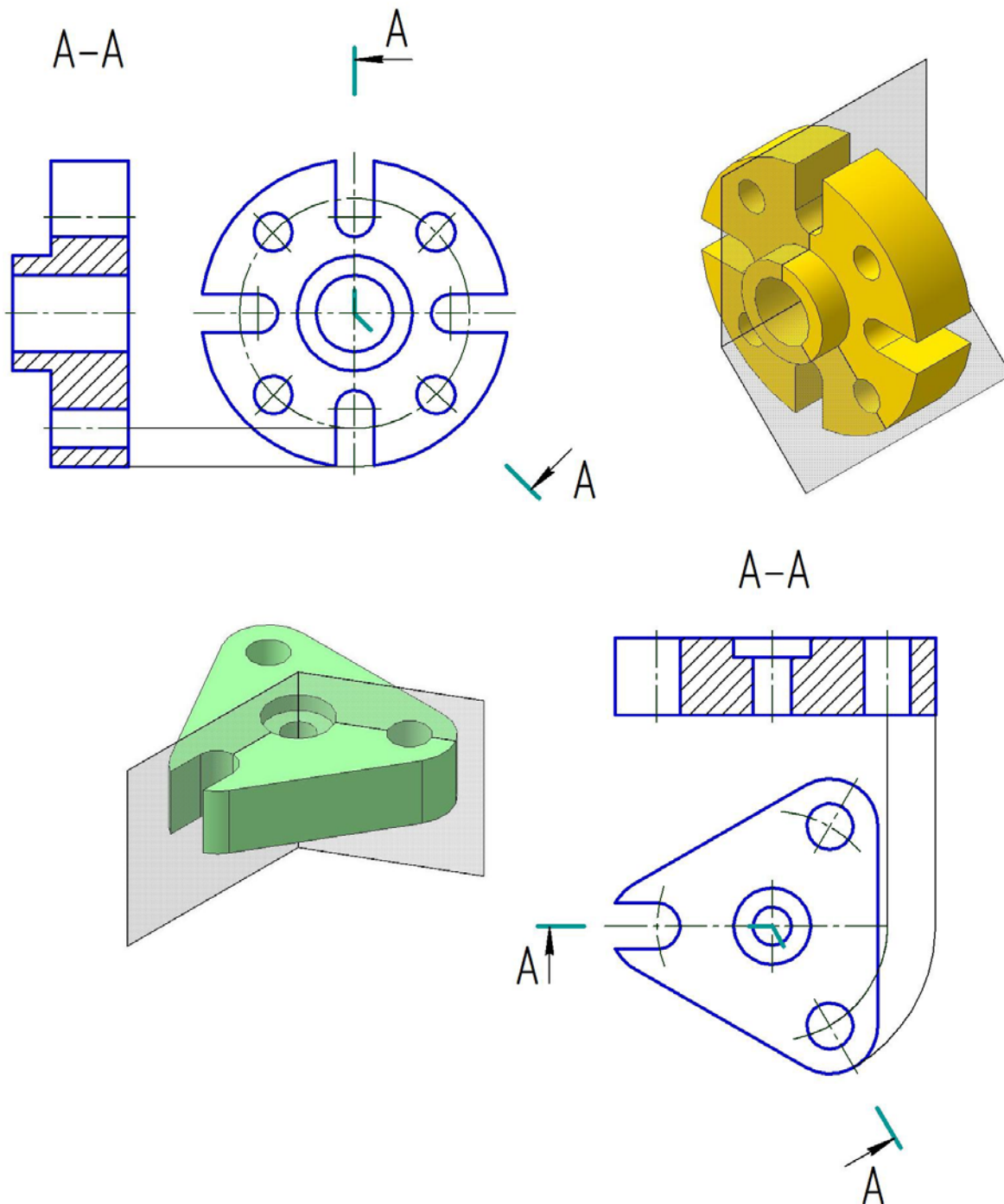


Рис. 2.9. Выполнение сложного ломаного разреза

**Местный разрез** – разрез, служащий для выявления формы внутренней поверхности предмета в отдельном, ограниченном месте.



Местный разрез ограничивается линией обрыва (тонкая волнистая линия) (рис. 2.10 а).

Для уменьшения количества изображений на чертеже допускается совмещать часть вида и часть разреза. Если деталь симметрична, линия разграничения вида и разреза – тонкая штрихпунктирная линия (рис. 2.10 а). Разрез обычно располагают слева от вида или снизу. Если на ось симметрии проецируется линия внешнего или внутреннего контура, линию разграничения сдвигают чуть в сторону и чертят волнистой линией (рис. 10 б, в). Для несимметричных деталей линией разграничения вида и разреза также служит волнистая линия.

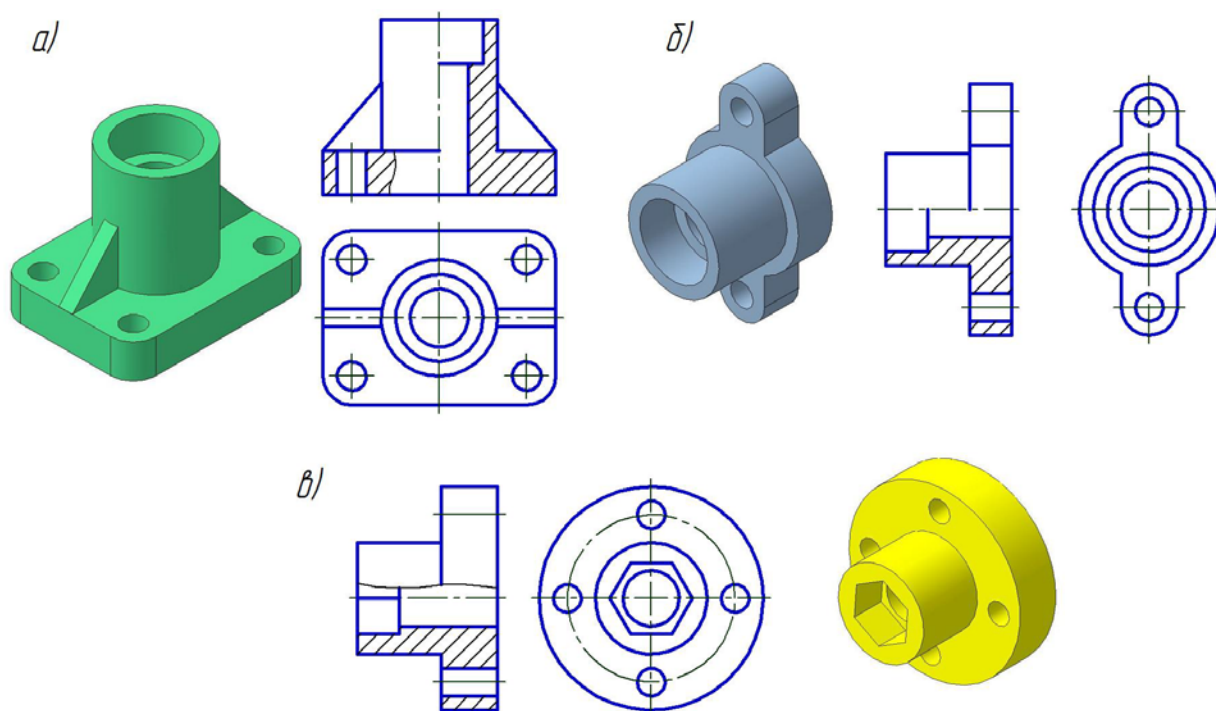


Рис. 2.10. Местный разрез, совмещение вида и разреза.

## Сечения

**Сечение** – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. В сечении показывается только то, что находится в секущей плоскости.

Сечения бывают вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения можно располагать:

- на продолжении линии сечения (рис. 2.11 а);
- в любом свободном месте чертежа (рис. 2.11 б);
- в разрыве между частями вида (рис. 2.12 а).



Контур вынесенного сечения чертится сплошной основной линией.

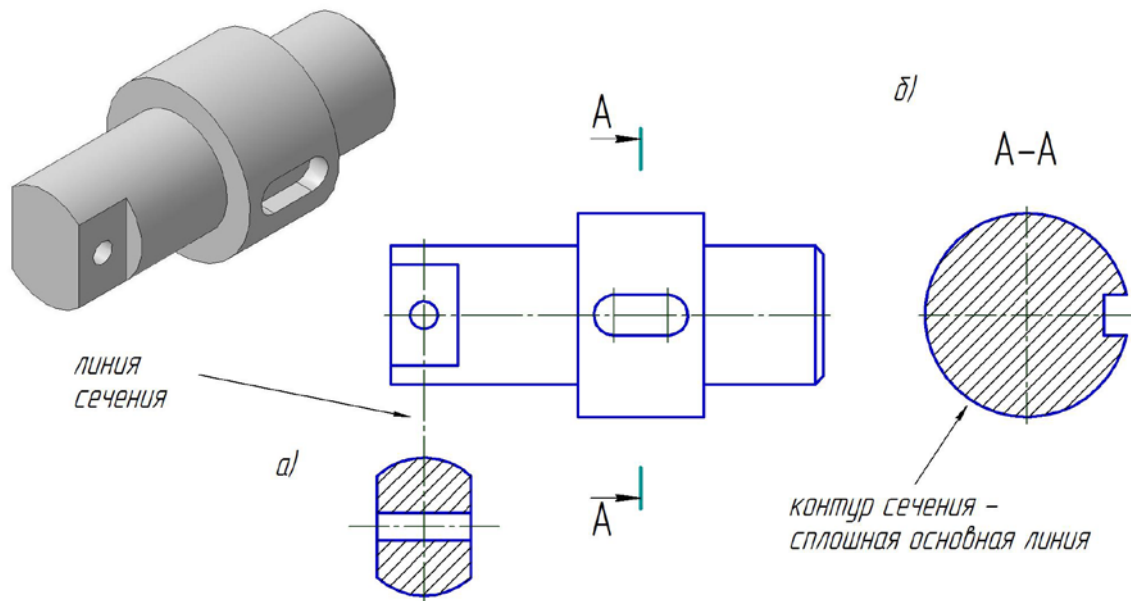


Рис. 2.11. Вынесенные сечения

Наложённые сечения выполняются непосредственно на проекции рассечаемых элементов, контур – сплошная тонкая линия (рис. 2.12 б, в). Контур самого изображения, начерченный основной линией, на месте наложения сечения не прерывается.

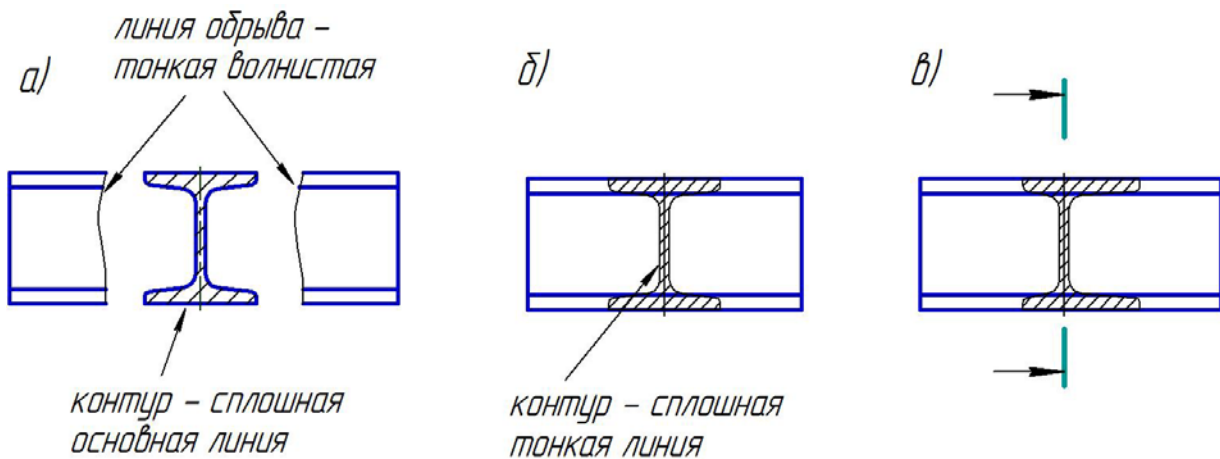


Рис. 2.12. Сечение в разрыве и наложенное сечение

Если секущая плоскость совпадает с линией симметрии сечения, а само сечение располагается вблизи изображения: на продолжении линии сечения (рис 2.11 а) или является наложенным сечением (рис. 2.12 б), или сечением в разрыве (рис. 2.12 а), то секущая плоскость и направление взгляда не указывается, а само сечение не обозначается.

При выполнении несимметричных сечений, при наличии вышеперечисленных условий их расположения, на чертеже указывается секущая плоскость и направление взгляда без буквенного обозначения сечения (рис. 2.12 в).

В остальных случаях сечение обозначается также, как и разрез (рис. 2.11 б).

### Выносной элемент

**Выносной элемент** – дополнительное отдельное увеличенное изображение какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

Выносной элемент содержит подробности, не указанные на основном изображении, и может отличаться от него по содержанию. Например, основное изображение может быть разрезом, а выносной элемент – видом.

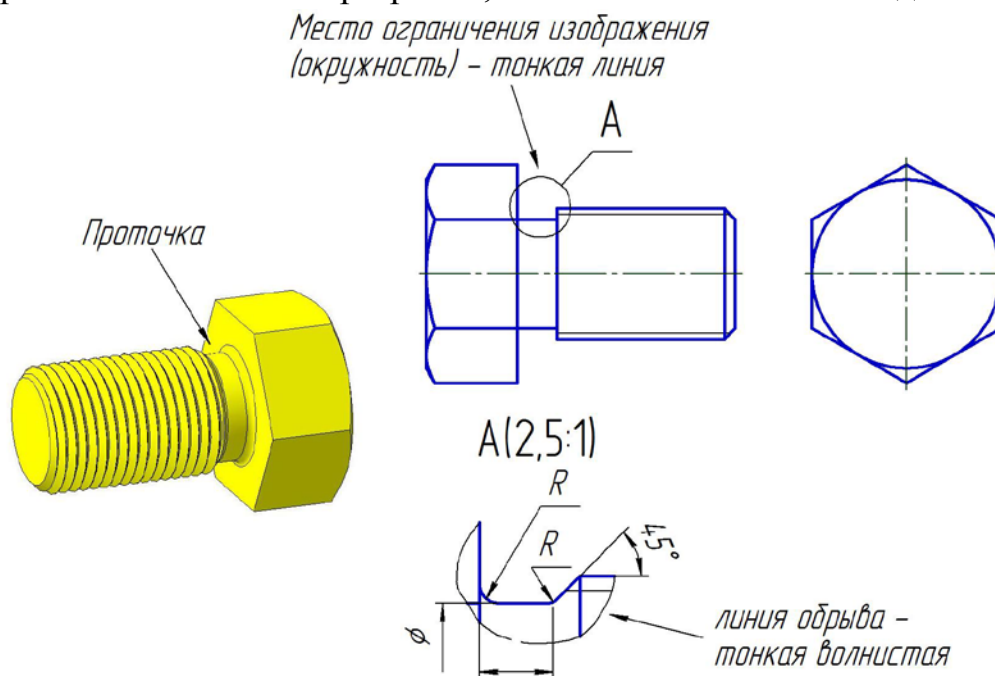


Рис. 2.13. Выполнение выносного элемента

На основном изображении место, которое нужно показать увеличенным, отмечают так, как показано на рисунке 2.13. Сам выносной элемент должен быть расположен как можно ближе к этому месту. Над изображением выносного элемента указывают его буквенное обозначение с масштабом изображения в круглых скобках.

### 2.1.2. Простановка размеров (общие понятия)

При простановке размеров на чертеже принято различать понятия «задание размеров» и «нанесение размеров».

**Нанесение размеров** – непосредственно графическое изображение размерных линий, чисел и т.п. на чертеже.

Графические правила простановки размеров определяет ГОСТ 2.305-2008, рассмотрим некоторые из них:

1. На чертеже проставляются действительные размеры элементов детали, независимо от масштаба изображения.
2. Линейные размеры указываются в миллиметрах без указания единицы измерения, угловые – в градусах, минутах и секундах с указанием единицы измерения.
3. Размерные числа располагаются над размерной линией (если она расположена горизонтально) или слева от нее (если она располагается вертикально), ближе к середине. Допускается размещение размерных чисел на продолжении размерных линий или на полках линий-выносок.
4. Стрелки размерных линий располагаются внутри выносных линий, а при недостатке расстояния между выносными линиями – снаружи.
5. Расстояние от линии контура до первой размерной линии составляет 10 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм.
6. Размерные числа над параллельными размерными линиями рекомендуется располагать в шахматном порядке относительно оси симметрии детали.

При **задании размеров** необходимо определить, какие именно размеры следует указать на чертеже. Стандартом не устанавливаются правила, определяющие, как следует задавать размеры на чертеже детали. Они обусловлены формой (конструкцией) самой детали, условиями ее работы в узле (изделии), прочностными условиями и технологией ее изготовления. Т.к. эти вопросы выходят за пределы курса инженерной графики, на учебных чертежах при задании размеров ограничиваются наиболее общими положениями:

1. Все поверхности детали подразделяются на **свободные** (не соприкасающиеся с другими деталями) и **сопрягаемые** (соприкасающиеся с поверхностями других деталей). В свою очередь, размеры также подразделяются на свободные и сопрягаемые – размеры поверхностей деталей, по которым осуществляется их соединение. Общий для соединяемых деталей размер называется **номинальным**.
2. Размеры, измеряемые вдоль оси детали, указываются от опорных или торцевых поверхностей, с которых начинают ее обработку; размеры, измеряемые в направлении, перпендикулярном оси, задаются относительно осей симметрии основных элементов детали.

Простановка размеров на чертеже осуществляется от определенных баз. Существуют два способа простановки размеров:

- **Цепной** (размерная цепь) – каждый последующий размер отсчитывается от предыдущего (рис. 2.14 а).
- **Базовый** – каждый размер отсчитывается от одной или нескольких выбранных баз (рис. 2.14 б).

- **Комбинированный** – сочетание базового и цепного способов.

Выбор того или иного способа простановки размеров зависит от необходимой точности изготовления детали.

Нанесение размеров в виде замкнутой цепочки не рекомендуется из-за накапливающейся ошибки при изготовлении детали, в этом случае один из размеров необходимо проставлять как справочный, т.е. неконтролируемый по данному чертежу. Его обозначают значком \*, проставляемым после размерного числа, а в технических требованиях указывают «\* Размер для справок».

При базовой простановке размеров один из элементов детали остается «свободным» (без размера). В таком случае компенсируются неточности изготовления. Обычно это размер элемента детали с большим допуском изготовления.

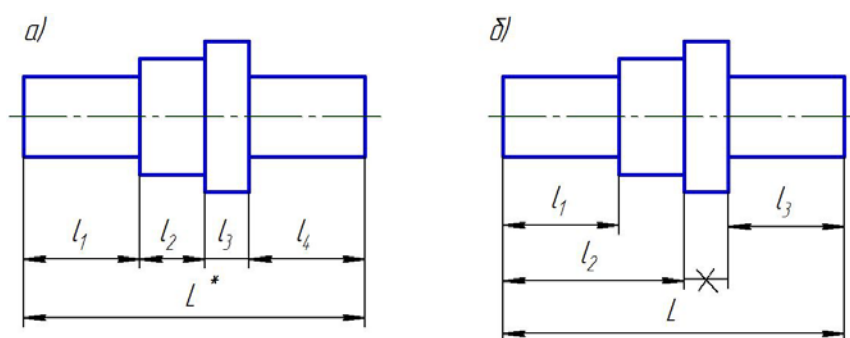


Рис. 2.14. Цепной и базовый метод простановки размеров

**База** – это обработанная поверхность детали, относительно которой ориентируются остальные поверхности, плоскости, линии, точки.

**Базовые плоскости** – плоскости, с которых начинают обработку заготовки детали (торцевые, привалочные). **Базовые линии** – оси симметрии или взаимно перпендикулярные кромки детали (рис. 2.15). От выбора баз зависит точность изготовления детали, сборки, а, следовательно, и работа узла.

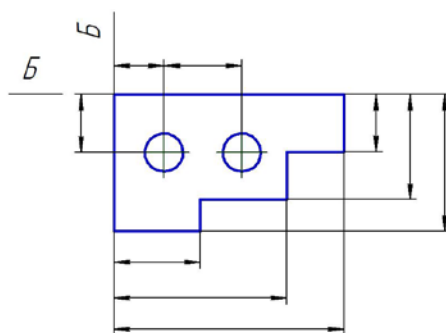


Рис. 2.15

Базы бывают конструкторские и технологические.

**Конструкторская база** – это поверхность или линия, относительно которых ориентируются другие детали при сборке (в готовом изделии). На чертеже такие базы используются для привязки сопрягаемых размеров. Также от

конструкторских баз задаются размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей.

**Технологическая база** – поверхность детали, относительно которой ориентируются другие поверхности при ее изготовлении. От технологических баз обычно задаются свободные размеры.

Также при простановке размеров следует учитывать следующее:

- размеры, относящиеся к одному элементу детали рекомендуется ставить на одном изображении;
- размеры внешнего и внутреннего контура детали должны по возможности группироваться (рис. 2.16).

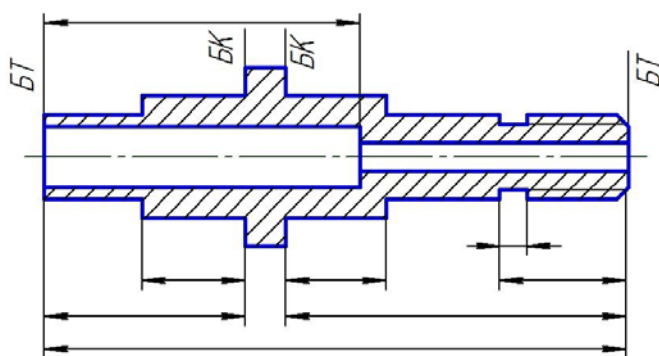


Рис. 2.16. Конструкторские и технологические базы простановки размеров

### 2.1.3. Особенности простановки размеров в КОМПАС-График

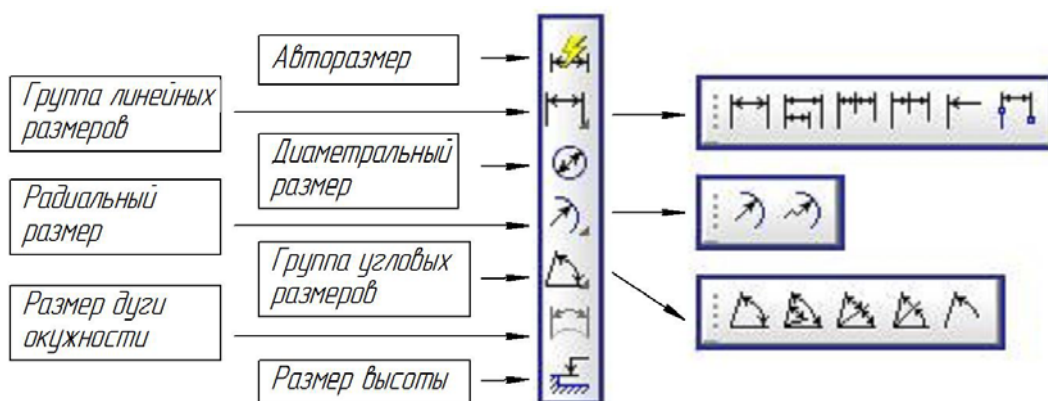






Рис. 2.17. Инструментальная панель «Размеры»

Кнопки команд простановки размеров находятся на странице Инструментальной панели **Размеры**  (рис. 2.17). Работа с этими командами аналогична работе с командами других Инструментальных панелей: параметры и надписи задаются в *Строке параметров*, а размерные линии проставляются в соответствии с рекомендациями системы, отображаемыми в *Строке сообщений*.

Строка параметров содержит две вкладки:

- На вкладке «Размер» находятся кнопки переключения режимов простановки размеров – *горизонтальный* , *вертикальный* , *параллельно объекту* , а также поле *Текст*. Двойным щелчком ЛКМ в этом поле открывается окно «Задание размерной надписи» (рис. 2.18).

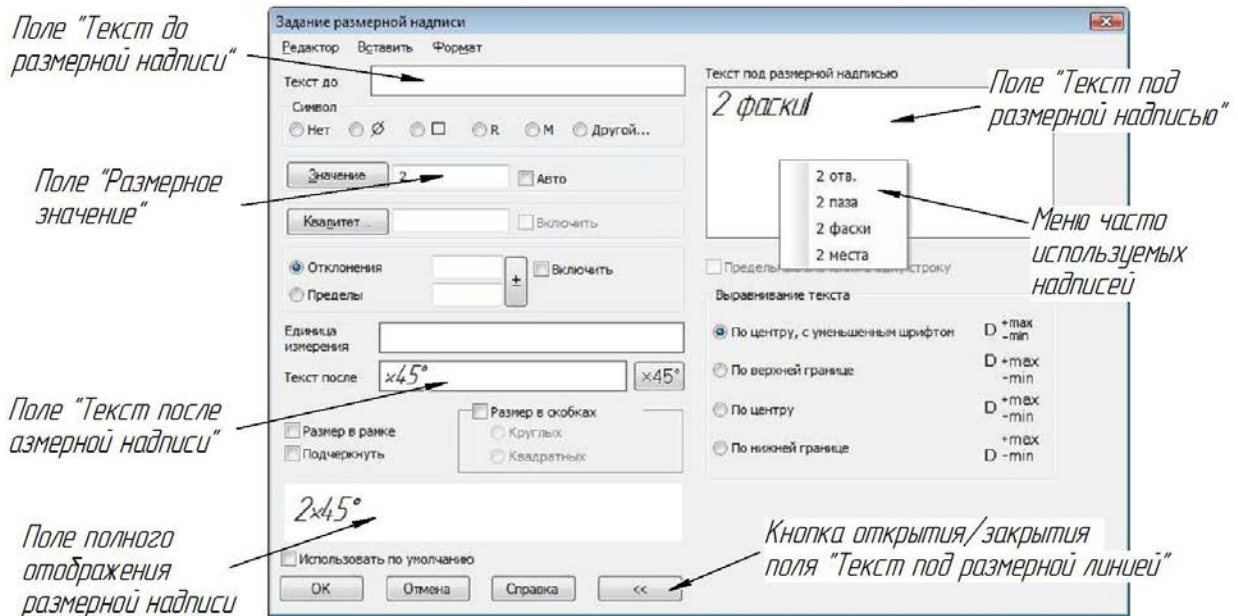


Рис. 2.18. Окно «Задание размерной надписи»

- На вкладке «Параметры» выбираются параметры размерных и выносных линий, характер расположения размерной надписи.

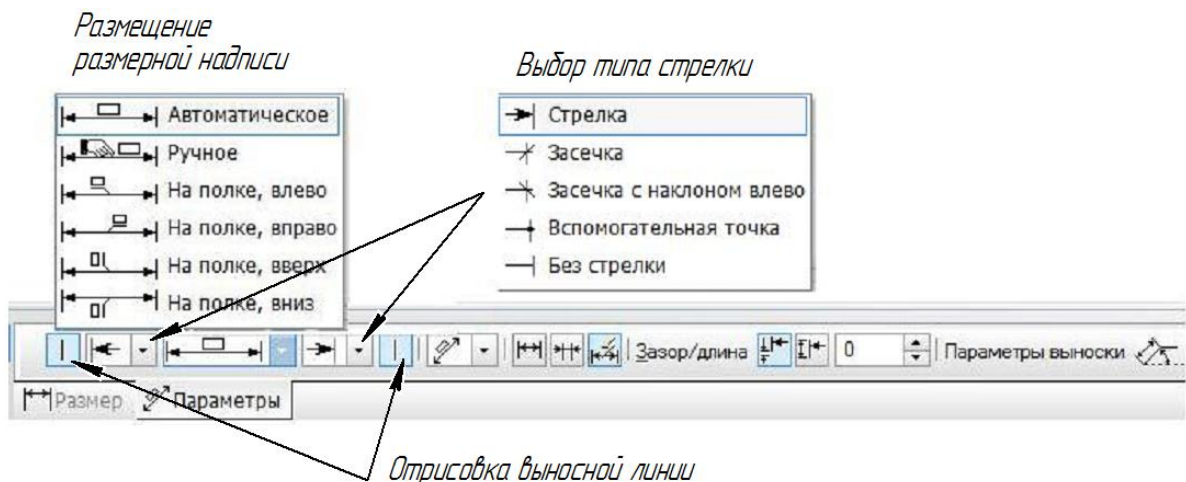



Рис. 2.19. Строка параметров «Размеры»

Команда **Авторазмер**  позволяет ставить любые размеры указанием на соответствующий элемент чертежа.



## 2.1.4. Шероховатость поверхностей

**Шероховатостью поверхности** называют неровности, формирующие ее рельеф. Эти неровности образуются в результате обработки: обточки, строгания, фрезерования, сверления, шлифования, полирования доводки и т.д..

Параметры шероховатости поверхности устанавливает ГОСТ 2789 – 73. Шероховатость определяется высотой неровностей, характеризующей отклонение от идеальной, гладкой поверхности. Высота неровностей (впадин и выступов) ограничивается определенными пределами. Чем меньше высота неровностей, тем поверхность «чище», тем выше ее качество обработки.

Параметры шероховатости:

- $R_z$  – высота неровностей по десяти точкам (выступов и впадин).
- $R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_{\max}$  – наибольшая высота неровностей профиля;
- $S_m$  – средний шаг неровностей;
- $S$  – средний шаг неровностей по вершинам.

Стандартом определена как предпочтительная простановка шероховатости поверхности на чертеже по параметру  $R_a$ .

Числовые значения параметров шероховатости приведены в таблицах приложения 3 (предпочтительные значения параметров выделены).

Правила нанесения шероховатости определяет ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. На рис. 2.21 а приведена схема простановки параметров обработки:

- 1 – способ обработки поверхности;
- 2 – условное обозначение направления шероховатости;
- 3 – базовая длина по ГОСТ 2789-73 / параметр шероховатости по ГОСТ 2789-73.

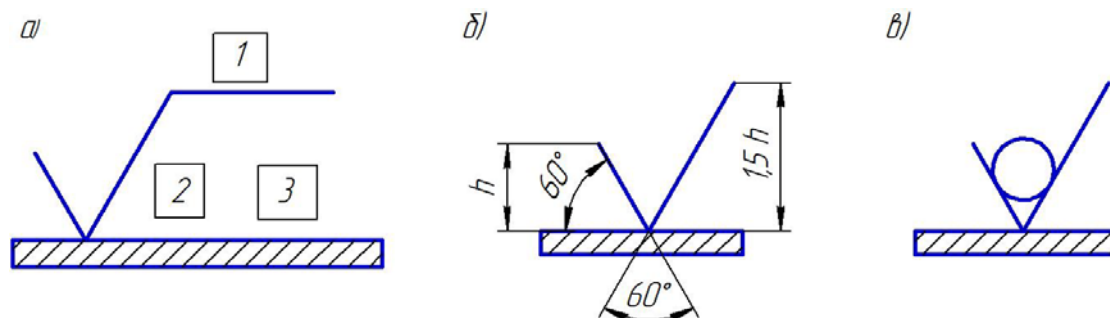


Рис. 2.20. Знак обозначения шероховатости поверхности

На рис. 2.20 (б) приведено соотношение размеров элементов знака, где за  $h$  принимается высота равная, высоте цифр размерных чисел. На рис. 2.20 (в) приведен знак, обозначающий поверхность, получаемую без удаления слоя материала (прокат, литье и т.п.).



Знак обозначения шероховатости на изображении располагают на линиях контура, выносных линиях или на полках линий выносок (рис. 2.21). Вершина знака шероховатости должна быть обращена к обрабатываемой поверхности (рис. 2.21).

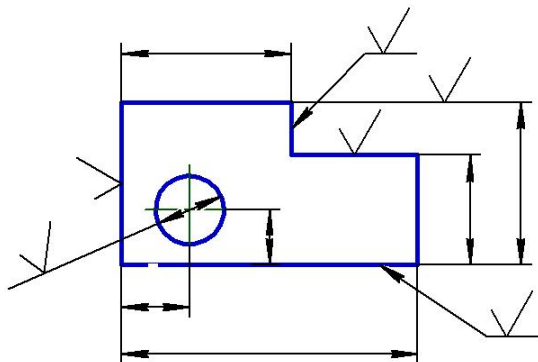


Рис. 2.21. Расположение знака обозначения шероховатости на изображении

При одинаковой чистоте обработки всех поверхностей детали, параметр шероховатости указывается в правом верхнем углу чертежа, а на самом изображении детали знаки шероховатости не проставляются (рис. 2.22 а).

При различной чистоте обработки участков поверхности детали, значение преобладающей чистоты обработки указывается в правом верхнем углу чертежа, а остальные наносят непосредственно на изображение (рис. 2.22 б). Знак, проставленный в скобках после значения преобладающей (неуказанной) шероховатости, обозначает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на изображении, имеют шероховатость, указанную перед скобками.

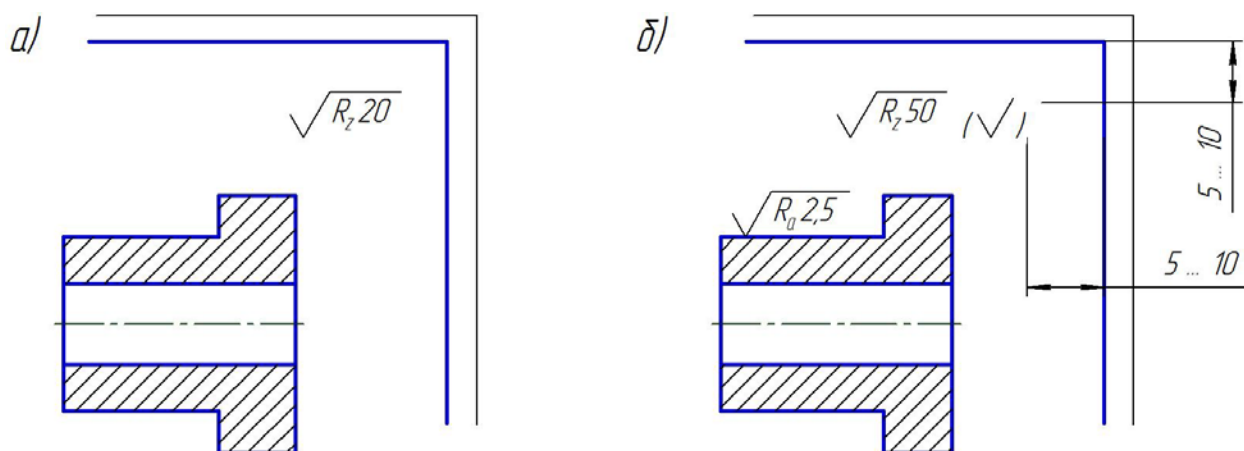


Рис. 2.22. Примеры простановки на чертеже знака преобладающей шероховатости поверхности

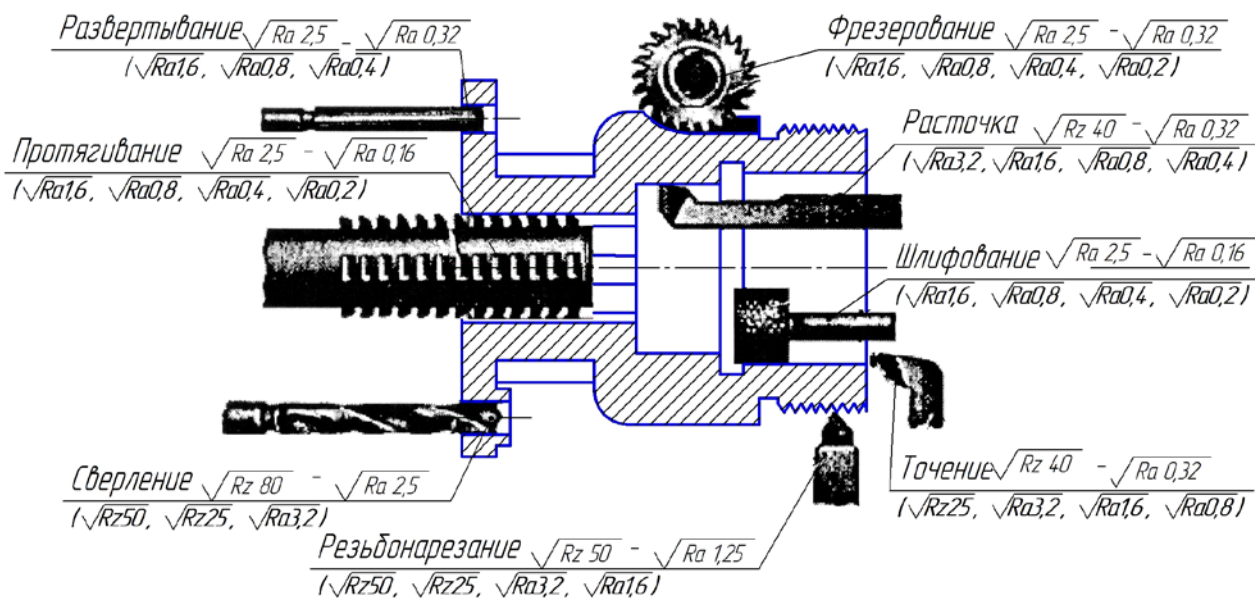







Рис. 2.23. Виды обработки поверхности<sup>7</sup>

### 2.1.5. Особенности простановки знаков шероховатости поверхности в КОМПАС-График

Кнопка команды простановки шероховатости  находится на странице Инструментальной панели **Обозначения** . Работа с этими командами аналогична работе с командами других Инструментальных панелей: параметры и надписи задаются в *Строке параметров*, а знаки проставляются в соответствии с рекомендациями системы, отображаемыми в *Строке сообщений*.

*Строка параметров* содержит две вкладки:

- На вкладке «Знак» находятся кнопки переключения типов знаков – *без указания видов обработки* , *с удалением слоя материала* , *без удаления слоя материала* , а также поле *Текст*. Щелчком ЛКМ в этом поле открывается окно «Задание шероховатости поверхности» (рис. 2.24). Список параметров шероховатости вызывается двойным щелчком ЛКМ в поле 1.
- На вкладке «Параметры» выбирается характер расположения знака шероховатости поверхности, параметры выносных линий, обработки по контуру (рис. 2.25).

Для простановки знака неуказанной шероховатости в правом верхнем углу чертежа необходимо выполнить следующие команды меню:

**Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод.**

<sup>7</sup> См. п. 16 Списка литературы, стр. 206.

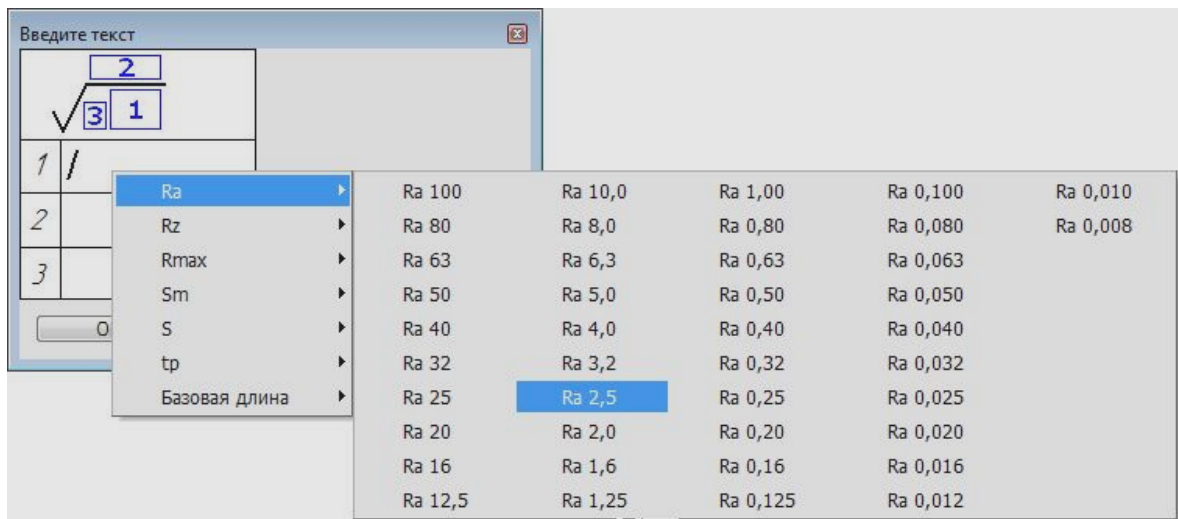


Рис. 2.24. Окно введения значений шероховатости поверхностей

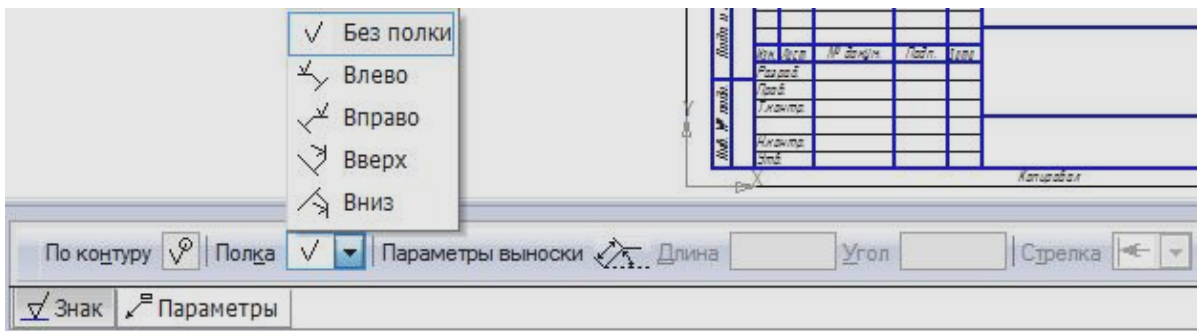


Рис. 2.25. Вкладка «Параметры»

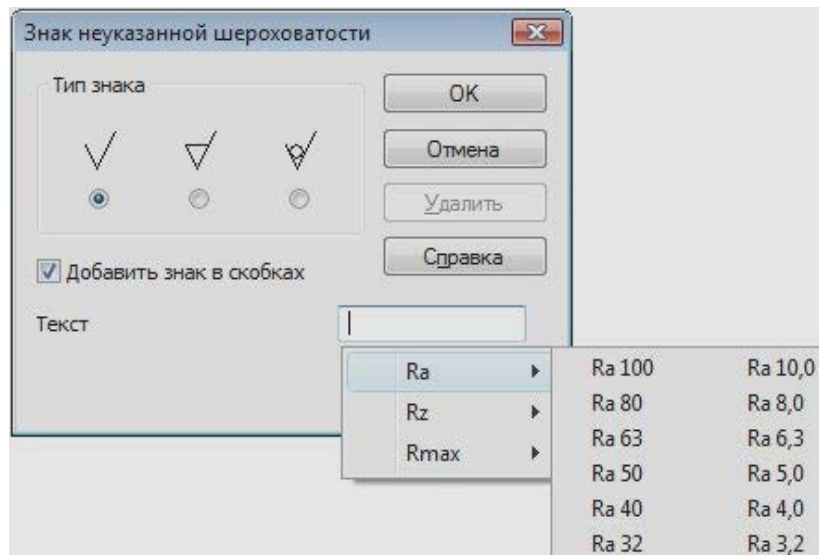


Рис. 2.26. Окно «Ввод неуказанной шероховатости»

В диалоговом окне «Знак неуказанной шероховатости» (рис. 2.26) находятся кнопки выбора типа знака, кнопка добавления знака в скобках, область ввода параметров шероховатости.

## 2.2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Лабораторная работа № 4. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ<sup>8</sup>

**Цель работы:** Получение навыков выполнения чертежа детали приемами модуля плоской графики КОМПАС-3D.



**Задание:** Создать рабочий чертеж детали «Крышка», содержащий изображение двух видов этой детали и выносного элемента (рис. 2.27).

#### Упражнение 1. Построение вида сверху

**Выполнить:**

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новый вид чертежа с масштабом 1 : 1.
- ✓ Начертить горизонтальный вид (вид сверху) детали «Крышка», руководствуясь рисунками 2.27...2.30 и пояснениями к ним.

#### Создание нового документа

1. Запустите КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж**, воспользовавшись командой меню **Файл – Создать – Лист** или выбрав из списка **Создать** , расположенного на Панели управления, пиктограмму **Чертеж** .

**Примечание:** По умолчанию система создает лист формата А4 с типом основной надписи «Чертеж конструкторский, первый лист». Изменить параметры документа можно с помощью команды **Сервис – Параметры первого листа – Формат**. В открывшемся окне из списка **Обозначение** выбирается стандартный формат и включается флажок горизонтального или вертикального расположения формата. После завершения выбора формата окно закрывается кнопкой **ОК**.

3. Запишите только что созданный документ в свою папку с помощью команды **Файл – Сохранить как** под именем «Крышка».

<sup>8</sup> Основана на работе п. 22 Списка литературы.

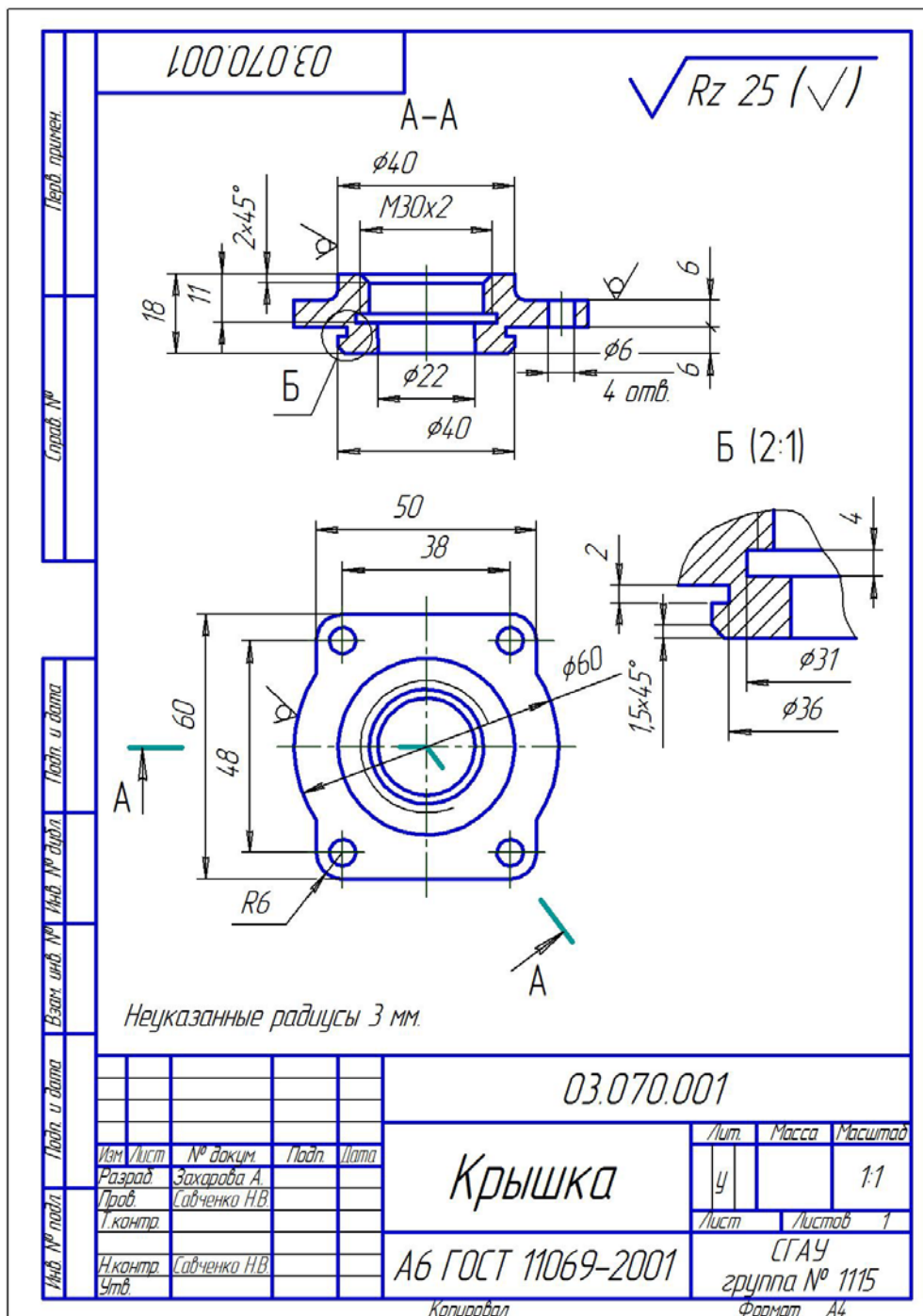


Рис. 2.27. Задание для построения чертежа.

### Создание нового вида

Чертеж детали включает в себя две ее проекции, расположенные в непосредственной проекционной связи.

Для размещения двух проекций детали можно воспользоваться системным видом 0, т.к. габариты детали позволяют разместить ее на чертеже формата А4. Однако, из соображений удобства компоновки чертежа (масштабирование, поворот, перенос) целесообразней каждое изображение дета-

ли размещать на отдельном виде. Следовательно, для создания чертежа детали потребуется, кроме системного вида 0, еще два вида с масштабом 1:1 и один вид с масштабом увеличения 2:1.

**Примечание:** Под видом в КОМПАС-График подразумевается любое изолированное изображение, а не проекция детали в строгом геометрическом толковании.

1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
2. В *Строке параметров* в соответствующей области задайте масштаб «1:1» и введите название вида «*Вид сверху*». Остальные параметры оставьте без изменений.
3. В *Строке сообщений* появится запрос «*Введите координаты точки привязки вида*», а на экране – изображение системы координат. Установите его мышью в нижней половине рабочей области чертежа (рис. 2.27) и зафиксируйте эту точку щелчком левой клавишей мыши (ЛКМ).

**Примечание:** Начало координат должно располагаться на пересечении осевых линий вида сверху (рис. 2.27).

### Построение предварительного контура

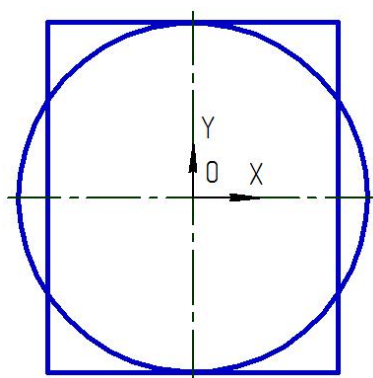




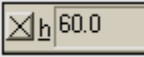
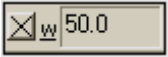



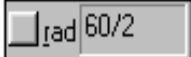



Рис. 2.28. Предварительный контур горизонтального вида детали

1. Постройте прямоугольник с размерами 60 x 50 мм:
  - С помощью кнопки **Увеличить масштаб рамкой**  на *Панели управления* увеличьте участок листа вокруг начала координат.
  - Щелчком на кнопке **Геометрия**  Инструментальной панели активизируйте соответствующую страницу этой панели.
  - Нажмите ЛКМ на кнопку **Прямоугольник**  и, удерживая ее, выберите пиктограмму **Прямоугольник по центру** .



- В *Строке параметров* установите следующие характеристики прямоугольника: текущего **стиль** линии – «*Основная*», **высота** прямоугольника – 60 мм , **ширина** – 50 мм .
  - В ответ на запрос системы «*Укажите центральную точку прямоугольника или введите ее координаты*» подведите курсор в точку начала координат и после срабатывания привязки «*Ближайшая точка*» зафиксируйте точку центра прямоугольника щелчком ЛКМ. Система построит прямоугольник с центром в начале координат.
  - Прервите команду построения прямоугольника .
2. Постройте окружность  $\varnothing$  60 мм с центром в точке начала координат:
- Включите кнопку **Окружность** .
  - В *Строке параметров* включите кнопку отрисовки **осей**  и в поле **Радиус окружности** введите его значение .
  - Подведите курсор с фантомом окружности к центру прямоугольника, после срабатывания привязки зафиксируйте ее.
  - Прервите команду построения окружности .

### Редактирование контура

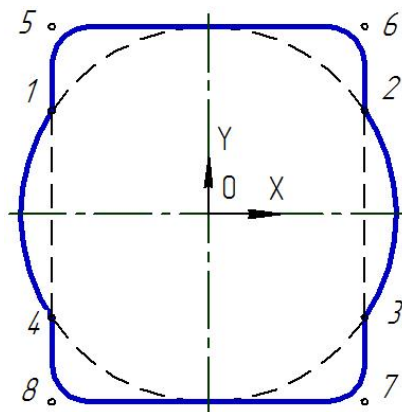






Рис. 2.29. Редактирование контура вида сверху

1. Удалите лишние линии на чертеже:




- Перейдите на страницу **Редактирование**  и активизируйте кнопку **Усечь кривую** .
- В ответ на запрос системы «*Укажите участок кривой, который нужно удалить*», щелкните мишенью  на лишних участках прямоугольника между точками 1-4, 2-4 и окружности 1-2, 3-4.






**Примечание:** При указании мишенью на удаляемые участки, они должны высветиться красным цветом.

- Завершите работу щелчком на кнопке **Прервать команду** .

2. Постройте скругление контура в точках 5, 6, 7,8 радиусом 6 мм:

- Вернитесь на страницу **Геометрия** , нажмите кнопку **Скругление**  и, удерживая ее, вызовите пиктограмму **Скругление на углах объекта** .

**Примечание:** Команда **Скругление** в данном случае не работает, т.к. оставшиеся участки прямоугольника являются макроэлементами.

- Раскройте список стандартных радиусов поля **Радиус скругления** и выберите из него значение 6 мм, включите режим построения **На всех углах контура** .
- В ответ на запрос системы «Укажите угол ломанной или контура для построения скругления», укажите мишенью  на верхний участок контура прямоугольника. Скругление построено в точках 5, 6, команда остается в активном состоянии.
- Аналогичным образом постройте скругление нижнего участка в точках 7,8.
- Завершите команду построения .

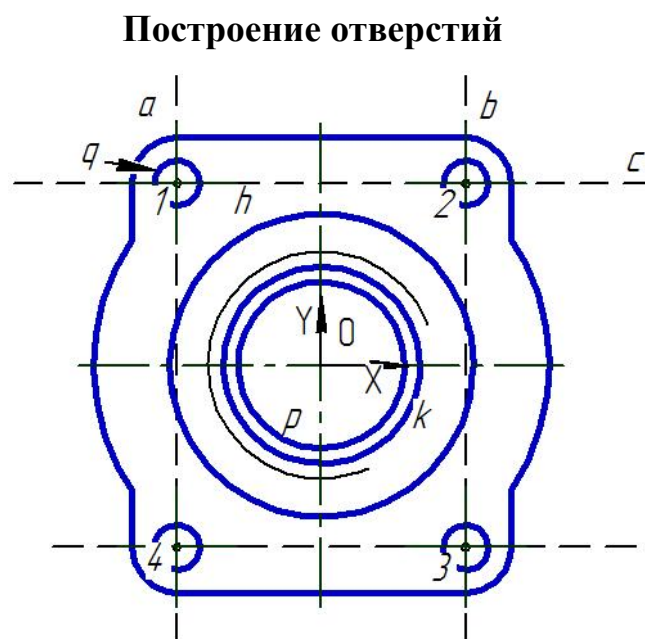








Рис. 2.30. Завершение построений «Вида сверху»




1. Постройте окружности  $h$  ( $\varnothing = 40$  мм),  $k$  ( $\varnothing = 26$  мм) и  $p$  ( $\varnothing = 22$  мм) с центрами в точке начала координат:

- Включите команду ввода **Окружности**  на странице **Геометрия** .
- Постройте окружность с центром в точке начала координат диаметром 40 мм без отрисовки осей .
- Аналогично постройте окружности диаметром 26 и 22 мм.


2. Постройте дугу диаметром окружности 30 мм:

- При необходимости с помощью команды **Изменить масштаб рамкой**  увеличьте часть чертежа вокруг окружности  $h$ .
- Активизируйте команду ввода **Дуги** .
- В качестве центра дуги, соответствующей линии резьбы, укажите точку начала координат. В *Строке параметров* в поле **Диаметр дуги** введите значение 30 мм, в качестве текущего стиля линии выберите стиль «Тонкая». Начальную и конечную точку дуги достаточно указать «на глаз» (рис. 30). Дуга должна составлять  $\frac{3}{4}$  окружности.
- Завершите команду построения .

3. Постройте четыре окружности  $\varnothing 6$  мм в точках 1, 2, 3, 4 (рис. 2.29):





- Вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и нажмите кнопку **Параллельная прямая** .
- В ответ на запрос системы «Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой» щелкните мишенью  на вертикальной осевой линии.
- Двойным щелчком мыши активизируйте поле **Расстояние до прямой** в *Строке параметров*. Введите значение смещения 19 мм  и зафиксируйте его нажатием на клавишу  $\langle \text{Enter} \rangle$ .


**Примечание:** Система предлагает два варианта параллельных прямых (текущий вариант – сплошная линия, второй вариант – пунктир). Необходимый вам вариант можно сделать текущим, щелкнув на нем левой клавишей мыши.

- Щелкните дважды на кнопке **Создать объект**  на *Панели специального управления*. Система построит оба варианта вспомогательных прямых (прямые  $a$  и  $b$ ).
- Аналогичным образом постройте прямые  $c$  и  $d$  (смещение 24 мм).

- Нажмите на кнопку **Прервать команду** .

Полученные точки на пересечении вспомогательных прямых будут искомыми точками центров отверстий.

- Активизируйте команду **Ввод окружности** .
- В *Строке параметров* измените текущий стиль линии на «Основная», включите прорисовку осей , в поле **Диаметр окружности** введите значение 6 мм, включите команду **Запомнить состояние** .
- В качестве центра окружности с помощью привязки «Ближайшая точка» выберите поочередно точки 1, 2, 3, 4.
- Завершите работу команды построения окружности нажатием на кнопку **Прервать команду** .
- Удалите вспомогательные прямые с помощью команды меню **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

4. Запишите полученное изображение с помощью команды **Сохранить**. .

## **Упражнение 2. Построение фронтального разреза**

### Выполнить:

- ✓ Создать новый вид с масштабом 1 : 1.
- ✓ Начертить фронтальный разрез А-А детали «Крышка» (рис. 2.27), руководствуясь при построении рисунками 2.31...2.39 и пояснениями к ним.

### **Создание нового вида**

1. Создайте вид № 2, выполнив команду **Вставка – Вид с масштабом 1:1** под именем «Разрез А-А».
2. Включите глобальную привязку «Выравнивание». В ответ на запрос системы «Введите координаты точки привязки вида» подведите курсор с фантомом начала координат вида № 2 к началу координат вида № 1. После того, как сработает привязка «Ближайшая точка» и значок системы координат совпадет с началом координат вида № 1, передвиньте его чуть выше, так, чтобы разрез «А-А» располагался над «Видом сверху» без нарушения проекционной связи. Зафиксируйте начало координат вида №2 клавишей <Enter> или ЛКМ.

## Построение вспомогательных прямых

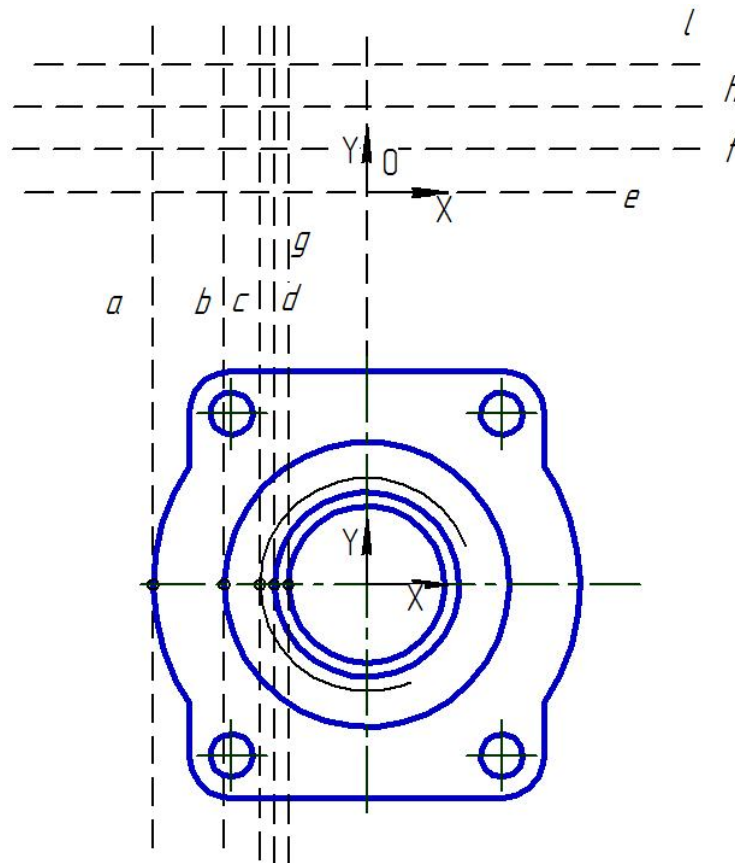







Рис 2.31. Вспомогательные прямые для построения разреза

1. Постройте вертикальные вспомогательные прямые  $a, b, c, d, g$ , проходящие через точки пересечения контура «Вида сверху» с горизонтальной осью симметрии:
  - Вызовите Панель расширенных команд построения вспомогательных прямых и включите кнопку **Вертикальная прямая** .
  - В ответ на запрос системы «Укажите точку вспомогательной прямой...», последовательно подведите курсор к соответствующим точкам пересечения. После срабатывания привязки, зафиксируйте ее.
  - После построения необходимых прямых, прервите команду, нажав на клавишу .
2. Постройте горизонтальные вспомогательные прямые  $e, f, h, l$ , ориентируясь на рис. 2.27 и 2.31, ведя отсчет от новой системы координат:
  - Включите кнопку **Ввод вспомогательной горизонтальной прямой** .
  - Зафиксируйте прямую  $e$  в начале координат.
  - Активизируйте поле **Точка на прямой** в *Строке параметров* и введите значение 6 мм по оси Y .

3. Аналогичным образом постройте прямые  $h, l$ . (расстояния до прямых от начала координат – 12 и 18 мм).
4. Нажмите клавишу **Прервать команду** .

### Построение контура левой стороны разреза

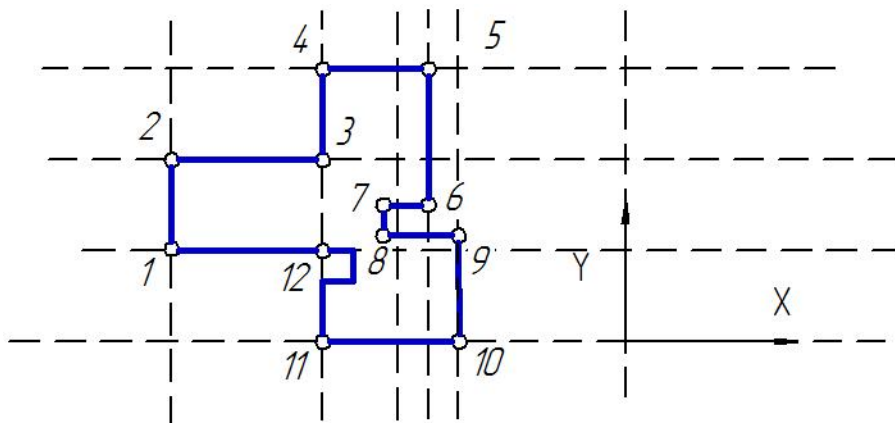








Рис.2.32. Левая сторона разреза. Предварительный контур

- Постройте предварительный контур левой стороны разреза (рис. 2.32):
  - Увеличьте с помощью команды **Увеличить рамкой**  зону левой стороны разреза.
  - Включите команду **Непрерывный ввод объекта** , тип линии – **Основная**.
  - С помощью привязки «Пересечение» постройте верхнюю часть контура (узлы 1 – 5), последовательно подводя курсор к соответствующим точкам пересечения вспомогательных прямых и фиксируя их левой клавишей мыши. Не прерывая ввод объекта, перейдите к построению следующих узлов.
  - Для построения узлов 6 – 9 необходимо последовательно вводить соответствующие координаты в *Строку параметров*:
 

точка №6 – $x = -13, y = 11$	точка №8 – $x = -15,5, y = 7$
точка №7 – $x = -15,5, y = 11$	точка №9 – $x = -11, y = 7$ .
  - Далее точки 10-12 постройте с помощью привязки «Пересечение».
  - Замкните контур , включите кнопку **Создать объект** , .

2. Постройте тонкую линию резьбы:

- Включите кнопку **Ввод отрезка** .
- В поле **Тип линий** выберите «Тонкая».
- Система запросит первую и последнюю точки отрезка. Укажите точки 14 и 15 (рис. 2.33).

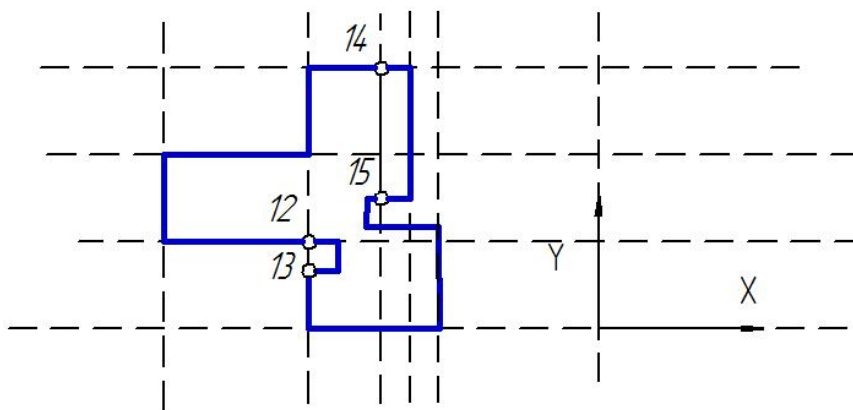

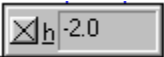
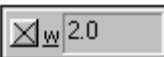





Рис. 2.33. Левая сторона разреза. Детализация


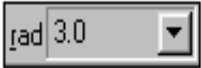
3. Постройте канавку под уплотнительное кольцо (рис. 2.33). Диаметр проточки 36 мм, ширина – 2 мм (см. рис. 2.27):

- Активизируйте команду **Ввод прямоугольника**  на Панели расширенных команд ввода многоугольников, тип линии – **Основная**.
- В ответ на запрос системы «Укажите первую угловую точку прямоугольника» поместите курсор в точку 12 и после срабатывания глобальной привязки «Пересечение», зафиксируйте точку.
- Активизируйте поле **Высота прямоугольника** в Строке параметров, введите значение высоты -2 мм  и нажмите клавишу «Enter».
- Аналогичным образом в поле **Ширина прямоугольника** введите значение 2 мм (глубина проточки) . Система построит заданный прямоугольник.
- Участок построенного прямоугольника между точками 12 и 13 лишний. Удалите его с помощью кнопки **Усечь кривую**  на Инструментальной панели **Редактирование** .
- В ответ на запрос системы «Укажите участок кривой, который нужно удалить», щелкните мышью на лишнем участке прямоугольника 12-13.

**Примечание:** Данную линию придется удалять дважды, т.к. в этом месте чертежа произошло наложение друг на друга двух линий – стороны прямоугольника и участка контура детали.

- Прервите команду, нажав на кнопку .
- После построения канавки ранее использованный вспомогательные прямые не нужны. Удалите их с помощью команды меню **Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**.

4. Постройте скругление в точке 3 радиусом 3 мм (рис. 2.34):

- Нажмите кнопку **Скругление** .
- Раскройте список стандартных радиусов поля **Радиус скругления**  и выберите из него значение 3.
- В ответ на запрос системы «Укажите первую кривую для построения скругления» укажите курсором на отрезок 2-3.

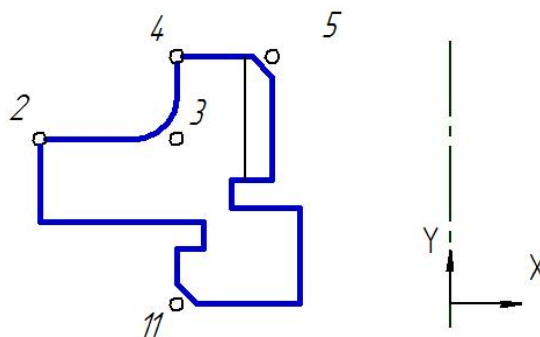


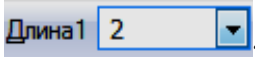





Рис. 2.34. Левая сторона разреза. Снятие фаски, скругление

- В ответ на запрос системы «Укажите вторую кривую для построения скругления» укажите отрезок 3-4. Скругление построено. Прервите команду, нажав на кнопку .

5. Постройте фаски в точках 5 и 11 (рис. 2.34).

- Нажмите кнопку **Фаска** .
- Активизируйте поле **Длина фаски на первом объекте** и введите значение 2 мм .
- В ответ на запрос системы «Укажите первую кривую для построения фаски» укажите мишенью на отрезок 4-5, ближе к точке 6.
- В ответ на запрос системы «Укажите вторую кривую для построения фаски» укажите мишенью на отрезок 5-6. Фаска построена. Команда осталась в активном состоянии.
- Аналогично постройте фаску в точке 11 и прервите команду .

6. Постройте ось симметрии детали с помощью команды **Осевая линия по двум точкам** , расположенной на странице **Обозначения**  (рис. 2.34).



## Построение правой части разреза

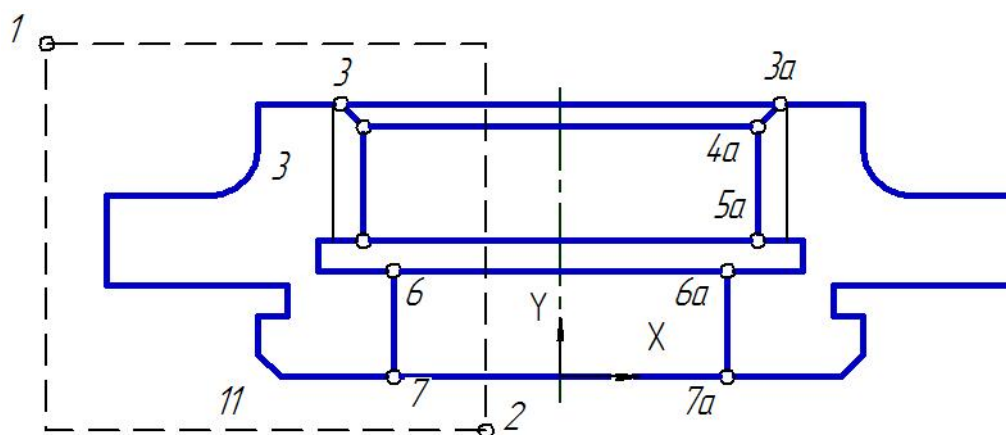












Рис. 2.35. Построение зеркального отражения

1. Выделите левую часть разреза в группу объектов:
  - Выполните команду меню **Выделить – Рамкой**.
  - В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки» укажите мишенью приблизительно в точке 1 (рис. 2.35).
  - В ответ на запрос системы «Укажите конечную точку прямоугольной рамки» щелкните мышью в точке 2.
  - Завершите работу команды щелчком на кнопке .
2. Постройте правую половину разреза:
  - Нажмите кнопки **Симметрия**  на странице **Редактирование**  и кнопку **Выбор базового объекта**  на *Панели специального управления*.
  - В *Строке параметров* выберите режим **Исходный объект оставить** .
  - Укажите мишенью на вертикальную ось симметрии в любой ее точке. Система выполнит построение зеркального отражения левой части разреза.
  - Прекратите работу команды ,  и снимите выделение с исходных объектов, щелкнув мышью в любой точке экрана.
3. Постройте центральную часть разреза.
  - Перейдите на страницу **Геометрия**  и включите кнопку **Построение отрезка** , тип линии – «Основная».
  - Проведите отрезки 3-3а, 4-4а и т.д., используя привязку «Ближайшая точка».
  - Прервите команду .

4. Проведите вспомогательные прямые линии, необходимые для построения ломаного разреза (рис. 2.36):

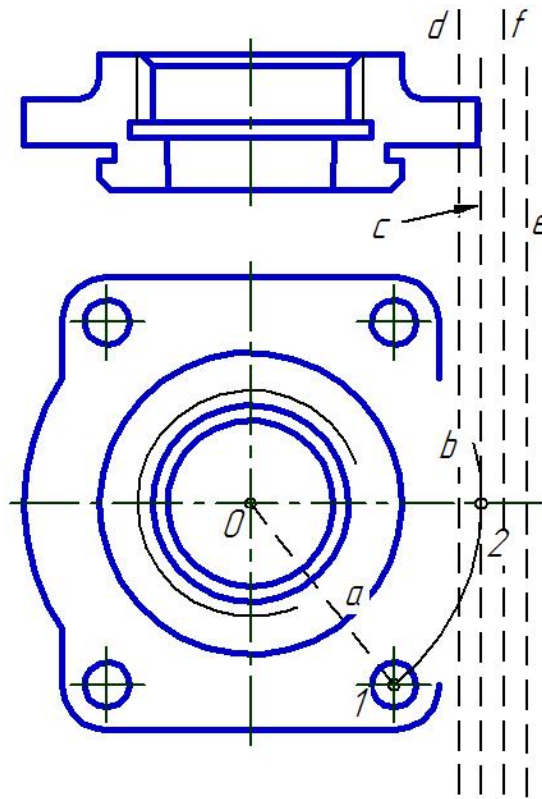





Рис. 2.36. Вспомогательные линии для построения правой стороны ломаного разреза

- Соедините отрезком вспомогательной прямой  $a$  центр (точка  $O$ ) «Вида сверху» с центром малой окружности, используя привязки «Ближайшая точка».
- Включите кнопку **Ввод дуги**  тип линии – «Вспомогательная».
- В ответ на запрос системы «Укажите точку центра дуги» щелкните мышью в точке  $O$ .
- В ответ на запрос системы «Укажите первую точку дуги» укажите мишенью точку 1 и проведите дугу до пересечения с горизонтальной осью в точке 2. Зафиксируйте ее.
- Включите кнопку **Вертикальная вспомогательная прямая**  на странице **Геометрия** и проведите вспомогательную прямую  $c$  через точку 2 с помощью привязки «Пересечение».
- Используя прямую  $c$ , проведите **Вспомогательные параллельные прямые**   $d$  и  $f$  на расстоянии 3 мм справа и слева от нее, а также прямую  $e$  на расстоянии 6 мм.

5. Откорректируйте разрез А-А (рис. 2.37):

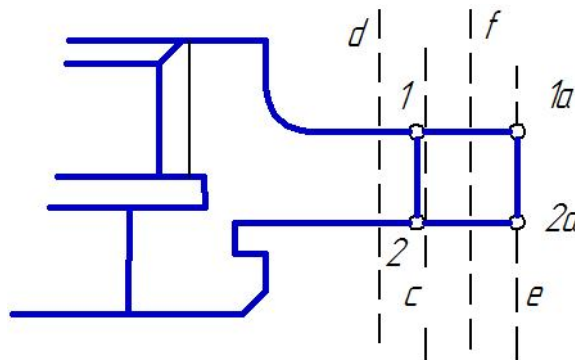





Рис. 2.37. Редактирование ломаного разреза

- Включите кнопку **Деформирование сдвигом**  на странице **Редактирование**  Инструментальной панели.
  - Сформируйте рамку деформации, включив в нее узлы 1 и 2.
  - В ответ на запрос системы «Укажите базовую точку сдвига ...» щелкните мышью в точке 1, а в качестве нового положения базовой точки выберите точку 1а.
  - Прервите команду построения .
6. Постройте отверстие (рис. 2.38):

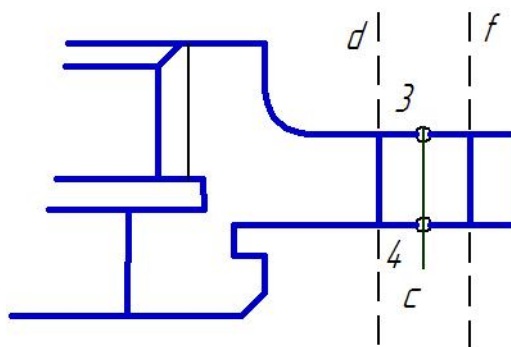





Рис. 2.38. Построение разреза отверстия

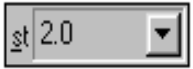
- С помощью команды **Ввод отрезка**  постройте отрезки, составляющие изображения отверстия.
- Выберите тип линии – «Осевая» и проведите отрезок 3-4, притягивая курсор к вспомогательной прямой с помощью привязки «Точка на кривой».


### Штриховка разреза А-А

1. Заштрихуйте область разреза (рис. 2.39).

- Включите кнопку **Штриховка** , расположенную на странице **Геометрия** .

- В ответ на запрос системы «Укажите точку внутри области», последовательно щелкните в областях 1, 2, 3.
- Активизируйте поле **Шаг штриховки** и введите значение шага 2 мм



- Завершите работу команды щелчком на клавише .
- Удалите вспомогательные прямые (**Редактор – Удалить – Вспомогательные прямые и точки – В текущем виде**).

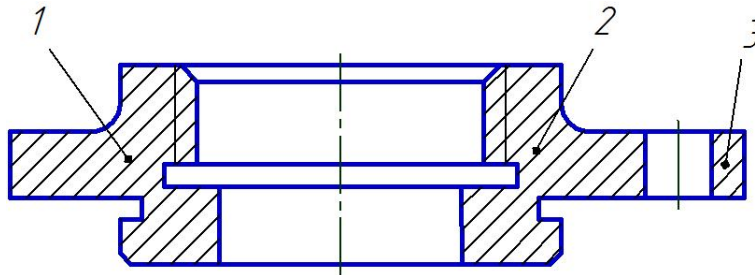


Рис. 2.39. Штрихование разреза

2. Запишите полученное изображение .

### Упражнение 3. Построение выносного элемента



#### Выполнить:


- ✓ Создайте новый вид с масштабом 2 : 1.
- ✓ Начертите выносной элемент Б детали «Крышка» (рис. 2.27), руководствуясь при построении рисунками 40...42 и пояснениями к ним.

#### Создание нового вида

1. Создайте вид № 3, выполнив команду **Вставка – Вид с масштабом 2:1** под именем «*Выносной элемент Б*».
2. В ответ на запрос системы «Введите координаты точки привязки вида» поставьте курсор в свободном месте чертежа справа от «Вида сверху». Зафиксируйте начало координат вида №3 клавишей <Enter>.

#### Копирование фрагмента в буфер обмена

1. Выделите в группу фрагмент разреза (рис. 2.40).
  - Перейдите в Вид №2.
  - Активизируйте Инструментальную панель **Выделение** .
  - Выберите команду **Выделить текущей рамкой** .

- В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку прямоугольной рамки», щелкните мышью в точке 1, в качестве конечной точки рамки выберите точку 2.
- Прервите работу команды кнопкой .

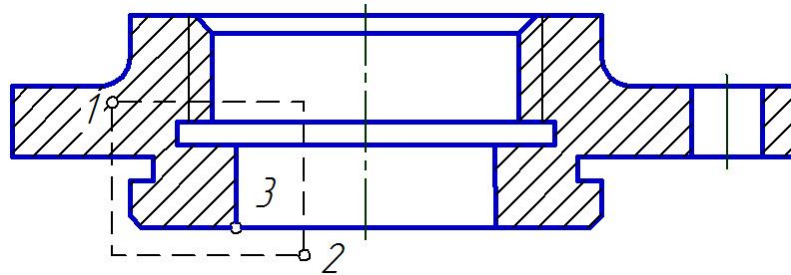


Рис. 2.40. Выделение фрагмента разреза

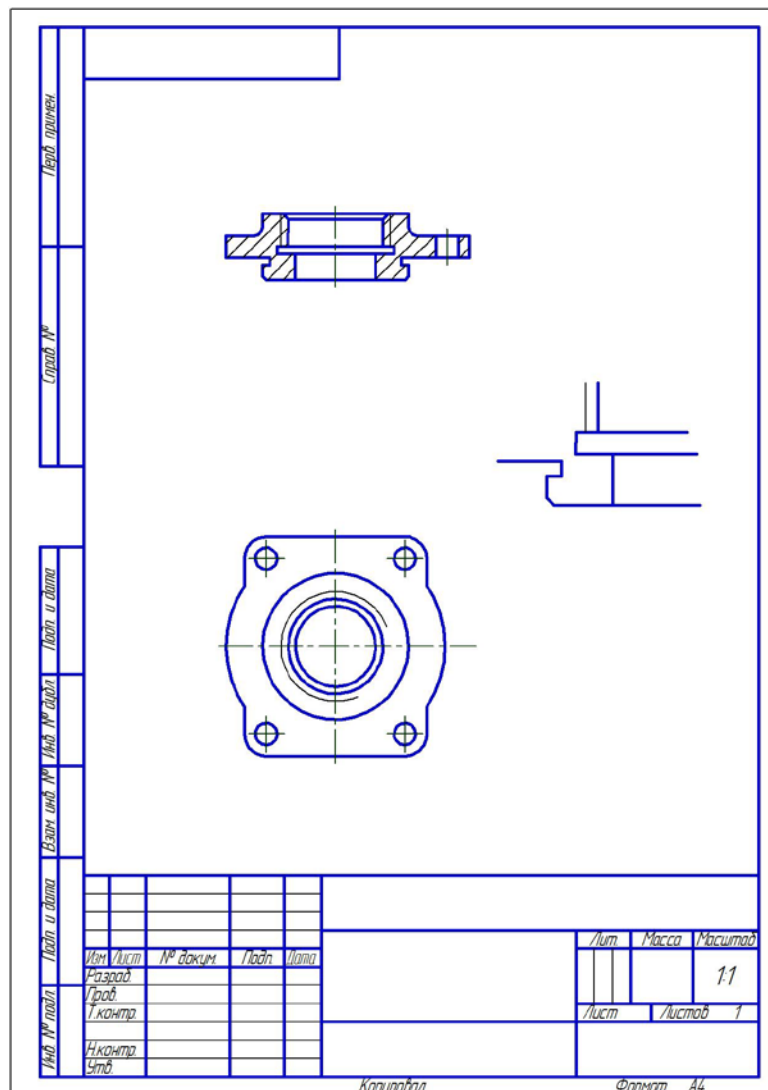





Рис. 2.41. Копирование части фронтального разреза

2. Скопируйте выделенный фрагмент разреза в буфер обмена.

- Включите пиктограмму **Копирование в буфер обмена**  на Панели управления.
- На вопрос системы «Укажите положение базовой точки» щелкните мышью в узле 3.

3. Вставьте фрагмент из буфера обмена в вид «Выносной элемент Б» (рис. 2.41).

- Щелчком на пиктограмме **Вставить из буфера**  на Панели управления выведите изображение выносного элемента из буфера обмена в текущий вид.
- Укажите положение базовой точки объектов в свободном месте чертежа.
- Прервите выполнение команды щелчком на кнопке .
- Щелчком ЛКМ выделите штриховку и удалите ее клавишей <Del>.

### Редактирование выносного элемента

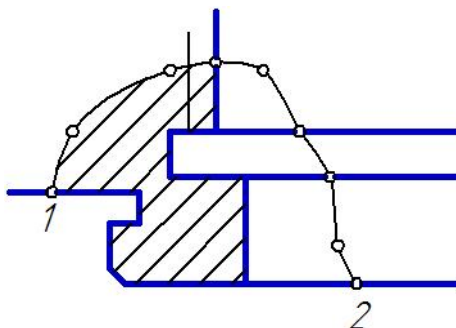












Рис. 2.42. Завершение построения выносного элемента

1. Постройте линию ограничения выносного элемента (рис. 42).

- Включите кнопку команды **Ввод кривой Безье**  на странице Геометрические построения .
- В *Строке параметров* переключите стиль линии на «Линию обрыва».
- Начальную и конечную точки кривой зафиксируйте с помощью привязки «Точка на кривой», подведя курсор к узлам 1 и 2. Промежуточные точки выберите произвольно.
- Создайте объект, нажав на кнопку  и прервите работу команды .


2. Удалите лишние части линий с помощью команды **Усечь кривую**  на странице **Редактирования** , указывая на них курсором.
3. Выполните штриховку области выносного элемента с помощью команды **Штриховка**  на странице **Геометрические построения** . Шаг штриховки 2 мм .
4. Запишите полученное изображение в архивный файл с помощью команды **Сохранить** .



#### *Упражнение 4. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа*

Выполнить:


- ✓ Проставить размеры на чертеже в соответствии с рис. 2.27.
- ✓ Проставить шероховатость поверхности детали.
- ✓ Ввести технические требования.
- ✓ Заполнить основную надпись.
- ✓ Записать готовый чертеж детали в архив.

#### **Простановка размеров**

На странице **Размеры**  Инструментальной панели расположены кнопки вызова команд простановки размеров, каждая из которых содержит Панель расширенных команд с дополнительными вариантами простановки размеров. По умолчанию система автоматически вписывает в размерную надпись значения качества и предельных отклонений. Т.к. для выполнения нашего чертежа это не требуется, выполните следующие команды:

- **Сервис – Параметры – вкладка Новые документы – Графический документ – Размеры.**
  - В окне «*Параметры допусков и предельных значений*» погасите флажки **Квалитет** и **Отклонение**.
  - Щелчком на кнопке **ОК** закройте диалоговое окно.
1. Проставьте линейные размеры на «Главном виде».
    - Включите Вид № 2, выбрав его из списка на Панели текущего состояния.
    - Включите кнопку **Линейные размеры**  на странице **Размеры**  Инструментальной панели.



- Задайте ориентацию размера, включив кнопку **Горизонтальный**  в *Строке параметров*.

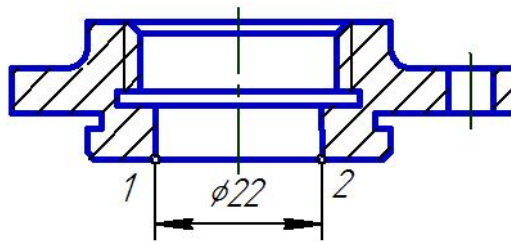



Рис. 2.43. Простановка линейных размеров.

- Укажите точки 1 и 2.
- Щелкните левой клавишей мыши в поле **Текст**  в *Строке параметров*. В Диалоговом окне «Задание размерной надписи» включите кнопку значка диаметр в группе «Символ»
- Щелчком на кнопке **ОК** закройте диалоговое окно.
- Задайте положение размерной линии и размерной надписи так, как показано на рис. 2.43.

**Примечание:** Первая размерная линия должна находиться на расстоянии 10 мм от контура изображения, а минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм.

- Самостоятельно проставьте оставшиеся линейные размеры.
2. Проставьте диаметральные размеры на «Виде сверху» (рис. 2.44):

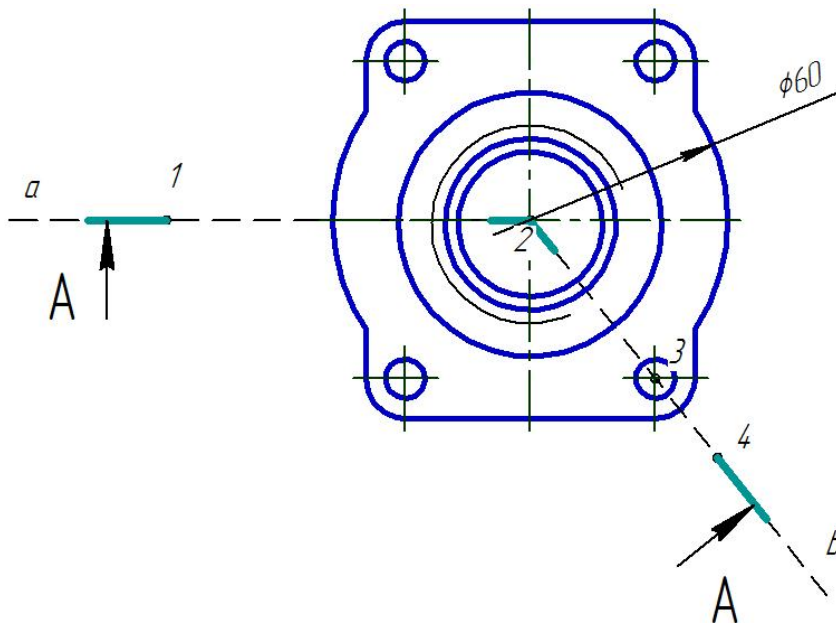













Рис. 2.44. Простановка диаметральных размеров

- Перейдите в Вид №1.

- Включите кнопку **Диаметральный размер** .
- В ответ на запрос системы «Укажите окружность или дугу для построения размера» щелкните мышью в любой точке окружности *a*.
- В *Строке сообщений* перейдите на вкладку «Параметры». Из списка «Размещение текста» выберите **Ручное**.
- На вкладке «Размер» выберите тип размерной линии – **с обрывом** .
- Задайте положение размерной надписи как показано на рис. 2.44.
- Проставьте оставшиеся размеры.

### Обозначение ломаного разреза и выносного элемента. Работа с текстом

1. Обозначьте ломаный разрез «А-А» (рис. 2.44).
  - Постройте вспомогательные линии *a* и *b*.
  - Включите кнопку **Линия разреза**  на странице **Обозначения**  Инструментальной панели.
  - В ответ на запрос системы «Укажите начальную точку линии разреза» укажите точку 1 на прямой *a*.
  - На *Панели специального управления* включите кнопку построения сложного разреза .
  - В ответ на запрос системы «Укажите точку перегиба или конечную точку линии разреза» щелкните в начале координат (точка 2) вида сверху.
  - Укажите конечную точку линии разреза в центре отверстия – точку 3.
  - Отключите построение сложного разреза .
  - Перемещая курсор с фантомом стрелок разреза, добейтесь того, чтобы они были направлены так, как показано на рис. 2.44. Щелчком ЛКМ зафиксируйте их.
  - Прервите команду построения .
  - Отредактируйте положение правой части линии сечения. Для этого выделите ее двойным щелчком ЛКМ. На *Панели специального управления* включите команду **Редактировать точки** . Передвиньте точку начала секущей плоскости из точки 3 в точку 4 и создайте объект , .
2. Проставьте обозначение выносного элемента (рис. 2.45):
  - Перейдите в Вид №2.

- Включите команду построения **Выносной элемент** .
- В *Строке параметров* введите диаметр – 10 мм.

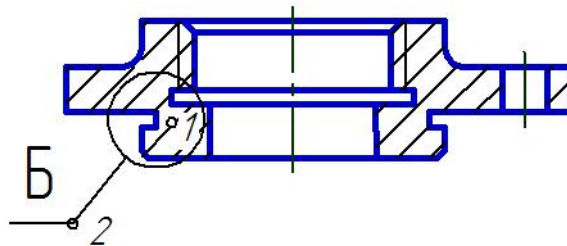







Рис. 2.45. Обозначение выносного элемента





- Активизируйте щелчком мыши область **Ввод текста** и в открывшемся окне введите обозначение выносного элемента «Б».
  - В ответ на запрос системы «Укажите точку размещения контура» укажите точку 1.
  - В ответ на запрос системы «Укажите положение выносной линии» щелкните в точке 2.
  - Щелкните на кнопке **Создать объект**  на *Панели специального управления* и завершите работу команды нажатием на клавишу .
3. Напишите наименование разреза «А-А» и выносного элемента «Б» на соответствующих видах (рис. 2.27).

- Нажмите кнопку **Ввод текста**  на странице **Обозначения** .
- В ответ на запрос системы «Укажите точку привязки или введите ее координаты» щелкните курсором над изображением разреза.
- В графе **Номер шрифта** выберите шрифт № 7.
- Введите название разреза «А-А».
- Зафиксируйте введенное название кнопкой **Создать объект**.
- Перейдите в Вид №3 и повторите операцию для выносного элемента.
- Прервите команду клавишей .

### Простановка значений шероховатости


После простановки размеров на чертеже обозначают шероховатость поверхности детали.

1. Проставьте значения шероховатости на чертеже (рис. 2.27).  
Включите Вид № 1.

- Нажмите кнопку **Шероховатость**  на странице **Обозначения**  Инструментальной панели.
  - В *Строке параметров* выберите кнопку **Без удаления слоя материала** .
  - В ответ на запрос системы: «Укажите поверхность для простановки шероховатости» щелкните мишенью в любой точке контура детали на виде сверху.
  - Перемещая с помощью мыши фантом значка шероховатости, установите его так, как показано на рис. 2.27 и щелчком мыши зафиксируйте его.
  - Перейдите в Вид № 2 и аналогичным образом проставьте остальные значки шероховатости.
2. Проставьте значения неуказанной шероховатости.
- Перейдите в системный Вид 0.
  - Выполните команду меню **Вставка – Неуказанная шероховатость – Ввод...**
  - В диалоговом окне «Знак неуказанной шероховатости» включите кнопку значка  и флажок **Добавить знак в скобках**. Активизируйте двойным щелчком ЛКМ поле **Текст** и выберите из перечня R<sub>z</sub>25. Нажав кнопку **ОК**, закройте диалоговое окно. Система автоматически расположит значение неуказанной шероховатости в правом верхнем углу чертежа.

### Ввод технических требований

На последней стадии разработки чертежа детали записываются необходимые технические указания (технические условия на материал, вид термообработки, покрытия и т.д.) и заполняется основная надпись, где указываются сведения о материале, масштаб, выходные данные чертежа и другие необходимые сведения. Форма основной надписи и ее заполнение должно соответствовать ГОСТ 2.104 – 2006.



- Выполните команду меню **Вставка – Технические требования – Ввод**.
- Введите текст технических требований (см. рис. 2.26).
- Закройте окно технических требований . На вопрос о сохранении


изменений в чертеже ответьте утвердительно. Система автоматически разместит технические требования на чертеже.

**Примечание:** Удалить технические требования можно выполнив команду меню **Редактор – Удалить – Технические требования**.




### Заполнение основной надписи

1. Активизируйте основную надпись.


- Выполните команду **Вставка – Основная надпись** или щелкните на ней два раза в любой точке.
- Увеличьте штамп во весь экран с помощью команды **Изменить масштаб рамкой** .
- Для заполнения любой ячейки основной надписи сделайте ее текущей щелчком мыши на ней и введите текст в соответствии с рис. 2.26.
- Графу «Материалы» можно заполнить двумя способами: двойным щелчком в области «Материалы» вызвать **Справочник материалов** или в **Строке параметров** на вкладке «Вставка» включить команду **Вставить текстовый шаблон** . Выберите **Материалы – Цветные металлы – Алюминий и сплавы**. В списке подберите необходимую марку материала и двойным щелчком по ней завершите команду.


2. Сохраните чертеж .


### Вывод документа на печать

Перед выводом документа на печать необходимо на Панели «Стандартная» включить режим предварительного просмотра . При этом на экране в появившемся окне просмотра появляется выводимый на печать документ. Окно при этом условно разделено пунктирными линиями на один или несколько листов заданного формата. Кнопками  и  можно поворачивать документ. Для того, чтобы вывести чертеж на печать в требуемом масштабе необходимо выполнить команду меню **Сервис – Подогнать масштаб**. В открывшемся окне необходимо сравнить по величине параметры полей «Количество страниц по горизонтали / вертикали», выбрать поле

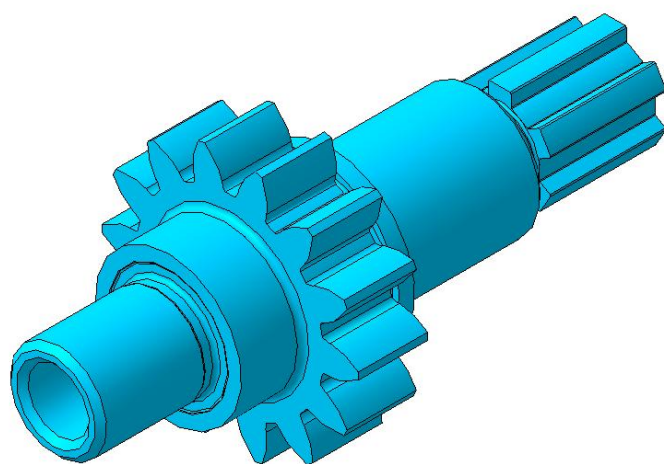
с большим значением, ввести в него число 1 и закрыть окно, нажав на кнопку **ОК**. Система автоматически изменит масштаб документа.

Если требуется вывести на печать только изображение, без основной надписи, то на панели «*Стандартная*» необходимо включить команду **Фильтры**  и в окне «*Установка вывода на печать*» убрать флажок **Элементы листа**.

После нажатия кнопки **Печать**  документ будет выведен на бумажный носитель.

Выйти из режима просмотра можно с помощью пиктограммы **Закончить просмотр** .

*Часть 3.*  
*Работа с прикладными*  
*библиотеками КОМПАС-3D*





### 3.1. ЛАБОРАТРОНЫЙ ПРАКТИКУМ

*Лабораторная работа №5.*

#### РАБОТА С КОНСТРУКТОРСКОЙ БИБЛИОТЕКОЙ КРЕПЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Цель работы:** Освоение приемов работы с прикладной библиотекой КОМПАС-3D стандартных изделий и конструктивных элементов «Конструкторская библиотека».

##### ***Резьба. Основные параметры***

Резьбовые соединения являются одним из наиболее распространенных видов разъемных соединений. К ним относятся соединения с помощью стандартных крепежных элементов (болта, гайки, шайбы, шпильки, винта) и соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием двух деталей между собой (рис. 3.1). Выбор того или иного вида соединения зависит от требований, предъявляемых к нему, и конструкции соединяемых деталей. Резьбовые соединения обеспечивают надежность соединения деталей, удобство сборки и разборки.

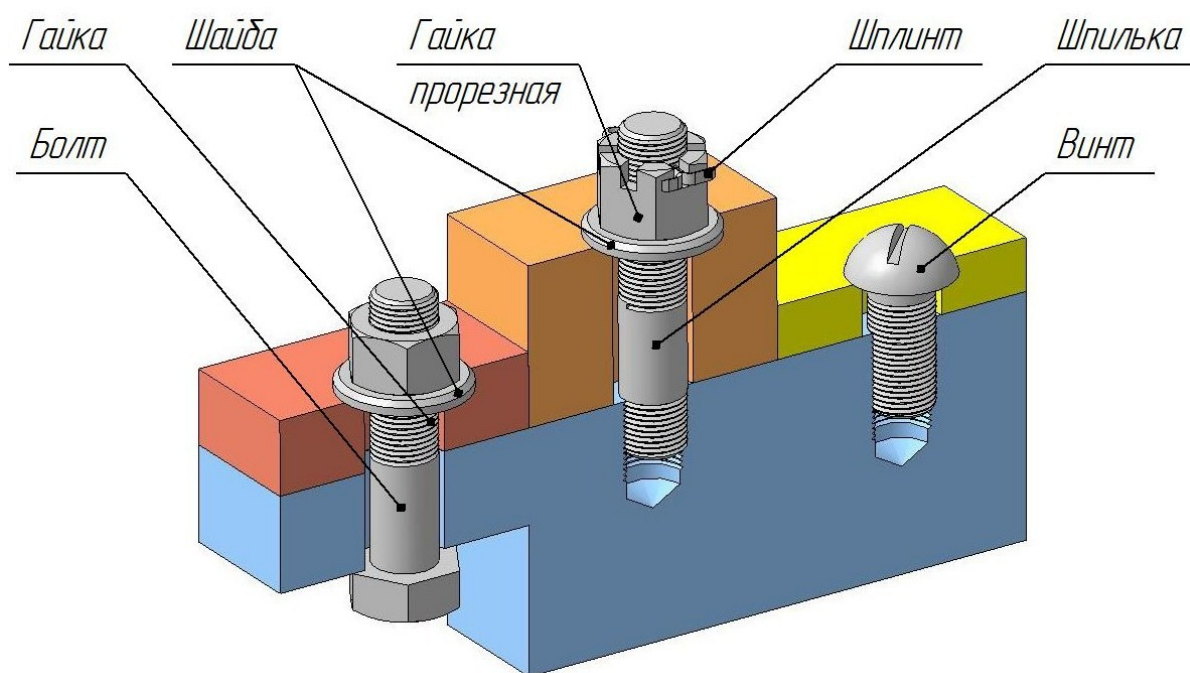


Рис. 3.1. Резьбовые соединения

***Резьбой*** называется поверхность, образованная винтовым движением плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Резьба может быть нарезана на наружной или внутренней поверхности детали.

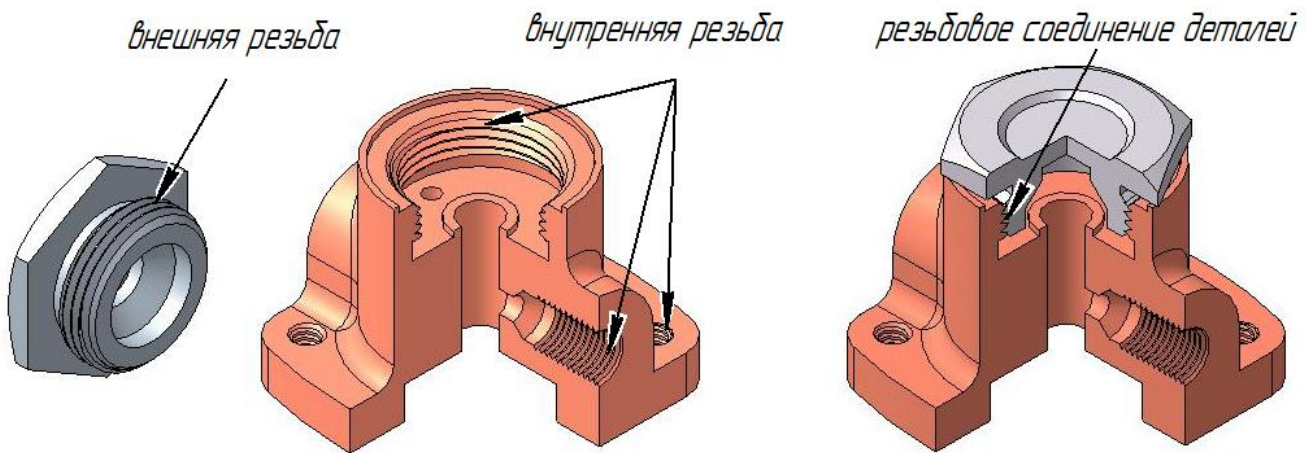


Рис. 3.2. Внешняя и внутренняя резьба

Контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось, называется *профилем резьбы*.

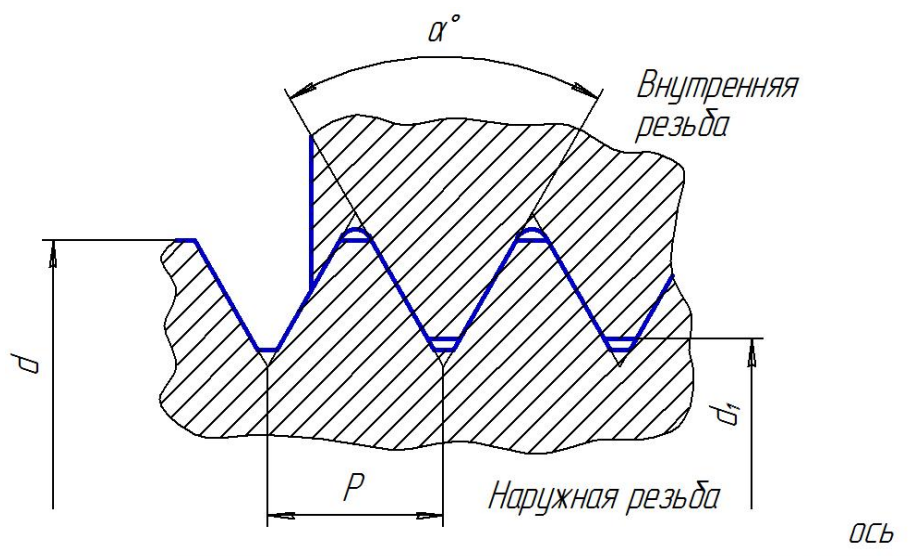


Рис. 3.3. Профиль резьбы

Основные параметры резьбы:

- – *угол профиля резьбы*;
- $d$  – *наружный диаметр резьбы* (номинальный диаметр);
- $d_1$  – *внутренний диаметр резьбы*;
- $P$  – *шаг резьбы* – расстояние между соседними одноименными точками профиля резьбы, измеренное параллельно оси.
- $t$  – *ход резьбы* – расстояние на которое переместится вдоль оси точка профиля резьбы за один оборот.

В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага на число заходов  $t = n P$ , где  $n$  – число заходов.

## Изображение резьбы

**Внешняя резьба** на чертеже по внешнему диаметру стержня изображается сплошными основными линиями и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 3.4). На изображениях торца стержня или поперечных сечениях по внутреннему диаметру резьбы проводится тонкой линией дуга  $\frac{3}{4}$  окружности.

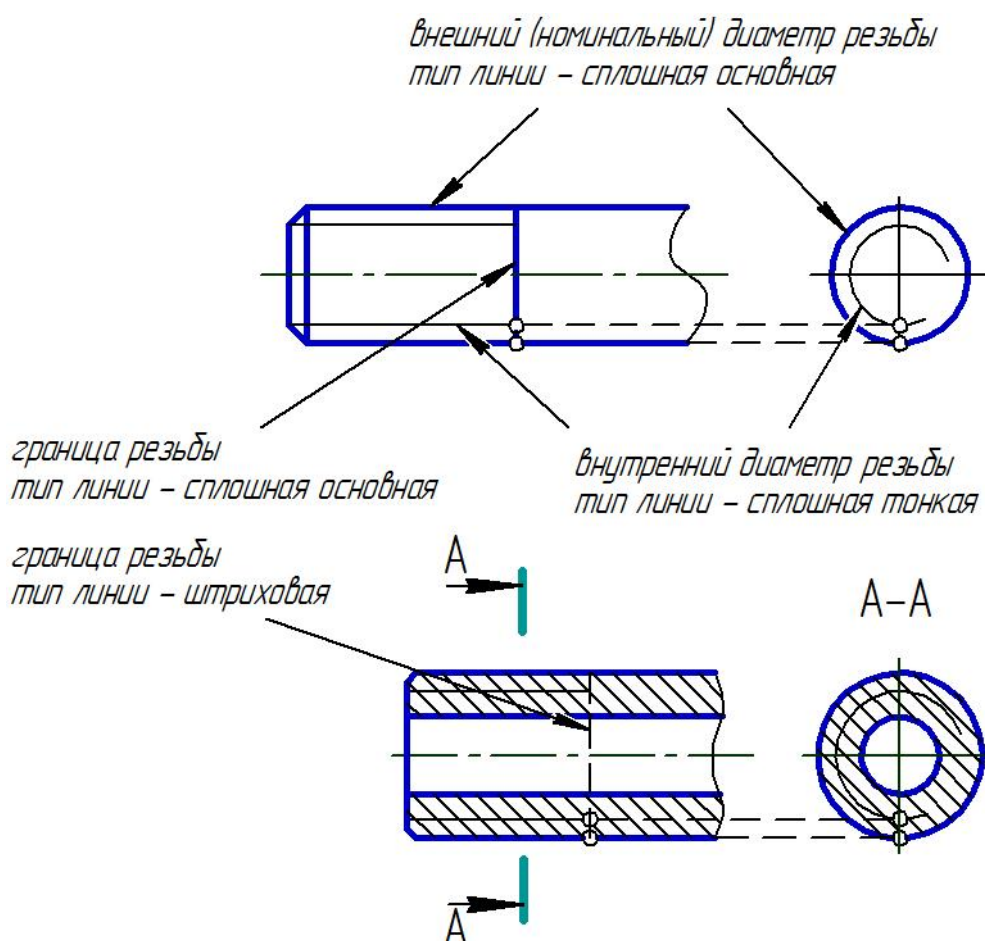


Рис. 3.4. Изображение внешней резьбы

**Внутренняя резьба** на продольных разрезах изображается основной линией по внутреннему диаметру резьбы и сплошной тонкой – по внешнему (рис. 3.5).

Линия границы внешней и внутренней резьбы изображается сплошной основной линией.

Линии штриховки разрезов и сечений доводят до контурных линий – до линии наружного диаметра на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии.

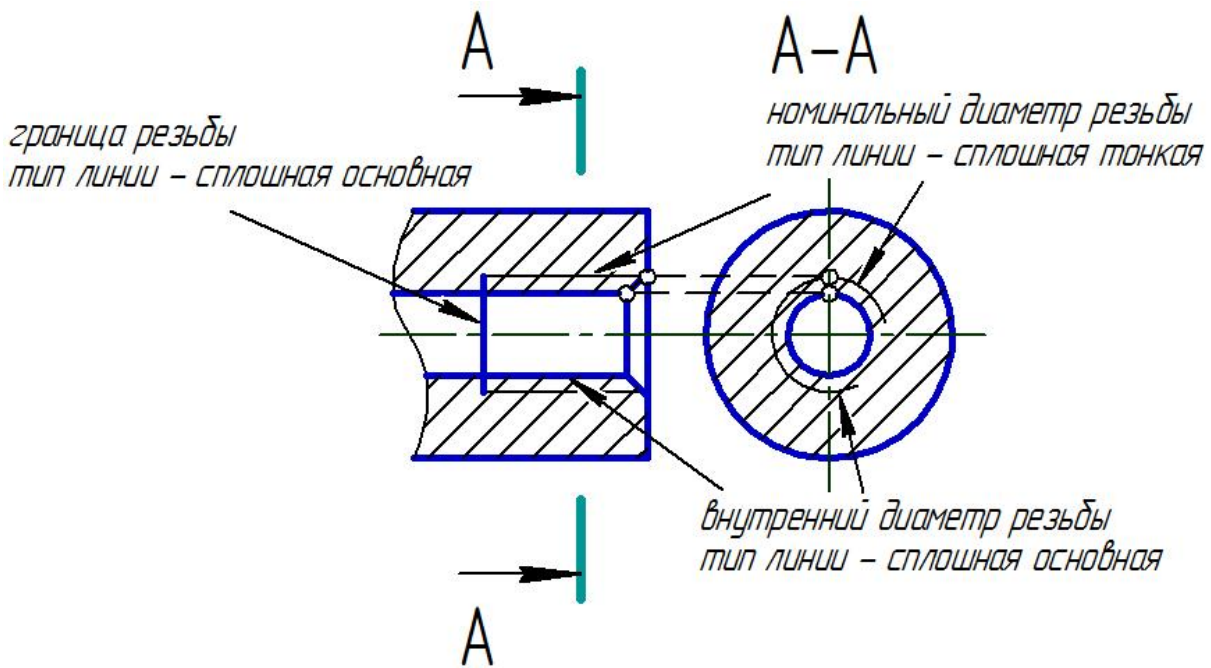


Рис. 3.5. Изображение внутренней резьбы

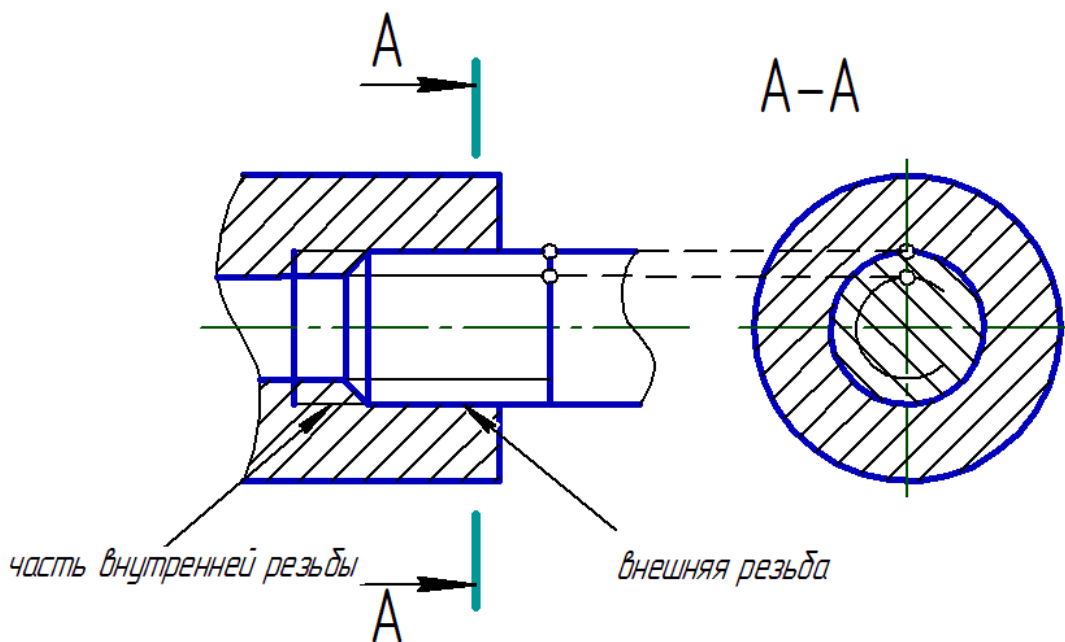


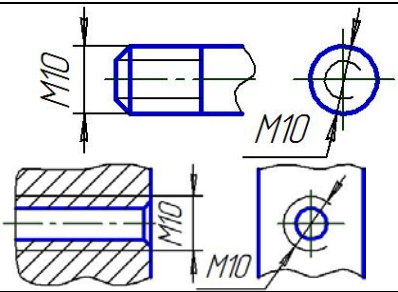
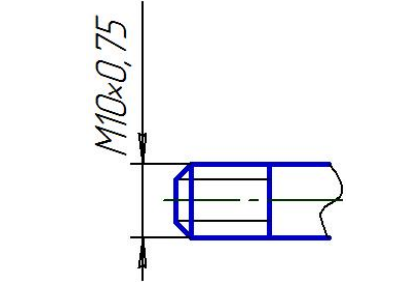
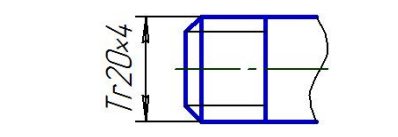
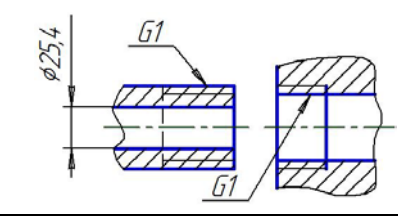
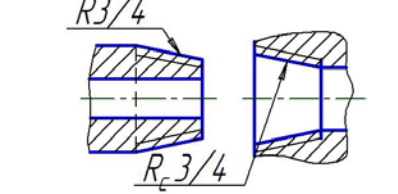
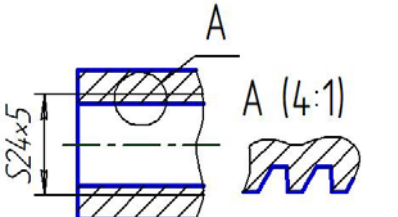
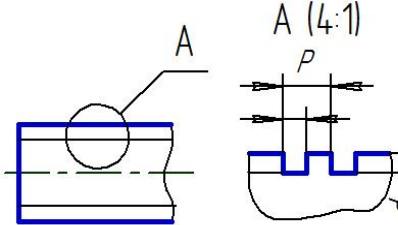
Рис. 3.6. Изображение резьбового соединения

Фаска, выполненная на стержне и отверстие с резьбой, и не имеющие специального конструктивного назначения, на изображениях, выполненных на плоскостях, перпендикулярных оси поверхности, не показываются.

При изображении разреза резьбового соединения (рис. 3.6) полностью изображается внешняя резьба, в отверстии показывается только та часть внутренней резьбы, которая не закрыта стержнем.

Таблица 3.1

## Обозначение резьбы

Тип резьбы	Условное обозначение	Характерный размер, указываемый в обозначении	Пример обозначения
Метрическая, с крупным шагом	M	Наружный диаметр резьбы, мм	
Метрическая, с мелким шагом	M	Наружный диаметр резьбы и шаг, мм	
Трапецеидальная	Tr	-//-	
Трубная цилиндрическая	G	Условный размер резьбы (внутренний диаметр трубы), дюймы 1" = 25,4 мм	
Трубная коническая	R– наружная Rc– внутренняя	-//-	
Упорная	S	Наружный диаметр и шаг, мм	
Прямоугольная	-	Наружный, внутренний диаметры, шаг, мм	



**Задание:** Используя прикладную библиотеку КОМПАС-3D «Конструкторская библиотека» по размерам индивидуального варианта задания, создать:

- чертёж «Соединение болтовое» (рис. 3.7). (В данном примере рассмотрено построение болтового соединения M12 деталей толщиной  $S_1 = 18, S_2 = 14$ );
- чертёж «Соединение винтом» (рис. 3.15).

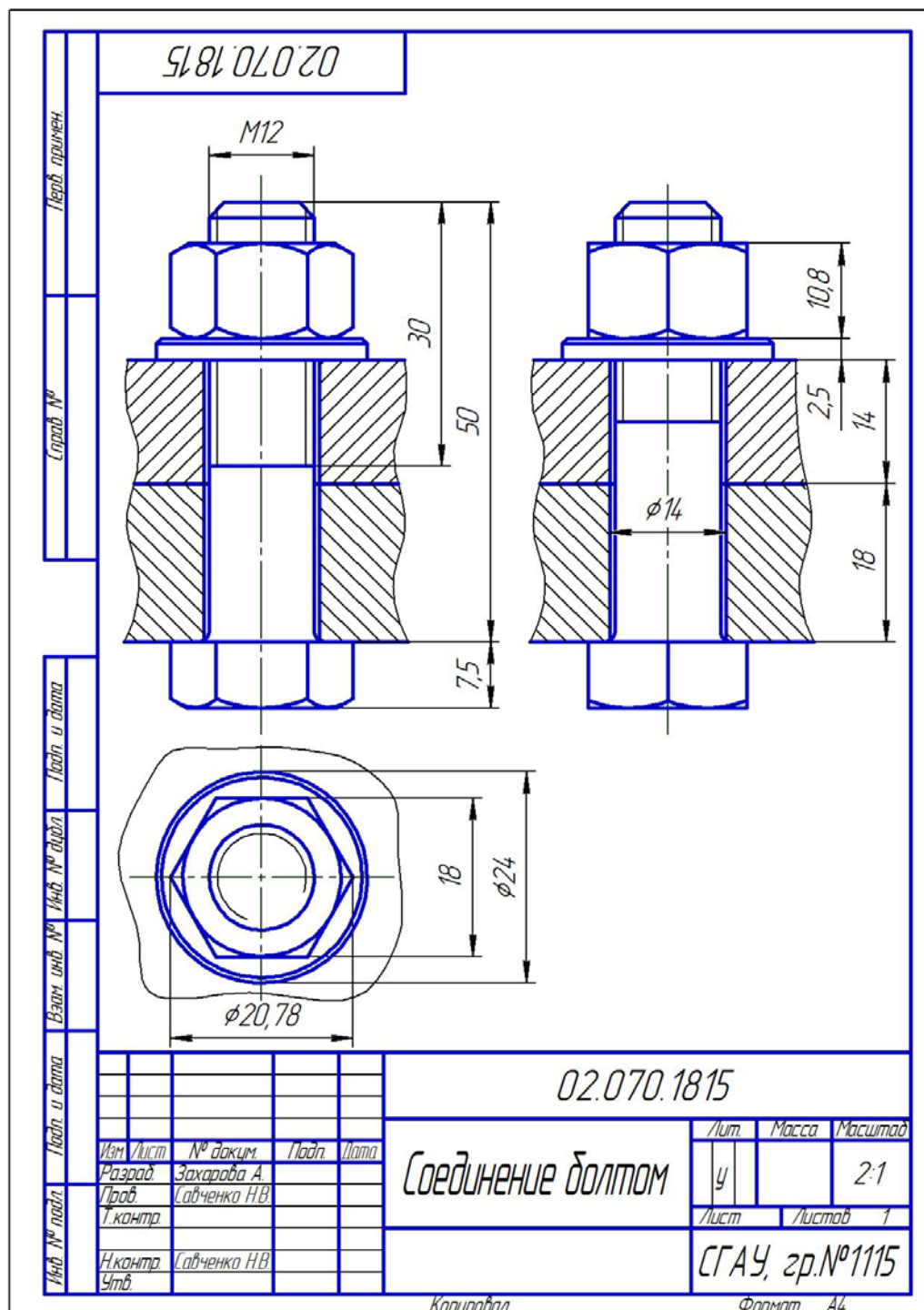



Рис. 3.7. Графическое задание для построения чертежа «Соединение болтом»

## Упражнение 1. Построение изображений соединяемых деталей

### Выполнить:

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новый Вид.
- ✓ Начертить вид сверху, фронтальный и профильный разрезы соединяемых деталей, руководствуясь рисунками 3.8...3.12 и пояснениями к ним.

### Создание нового документа

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж** .
3. Запишите только что созданный документ в свою папку под именем «**Соединение болтовое М12**».


### Создание нового вида

Чертеж соединения включает в себя три изображения (рис. 3.7) – один вид и два разреза, расположенных в непосредственной проекционной связи.

Для их построения можно воспользоваться системным видом 0, если габариты заданного соединения позволяют разместить его на формате А4 в масштабе 1:1. Однако из соображений удобства компоновки чертежа целесообразней воспользоваться новым видом 1.<sup>9</sup>

1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
2. В *Строке параметров* выберите масштаб нового вида 2:1.
3. Передвигая курсор с фантомом осей координат по полю чертежа, щелчком ЛКМ укажите точку привязки вида (точка 1 на рис. 3.8).

### Построение фронтального разреза

1. Постройте сетку вспомогательных линий, воспользовавшись командами построения горизонтальных, вертикальных и параллельных вспомогательных прямых, расположенных на странице **Геометрия**  (рис. 3.8).

При этом вертикальная прямая  $a$  и горизонтальная прямая  $c$  должны проходить через точку начала координат вида (точка 1), прямая  $b$  в дальнейшем будет являться осью профильного разреза и располагается на произвольном расстоянии по оси  $X$  от прямой  $a$ . Прямые  $d$ ,  $e$ ,  $g$  можно строить как с по-

---

<sup>9</sup> Размеры рассматриваемого в примере болтового соединения позволяют чертить его на формате А4 в масштабе 2:1.



мощью команд построения горизонтальных и вертикальных прямых, вводя в *Строку параметров* их координаты по оси Y (для прямых *d, e*) и по оси X (для прямой *g*), так и с помощью команды построения параллельных вспомогательных прямых. В любом случае следует учитывать, что расстояние между прямыми *c, d* и *d, e* равно высоте соединяемых деталей (в данном примере *18 мм* и *14 мм*), а расстояние между прямыми *a* и *g* – половине диаметра отверстия ( $d_{расч} = 1,1d = 13,2, d_{станд} = 14, d_{1/2} = 7мм$ ).

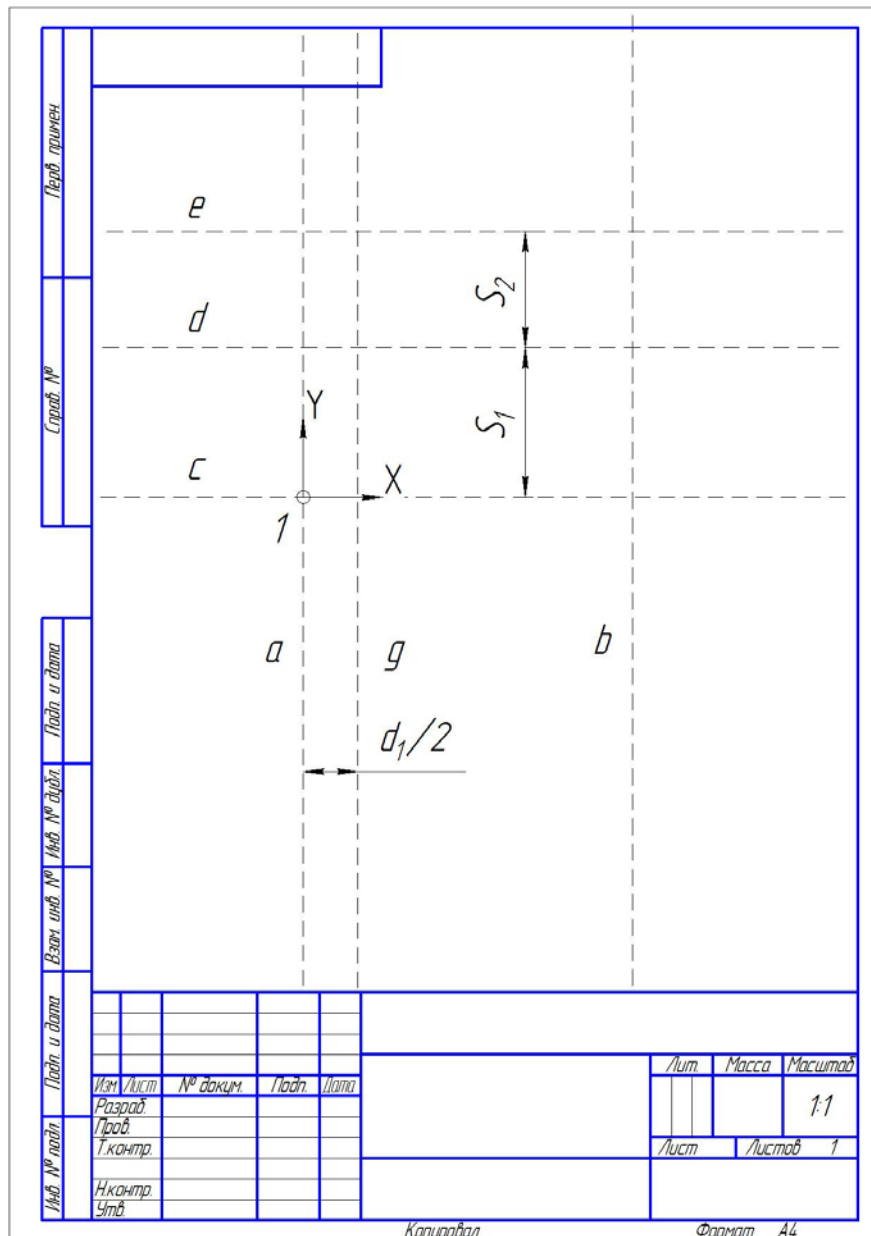


Рис. 3.8. Вспомогательные прямые, используемые при построении фронтального и профильного разрезов соединяемых деталей

2. Постройте контур сечения (точки 2 – 6 на рис. 3.9):

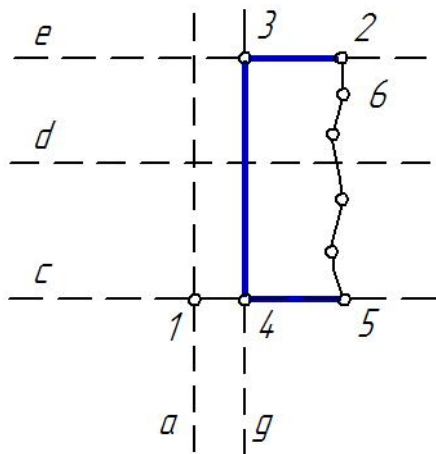


Рис. 3.9. Построение контура сечения командой «Непрерывный ввод объекта»

- Включите команду **Непрерывный ввод объекта** на Странице Геометрия .
- В *Строке параметров* включите тип линии **отрезок** , стиль линии **Основная** и постройте звенья 2 – 3 – 4 – 5, используя привязки «Точка на кривой», «Ближайшая точка».

- Не прерывая команду **Непрерывный ввод объекта**, переключите в *Строке параметров* тип построения линии на **Кривая Безье** , стиль линии – **Для линии обрыва** и постройте волнистую линии (закончите построение линии в точке 6 включением команды **Замкнуть** .
- Завершите построение командой .

3. Постройте левый контур разреза (рис. 3.10):

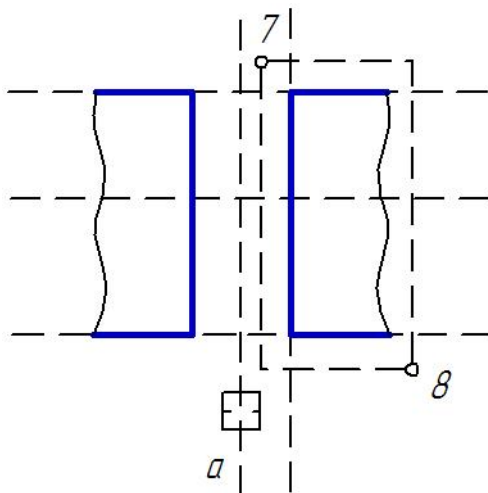





Рис. 3.10. Построение контура фронтального разреза командой «Симметрия»

- На Панели специального управления включите **Выбор базового объекта** и укажите мишенью курсора на вертикальную ось *a* в любой ее точке. Система выполнит построение зеркального отражения правой части разреза.

- Прекратите работу команды  и снимите выделение с исходных объектов, щелкнув мышью в любой точке экрана.
4. Постройте центральную часть разреза (рис. 3.11):

- Включите команду построения **Отрезка**  на странице **Геометрия** , в *Строке параметров* выберите тип линии **основная**.
- Постройте отрезки 9 – 10, 11 – 12, 13 – 14, используя привязку «Ближайшая точка» и

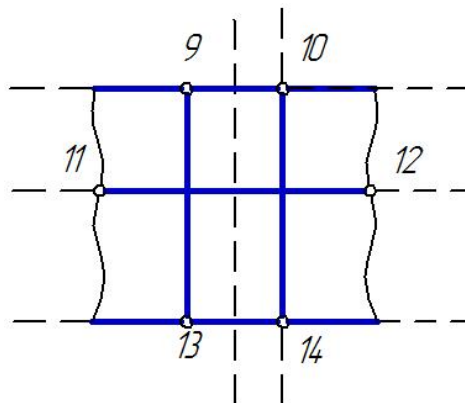




Рис. 3.11. Построение линии стыка деталей

«Пересечение», прервите команду построения .

5. Выполните штриховку области разреза (рис. 3.12):

- Включите команду Штриховка  на странице **Геометрия**  и укажите произвольные точки внутри областей 1 и 2.
- В *Строке параметров* выберите шаг штриховки 2 мм, угол наклона  $45^\circ$  и создайте объект.

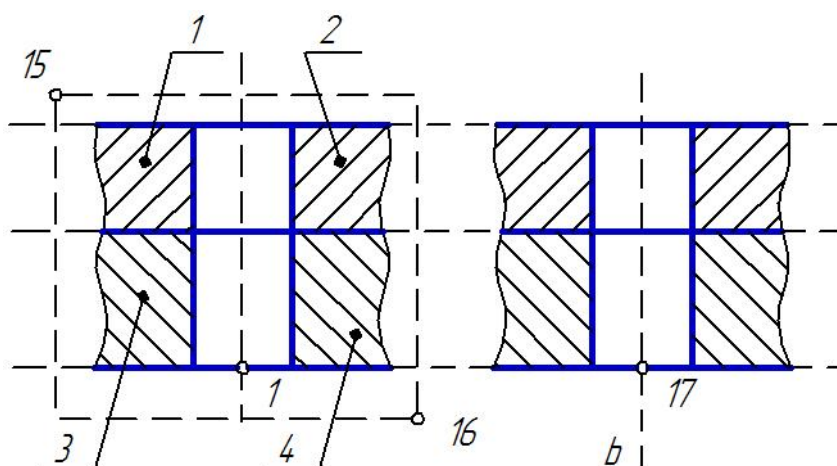








Рис. 3.12. Выполнение штриховки фронтального разреза и построение профильного разреза методом копирования

- Выполните построение штриховки областей 3, 4, предварительно поменяв угол наклона на  $-45^\circ$ . Создайте объект  и завершите построение команды .

6. Постройте профильный разрез:



- Выделите рамкой фронтальный разрез с помощью команды меню **Выделить – Рамкой**. Завершите команду выделения .
- Включите команду **Копия** указанием  на странице **Редактирование** .
- В качестве базовой точки укажите точку 1, в качестве нового положения базовой точки – точку 17.
- Завершите построение команды .
- Снимите выделение с объектов щелчком ЛКМ.

## *Упражнение 2. Работа с прикладной библиотекой крепежных элементов. Подбор стандартных элементов болтового соединения*

### Выполнить:

- ✓ Подобрать в конструкторской библиотеке в соответствии с заданными параметрами элементы болтового соединения.
- ✓ Вставить изображения элементов болтового соединения в чертёж.
- ✓ Завершить оформление чертежа «Соединение болтовое», проставив необходимые размеры и заполнив основную надпись.

### Подбор элементов болтового соединения

1. Подключите Конструкторскую библиотеку:
  - Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
  - В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – *Конструкторская библиотека*.
  - Подключите раздел библиотеки *Крепежный элемент*  **Крепежный элемент**.
2. Подберите элементы болтового соединения в зависимости от индивидуального задания:
  - В открывшемся окне «Крепежные элементы» (рис. 3.13) в окне *Диаметр d* и *Толщина пакета* (включив флажок *Зафиксировать толщину*) укажите заданные параметры.
  - Включите флажки *Рисовать Верхний, Средний, Нижний участки, Ось, Автоподбор* и *Главный вид*.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Программа также предусматривает автоматическое построение контура отверстия, если оно заранее не было построено. Для этого необходимо поставить флажок в окне *Отверстие*.

- На вкладке *Все элементы* из списка *Болты – Болты нормальные* выберите Болт ГОСТ 7798-70<sup>11</sup> и нажмите верхнюю кнопку со стрелкой. При этом в центральном верхнем окне появится наименование выбранного элемента, а в правом окне – его изображение.

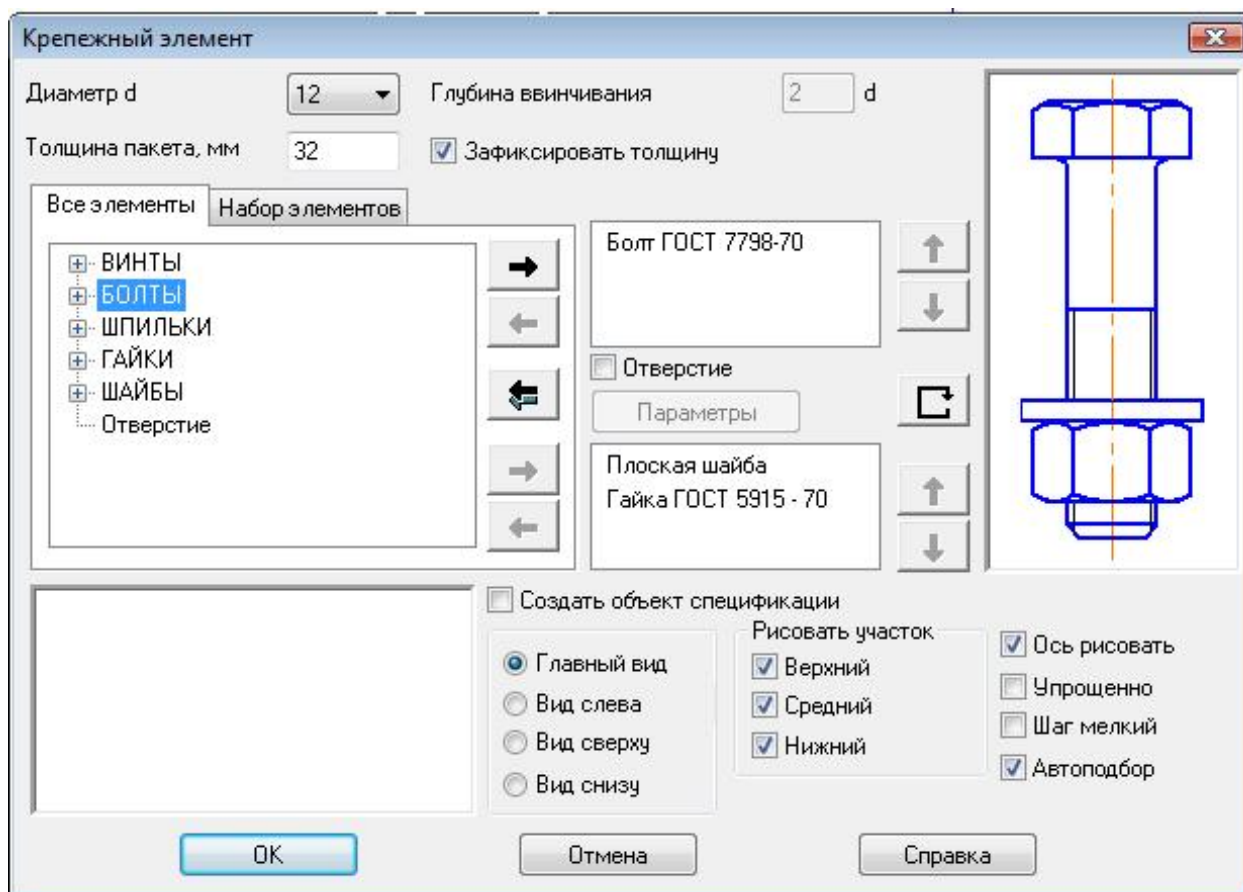





Рис. 3.13. Окно «Крепежный элемент» Конструкторской библиотеки

- Аналогичным образом подберите Гайку шестигранную ГОСТ5915-70 и Шайбу плоскую ГОСТ 11371-78, введя их наименование в центральное нижнее окно с помощью верхней стрелки нижнего ряда. При необходимости можно поменять месторасположение гайки и шайбы с помощью стрелок, расположенных справа от окна списка выбранных элементов.
- После подбора крепежных элементов, входящих в соединение, закройте окно «Крепежный элемент», нажав на клавишу ОК. На поле чертежа появится фантомное изображение крепежных элементов.

<sup>11</sup> ГОСТ7798-70 утратил силу в РФ в части болтов с крупным шагом резьбы и резьбой не на всей длине стержня. С 01.07.2014 используется ГОСТ Р ИСО 4014-2013. В данной работе Болт М12 ГОСТ 7798-70 используется в учебных целях.

3. Вставьте элементы болтового соединения в чертеж (рис. 3.14):
  - В точке 1, расположенной на прямой  $a$ , зафиксируйте щелчком ЛКМ положение первой базовой точки. Поверните фантом соединения и зафиксируйте положение второй базовой точки в произвольном месте прямой  $a$ .
  - Аналогичным образом постройте вид слева<sup>12</sup> с базовой точкой 17 на прямой  $b$  и вид сверху с привязкой в произвольной точке на прямой  $a$ .<sup>13</sup>
  - Прервите команду построения .
  - Достройте вид сверху и отредактируйте изображение разрезов с помощью команды **Усечь кривую двумя точками**  на странице **Редактирование** .
  - Удалите вспомогательные прямые.

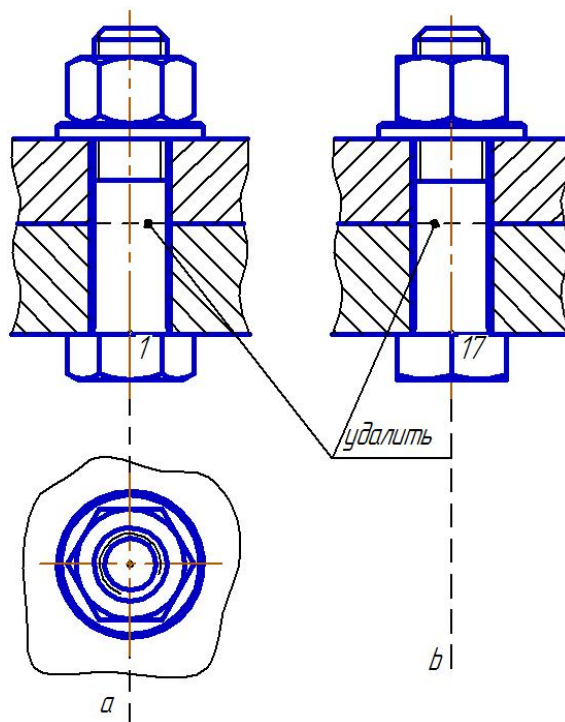



Рис. 3.14. Редактирование чертежа

4. Проставьте необходимые размеры в соответствии с рисунком 7 и заполните основную надпись.
5. Запишите полученный результат .

<sup>12</sup> Окно «Крепежный элемент» в данном случае активизируется двойным щелчком ЛКМ на строке *Параметры*.

<sup>13</sup> В данном случае вместо Влада сверху в окне «Крепежный элемент» необходимо установить флажок рядом с Видом снизу, т.к. изображение на нашем чертеже повернуто на 180°, по сравнению с изображением в окне.



**Упражнение 3. Работа с библиотекой крепежных элементов.  
Подбор винта**

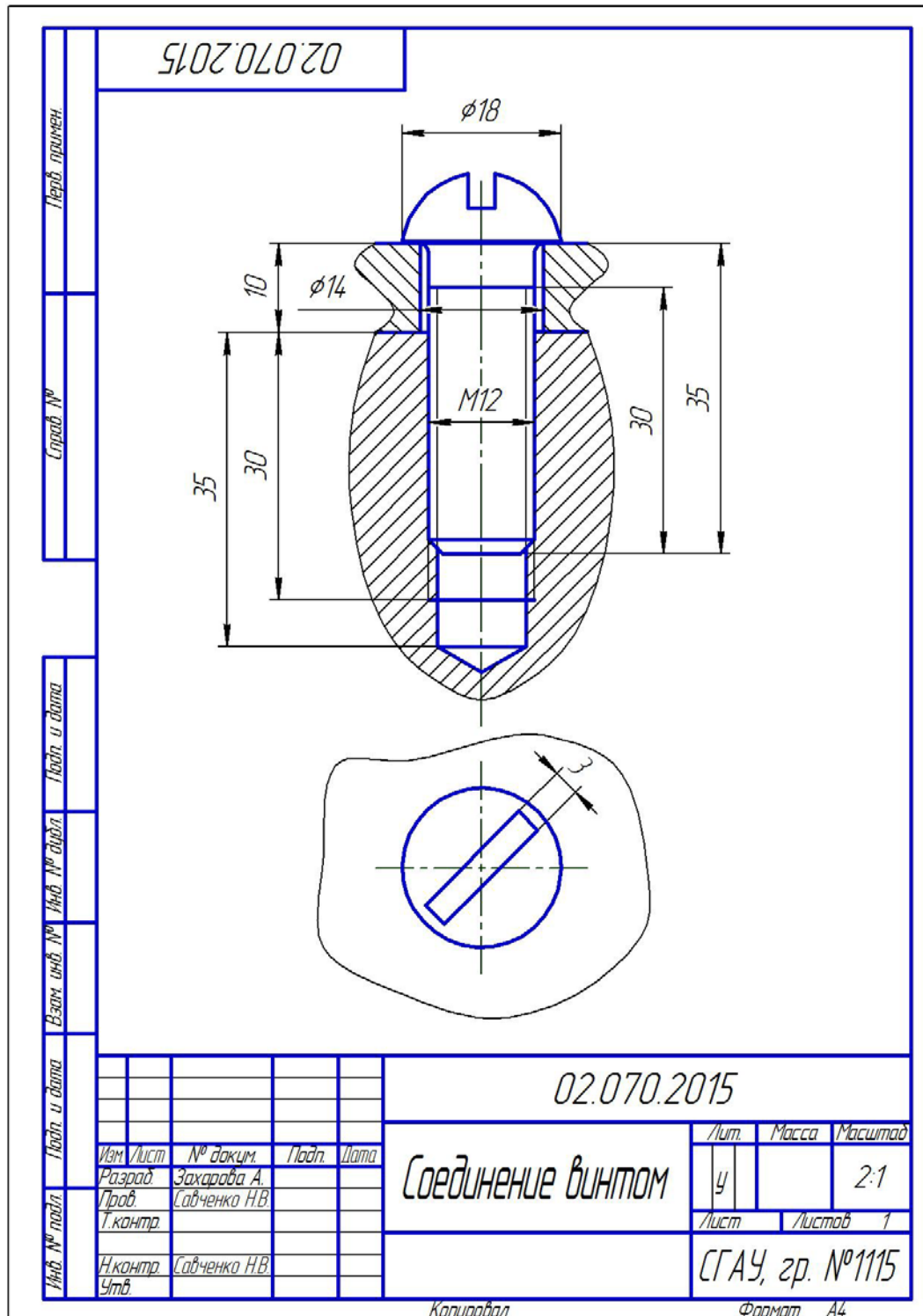



Рис. 3.15. Графическое задание для построения чертежа «Соединение винтом»



### Выполнить:

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новый Вид.
- ✓ Подобрать в конструкторской библиотеке элементы болтового соединения в соответствии с заданными параметрами индивидуального варианта.
- ✓ Вставить изображения фронтального разреза и вида сверху винтового соединения в чертеж, руководствуясь рисунками 3.15, 3.16 и пояснениями к ним.
- ✓ Завершить оформление чертежа «Соединение винтовое», проставив необходимые размеры и заполнив основную надпись.

### **Создание нового документа**

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж** .
3. Запишите только что созданный документ в свою папку под именем «**Соединение винтовое М12**».

### **Создание нового вида**

Чертеж соединения включает в себя два изображения (рис. 3.15) – фронтальный разрез и вид сверху, расположенные в непосредственной проекционной связи. Для их построения целесообразней воспользоваться новым видом 1, выбрав масштаб таким образом, чтобы изображение соединения занимало примерно две трети рабочей области чертежа.<sup>14</sup>



1. Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
2. В *Строке параметров* выберите масштаб нового вида 2:1.
3. Щелчком ЛКМ укажите точку привязки вида в центре рабочей области чертежа.
4. Постройте вспомогательную вертикальную линию, проходящую через начало координат.

### **Подбор винта и резьбового отверстия**

1. Откройте Конструкторскую библиотеку:

---

<sup>14</sup> В данном примере чертеж выполняется в масштабе 2:1.

- Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
  - В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, затем – *Конструкторская библиотека*.
  - Подключите раздел библиотеки *Крепежный элемент*  **Крепежный элемент**.
2. Подберите винт и отверстия под него в соответствии с размерами индивидуального задания:

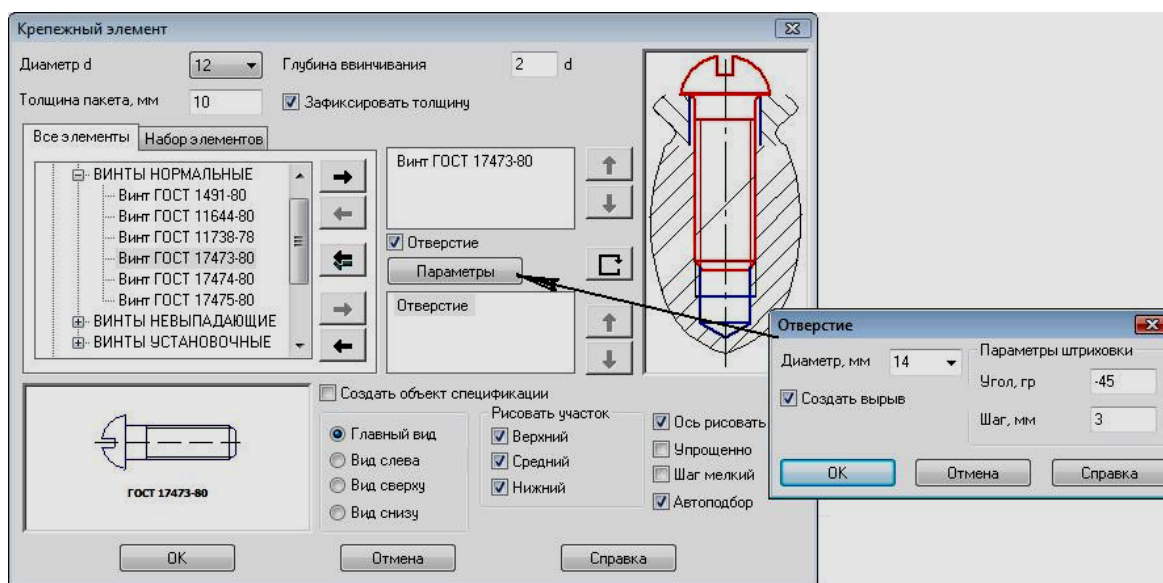


Рис. 3.16. Окно «Крепежный элемент» Конструкторской библиотеки

- В открывшемся окне «Крепежные элементы» (рис. 3.16) в окне *Диаметр d* и *Толщина пакета* (включите флажок *Зафиксировать толщину*) укажите заданные параметры диаметра стержня винта и толщины присоединяемой детали.
- Включите флажки *Рисовать Верхний, Средний, Нижний участки, Ось, Автоподбор* и *Главный вид*.
- На вкладке *Все элементы* из списка *Винты – Винты нормальные* выберите винт соответствующего индивидуальному заданию стандарта нажмите верхнюю кнопку со стрелкой. При этом в центральном верхнем окне появится наименование выбранного элемента, а в правом окне его изображение.
- Программа предусматривает автоматическое построение контура гладкого отверстия присоединяемой детали. Для его построения необходимо поставить флажок *Отверстие*, указать его диаметр в окне «*Параметры*», включит флажок *Создать вырив*.

- Резьбовое отверстие корпусной детали также выбирается из списка и его изображение вводится в центральное нижнее окно с помощью верхней стрелки нижнего ряда. Также необходимо указать глубину ввинчивания, зависящую от диаметра стержня винта и материала корпусной детали (1 d – для стальных и бронзовых деталей, 1,25 d – для деталей из чугуна; 2 d – для деталей, выполненных из алюминиевых и титановых сплавов).
  - Закройте окно «Крепежный элемент», нажав на клавишу ОК. На поле чертежа появится фантомное изображение крепежных элементов.
3. Вставьте элементы винтового соединения в чертеж:
    - Зафиксируйте щелчком ЛКМ положение первой базовой точки на вертикальной вспомогательной прямой. Поверните фантом соединения и зафиксируйте положение второй базовой точки.
    - Аналогичным образом постройте вид сверху и прервите команду построения.
    - Достройте вид сверху и отредактируйте изображение разреза.
  4. Проставьте необходимые размеры в соответствии с рисунком 3.15 и заполните основную надпись.
  5. Запишите полученный результат.

Лабораторная работа № 6.  
**РАБОТА С БИБЛИОТЕКОЙ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ Shaft 2D.**  
**ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ «Вал – шестерня»**

**Цель работы:** Освоение приемов работы с прикладной библиотекой проектирования тел вращения Shaft 2D.

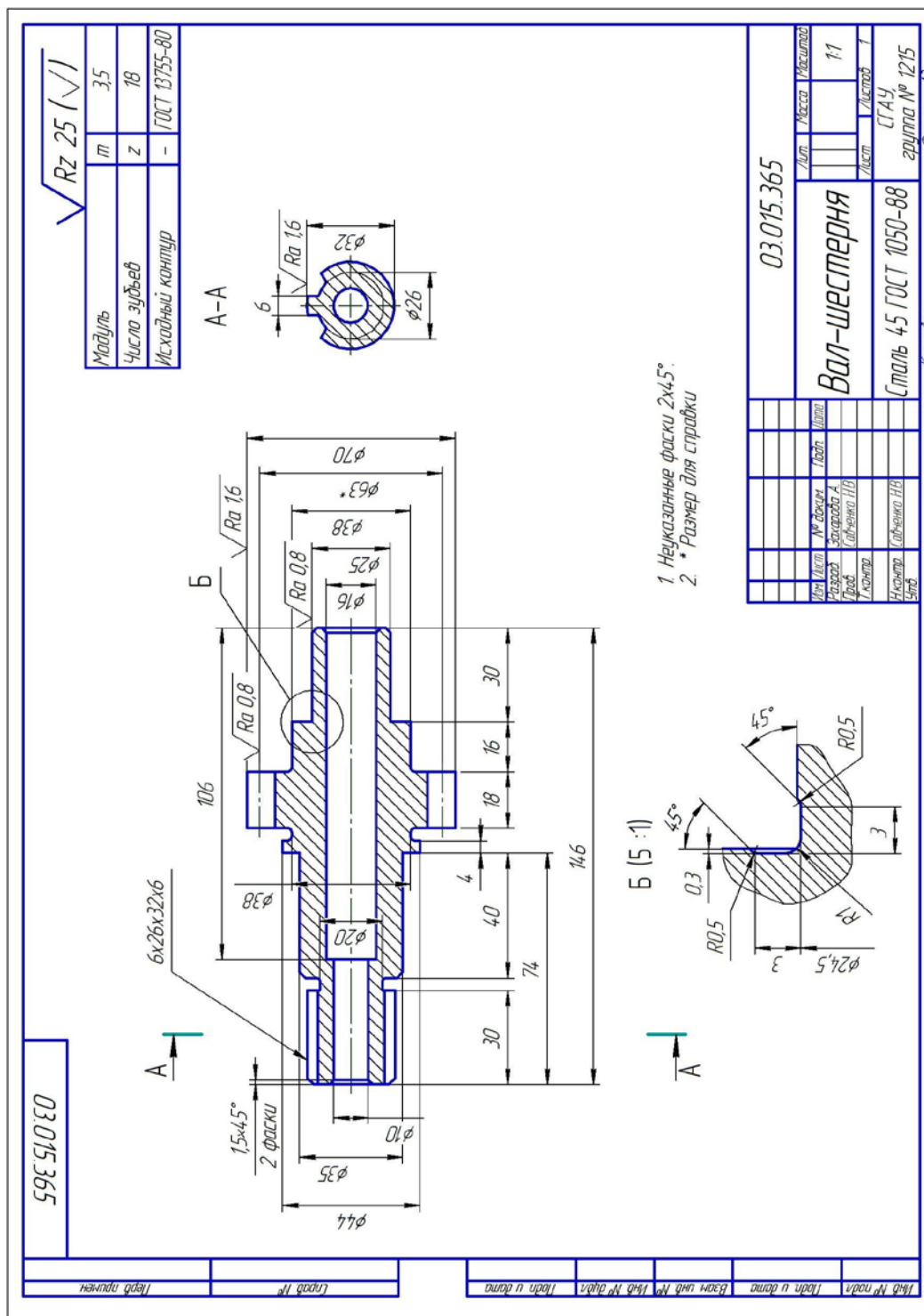


Рис. 3.17. Графическое задание для построения чертежа и модели детали «Вал-шестерня»

**Задание:** Создать двухмерный чертеж и твердотельную модель детали «Вал» (рис. 3.17), используя прикладную библиотеку проектирования тел вращения Shaft 2D.

Внешний и внутренний контур деталей при работе с прикладной библиотекой Shaft 2D строится поэтапно, отдельными ступенями. Эта библиотека позволяет выполнять чертежи деталей, состоящих из набора различных простейших геометрических поверхностей вращения (цилиндр, конус, сфера) и призматических поверхностей (четырёхгранник и шестигранник). Также существует возможность дополнить чертеж детали шлицами, шпоночными пазами и другими конструктивными элементами. Кроме того, с помощью этой системы можно проектировать зубчатые передачи.

Прежде чем приступить к работе, необходимо проанализировать, какую форму и размеры имеют отдельные составляющие поверхности детали, и какие дополнительные конструктивные элементы в ее конструкции присутствуют (рис. 3.17, 3.18).

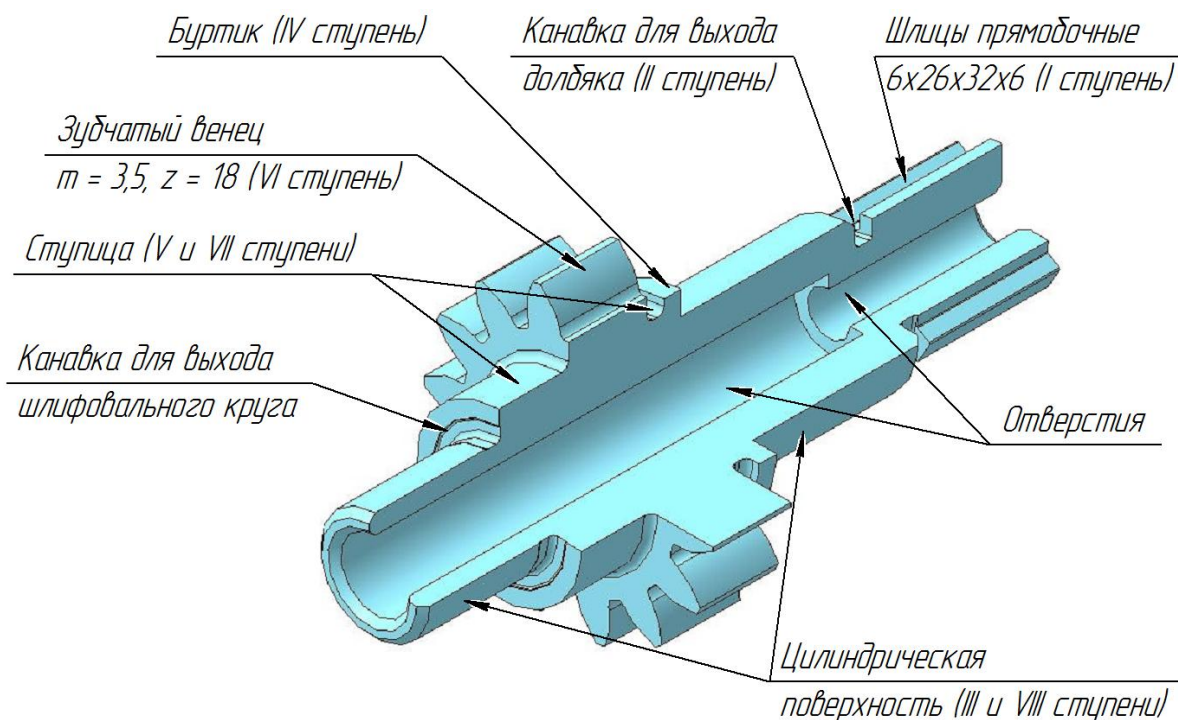


Рис. 3.18. Модель детали «Вал-шестерня»


## Упражнение 1. Построение двухмерного изображений детали «Вал»

### Выполнить:

- ✓ Выбрать формат чертежа.
- ✓ Создать новые виды листа чертежа.
- ✓ Начертить главный вид детали с разрезом, руководствуясь рисунками 3.17-3.22 и пояснениями к ним.

### Выбор формата чертежа


Чертеж включает в себя три изображения (фронтальный разрез, сечение профильной плоскостью по шлицам прямобочного профиля и выносной элемент канавки для выхода шлифовального круга). Разрез и сечение выполняются в масштабе 1:1, выносной элемент – в масштабе 5:1. Эти изображения целесообразней разместить на формате А3, создав для них отдельные Виды.

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа **Чертеж** .
3. Выберите новый формат чертежа:
  - Выполните команду меню **Сервис – Параметры**.
  - На вкладке «Текущий чертеж» выберите **Параметры первого листа – Формат**. Из списка выберите формат А3 и установите флажок рядом с горизонтальной ориентацией формата.
  - Завершите выбор формата, нажав на кнопку ОК.
4. Запишите только что созданный документ в свою папку под именем **«Вал-шестерня»**.
5. Создайте новый Вид:
  - Выполните команду меню **Вставка – Вид**.
  - В *Строке параметров* выберите масштаб нового вида 1:1 и измените его название на *Главный вид*.
  - Передвигая курсор с фантомом осей координат по полю чертежа, щелчком ЛКМ укажите произвольную точку привязки вида.
6. Аналогичным образом создайте вид *Выносной элемент* с масштабом 5:1.



## Построение тела вращения с помощью расчетного модуля Shaft 2D

1. Подключите библиотеку построения тел вращения Shaft 2D:

- Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
- В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Расчет и построение*, а справа – *КОМПАС Shaft 2D*.
- Подключите раздел библиотеки *Построение модели*.

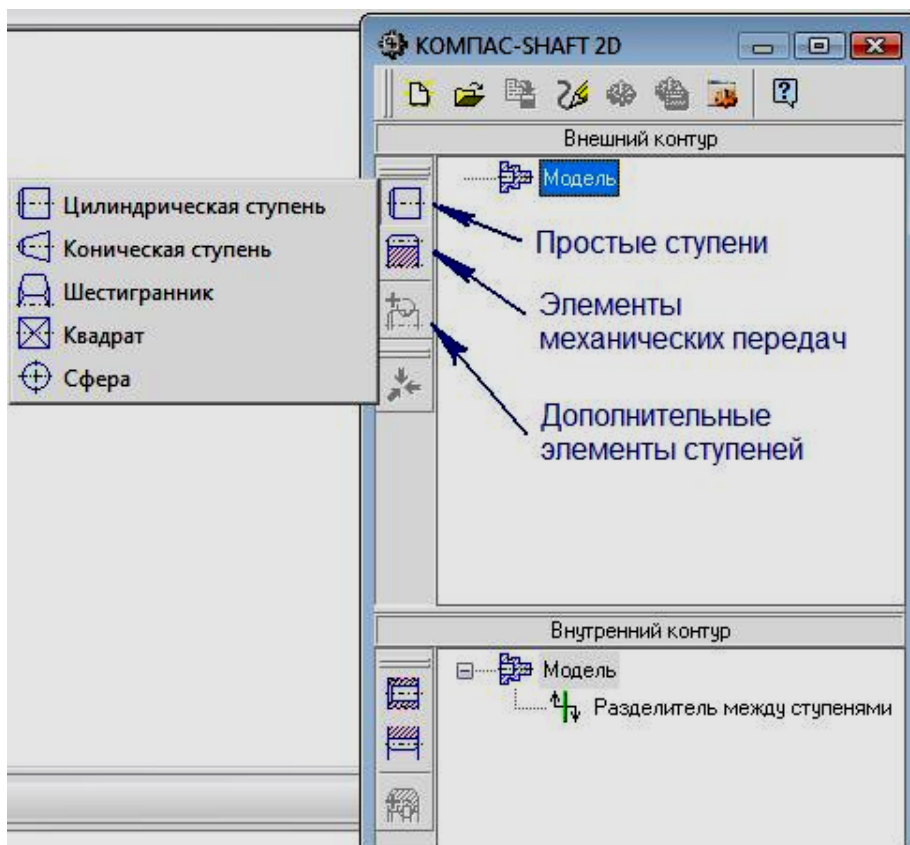













Рис. 3.19. Окно выбора ступеней детали модуля «КОМПАС – Shaft 2D»

- В строке меню открывшегося окна *КОМПАС Shaft 2D* (рис. 3.19) включите команду построения **Новой модели**  и выберите **тип отрисовки модели – в разрезе**.
  - Установите и зафиксируйте курсор мыши в начале координат фрагмента (крайняя левая точка модели вала).
2. Постройте первую ступень вала – прямоугольные шлицы  $6 \times 26 \times 32 \times 6$ :
- Включите команду **Простые ступени**  и из списка выберите построение «*Цилиндрической ступени*».
  - В появившемся окне установите следующие параметры: длина *30 мм*,



диаметр 32 мм, фаска слева  $2 \times 45^\circ$  (размерные значения рекомендуется выбирать из базы , чтобы назначить выбранный размер параметром изделия, необходимо дважды щелкнуть на нем ЛКМ).

- Закончите выбор параметров кнопкой **OK** .
  - Выберите команду **Дополнительные элементы ступени**  и из появившегося списка выберите элементы «Шлицы» – «Прямобоочные».
  - Оставьте параметры, предложенные в появившемся окне, без изменения и нажмите кнопку **OK** .
3. С помощью команды **Простые ступени**  постройте вторую ступень вала – канавку для выхода долбяка (диаметр 20 мм, длина 4 мм, галтель слева и справа радиусом 1 мм).
4. Самостоятельно постройте III, IV и V цилиндрические ступени вала, руководствуясь рисунками 3.17 и 3.18.
5. Постройте VI ступень вала – зубчатый венец шириной 18 мм,  $m = 3,5$ ,  $z = 18$ :
- Включите команду построения **Элементов механической передачи**  и из списка выберите построение «Шестерни цилиндрической зубчатой передачи».
  - В открывшемся окне «Комплекс программ GEARS» включите команду **Запуск расчета**, в следующем окне – **Геометрический расчет** и выберите вариант «По диаметрам вершин колес».
  - В окне «Геометрический расчет» (рис. 3.20) на *Странице 1* установите следующие параметры: число зубьев ведущего колеса 18, ведомого – 36; модуль зацепления 3,5; ширина зубчатых венцов 18 мм; диаметры вершин колес 70 мм и 133 мм; диаметры роликов колес назначьте рекомендуемые из списка  (6, 212 мм). Остальные параметры оставьте без изменения.
  - Перейдите на *Страницу 2* (рис. 3.21) и включите команду **Выполнить расчет** . В области окна *Ход расчета* появляется отметка об удовлетворительности заданных параметров качеству зацепления или даются рекомендации о их изменении. Если введенные параметры в норме, **Завершите расчет** .

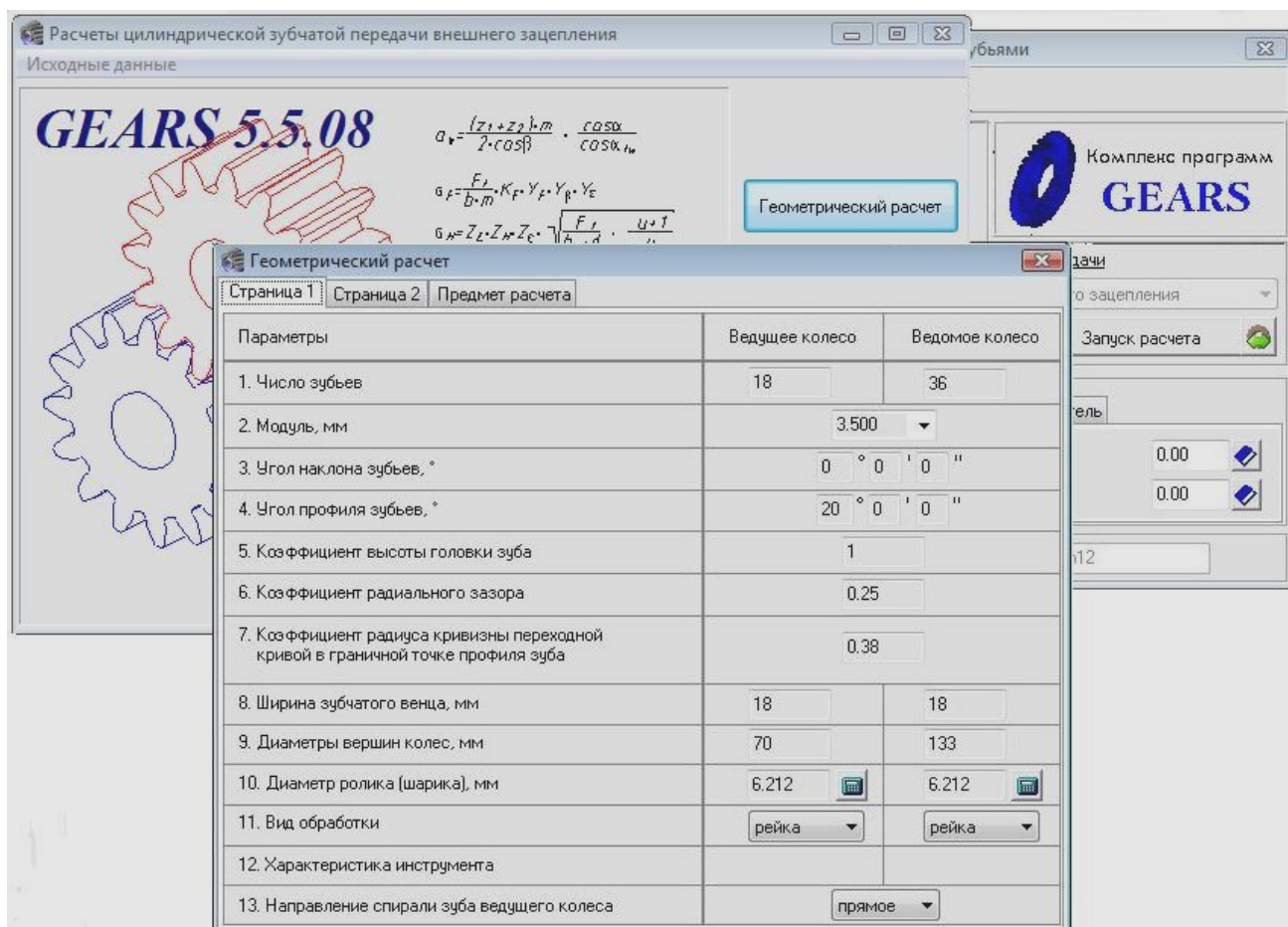


Рис. 3.20. Окна запуска расчета зубчатых передач «Комплекс программ GEARs»

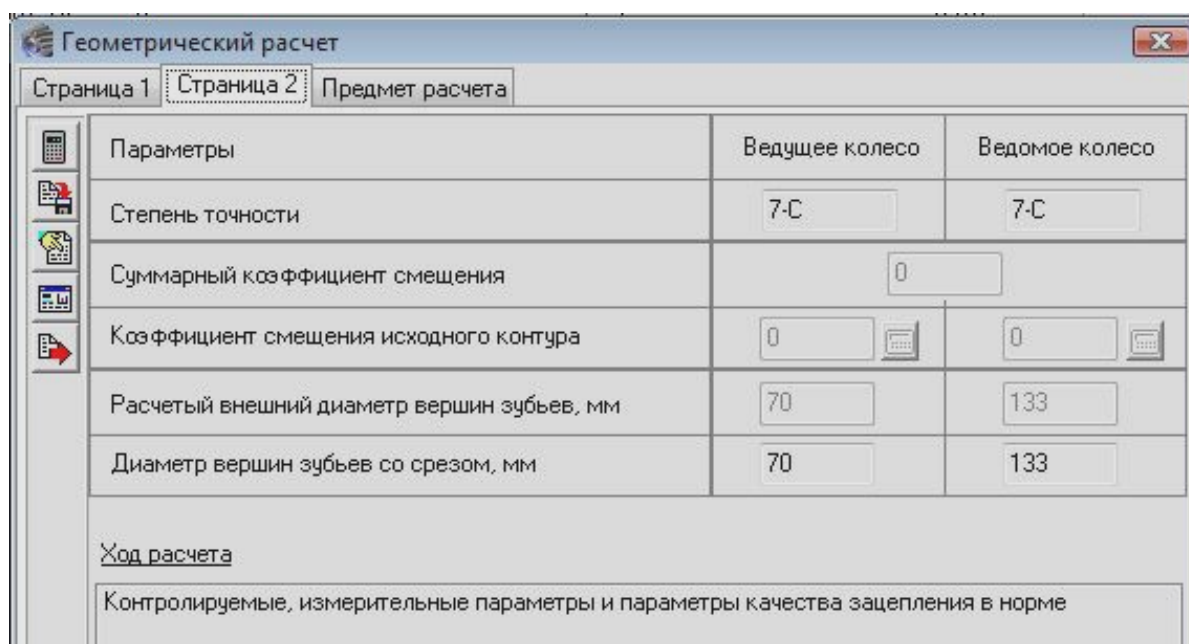








Рис. 3.21. Страница выполнения расчета зубчатой передачи

- В окне «Выбор объекта построения» выберите **Шестерня**  $z=18$ , выполните фаски  $2 \times 45^\circ$ , включите флажок **размеры** и завершите команду построения кнопкой **OK** .
6. Достройте оставшиеся ступени внешней поверхности вала.
7. Постройте внутреннюю поверхность вала:
- Включите команду построения отверстий **Простые ступени**  и из списка выберите элемент «Цилиндрическая ступень».
  - Введите в открывшемся окне параметры отверстия: диаметр  $10 \text{ мм}$ , длина  $40 \text{ мм}$ , фаска слева  $1,5 \times 45^\circ$ .
  - Перетащите курсором разделитель ступеней  вниз, чтобы отверстие располагалось с левого торца детали.
  - Постройте вторую ступень отверстия, для этого выделите в *Дереве построений* только что построенную *I* ступень, включите команду **Простые ступени** , «Цилиндрическая ступень».
  - Для того, чтобы не рассчитывать длину отверстия, включите команду **Фантомное построение** , передвиньте фантом отверстия курсором к правому торцу детали и зафиксируйте его после срабатывания привязки ЛКМ. Параметр длины появится в соответствующем поле автоматически.
  - В поле диаметр введите значение диаметра отверстия –  $16 \text{ мм}$ , фаска справа  $1,5 \text{ мм}$  и завершите команду построения отверстия **OK** .
8. Выполните на последней цилиндрической ступени канавку для выхода шлифовального круга:

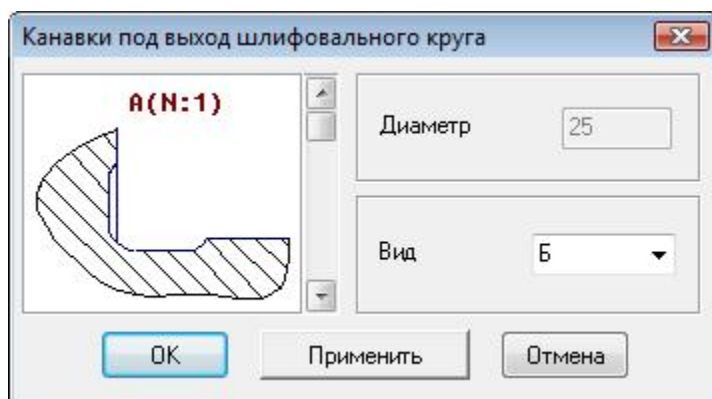






Рис. 3.22. Окно выбора типа и размера конструктивного элемента «Канавка для выхода шлифовального круга» модуля «КОМПАС – Shaft 2D»



- Перейдите в окно построения внешних ступеней детали. Выделите цилиндр  $D = 25$  в *Дереве построений*, включите команду **Дополнительные элементы ступеней** . В открывшемся списке выберите элемент «Канавка для выхода шлифовального круга».
  - Из предлагаемых системой вариантов, выберите канавку для шлифования по цилиндру и торцу соответствующего вала положения (рис. 3.22). Измените буквенное обозначение выносного элемента и нажмите кнопки *Применить* **ОК**  (на изображении вала появится только обозначение выносного элемента).
9. Постройте твердотельную модель вала. Для этого запустите команду **Генерация твердотельной модели** из меню **Дополнительные построения** .
10. Закройте окно *КОМПАС Shaft 2D* кнопкой **Сохранить модель и выйти** .
- На чертеже построен фронтальный разрез детали, а также создана модель детали. Полученное изображение вала является макроэлементом. Пока он не разрушен, существует возможность корректировки его составных частей, вызвав двойным щелчком ЛКМ по макроэлементу окно проектирования.
11. Сохраните полученное изображение вала и его трехмерную модель.


## ***Упражнение 2. Окончательное оформление чертежа. Построение таблицы параметров***

### **Выполнить:**

- ✓ Создать изображение сечения.
- ✓ Создать изображение выносного элемента с помощью библиотеки *Конструктивных элементов*.
- ✓ Завершить оформление чертежа «Вал-шестерня», проставив необходимые размеры, знаки шероховатости поверхности и заполнив основную надпись.
- ✓ Создать таблицу параметров цилиндрического зубчатого венца.


### **Построение сечения**

1. Постройте сечение А-А по прямобочным шлицам:
- Укажите положение секущей плоскости с помощью команды построения **Линии разреза** , расположенной на странице **Обозначения** .

- Двойным щелчком ЛКМ по контуру разреза активизируйте окно проектирования.
  - Для построения сечения воспользуйтесь командами **Генерация сечения** в меню **Дополнительные построения** .
2. Запишите полученный результат.

### Работа с библиотекой Конструктивных элементов

1. Перейдите в Вид «Выносной элемент».
2. Подключите Конструкторскую библиотеку:

- В открывшемся окне **Менеджер библиотек**  слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – *Конструкторская библиотека – Конструктивные элементы – Канавки для выхода шлифовального круга*.
- Из предложенного списка выберите *Наружное шлифование по цилиндру и торцу*.

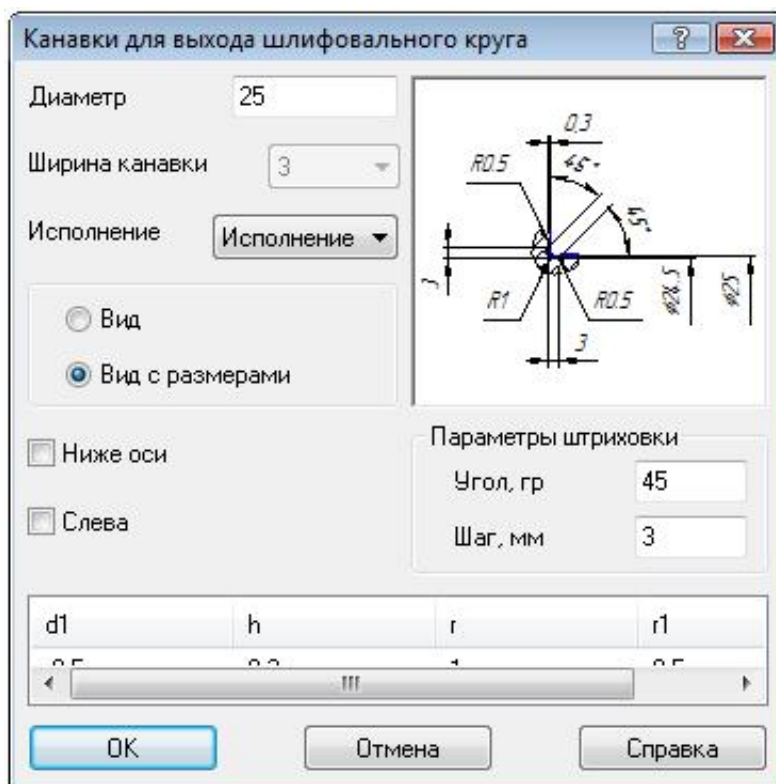







Рис. 3.23. Окно выбора типа и размера канавки для выхода шлифовального круга библиотеки «Конструктивные элементы»

- В открывшемся окне выберите тип исполнения канавки 1, введите диаметр цилиндра 25 мм, согласитесь с предложенной шириной канавки,

измените шаг штриховки в соответствии с штриховкой разреза вала (3 мм) и установите флажок *Вид с размерами*.

- Закройте окно клавишей **ОК**.
  - Укажите местоположение изображения канавки щелчком ЛКМ в любой свободной точке экрана и задайте горизонтальную ориентацию изображения повторным щелчком.
3. Завершите построение , закройте библиотеку и сохраните чертеж.



### Построение таблицы параметров цилиндрического зубчатого венца

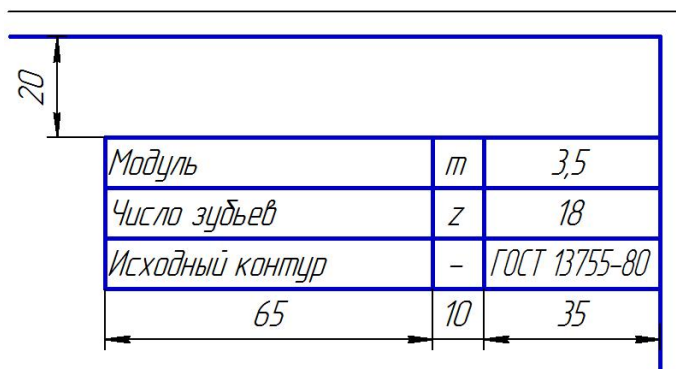
1. Создайте документ типа **Фрагмент**  и сохраните его в свою папку под именем «Таблица зубчатого венца».
2. Создайте таблицу:
  - Включите команду **Ввод таблицы**  на странице **Обозначения**  и укажите щелчком ЛКМ произвольную точку на рабочем поле (точку вставки).
  - В открывшемся окне «Создать таблицу» задайте следующие параметры: *число столбцов 3, число строк 3* и установите флажок рядом с полем *Не создавать заголовок* и нажмите кнопку **ОК**.<sup>15</sup>
3. Отредактируйте выравнивание текста:
  - Выделите первый столбец с помощью курсора, передвигая его с нажатой ЛКМ с первой ячейки к третьей.
  - В *Строке параметров* на вкладке *Формат* выберите значок **Выровнять влево**.
4. Измените размер ячеек таблицы:
  - Укажите щелчком ЛКМ правую верхнюю ячейку. Перейдите на вкладку *Таблица* и с помощью кнопки **Формат ячейки**  вызовите одноименное окно, в котором задайте **ширину столбца 35 мм** и нажмите клавишу **ОК**.
  - Аналогичным образом измените ширину центральной ячейки на *10 мм* и правой ячейки на *65 мм*.

---

<sup>15</sup> Система создала фантом таблицы. По умолчанию выравнивание текста в ячейках таблицы идет по центру. Однако в данной таблице выравнивание текста в первом столбце должно идти по левому краю.






5. Введите с клавиатуры текст таблицы в соответствии с рис. 3.24. и завершите построение командами  и .



Модуль	$m$	3,5
Число зубьев	$z$	18
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-80
65	10	35

Рис. 3.24. Таблица параметров зубчатого венца

6. Сохраните полученный результат.
7. Поместите таблицу параметров в чертеж «Вал» через буфер обмена:
- Выделите созданную таблицу.
  - Включите кнопку **Копировать**  на *Панели управления* и в качестве базовой точки укажите правую верхнюю точку таблицы.
  - Откройте чертеж «Вал», перейдите в системный Вид 0. Вызовите изображение таблицы из буфера обмена , укажите в качестве базовой точки верхний правый угол внутренней рамки чертежа. Прервите команду вставки клавишей  $\langle Esc \rangle$ .
  - Выделите таблицу и с помощью команду **Сдвиг** на странице **Редактирования** передвиньте таблицу вниз, указав в *Строке параметров* сдвиг по оси **ОУ** – 20 мм, дважды щелкните ЛКМ в любом месте экрана.
  - Прервите команду построения и запишите полученный результат.  
Дальнейшее оформление чертежа производится после разрушения макрореза.
8. Окончательно оформите чертеж, проставив размеры, знаки шероховатости поверхности и заполнив основную надпись
9. Запишите полученный результат .





## 4.1. ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

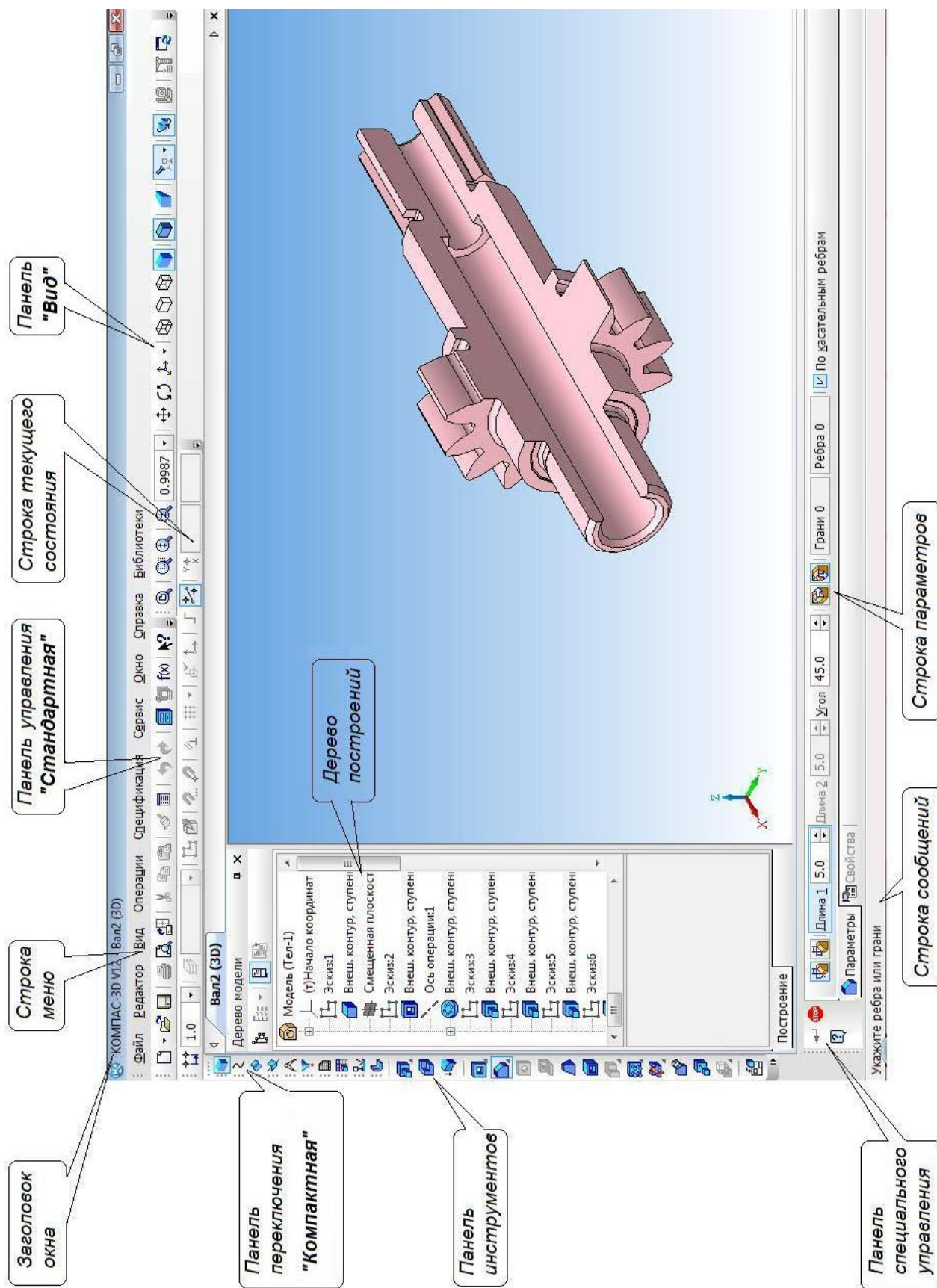


Рис. 4.1. Окно модуля твердотельного моделирования КОМПАС-3D

Модуль КОМПАС-3D используется для создания трехмерных параметрических моделей деталей и сборочных единиц.

Внешний вид окна модуля твердотельного моделирования практически не отличается от окна КОМПАС-3D при работе с графическими документами. На экране, независимо от типа разрабатываемого документа, всегда отображается *Главное меню* и панели инструментов *Вид*, *Стандартная*, *Текущее состояние* и *Компактная*. Однако содержание их несколько отличается от меню и панелей модуля построения двухмерного чертежа. Например, в инструментальной панели «Вид» присутствует команда **Ориентация** и кнопки управления отображением модели **Каркас**, **Полутоновое**, **Перспектива** и т.п. (рис. 4.2).

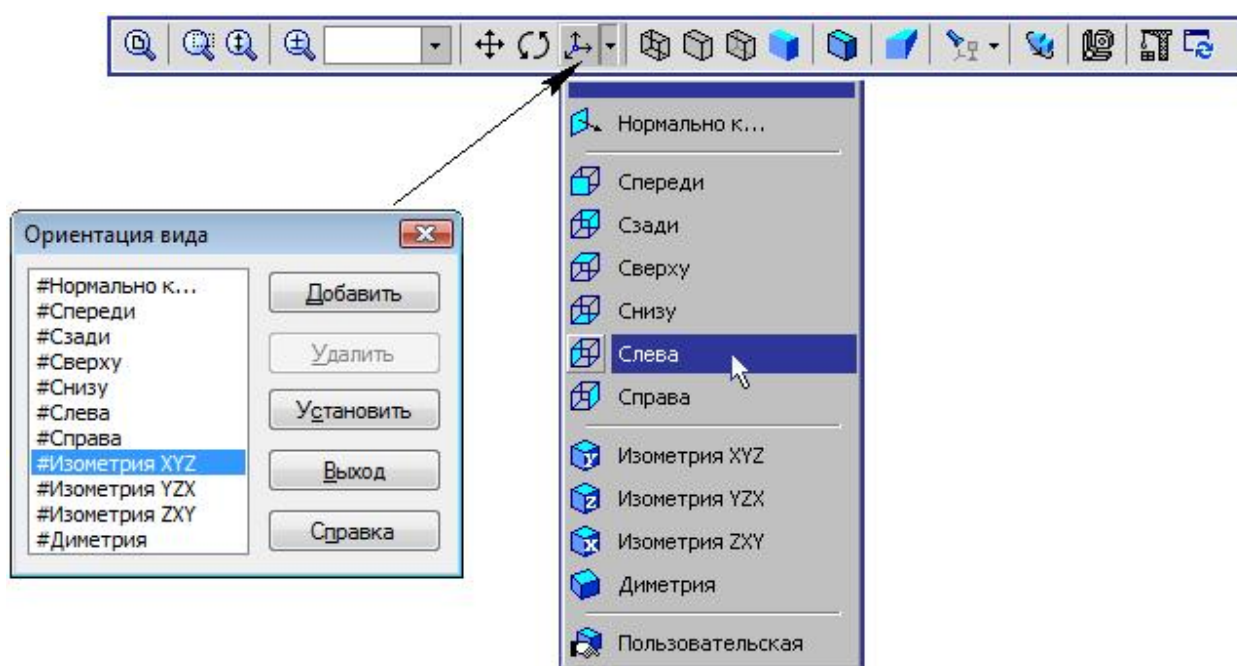



Рис. 4.2. Панель «Вид»

Команда **Ориентация**  позволяет расположить модель на экране в стандартной проекции (рис. 4.2).

При необходимости в дальнейшем создания ассоциативных чертежей (или сборки), крайне важно заранее правильно выбрать главный вид детали и, в зависимости от этого, сориентировать модель относительно плоскостей проекций (рис. 4.3<sup>16</sup>). Это даст возможность избежать лишних операций по ее переориентации.

<sup>16</sup> Обратите внимание на то, что ориентация осей проекций здесь отличается от ориентации, принятой в курсе «Начертательная геометрия». Так, Вид спереди проецируется на плоскость, проходящую через оси XY.

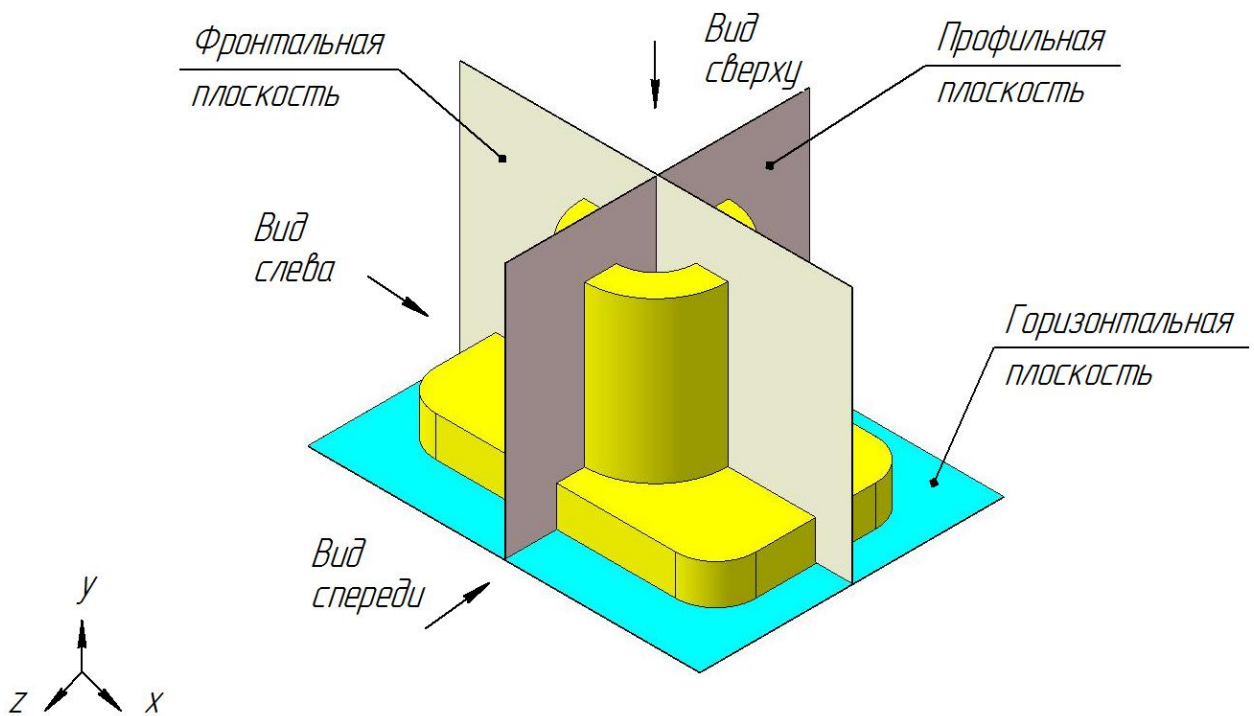


Рис. 4.3. Система координат в КОМПАС-3D

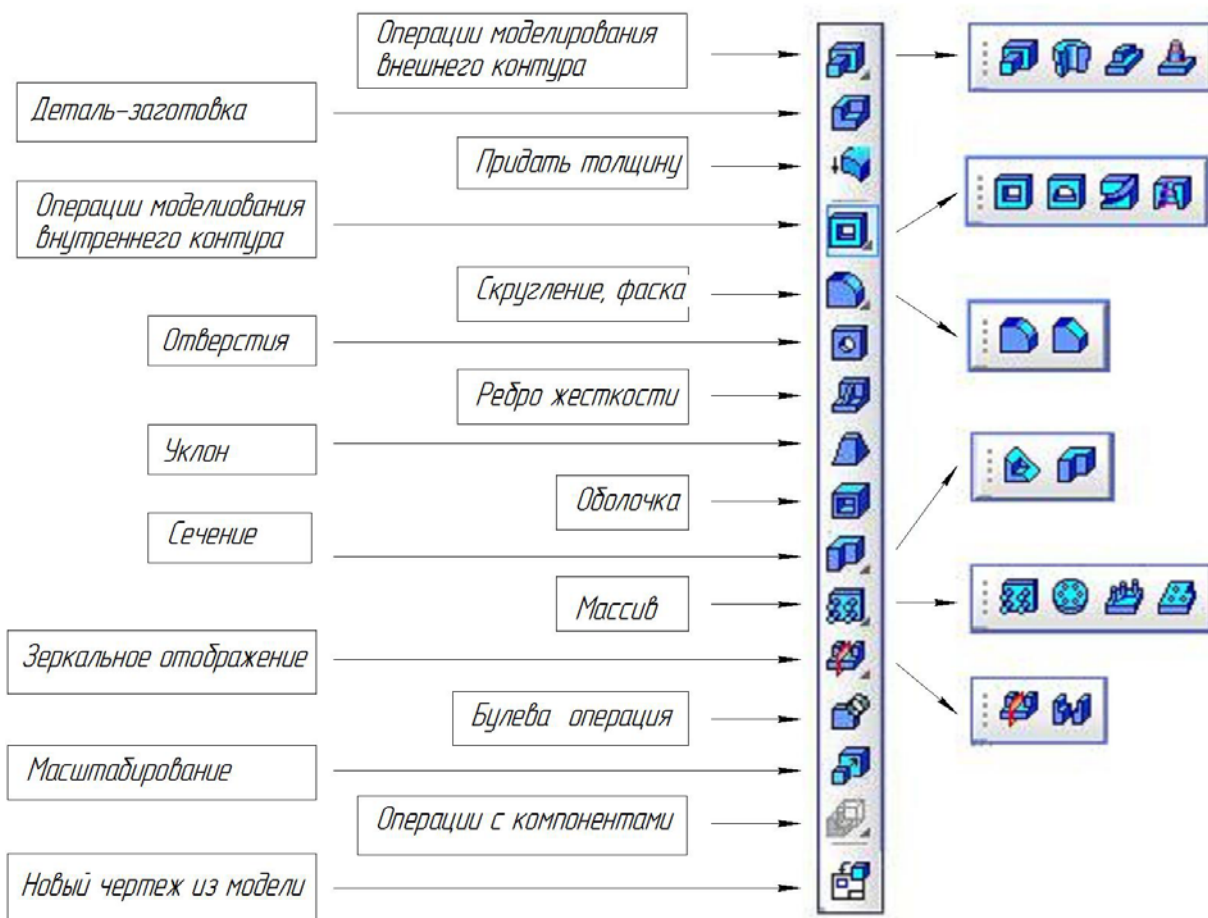







Рис. 4.4. Инструментальная панель «Редактирование»



Панель **Компактная** модуля трехмерной графики содержит кнопки переключения следующих страниц Инструментальных панелей<sup>17</sup>:

- **Редактирование**  – содержит кнопки включения команд формирования внешней и внутренней поверхности детали, редактирования ее элементов, а также команды построения плоского чертежа из модели (рис. 4.4);
- **Пространственные кривые**  – содержит команды построения пространственных линий, которые могут быть использованы, например, в качестве направляющих и т.п. (рис. 4.5);
- **Поверхности**  – содержит команды создания поверхностей (рис. 4.6);
- **Вспомогательная геометрия**  – содержит команды построения осей, дополнительных плоскостей и др. (рис.4.7)
- **Элементы листового тела**  – группа команд, позволяющих формировать модель детали методом гибки, штамповки и строить развертку.

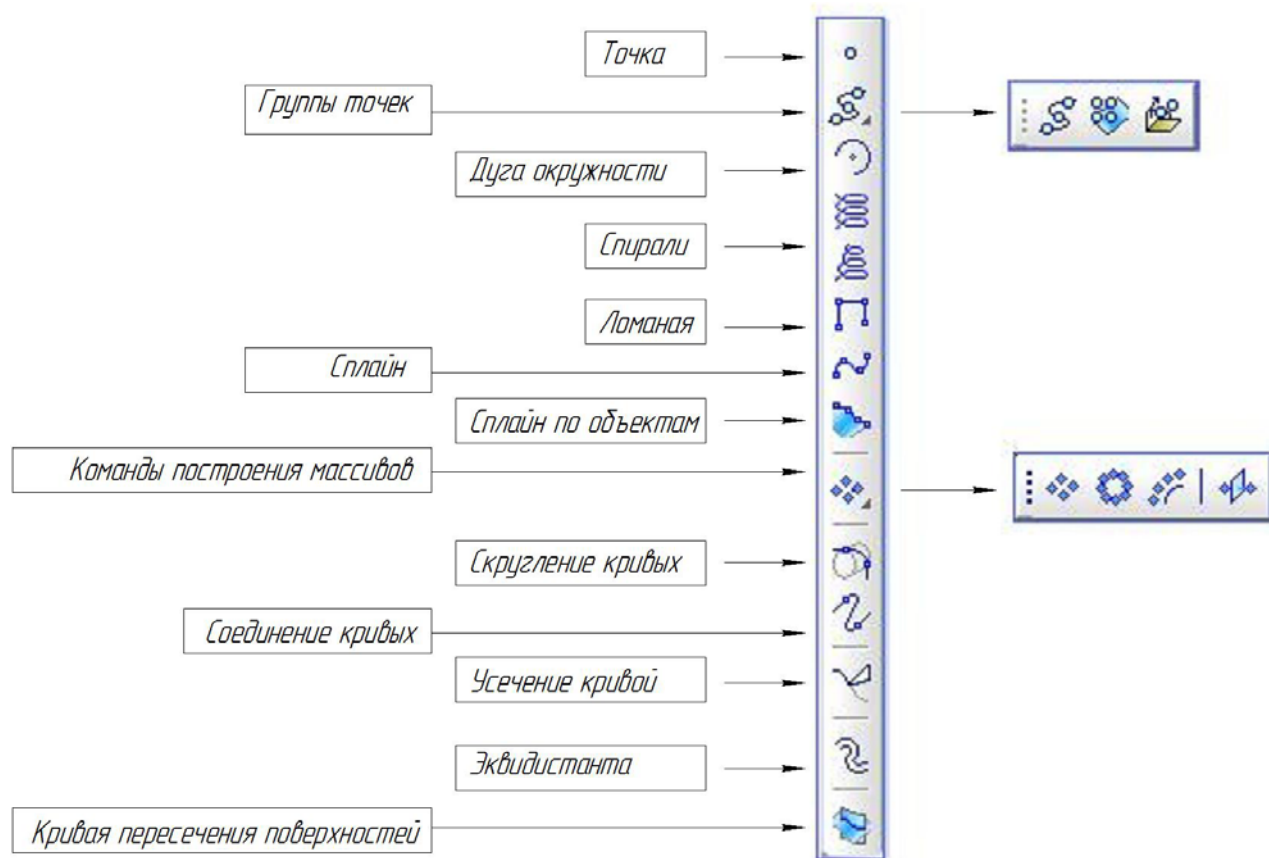


Рис. 4.5. Инструментальная панель «Пространственные линии»

<sup>17</sup> Перечень приведен для режима построения модели детали.



Рис. 4.6. Инструментальная панель «Поверхности»

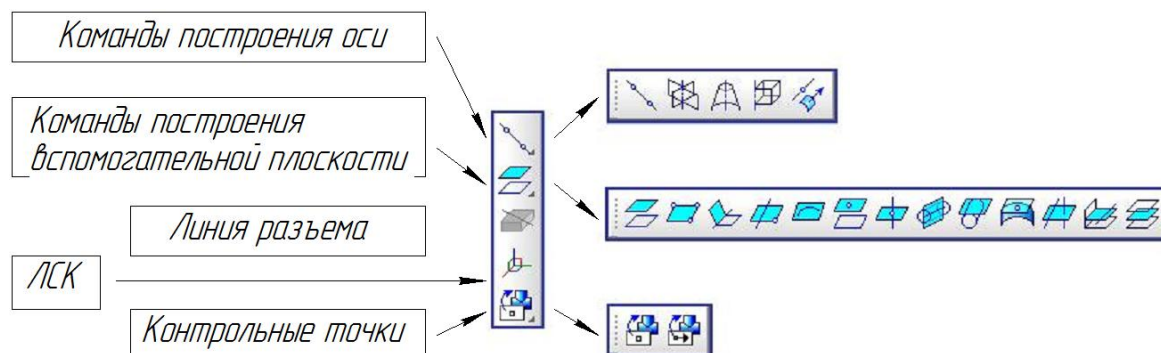


Рис. 4.7. Инструментальная панель «Вспомогательная геометрия»

#### 4.1.1. Основные принципы построения модели детали

Конструкция любой детали состоит из набора простейших геометрических поверхностей. Построение ее модели в общем случае можно начать с формирования любого элемента, принятого за основание, к которому в дальнейшем с помощью формообразующих операций можно добавлять последующие элементы (или вычитать их).

В КОМПАС-3D для создания модели геометрического тела применяется кинематический способ образования поверхности, при котором происходит перемещение образующей (заданного плоского контура) по определенной траектории.

Процесс моделирования поверхностей детали состоит из двух этапов:

1. Создание плоского контура, называемого эскизом.
2. Выполнение формообразующих операций, к которым в свою очередь относятся:
  - операции **выдавливания**;
  - операции **вращения**;
  - **кинематические** операции;
  - операции **по сечениям**.





### 4.1.2. Требования, предъявляемые к построению эскиза

1. Эскиз строится только на плоскости. В качестве плоскости построения могут быть выбраны:
  - плоскости проекций **XY, XZ, YZ**;
  - плоскости или грани уже созданных ранее элементов модели;
  - плоскости, созданные с помощью операций инструментальной панели

#### **Вспомогательная геометрия**

2. Эскиз может состоять из одного или нескольких контуров. Контур не должен иметь общих точек, а также пересекаться между собой или с осью вращения (контур может заканчиваться на оси вращения).
3. Контур строится линией стиля «*Сплошная основная*», ось вращения – линией «*Осевая*» (используется при построениях операцией «**Вращение**»).
4. Если используется один контур, то он может быть как замкнутым, так и незамкнутым. Если для формирования модели необходимы два и более контура, то все они должны быть замкнутыми.
5. Допускается только один уровень вложения контуров друг в друга.

### 4.1.3. Алгоритм построения объемной модели

1. Создается документ типа «Деталь» .
2. На панели «Дерево модели» указывается плоскость, в которой необходимо построить эскиз.
3. На Инструментальной панели «Стандартная» включается кнопка команды построения **Эскиза** , т.о. осуществляется переход на страницу построения двумерных чертежей.
4. Строятся контуры эскиза с помощью команд панелей **Геометрия**, **Редактирование** и **Размеры**. Заканчивается построение эскиза повторным нажатием на кнопку **Эскиз** .
5. На **Панели Компактная** включается кнопка одной из формообразующих операций. В **Строке параметров** задаются параметры данной операции и завершается создание объекта кнопкой **Создать объект** .

Процесс построения модели отображается на панели, называемой «*Дерево модели*». Перед началом построений новой детали в *Дереве построений* присутствуют только пиктограммы плоскостей проекций XY, XZ, YZ, начала координат и осей проекций.



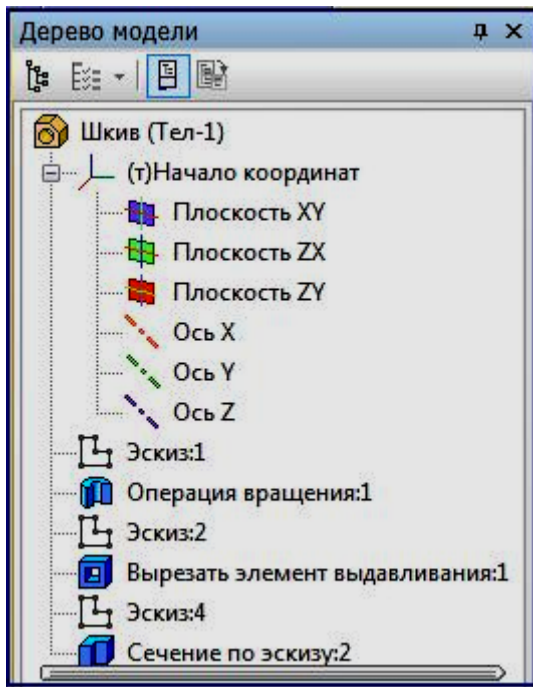


Рис. 4.8. Окно «Дерево построения»

В процессе создания модели в *Дерево* добавляются эскизы, плоскости, пространственные кривые, формообразующие операции и т.п. *Дерево* дает возможность вернуться к тому или иному элементу для его редактирования. Однотипным элементам по умолчанию система дает порядковый номер. Однако для упрощения дальнейшего редактирования объектов допускается давать им свои наименования.

## 4.2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Лабораторная работа № 7.

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАЦИЕЙ ВЫДАВЛИВАНИЯ

**Цель работы:** Изучение приемов формирования твердотельной модели детали с использованием группы операций «Выдавливание».

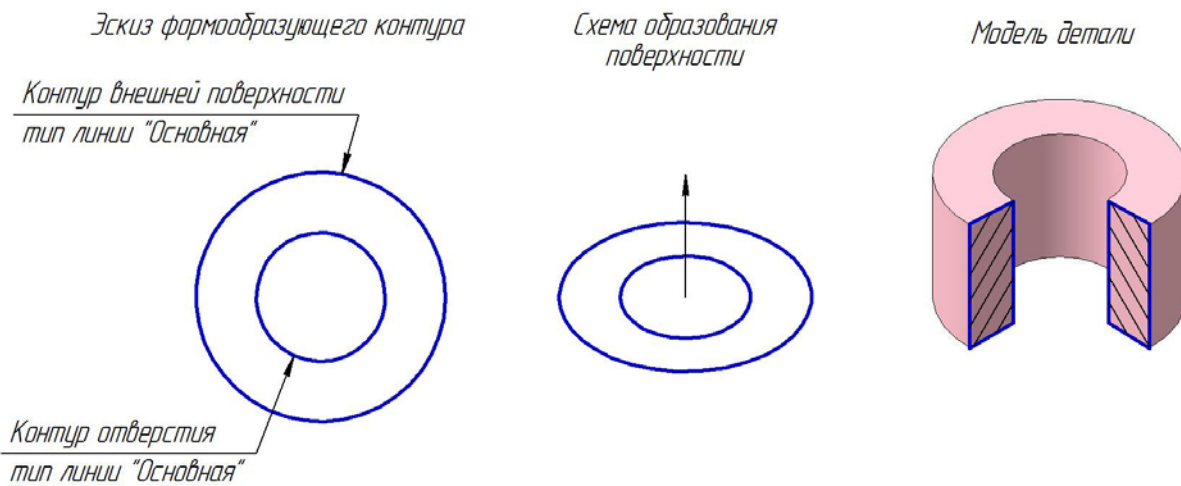




Рис. 4.9. Образование поверхности операцией «Выдавливание»

Формообразование модели операциями **Выдавливание**  и **Вырезать выдавливанием**  заключается в перемещении плоского контура (обра-

зующей линии поверхности) в направлении, перпендикулярном плоскости этого контура.

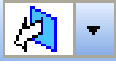








Для выполнения операции «Выдавливание» необходимо выбрать плоскость, в которой будет находиться основание (контур) строящегося элемента детали. В этой плоскости средствами модуля двумерной графики, строится эскиз контура.


Требования, предъявляемые к эскизу при выполнении операции «Выдавливание»:

- контур эскиза чертится «Основной» линией;
- в одном эскизе может присутствовать один (построение внешней или внутренней поверхности) или несколько (одновременное построение внешней и внутренней поверхностей) контуров;
- если контур один, он может быть замкнутым или незамкнутым (построение модели незамкнутой оболочки);
- если контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми;
- если контуров несколько, то один из них должен быть внешним, а остальные вложены в него (допускается только один уровень вложения контуров);
- не допускается пересечение контуров.

Содержание *Строки параметров*:

На вкладке «*Параметры*» находятся кнопки:

- **Направление выдавливания** (прямое , обратное , два направления , средняя плоскость 
- **На расстояние** (на расстояние , до поверхности , через все  и т.д.);
- поле **Расстояние**, в которое вводится числовое значение расстояния выдавливания от плоскости эскиза;
- кнопки **Уклон** (левой задается расширение модели по мере удаления от плоскости эскиза , правой – сужение ).

На вкладке «*Тонкая стенка*» расположены кнопки **Тип построения тонкой стенки** – вариант *нет*  используется при создании монолитной модели, остальные – при создании оболочки (в этом случае задается толщина стенки).

На вкладке «*Свойства*» задаются цвет и оптические свойства модели.

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 4.10–4.12) с помощью операций «Выдавливание» и «Вырезать выдавливанием».

### Упражнение 1. Построение модели детали «Геометрическое тело»

Выполнить:

- ✓ Создать трехмерную модель детали «Геометрическое тело» (рис. 4.10), руководствуясь рисунками 4.11, 4.12 и пояснениями к ним.

Данную деталь условно можно разделить на две части: шестигранную призму (диаметр описанной окружности 60мм, высота 30мм) и цилиндр (диаметр 40мм, высота 70мм).

Основанием детали выберем призму. Она должна быть проецирующей на виде сверху, поэтому в качестве плоскости эскиза контура следует выбрать плоскость **ZX** (см. рис. 4.3).

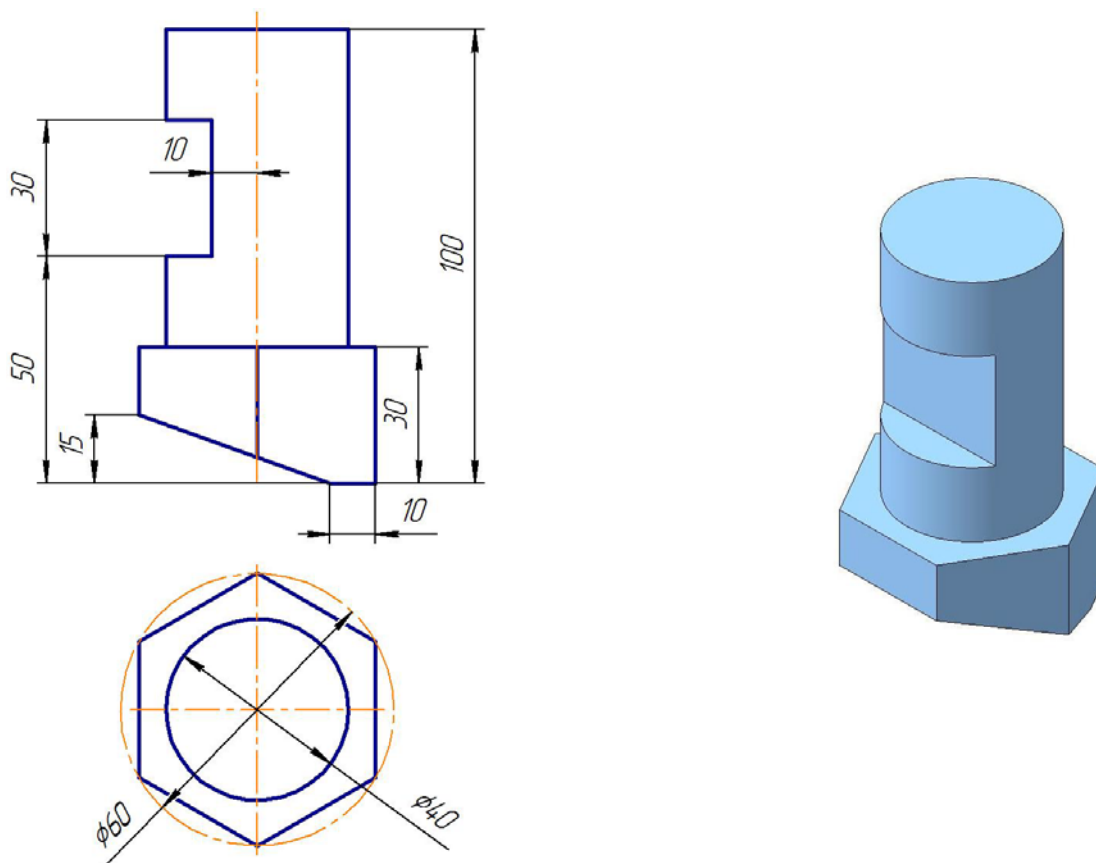





Рис. 4.10. Чертеж и модель детали «Геометрическое тело»<sup>18</sup>

1. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Геометрическое тело».

<sup>18</sup> Графическое условие задачи №7-11 из базы заданий к альбому «Геометрическое и проекционное черчение», разработанной на кафедре «Инженерная графика».

2. В верхней строке *Дерева построений модели* также присвойте проектируемой детали собственное имя (вместо наименования «Деталь»).
3. Постройте контур основания детали, для этого:

- На *Панели управления* выберите ориентацию  **Изометрия XYZ**.
- В «*Дереве построений*» укажите щелчком ЛКМ плоскость **ZX** (вид сверху). При этом выбранная плоскость должна отобразиться на экране зеленым цветом.

**Примечание:** Плоскость также можно указывать непосредственно на рабочем поле. Для этого необходимо подвести курсор к ее изображению. Щелчок ЛКМ необходимо производить только после того, как курсор изменит свое изображение , а контур самой плоскости будет отображаться штриховой линией.

- Включите команду построения **Эскиза**  на *Инструментальной панели Текущее состояние*.

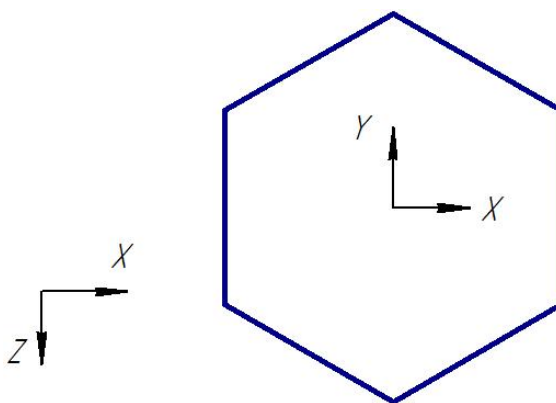





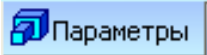



















Рис. 4.11. Эскиз основания призматического основания детали

- Щелчком на кнопке **Геометрия**  *Инструментальной панели* активизируйте соответствующую страницу этой панели и постройте в начале координат шестиугольник. В *Строке параметров* выберите тип построения шестигранника **По описанной окружности**  и введите значение **диаметра 60мм**, тип линии «Основная».
  - Закрыв эскиз повторным нажатием на клавишу , перейдите в режим трехмерного моделирования.
4. Постройте модель призмы:
    - Включите страницу **Редактирования детали**  и выберите на ней команду **Операция выдавливания** .

- На *Панели свойств*, на вкладке «*Параметры*»  укажите **прямое**  направление выдавливания (вверх), глубина выдавливания – **на расстояние** , в поле *Расстояние* введите значение 30;
  - На вкладке «*Тонкая стенка*»  укажите тип построения тонкой стенки – **Нет** .
  - Создайте объект .
5. Постройте на призматическом основании детали цилиндрическую поверхность. Для этого:
- Выберите в качестве плоскости для построения **Эскиза** верхнее основание призмы, щелкнув на ней ЛКМ, перед этим курсор должен поменять свое изображение , а контур основания отобразиться штриховой линией. Выбранная плоскость при этом станет зеленого цвета.
  - Перейдите в режим построения **Эскиза** с помощью кнопки .
  - Начертите контур для формирования цилиндрической поверхности (окружность  $\varnothing 40\text{мм}$ ) с центром в начале координат.
  - Отключите построение эскиза .
  - Включите кнопку операции **Выдавливание** . На *Панели параметров* в поле **Расстояние** укажите высоту цилиндра 70 мм и создайте объект .
6. Смоделируйте вырез на цилиндрической поверхности с помощью операции **Вырезать выдавливанием** :
- Включите **Ориентацию**  **Спереди** и в *Дереве построений* укажите плоскость XY.
  - Включите команду построения **Эскиза** .
  - На странице **Геометрия**  постройте с помощью вспомогательных прямых и команды **Прямоугольник**  контур выреза (рис.4.12).
  - Закройте **Эскиз** .
  - Выберите **Ориентацию**  **Слева**.

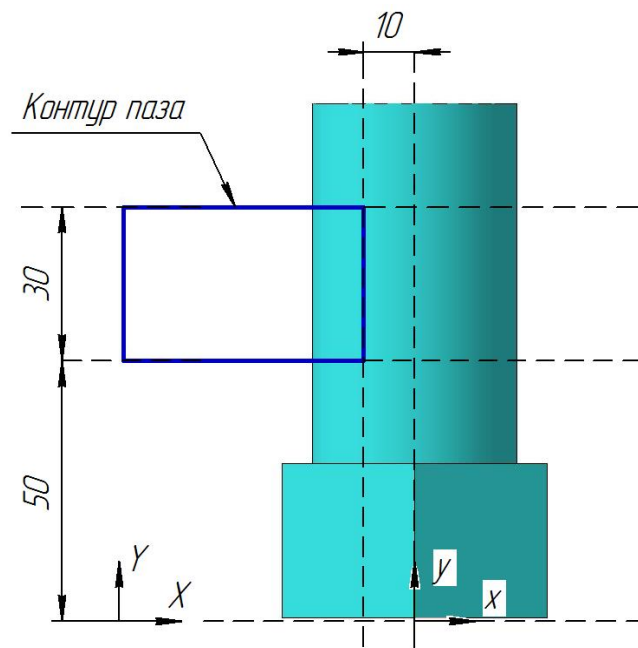











Рис. 4.12. Эскиз выреза цилиндра


- Включите команду **Вырезать выдавливанием**  и в *Строке параметров* выберите *Два направления* , *Через все*  (указать для двух направлений).
- Создайте объект .

Срез основания детали можно построить двумя способами. Первый аналогичен построению паза на цилиндре, второй – срез дополнительной плоскостью. При втором способе, прежде всего, необходимо построить геометрические элементы, задающие плоскость, например, точку и прямую.

7. Постройте точку, расположенную на левой грани призмы и отстоящей от ее нижнего основания на расстоянии 15мм (рис. 4.13):

- Включите операцию построения **Точки**  на странице *Пространственные кривые* .
- В *Строке параметров* укажите **способ** построения точки – **на поверхности** . В качестве поверхности, на которой следует построить точку, укажите<sup>19</sup> плоскость левой грани призмы (она отобразится красным цветом). Включите смещение – **по расстоянию от плоских объектов** . Далее выберите два плоских объекта для задания расстояния от них до точки: в качестве первого объекта укажите ребро левой

<sup>19</sup> Для удобства выделения грани следует развернуть изображение модели детали с помощью команды **Поворот** , расположенной на панели **Вид**.

грани (при указании этого объекта курсор должен изменить свое изображение , в качестве второго – плоскость основания. В областях **расстояние** до первого объекта введите – 0, до второго – 15мм.

- Создайте объект , прервите команду построения .

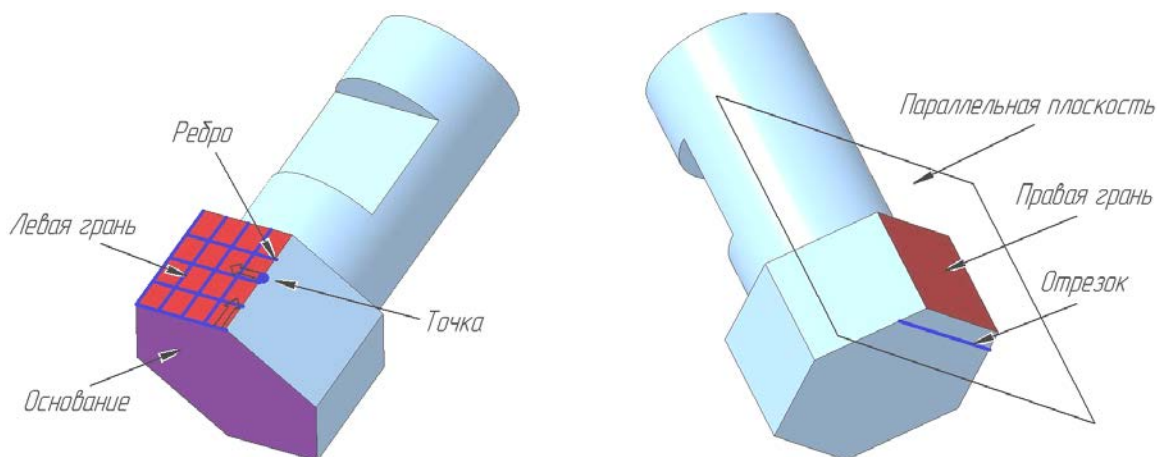















Рис. 4.13. Точка и прямая, определяющие положение плоскости среза

8. Постройте отрезок, расположенный в основании призмы и отстоящий от ее правой грани на расстоянии 10мм (рис. 4.13):





- Выберите **Ориентацию**  **Изометрия XYZ**.
- Включите команду построения **Параллельной плоскости** , расположенную на странице **Вспомогательная геометрия** . В качестве базовой укажите плоскость правой грани призмы.
- В *Строке параметров* в поле **расстояние** введите значение 10мм, направление построения **прямое** .
- Создайте объект , завершите команду построения .
- В *Дереве модели* укажите только что созданную плоскость.
- Перейдите в режим построения эскиза .
- Постройте отрезок произвольной длины, проходящий через начало координат так, чтобы он находился в плоскости основания (совпадающий с направлением оси **OZ**).
- Перейдите в модуль построения моделей .



9. Постройте дополнительную секущую плоскость:

- На странице **Вспомогательная геометрия**  включите команду построения **Плоскости через ребро и вершину** .
- По очереди укажите курсором на точку (изображение курсора ) и отрезок (изображение курсора ). Система построит фантом плоскости.
- Завершите команду построения .
- В *Дереве модели* переименуйте вновь построенную плоскость в «Плоскость среза».

10. Выполните срез поверхности основания детали:

- На странице **Редактирование**  включите операцию **Сечение поверхностью** .
- В *Дереве построений* укажите «Плоскость среза».
- В *Строке параметров* выберите направление отсечения **обратное** .
- Создайте объект .

11. Сохраните модель.

## Упражнение 2. Построение модели детали «Корпус»

Выполнить:

- ✓ Проанализировать составляющие части поверхности детали «Корпус» (рис. 4.14).
- ✓ Выбрать ориентацию детали относительно плоскостей проекций.
- ✓ Проанализировать последовательность и состав операций формирования внешней и внутренней поверхности детали.
- ✓ Создать трехмерную модель детали «Корпус» (рис. 4.14), руководствуясь рисунками 4.15 – 4.20.

**Примечание:** Прежде, чем приступить к моделированию поверхности детали, необходимо выбрать не только ориентацию ее в пространстве, но и расположение начала координат. В данном случае эскиз плиты основания должен располагаться в плоскости **ZX**, а для упрощения вспомогательных построений начало координат целесообразней разместить так, чтобы через него проходила ось вертикального цилиндра.

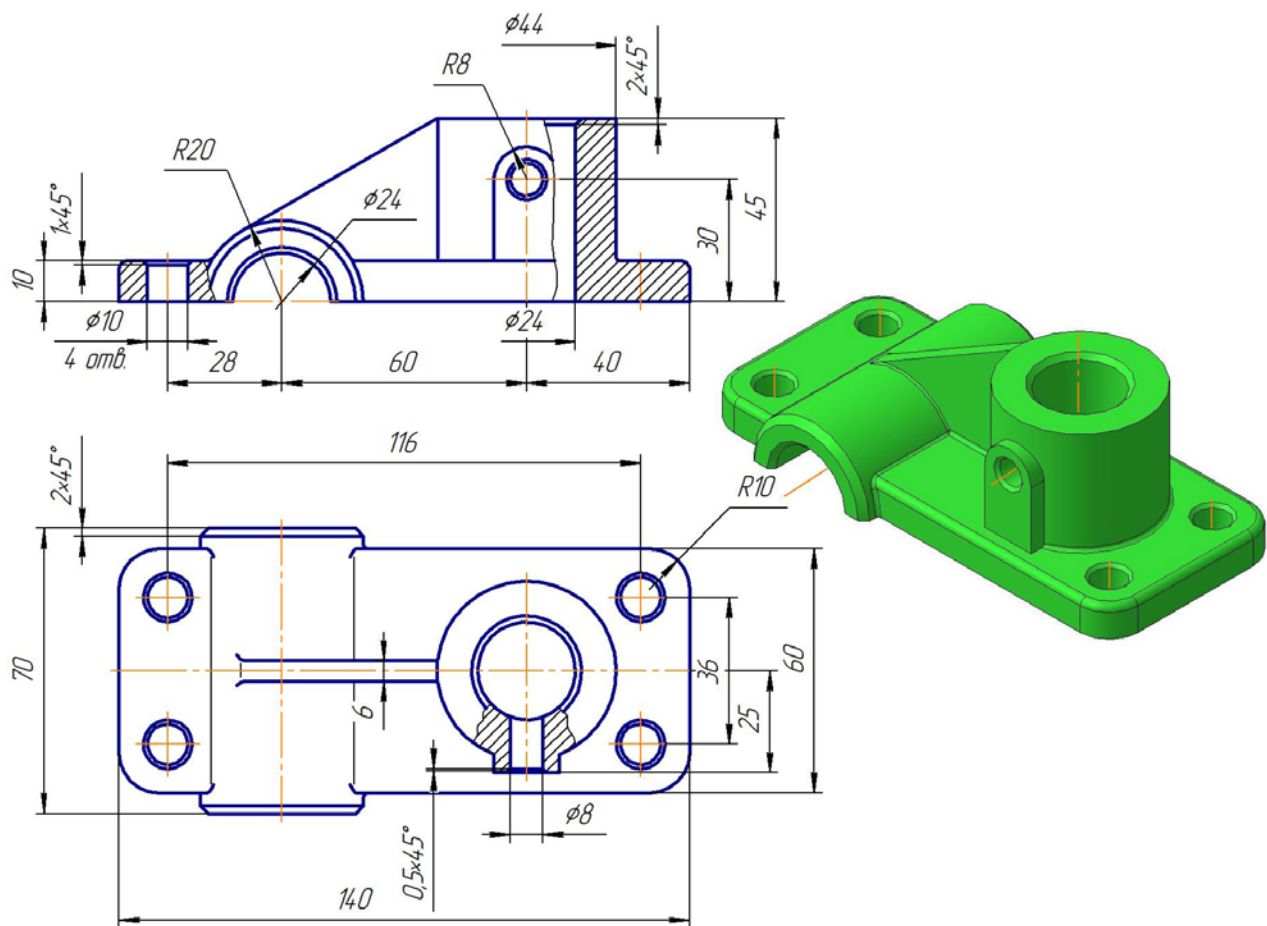



Рис. 4.14. Чертеж и модель детали «Корпус»

1. Создайте новый документ типа «Деталь» и сохраните его под именем «Корпус».
2. Постройте внешнюю поверхность детали с помощью команды **Операция выдавливания**  (последовательность построений приведена на рис. 4.15 – 4.18).

Контуры для формирования основания детали

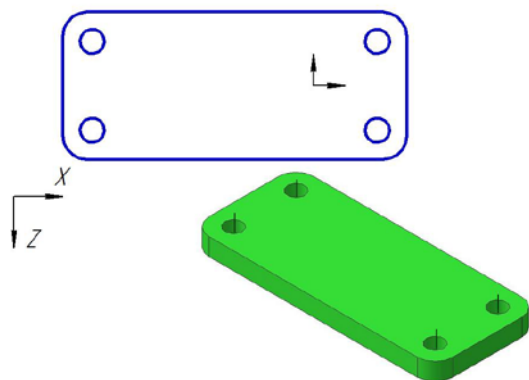


Рис. 4.15

Контуры для формирования поверхности горизонтального цилиндра:

а) внешней поверхности      б) отверстия

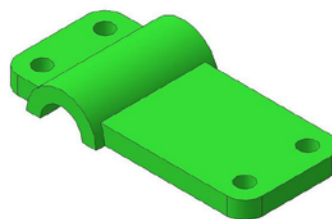
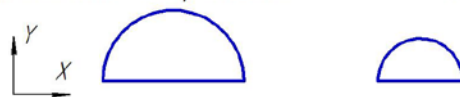


Рис. 4.16

Контур для формирования внешней поверхности вертикального цилиндра

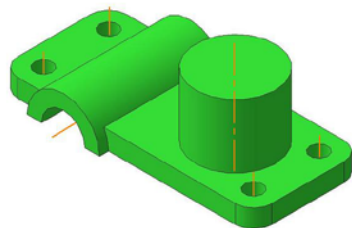
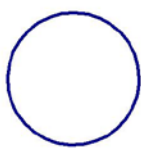


Рис. 4.17

Формообразующий контур фланцевой части

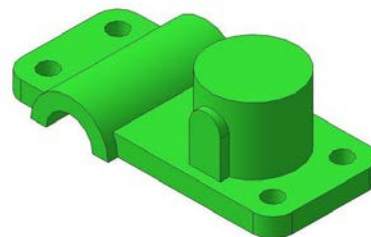



Рис. 4.18

3. Постройте отверстия с помощью команды **Вырезать выдавливанием** .

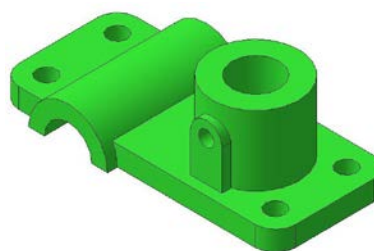






Рис. 4.19

4. Постройте ребро жесткости:

- Выберите в *Дереве построений* плоскость **XU** и начертите в ней эскиз контура ребра жесткости (рис. 4.20).
- На странице *Редактирование*  включите операцию **Ребро жесткости** .
- В *Строке параметров* на вкладке «Толщина» включите тип построения тонкой стенки **Средняя плоскость**  Средняя плоскость, введите значение толщины стенки 6 мм.
- На вкладке «Параметры» стрелками подберите нужное направление построения.
- Создайте объект .

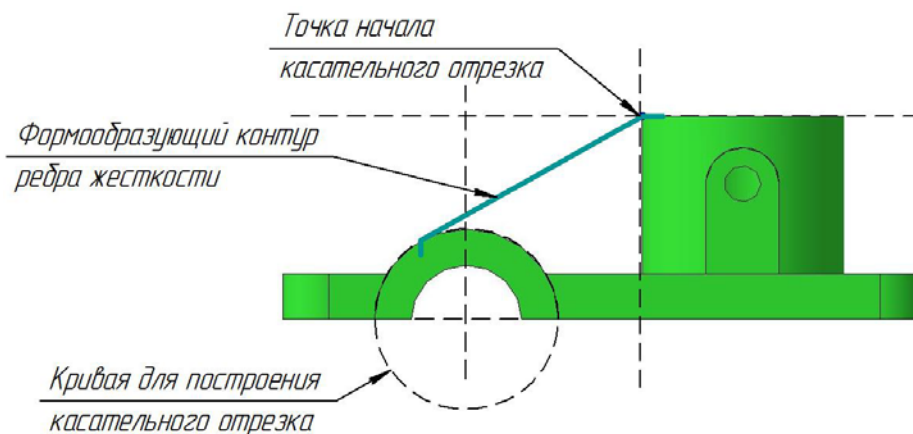








Рис. 4.20. Построение контура ребра жесткости

5. Постройте фаски на внешней кромке горизонтального цилиндра и в отверстиях:
  - Щелкните на кнопке **Скругление**  и, удерживая ее, выберите пиктограмму **Фаска** .
  - На *Панели свойств* в поле *Длина* введите заданное значение фаски и нажмите клавишу «Enter», выберите **Построение по стороне и углу**.
  - Укажите щелчком на кромки отверстий детали, подведя к ним курсор, при этом окружность должна высветиться, а курсор поменять свое изображение .
  - Завершите создание фасок командой **Создать объект** .
6. Аналогично постройте скругление кромок детали радиусом 2мм.
7. Сохраните построенную модель.<sup>20</sup>

### *Лабораторная работа №8.*

## **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАЦИЯМИ ВРАЩЕНИЯ**

**Цель работы:** Изучение приемов работы по формированию твердотельной модели с помощью группы операций «Вращение».

Формообразование модели группой операций **Вращения** (**Приклеить вращением** , **Вырезать вращением** ) заключается в перемещении плоского контура (образующей линии поверхности) вокруг заданной оси.

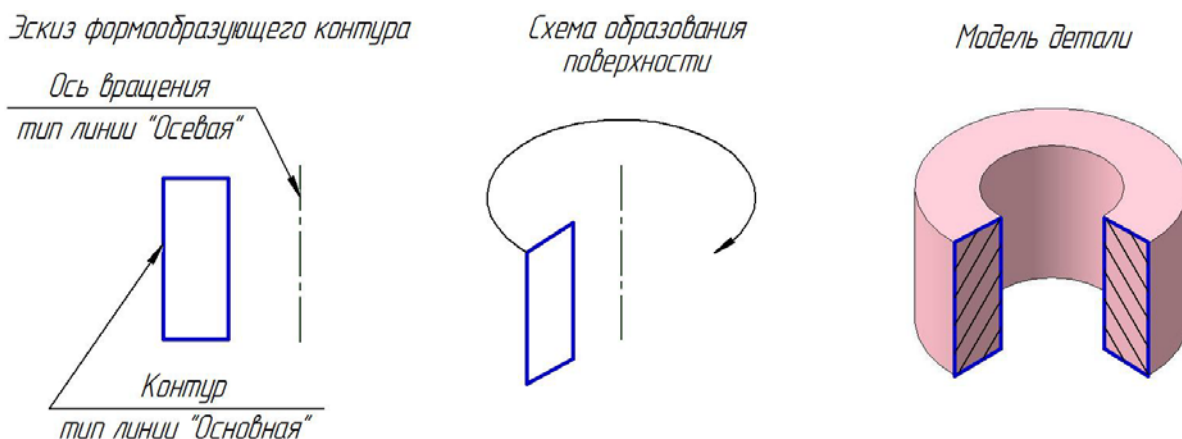


Рис. 4.21. Образование поверхности операцией «Вращение»

<sup>20</sup> Модель детали «Корпус» будет использоваться в лабораторной работе «Создание ассоциативных чертежей».

При построении эскиза необходимо учитывать следующее:


- в одном эскизе может присутствовать один или несколько формообразующих контуров;
- если контур один, он может быть как замкнутым, так и незамкнутым, если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми;
- при одновременном формировании внешней и внутренней поверхности детали, все контуры должны быть охвачены одним внешним контуром (внешний контур формирует внешнюю поверхность, вложенные в него контуры – отверстия);
- контуры не должны пересекаться или накладываться друг на друга;
- на эскизе обязательно должна присутствовать ось вращения;
- контур не должен пересекать ось вращения, может только на ней заканчиваться;
- формообразующий контур строится линией стиля «Основная», ось вращения – линией стиля «Осевая».

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 4.22, 4.25) с помощью операции «Вращение» и «Вырезать вращением».

**Выполнить:**

- ✓ Создать трехмерную модель детали «Шкив» (рис. 4.22), руководствуясь рисунками 4.23, 4.24 и описаниями к ним.
- ✓ Построить четвертной вырез детали.
- ✓ Построить модель детали «Пробка» из заготовки, используя операцию «Вырезать вращением».
- ✓ Построить трехмерную модель внешней поверхности детали (рис. 4.27), используя операцию «Выдавливание». Самостоятельно рассмотреть принципы создания внутренней поверхности этой детали операцией «Вырезать вращением».

### **Упражнение 1. Построение пространственной модели детали «Шкив»**

1. Запустите систему КОМПАС-3D.
2. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Шкив 3D».
3. Самостоятельно выберите ориентацию детали в пространстве таким образом, чтобы ее ось располагалась горизонтально, параллельно фронтальной плоскости проекций.

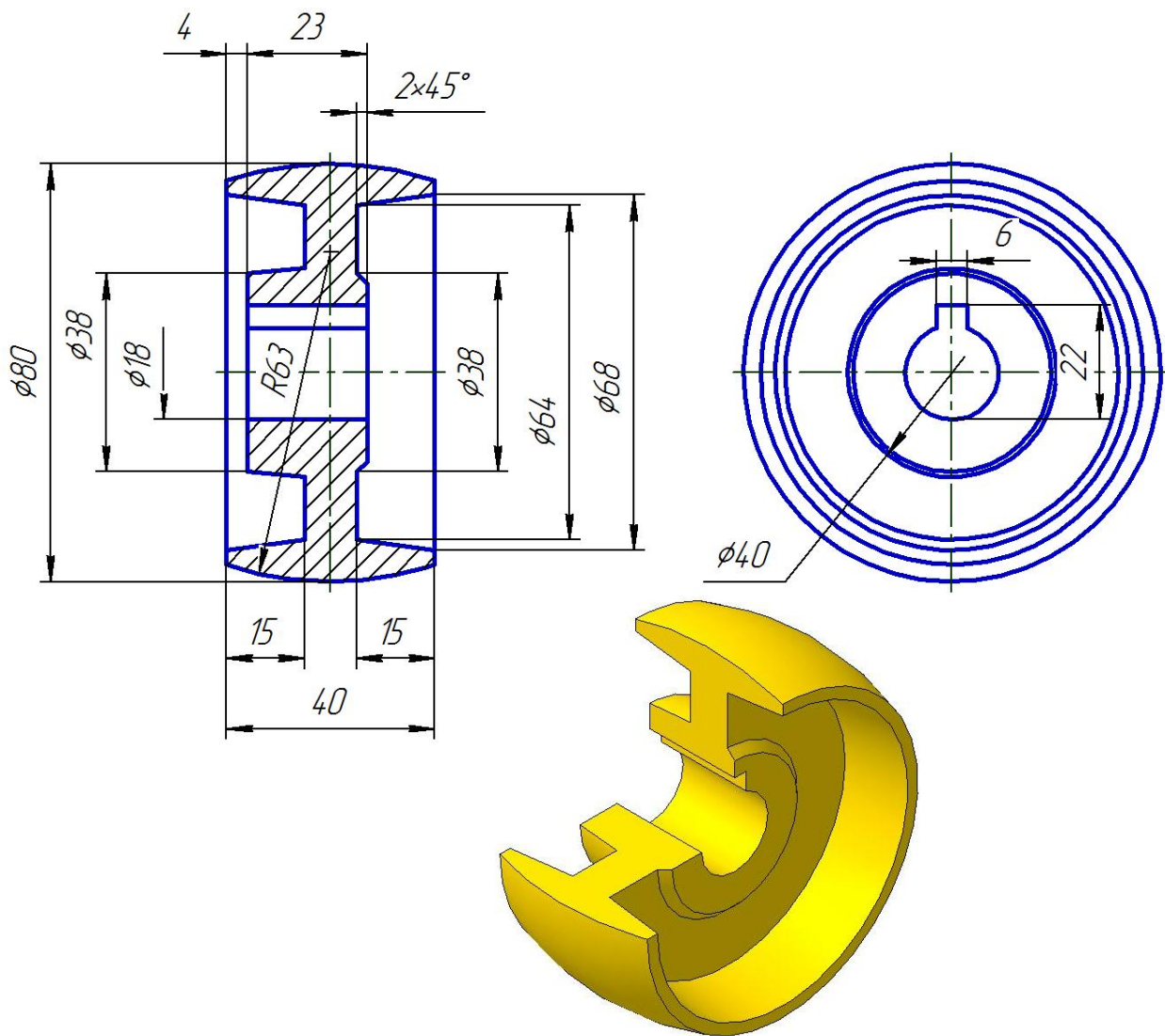


Рис. 4.22. Чертеж и модель детали «Шкив»<sup>21</sup>

4. Постройте эскиз контура детали в выбранной плоскости (рис.23 а):

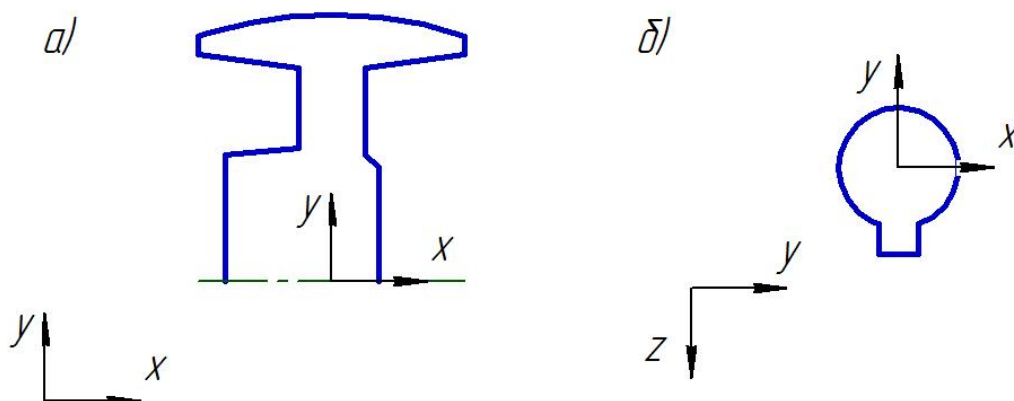


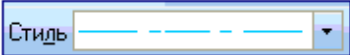



















Рис. 4.23. Формообразующие контуры внешней (а) и внутренней (б) поверхностей детали

<sup>21</sup> Графическое условие задачи №9-02 из базы заданий к альбому «Геометрическое и проекционное черчение», разработанной на кафедре «Инженерная графика».



- В *Дереве модели* укажите плоскость для построения образующей поверхности вращения.
  - Перейдите в режим построения **Эскиза** .
  - Постройте контур с помощью команд *Инструментальной панели Геометрия*  (см. размеры на рис. 4.22).
  - Постройте ось вращения (тип линии «Осевая»  ).
  - Завершите построение эскиза  и перейдите в режим трехмерного моделирования.
5. Постройте модель внешней поверхности детали вращением контура вокруг оси:
- На панели *Редактирование детали* , на вкладке **Операции выдавливания**  выберите команду **Вращение** .
  - В *Строке параметров* включите кнопку **Сфероид** , на вкладке *Тонкая стенка*  – выберите кнопку **Нет** .
  - Создайте объект .
6. Начертите эскиз формообразующего контура для построения отверстия:
- Укажите в качестве базовой торцевую плоскость ступицы шкива, курсор при этом должен изменить свое изображение .
  - Перейдите в режим построения **Эскиза** .
  - Постройте контур отверстия (рис. 4.23 «б»).
  - Перейдите в режим построения модели .
7. Постройте отверстие под вал со шпоночным пазом:
- Включите команду **Выдавливание** .
  - В *Строке параметров* выберите прямое направление выдавливания , способ построения – до ближайшей поверхности .
  - Создайте объект .
8. Выполните четвертной разрез детали:
- Выберите плоскость для построения эскиза **YZ** и перейдите в режим плоской графики .
  - Постройте следы секущих плоскостей (рис. 4.24).
  - Перейдите в режим построения модели .



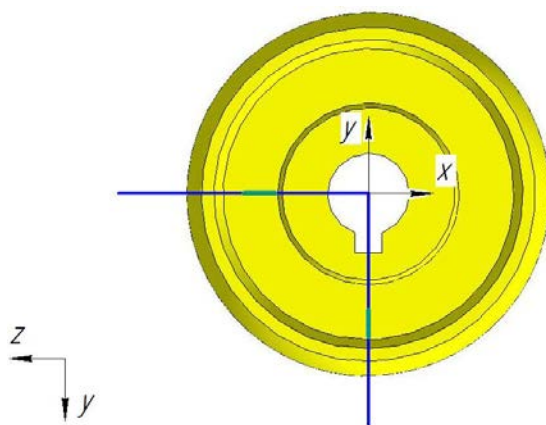





Рис. 4.24. Выполнение четвертного выреза детали

- Включите операцию **Сечение по эскизу**  в *Строке параметров* выберите обратное направление отсечения **Прямое**  и **Создайте объект** .

9. Сохраните модель .<sup>22</sup>

В дальнейшем можно не отображать на экране четвертной вырез, выделив в *Дереве построения* ПКМ название операции и из списка выбрав команду **Исключить из расчета**. В такой же последовательности можно исключенную операцию **Включить в расчет**.

### *Упражнение 2. Формирование внешней поверхности модели детали операцией «Вырезать вращением»*

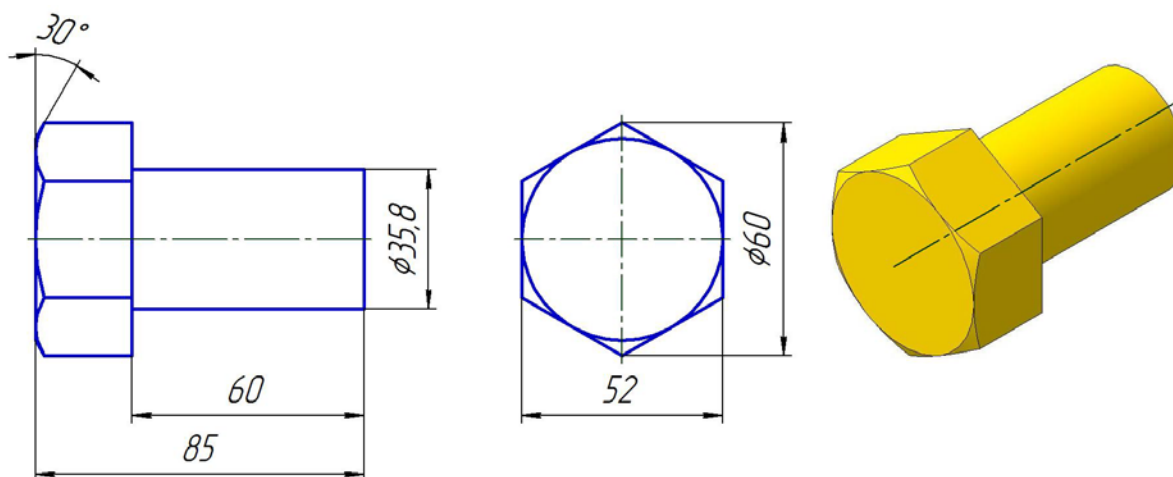


Рис. 4.25. Чертеж и модель заготовки детали «Пробка»

<sup>22</sup> Модель детали «Шкив» будет использоваться в лабораторной работе «Создание ассоциативных чертежей».

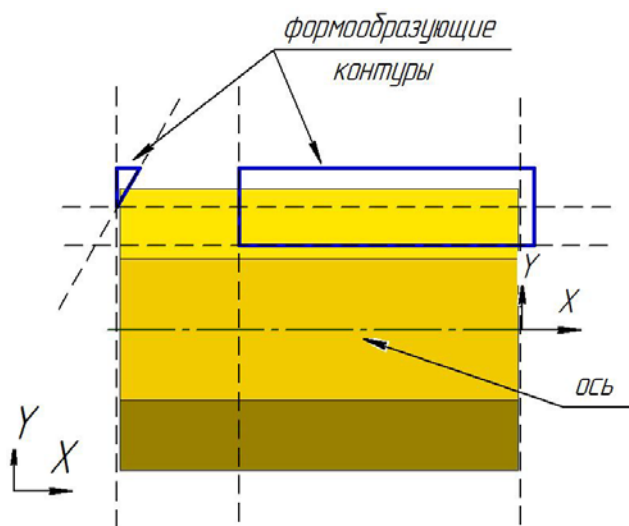


Рис. 4.26. Выполнение четвертного выреза детали

4. Постройте заготовку детали (шестигранную призму) операцией **Выдавливание**, выбрав в качестве плоскости эскиза плоскость **YZ**.
5. Сформируйте цилиндрическую часть детали и фаску операцией **Вырезать вращением** (рис. 4.25).
6. Сохраните модель под именем «Пробка»<sup>23</sup>.

### Упражнение 3. Формирование внутренней поверхности модели детали операцией «Вырезать вращением»

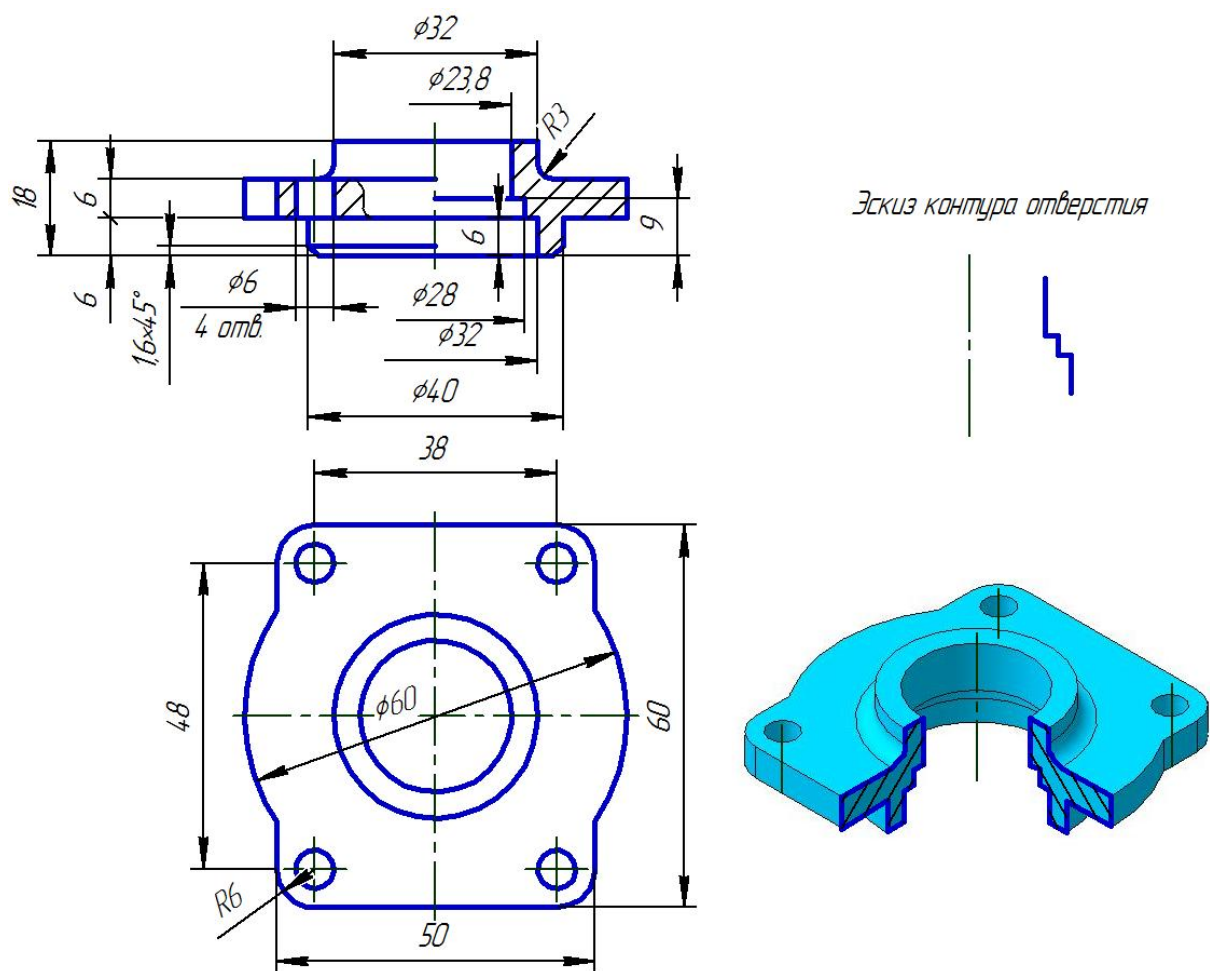












Рис. 4.27. Чертеж и модель детали «Крышка»

<sup>23</sup> Модель детали «Пробка» будет использоваться в лабораторной работе «Построение модели кинематическими операциями».

Самостоятельно постройте модель детали «Крышка»<sup>24</sup>. Внешнюю поверхность и периферийные отверстия постройте с помощью операции **Выдавливание**, для построения формообразующих контуров можно воспользоваться ранее построенным чертежом детали «Фланец», копируя необходимые элементы в эскиз чрез буфер обмена , . Поверхность центрального отверстия необходимо построить с помощью операции **Вырезать вращением** . Незамкнутый формообразующий контур отверстия показан на рис. 4.27. При этом, в *Строке параметров* необходимо включить построение **Сфероид** , тонкой стенки – нет  Нет .

### Лабораторная работа № 9. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ОПЕРАЦИЯМИ

**Цель работы:** Изучение приемов работы по формированию твердотельной модели с помощью группы «Кинематических операций».

Построение модели группой **Кинематических** операций (**Приклеить кинематически** , **Вырезать кинематически** ) заключается в перемещении плоского формообразующего контура – **сечения**  Сечение по плоской или пространственной кривой линии – **траектории** .

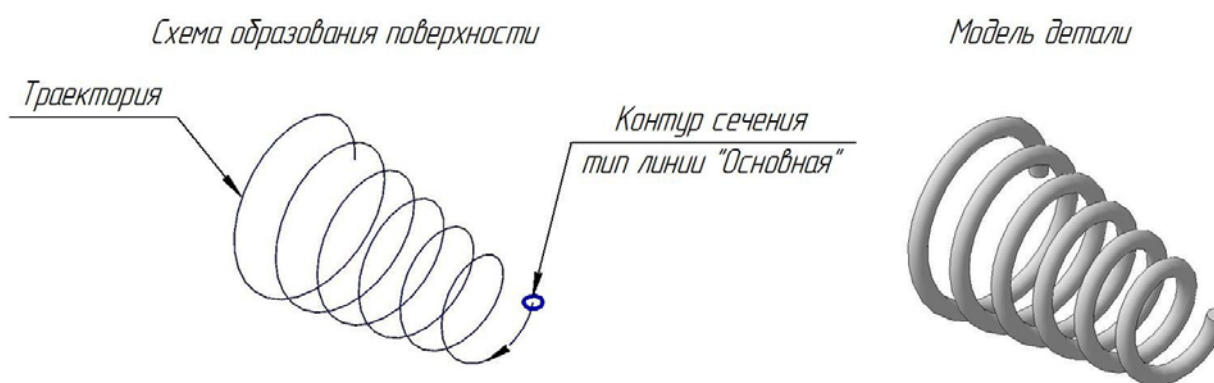


Рис. 4.28. Образование поверхности «Кинематической операцией»

<sup>24</sup> Построенную модель детали необходимо сохранить, т.к. она будет использоваться в лабораторной работе «Построение моделей кинематическими операциями».

При построении эскиза необходимо учитывать следующее:

- Должно быть построено два (или более) эскиза (для сечения и траектории движения сечения), причем эскизы сечения и траектории должны располагаться в плоскостях, непараллельных друг другу.
- Стиль линии эскиза траектории и сечения – **Основная**.
- Контур сечения может быть замкнутым (для построения оболочки или сплошного тела) или незамкнутым (для построения оболочки).
- Если траектория незамкнутая, то плоскость сечения должна пересекать ее в начальной или конечной точке.
- Траектория и сечение могут состоять из прямолинейных и криволинейных участков. Не допускаются разрывы и наложения их друг на друга, точка начала каждого последующего участка должна совпадать с конечной точкой предыдущего.

**Задание:** Создать трехмерные модели деталей (рис. 4.29-4.34) с помощью операций «**Приклеить кинематически**» и «**Вырезать кинематически**».

### **Упражнение 1. Построение модели цилиндрической пружины сжатия**

**Выполнить:**

- ✓ Изучить принципы построения поверхностей деталей с помощью «Кинематической операции».
- ✓ Создать трехмерную модель детали «**Пружина сжатия**» (рис. 4.29), руководствуясь рисунком 4.28 – 4.31 и пояснениями к ним.
- ✓ Отредактировать модель пружины, выполнив опорные витки.

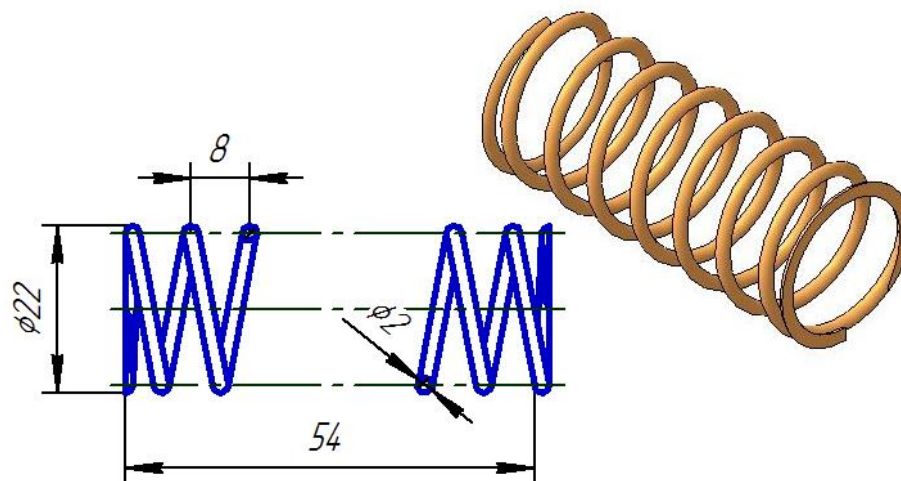






Рис. 4.29. Чертеж и модель детали «**Пружина сжатия**»

1. Создайте новый документ типа «Деталь»  и сохраните его под именем «Пружина».
2. В *Дереве построений* выберите плоскость **ZY** (вид слева).
3. Постройте направляющую (траекторию движения) для моделирования пружины:
  - Включите страницу *Пространственные кривые*  и выберите на ней команду **Спираль цилиндрическая** .
  - В *Строке параметров* укажите **Число витков** 7, **Шаг** 8. На вкладке *Диаметр* – значение 22 мм и выберите команду построения **По размеру** (построение модели по наружному диаметру).
  - Создайте объект .
4. Выполните имитацию опорных витков, добавив к спирали по  $\frac{3}{4}$  окружности с каждой стороны. Для этого создайте вспомогательные плоскости, в которых они будут находиться (рис. 4.30):

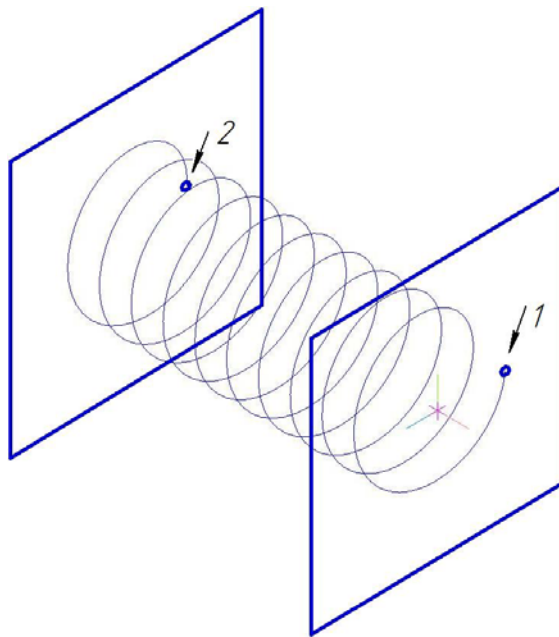









Рис. 4.30. Построение опорных витков пружины

- Включите страницу *Вспомогательная геометрия*  и выберите на ней команду построения **Плоскости через вершину, параллельно другой плоскости** .
- В *Дереве модели* укажите плоскость **ZY**, подведите курсор к точке начала спирали (точка 1) и, когда он поменяет свое изображение , щелкните на ней.

- Завершите команду построения .
- Аналогично постройте плоскость противоположного опорного витка, проходящую через точку 2.
- В *Дереве построений* выберите плоскость первого опорного витка, включите построение **Эскиза**  и выберите ориентацию  **Изометрия XYZ**.
- Постройте окружность с центром в начале координат (рис. 4.31), проходящую через точку 1 (указать эту точку нужно точно).
- Удалите четверть дуги окружности и закройте **Эскиз** .

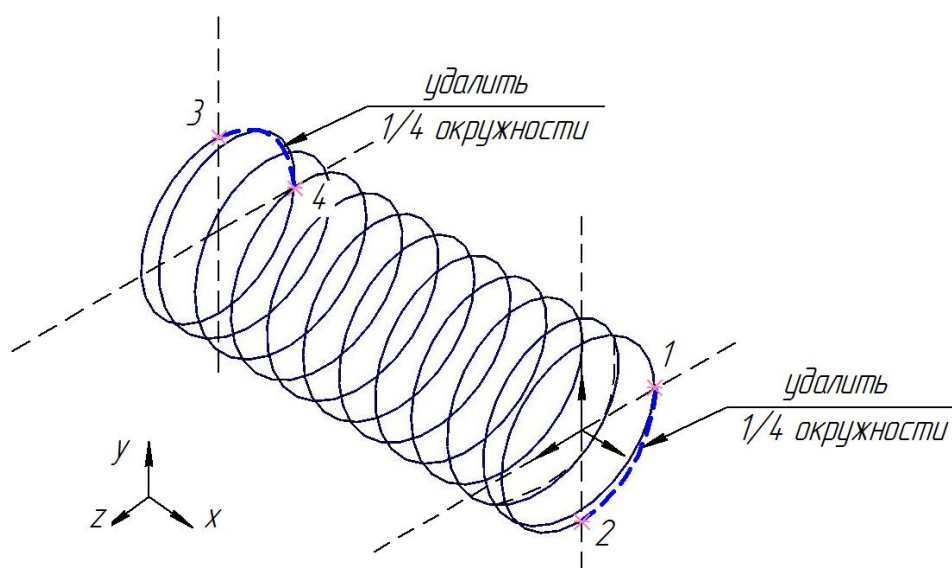








Рис. 4.31. Редактирование опорных витков пружины



- Аналогично постройте дугу во второй плоскости.
5. Постройте эскиз контура сечения (окружность диаметром 2 мм):
- Включит команду построения **Плоскости через вершину, параллельно другой плоскости** .
  - В *Дереве модели* укажите плоскость **XY**, подведите курсор к точке начала или конца траектории и, после того, как он изменит свое изображение (), щелкните на ней. Затем прервите построение.
  - Выберите в *Дереве модели* вновь построенную плоскость, включите кнопку **Эскиз** и начертите окружность диаметром 2 мм с центром в новой точке. После чего закройте **Эскиз** .



6. Постройте поверхность спирали:

- На странице **Редактирование**  включите команду **Кинематическая операция** .
- В *Строке параметров* находятся кнопки **Сечение** и **Траектория** (последний созданный эскиз система определила как сечение). В качестве траектории укажите три участка спирали (можно указать щелчком по ним непосредственно на экране или в *Дереве построений*).
- Завершите операцию .

7. Отредактируйте модель пружины, срезав на витках плоские, опорные участки:

- Выберите плоскость первого опорного витка.
- На инструментальной панели включите команду **Сечение поверхностью** .
- В *Строке параметров* выберите направление сечения таким образом, чтобы фантом стрелки направления сечения был направлен от спирали.
- Завершите создание объекта .
- Повторите операции для второго опорного витка.

8. Сохраните деталь.

## Упражнение 2. Построение модели внешней метрической резьбы

Выполнить:

- ✓ Построить модель наружной метрической резьбы  $M36 \times 3$ , длиной 42мм (рис. 4.32) с помощью операции «**Вырезать кинематически**».

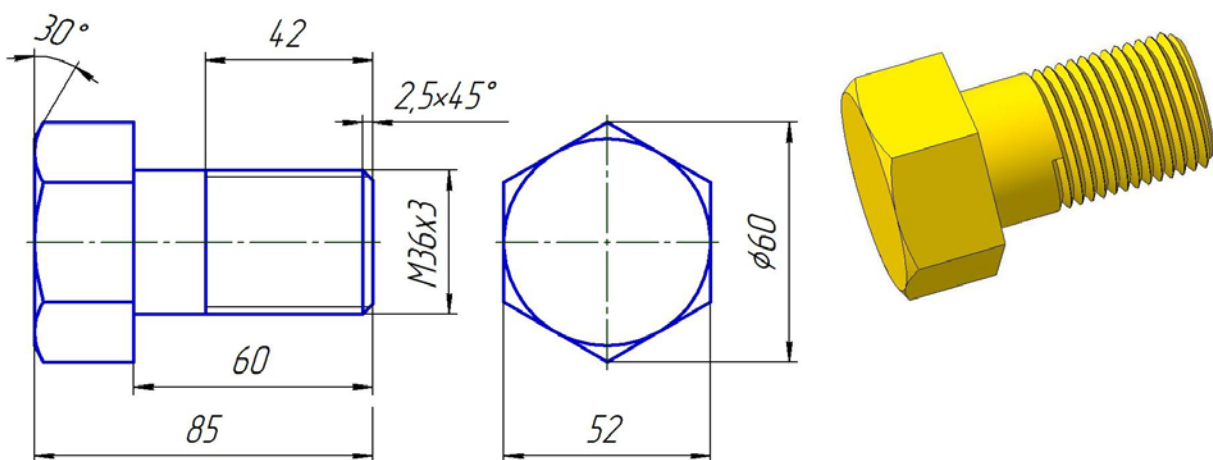



















Рис. 4.32. Чертеж и модель детали с внешней резьбой

1. Откройте файл «Пробка».



2. Создайте вспомогательную плоскость начала траектории (винтовой линии), удаленную от торца цилиндра на расстояние шага резьбы:
  - В списке **Ориентация**  выберите отображение *Вид спереди*  Спереди.
  - В *Дереве построений* укажите плоскость **ZY** (плоскость торца стержня), а на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**  – команду построения **Смещенной плоскости** .
  - В *Строке параметров* укажите **расстояние 3**, направление смещения **прямое** .
  - Создайте объект  и прервите команду построения .
3. Постройте траекторию винтовой поверхности:
  - В *Дереве построений* укажите «Смещенную плоскость».
  - На инструментальной панели **Пространственные кривые**  включите команду построения цилиндрической спирали .
  - В *Строке параметров* задайте **число витков 14**, **шаг 3**, направление **обратное** , на вкладке «Диаметр» укажите способ задания диаметра – **по размеру**, значение диаметра – 36.
  - Создайте объект .
4. Создайте вспомогательную плоскость эскиза сечения винтовой поверхности. Она должна проходить через начало траектории, перпендикулярно ей:
  - Выберите **ориентацию**  **Сверху**.
  - На инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**  включите команду построения плоскости **Через вершину, параллельно другой плоскости** . В *Дереве построений* укажите плоскость **XZ** и подведите курсор к началу спирали. После того как он изменит свое изображение \*, укажите точку ЛКМ.
  - Прервите команду построения .
5. Постройте эскиз сечения винтовой поверхности:
  - В *Дереве построений* выберите «Параллельную плоскость» и включите построение **Эскиза** .

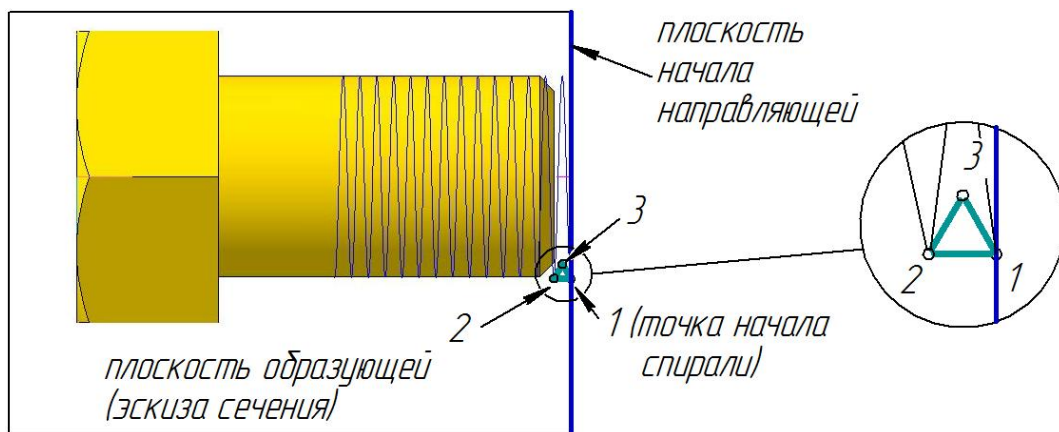










Рис. 4.33. Эскиз контура резьбы

- Постройте контур сечения – равносторонний треугольник 1-2-3, длина стороны равна шагу резьбы. Точка 1 известна (точка начала спирали), отрезок 1-2 (длина 3 мм, угол -180), отрезок 2-3 (длина 3, угол +60), соедините точки 1-3 между собой.
  - Закройте Эскиз .
6. Постройте модель резьбовой поверхности кинематической операцией:
- Выберите ориентацию отображения  **Изометрия XYZ**.
  - Включите инструментальную панель **Редактирование**  и команду **Вырезать кинематически** .
  - В *Строке параметров* в качестве сечения должен быть указан эскиз сечения резьбы, а в качестве траектории – винтовая линия.
  - Создайте объект .
7. Сохраните модель детали с резьбой.

**Примечание:** КОМПАС-3D позволяет создать на моделях деталей условное изображение резьбы. Команда **Условного изображения резьбы**  находится на странице **Элементы оформления**  или панели выпадающих меню **Операции – Элементы оформления – Условное изображение резьбы**. Резьбу необходимо изображать условно, а не как винтовую поверхность, в том случае, когда по модели следует получить ассоциативный ортогональный чертеж.

### Упражнение 3. Построение модели детали с внутренней метрической резьбой

Выполнить:

- ✓ Самостоятельно построить внутреннюю метрическую резьбу  $M24 \times 1,5$  «Кинематической операцией» (рис.4.34).
1. Откройте файл «Крышка».
  2. Аналогично уроку 2 постройте резьбовое отверстие  $M24 \times 1,5$  в детали «Крышка», используя операцию «**Вырезать кинематически**» .
  3. Удалите лишний материал в отверстии операцией «Вырезать вращением» (эскиз контура см. на рис. 4.34).
  4. Выполните четвертной вырез детали.
  5. Сохраните результат.

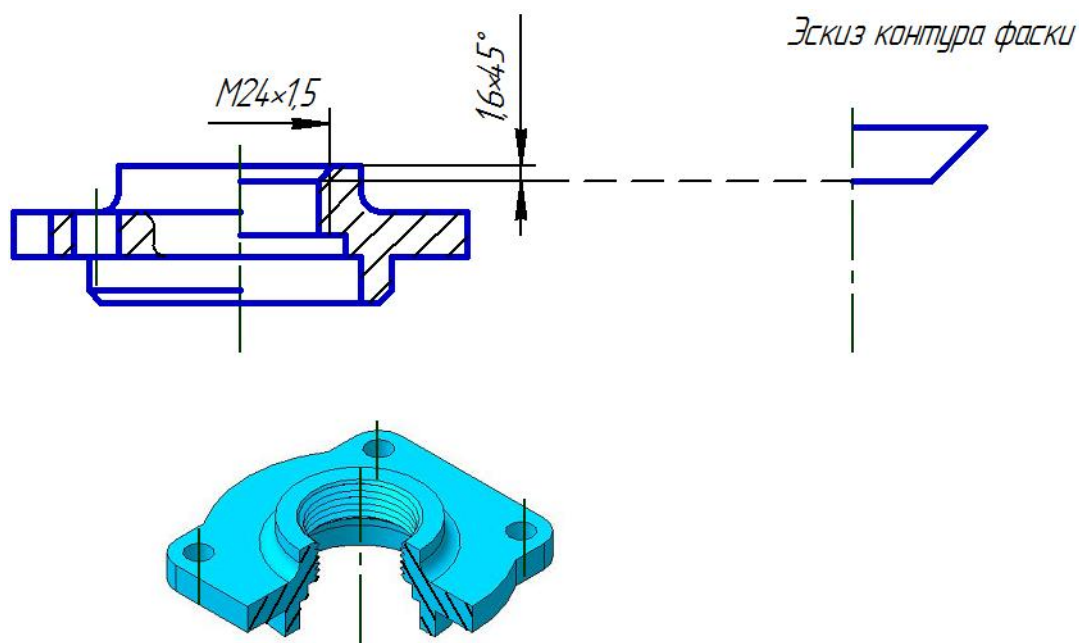


Рис. 4.34. Внутренняя резьба

*Лабораторная работа №10.*  
**СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ ВИДОВ**

**Цель работы:** Изучение приемов построения стандартных проекционных изображений из твердотельной модели с помощью операции «Новый чертеж из модели», «Вид с модели» и инструментальной панели «Виды».

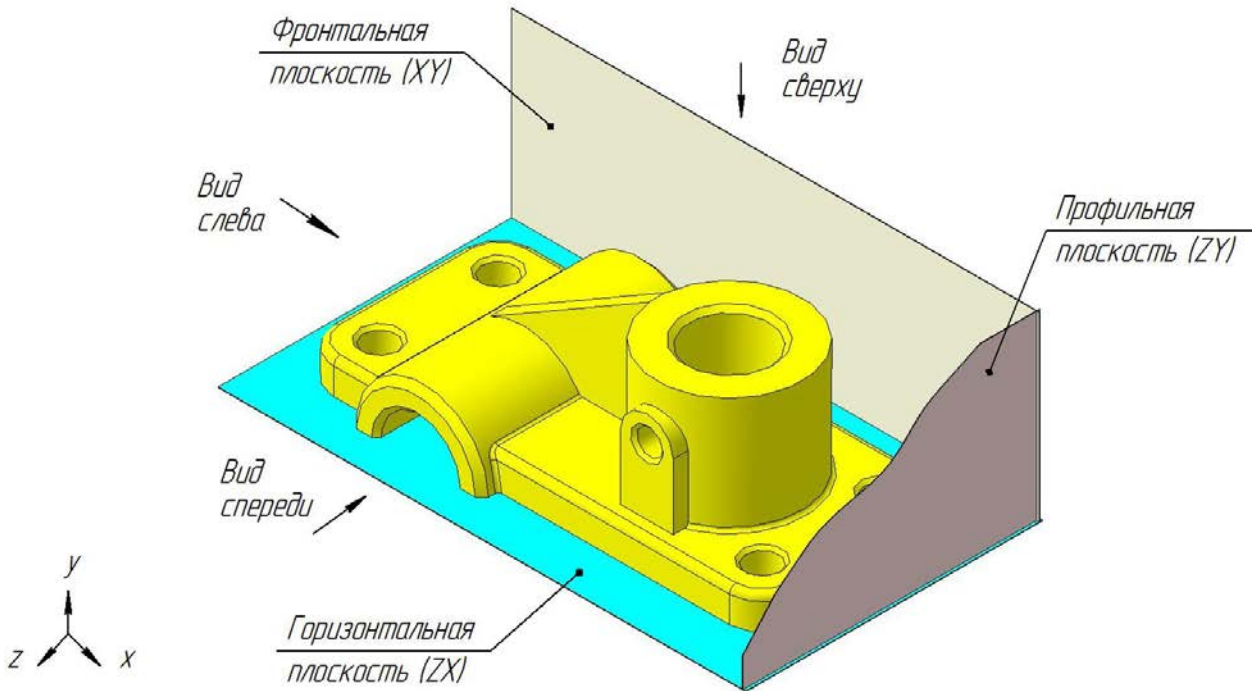


Рис. 4.35. Схема плоскостей проекций в КОМПАС-3D

**Вид** – ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Различают основные, дополнительные и местные виды. Они дают представление о наружной поверхности изделия или его части.

**Основными видами** называют изображения, полученные в результате проецирования изделия на основные плоскости проекций, за которые принимают шесть граней куба, внутрь которого условно помещено изделие.

ГОСТом установлены следующие названия основных видов:

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 1. Вид спереди (главный вид). | 4. Вид справа. |
| 2. Вид сверху.                | 5. Вид снизу.  |
| 3. Вид слева.                 | 6. Вид сзади   |

Изображение, полученное при проецировании на фронтальную плоскость проекции, считается главным и выбирается таким образом, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме и размерах изделия.

Система КОМПАС-3D позволяет автоматически создавать ортогональные проекции детали и сборочной единицы из трехмерной модели. Такие изображения называются ассоциативными чертежами.

**Ассоциативный вид** – чертеж, ассоциативно связанный с 3D моделью. При редактировании модели, изображение на всех, связанных с ней, ассоциативных видах изменяется.

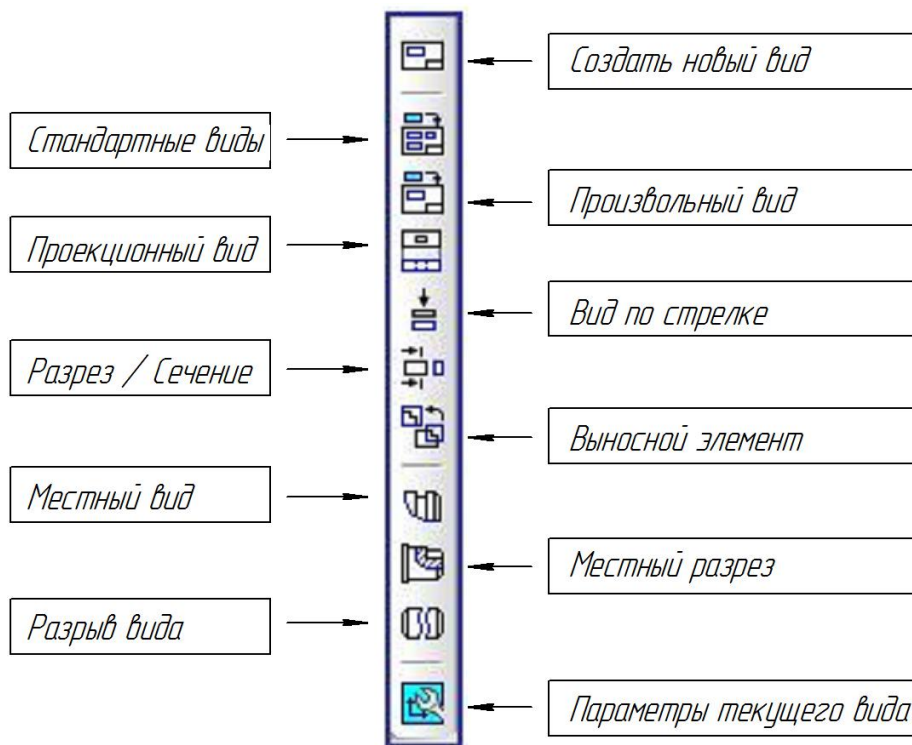






Рис. 4.36. Пиктограммы Инструментальной панели «Вид»

Создать ассоциативные чертежи можно в режиме «Чертеж» , выполнив команду меню **Вставка – Вид с модели – ...**, или с помощью команд инструментальной панели **Виды** . Также в модуле твердотельного моделирования существует команда меню **Операции – Создать новый чертеж из модели** или одноименная команда , расположенная на странице **Редактирование** .

Каждый вид может быть *текущим* (в нем можно выполнять любые операции по изменению), *фоновым* (доступен только для выполнения привязок к его элементам), *погашенным* (полностью недоступен, на чертеже отображаются только габаритные рамки), *активным* (в данном состоянии сразу могут находиться несколько видов).

Информация о состоянии видов отображается в Строке текущего состояния (область *Состояние видов*) или в меню **Сервис – Состояние видов** (рис. 4.37).

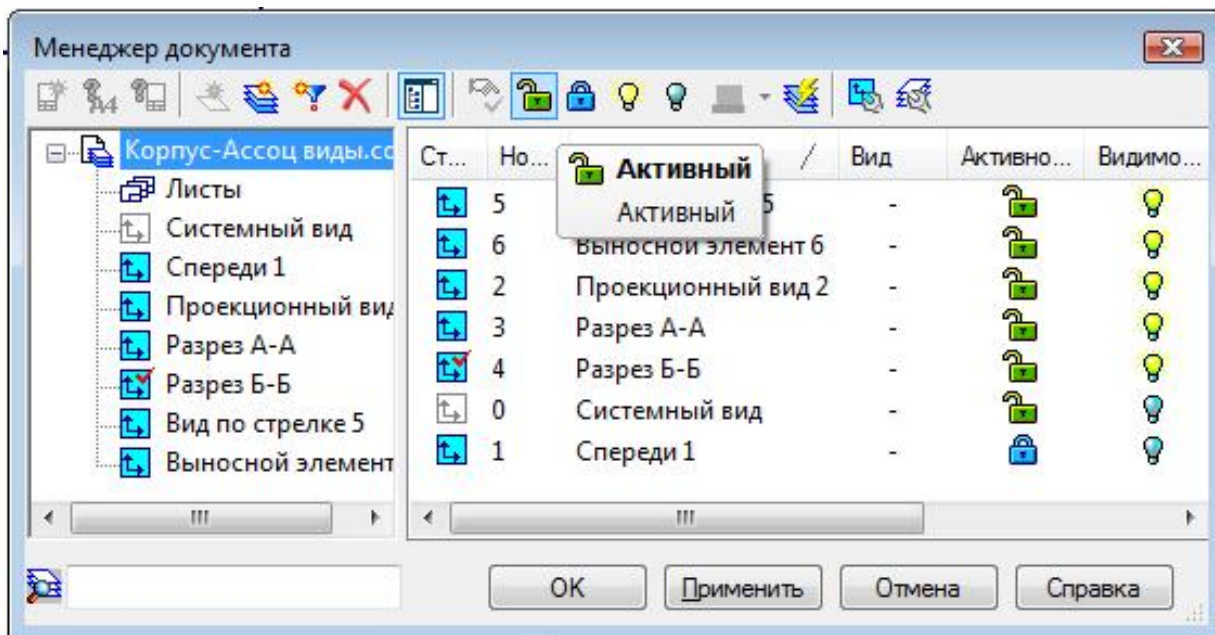




Рис. 4.37. Окно менеджера документа

Все виды связаны с твердотельной моделью, но при необходимости в любой момент эту связь можно разрушить. Для этого достаточно щелчком ЛКМ выделить вид, затем ПКМ вызвать контекстное меню и из списка выбрать команду **Разрушить вид**.

**Задание:** Создать ортогональные проекции видов и разрезов деталей по их моделям.

*Выполнить:*



- ✓ Создать из твердотельной модели «Шкив» (рис. 4.36) чертеж с аксонометрическим изображением, используя команду **Создать новый чертеж из модели** .
- ✓ Отредактировать аксонометрический чертеж, заштриховав четвертной вырез.
- ✓ Создать из твердотельной модели «Корпус» двухмерный чертеж, содержащий главный вид и вид сверху с помощью команды **Стандартные виды** .
- ✓ Построить профильный и ступенчатый разрезы, местный вид и выносной элемент.
- ✓ Проставить размеры и окончательно оформить чертеж.







2. В *Строке параметров* выполните следующие настройки:
  - На вкладке «*Параметры*» из списка в области **Ориентация главного вида** выберите **Изометрия XYZ**, масштаб 1:1.
  - На вкладке «*Линии*» включите тип отрисовки видимых линий – «*Основная*», невидимые линии – **не показывать**.
3. Щелчком ЛКМ укажите на экране положение изображения.

**Примечание:** Отредактировать, не устраивающие по каким-либо причинам, параметры вида, вставленного в чертеж, можно с помощью команды **Параметры текущего вида** , находящейся на странице **Вид** .

4. Разрушите ассоциативную связь аксонометрического изображения с моделью детали:
  - Щелкните ЛКМ по прямоугольной рамке изображения, при этом она должна высветиться зеленым цветом.
  - Щелкните ПКМ на изображении и в появившемся контекстном меню выберите команду **Разрушить вид**.
5. Выполните штриховку четвертного разреза.
6. Заполните основную надпись (рис. 4.39).
7. Сохраните чертеж под именем «*Аксонометрия детали Шкив*».

## **Упражнение 2. Построение ассоциативных видов детали «Корпус»**

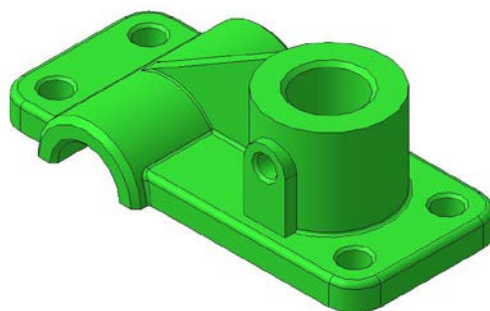





Рис. 4.40. Модель детали «Корпус»

### **Создание нового документа**

1. Создайте документ типа «Чертеж» .

2. Измените формат чертежа (**Сервис – Параметры – Параметры первого листа – Формат**, формат А3, **горизонтальный**).
3. Сохраните чертеж под именем «*Корпус Ассоциативные виды*».

### Алгоритм создания ассоциативных видов

1. На странице **Виды**  (или в *Строке выпадающих меню* команда **Вставка – Виды с модели – Стандартные**) включите команду построения **Стандартных видов** .
2. В диалоговом окне из списка выберите название ранее созданной модели (файла), чертеж которой необходимо создать (в данном случае «*Корпус*»).
3. После появления на экране фантомов стандартных видов, в *Строке параметров* выполните следующие настройки:
  - На вкладке *Параметры* из списка выберите ориентацию главного вида – **спереди**.
  - В диалоговом окне «**Схема видов**»  установите набор стандартных видов детали (в данном примере – вид спереди, вид сверху), указав их на схеме щелчком ЛКМ внутри габаритной рамки соответствующих областей (отменить ошибочный выбор изображения можно повторным указанием на нем). В поле **зазор** установите расстояние между видами **50мм**. Закройте окно.

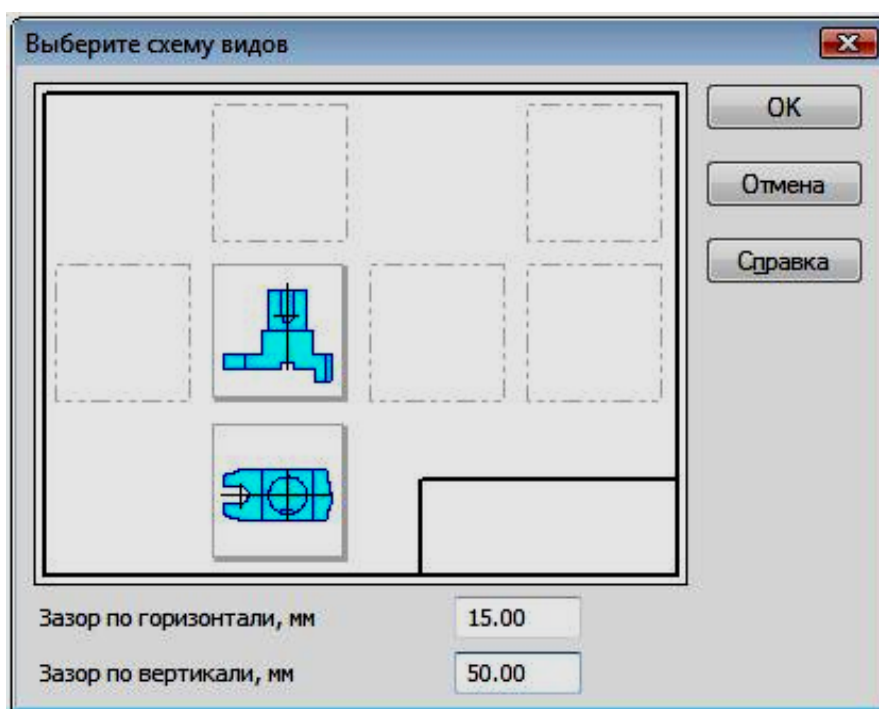





Рис. 4.41. Окно «Схема видов»

- Самостоятельно из списка выберите масштаб изображения или установите значок автоматического подбора стандартных масштабов (в данной работе рекомендуется выбрать масштаб 1:1).
  - На вкладке *Линии* установите невидимые линии – **не показывать** , линии перехода – **показывать** .
  - ЛКМ на экране укажите местоположение начала координат главного вида.
4. Сохраните полученное изображение .

### Алгоритм построения разреза на ассоциативных видах

1. Двойным щелчком ЛКМ на контурной рамке выберите текущим вид, относительно которого следует указать секущую плоскость профильного разреза (в данном примере – главный вид).

**Примечание:** Если Вид выбран текущим, то линии внешнего контура этого Вода на экране отображаются синим цветом.

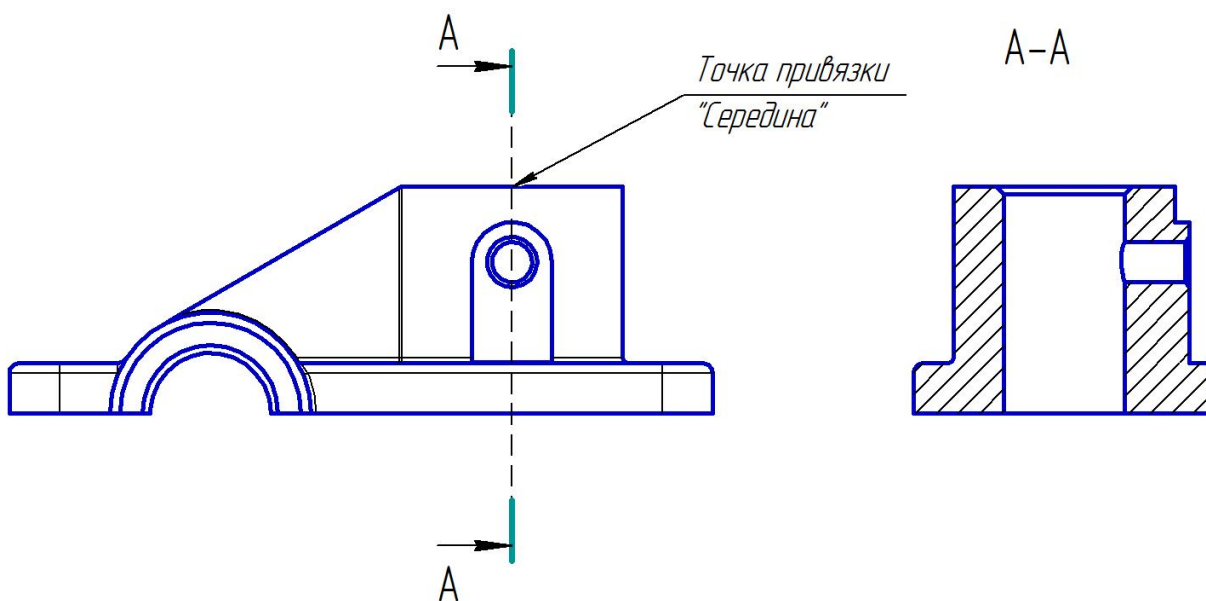








Рис. 4.43. Построение фронтального разреза

2. Постройте линию сечения (рис. 4.43). Для этого:
  - Постройте вспомогательную **Вертикальную линию**  (страница **Геометрия** ) , установив щелчком ПКМ локальную привязку «Середина» и указав на проекцию верхнего основания вертикального цилиндра.

- Перейдите на страницу **Обозначения**  и включите команду построения линии **Разреза** .
- Постройте след секущей плоскости, указав начальную и конечную точки секущей плоскости на вспомогательной прямой.
- Переместите фантом разреза вправо и зафиксируйте его положение ЛКМ.

Примечание: Существует второй способ построения разреза, который используется, если секущая плоскость уже была обозначена на чертеже:

- На странице **Ассоциативные виды**  включите команду **Разрез/сечение**  и укажите щелчком ЛКМ на любом элементе линии разреза (она должна изменить цвет).
- Укажите щелчком ЛКМ место расположения разреза, переместив его фантом в сторону от изображения главного вида.

3. Сохраните чертёж.

### Замещение вида разрезом. Изменение состояния вида

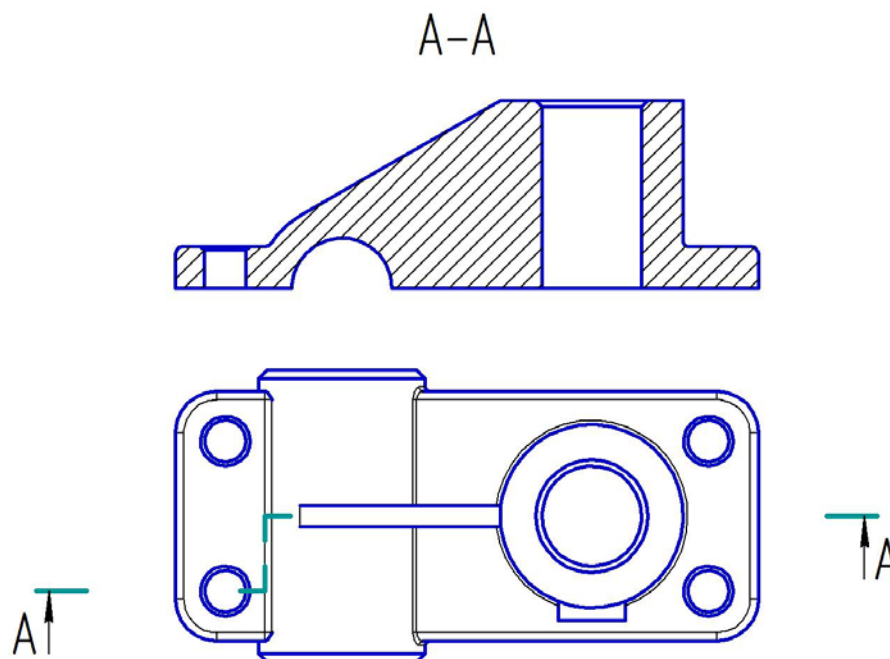







Рис. 4.44. Замещение вида спереди ступенчатым разрезом

1. Постройте ступенчатый разрез, заменив им вид спереди:
  - Активизируйте Вид сверху двойным щелчком ЛКМ на его рамке.
  - Включите команду ортогонального черчения .
  - Постройте след секущей плоскости ступенчатого разреза.

- Не отпуская кнопку мыши, переместите фантом разреза и совместите его с изображением вида, вместо которого выполняется разрез. Завершите построение щелчком ЛКМ.
2. «Погасите» вид спереди (этот вид нельзя удалять до окончания построения чертежа и разрушения всех ассоциативных связей):
- Выполните команду меню **Сервис – Состояние видов**. В окне «Менеджер документов» выделите одноименный вид и включите кнопку **Погашенный**  в меню окна.
  - Включите кнопку **Применить** и закройте окно **ОК**.
3. Сохраните полученный чертеж.

### Построение местного вида

Замена главного вида на ступенчатый разрез привела к потере изображения формы фланцевого элемента детали. В этом случае для ее изображения можно применить местный вид. Алгоритм построения местного вида следующий:

1. Постройте «полный» вид (в данном случае вид спереди):
  - Сделайте активным «Вид сверху».
  - На странице **Обозначения**  включите команду построения **Стрелки, указывающей направление взгляда**,  и укажите ее местоположение.
  - На экране появится фантом нового вида, связанного с видом сверху проекционной связью. Чтобы эту связь разрушить, в **Строке параметров** нажмите кнопку отключения этой связи .
  - Переведите фантом в свободное место чертежа и укажите положение вида щелчком ЛКМ.

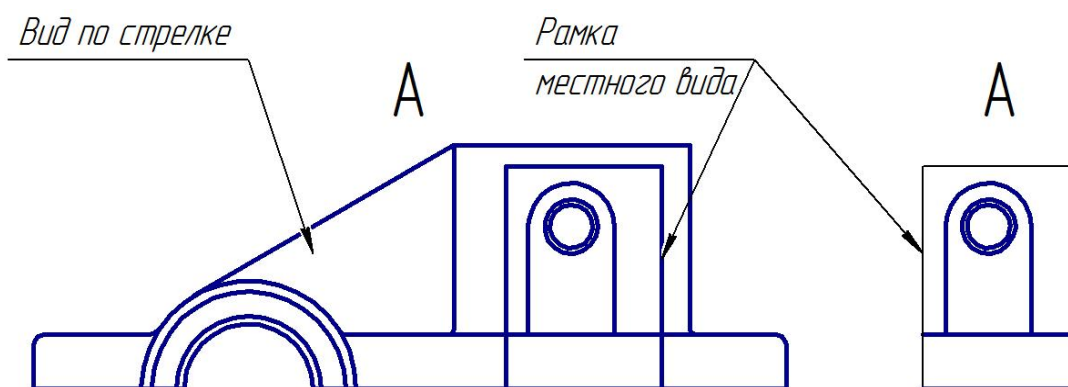






Рис. 4.45. Последовательность создания местного вида

Примечание: Существует второй способ построение вида, который используется, если стрелка взгляда уже была обозначена на чертеже. На странице *Ассоциативные виды*  необходимо включить команду **Вид по стрелке** , затем указать мишенью на стрелку взгляда и показать местоположение нового вида.

2. Постройте местный вид фланцевой части:

- Сделайте построенный по стрелке вид текущим.
- Обведите участок фланцевого элемента замкнутым контуром (окружностью или прямоугольником), построив, таким образом, условную границу местного вида.
- На странице *Ассоциативные виды*  включите команду **Местный вид**  и щелкните мишенью по его рамке.

3. Сохраните полученный чертеж.

### Построение выносного элемента

**Выносной элемент** – изображение в увеличенном виде отдельного, узко ограниченного места внутренней или внешней поверхности детали, в отношении которой необходимо уточнение формы или размеров.

В данном примере необходимо построить выносной элемент фаски, выполненной на фланцевом отверстии.

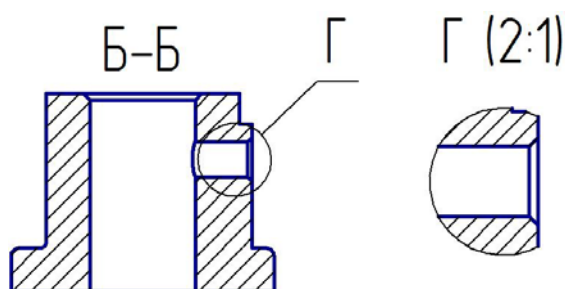






Рис. 4.46. Построение выносного элемента


1. Постройте значок, обозначающий выносной элемент:

- Сделайте фронтальный разрез текущим.
- На странице **Обозначения**  включите команду построения контура выносного элемента .
- Укажите на профильном разрезе место для построения выносного элемента, захватив в область окружности отверстие с фаской, и укажите точку начала полки.

- Создайте объект.
2. Постройте изображение выносного элемента:
    - На странице *Ассоциативные виды*  включите команду **Выносной элемент** .
    - В *Строке параметров* из списка выберите масштаб увеличения (2 : 1).
    - Укажите мишенью на обозначение выносного элемента.
    - Передвиньте фантом изображения в свободное место и укажите щелчком ЛКМ положение выносного элемента.
    - Отредактируйте наименование изображения, дополнив надпись масштабом.
  3. Сохраните чертеж.

### Окончательное редактирование чертежа

Обозначения видов, разрезов и выносного элемента система выполнила автоматически, в том порядке, в котором создавались эти элементы. Теперь необходимо изменить буквенный порядок названия изображений в соответствии со стандартом.

1. Измените буквенное обозначение ступенчатого разреза:
  - Двойным щелчком ЛКМ активизируйте изображения секущих плоскостей разреза.
  - В *Строке параметров* отключите флажок *Автосортировки* и в области **Текст** введите новое наименование разреза.
  - Создайте объект .
2. Аналогичным образом измените обозначения оставшихся изображений.
3. Разрушите виды.
4. Отредактируйте изображения, начертив осевые и центровые линии и т.п.
5. Проставьте размеры.
6. Заполните основную надпись.
7. Сохраните чертеж.



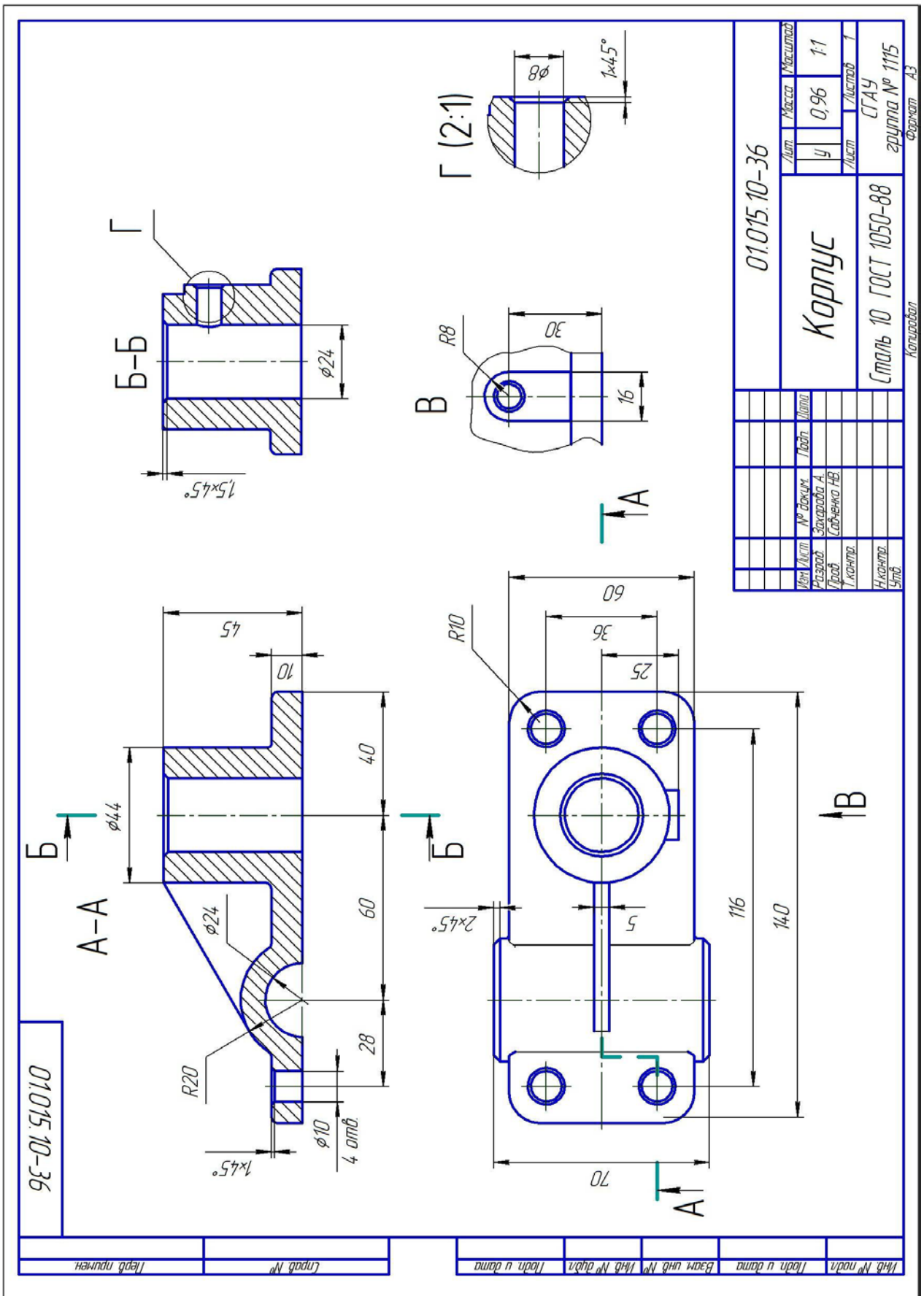
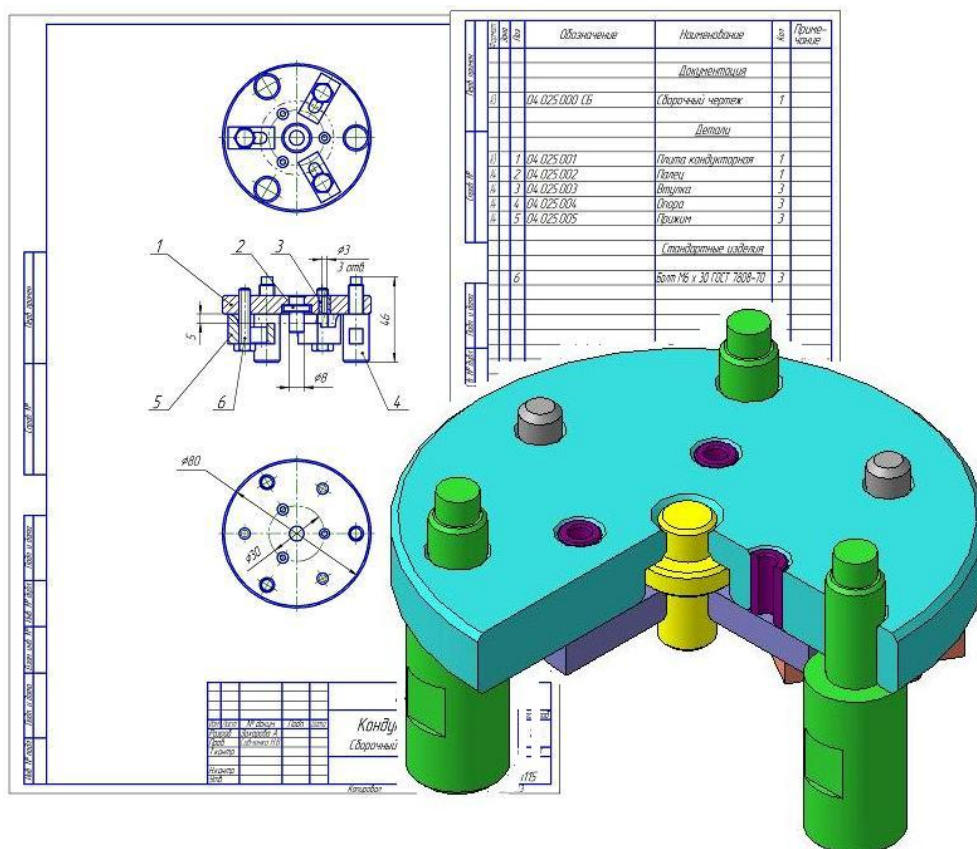


Рис. 4.47. Чертеж детали «Корпус»

## Часть 5. Выполнение сборочного чертежа в системе КОМПАС-3D



## 5.1. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Лабораторная работа №11

## СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ<sup>25</sup>

**Цель работы:** Получение навыков выполнения объемной сборки из заранее созданных моделей деталей.

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии сборочными операциям (свинчиванием, сваркой, клепкой и т.д.).

**Модель сборочной единицы** – объемная модель, объединяющая модели деталей и стандартных изделий, и содержащая информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

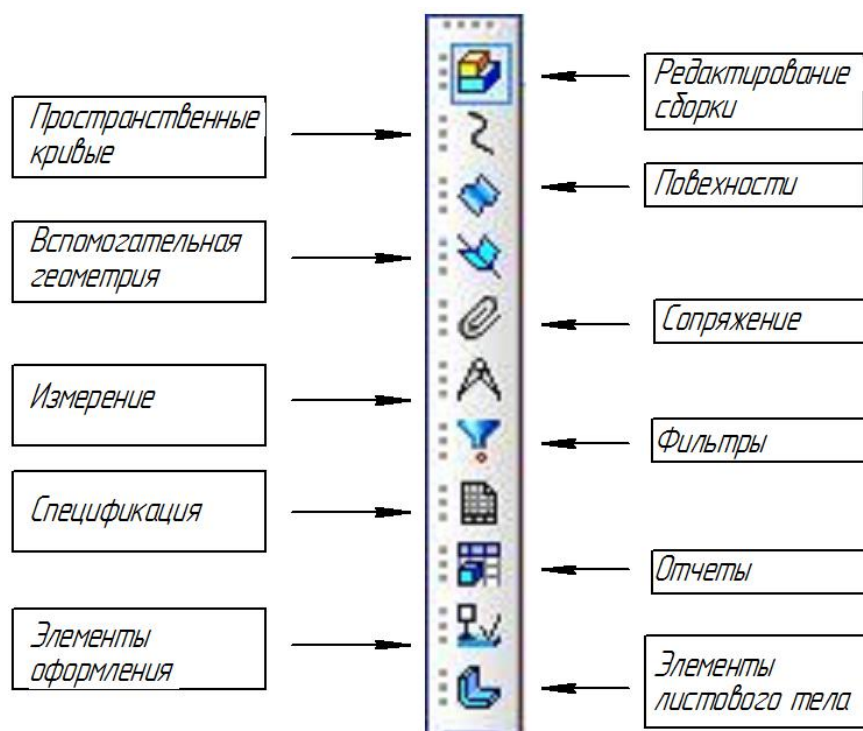



Рис. 5.1. Компактная панель документа «Сборка»

**Компонентом** называется любая деталь, стандартное изделие или сборочная единица, входящая как единое целое в другую сборочную единицу.

<sup>25</sup> Операция создания трехмерных сборок доступна в том случае, если на компьютере установлена профессиональная версия КОМПАС-3D.

Модель сборочной единицы создается в документе **Сборка** . На экране при этом открывается окно нового документа с частично измененной Панелью переключения «Компактная» (рис. 5.1) и Инструментальной панелью (рис. 5.2).

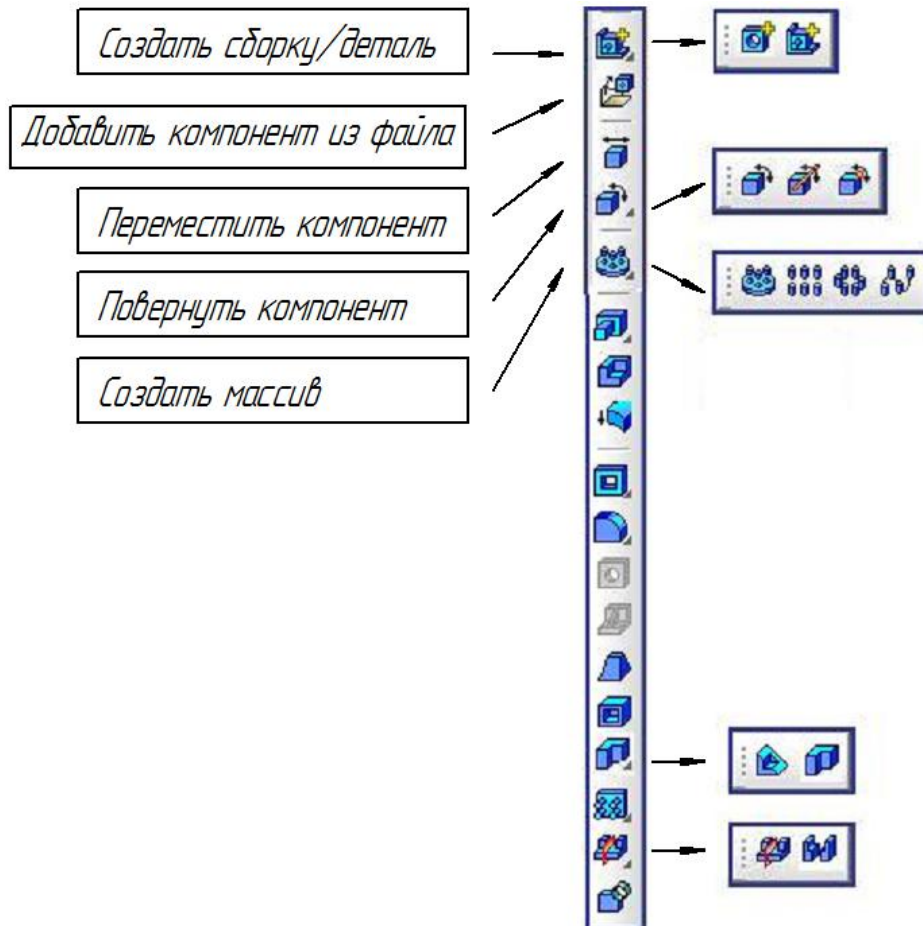




Рис. 5.2. Пиктограммы Инструментальной панели «Редактирование сборки»


Для упрощения работы при составлении модели сборочной единицы в *Дереве построений* моделей деталей, входящих в ее состав, должны быть заранее заменены:



- стандартное наименование «Деталь» на собственное оригинальное название;
- цвет модели отображения (с помощью меню «Свойства», вызываемого щелчком ПКМ на наименовании детали в *Дереве построений*).

После того, как был создан файл документа-сборки, необходимо вставлять в него уже существующие модели компонентов. Для этого следует вы-

полнить команду меню **Операции – Добавить компонент из файла** или команду инструментальной панели **Добавить из файла** .

На экране появится фантом выбранного компонента. Для того, чтобы установить его в базовую точку рабочего поля, необходимо в *Строке параметров* ввести координаты точки вставки или установить точку начала координат компонента в начало координат документа с помощью привязки, при ее срабатывании курсор должен изменить свое изображение .

Первый компонент по умолчанию всегда неподвижен, его нельзя сдвинуть или повернуть относительно базовой точки. При необходимости фиксацию компонента можно снять. Для этого следует выделить его в *Дереве построений*, ПКМ вызвать контекстное меню «Свойства компонента» и в *Строке параметров* выбрать опцию **не фиксировать** .

Последующие вставленные в документ компоненты можно перемещать  и поворачивать , однако эти команды не обеспечивают точного положения компонентов в пространстве. Для наложения связей между деталями служат команды инструментальной панели «Сопряжение» (рис. 5.3).

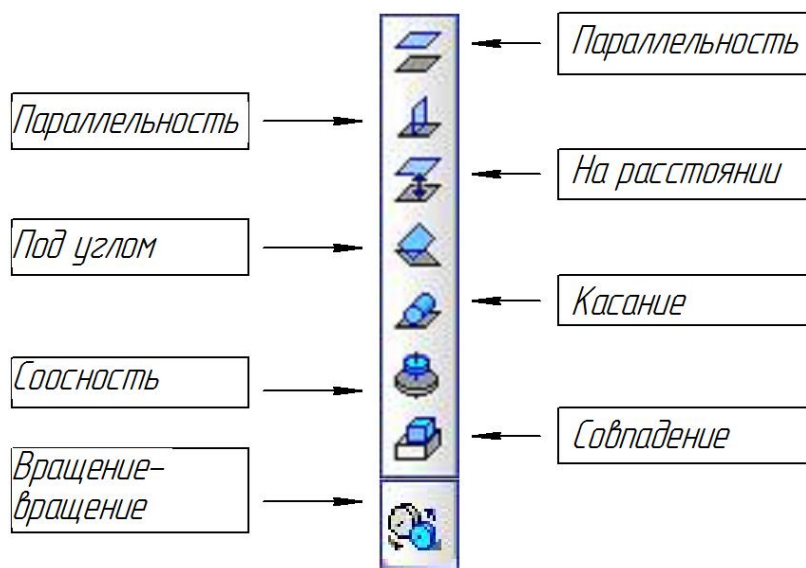


Рис. 5.3. Инструментальная панель «Сопряжение»

**Задание:** Создать модель трехмерной сборки сборочной единицы «Кондуктор»<sup>26</sup>, используя готовые модели деталей.<sup>27</sup>

**Упражнение 1. Вставка в сборочную единицу компонентов из файлов**

**Выполнить:**

- ✓ Создать документ «Сборка».
- ✓ Вставить в модель сборочной единицы модели деталей.

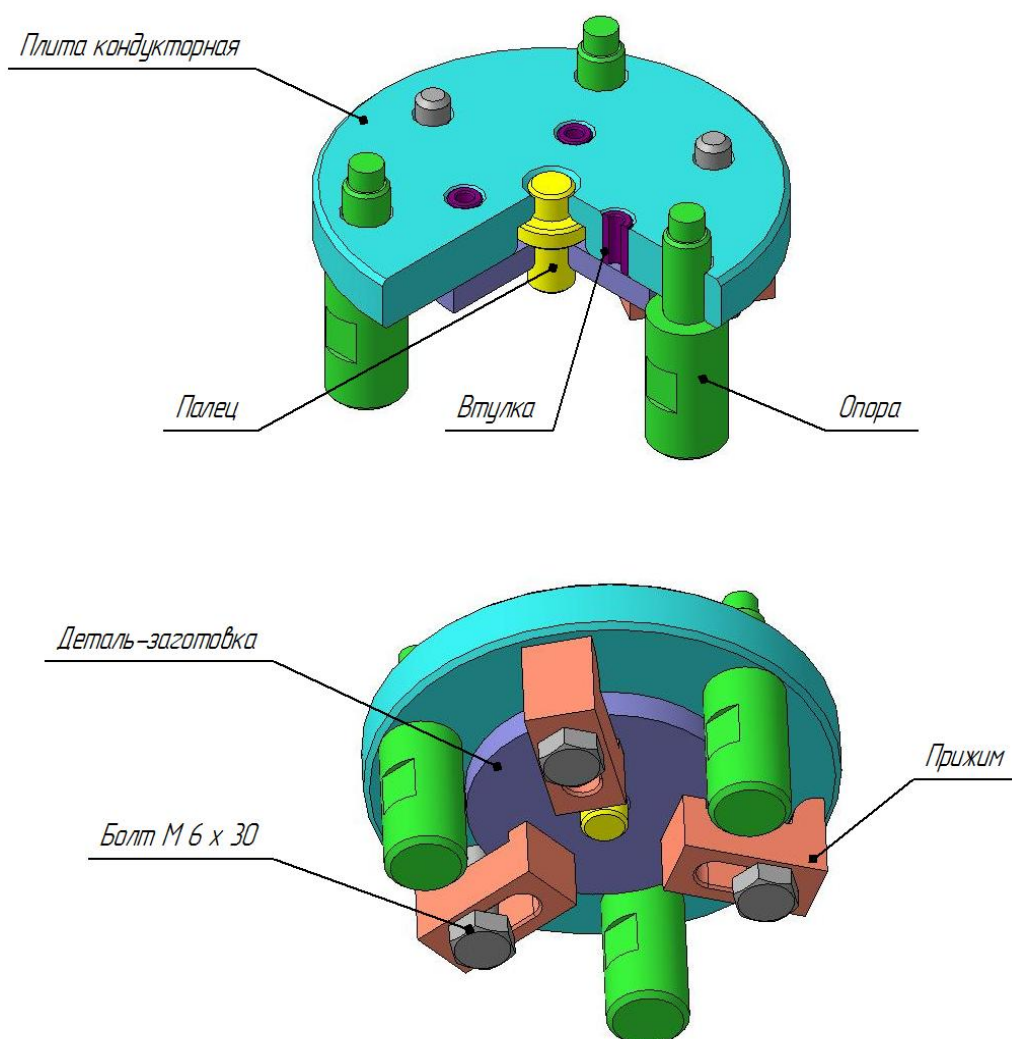



Рис. 5.4. Сборочная единица «Кондуктор»

<sup>26</sup> Кондуктор – станочное приспособление, используемое для сверления отверстий определенного диаметра и месторасположения в детали-заготовке.




<sup>27</sup> Место хранения файлов моделей составных частей сборочной единицы – папка «Компоненты сборки».



## Создание нового документа

1. Создайте документ типа «Сборка» .
2. В *Дереве построений* измените наименование будущей модели сборочной единицы на «Кондуктор», активизировав поле названия двойным щелчком ЛКМ.
3. Сохраните документ под именем «Кондуктор».

## Добавление компонентов из файлов

1. Установите на панели *Вид* ориентацию  *Изометрия XYZ*.
2. С помощью команды **Добавить из файла** , расположенной на странице *Редактирование сборки* , выберите файл с именем «Плита кондукторная».

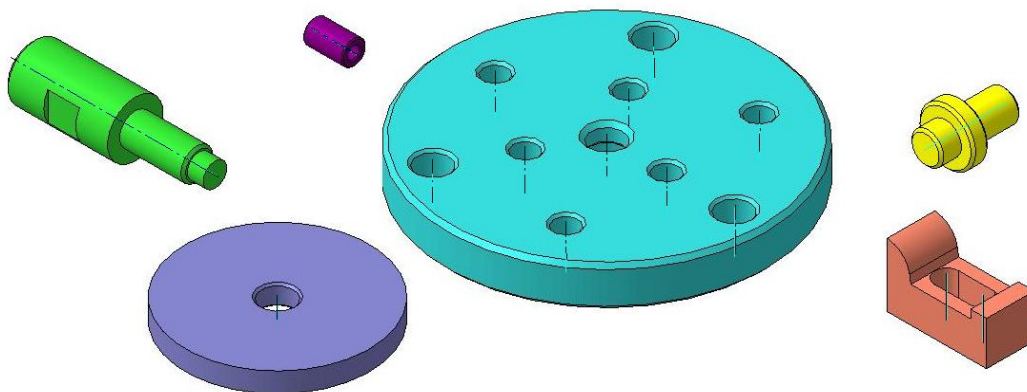



Рис. 5.5. Компоненты модели «Кондуктор»





3. На экране появится фантом модели «Плита». Установите его в начало координат (при срабатывании привязки «Начало локальной или абсолютной системы координат курсор должен поменять свое изображение ). В *Дереве построения* в разделе «Компоненты», при этом появится пиктограмма вставленного компонента с его именем. В скобках, рядом с пиктограммой, указано, что данный компонент зафиксирован (ф).
4. Аналогичным образом вызовите модели деталей «Палец», «Опора», «Прижим», «Втулка», «Деталь-заготовка» и установите их в произвольных местах рабочего поля экрана.

Обратите внимание на то, что по направлению совпадают конструктивные оси только у плиты, прижима и детали-заготовки (рис. 5.5).



**Примечание:** Деталь-заготовка не является составной частью сборочной единицы «Кондуктор». В данном примере она иллюстрирует принцип работы технологического приспособления и функциональное назначение деталей, входящих в нее.

## Позиционирование компонентов сборки относительно основной детали



Система предусматривает следующие команды позиционирования компонентов друг относительно друга: **Перемещение**  и **Поворот** , расположенные на странице **Редактирование сборки** , а также команды Инструментальной панели **Сопряжение** .

1. Установите модель «Палец» в центральное отверстие модели «Плита» (здесь и далее устанавливаемый компонент 2 и базовый компонент 1 соответственно):

- Включите команду **Перемещение** .
- Поместите курсор на поверхность устанавливаемого компонента 2 и нажмите ЛКМ.
- Не отпуская клавишу мыши, переместите курсор с фантомом под компонент 1 (рис. 5.6 а).
- Прервите команду построения .
- Поверните компонент 2 с помощью команды **Поворот**  (рис. 5.6 б), при этом добиваться абсолютно вертикального положения не следует.
- Перейдите на страницу **Сопряжение** .
- Включите команду **Соосность**  и поочередно укажите курсором на любые цилиндрические поверхности компонента 2 и центральное отверстие компонента 1 (рис. 5.6 в). В *Дереве построений* появится пиктограмма построенного сопряжения.
- Установите деталь на ее место с помощью команды **Совпадение объектов** , выполнив сопряжение торцевых плоскостей (рис. 5.6 г). При необходимости используйте кнопки **Поворот**  и **Сдвиг**  панели **Вид**.

2. Аналогичным образом установите на место модели «Втулка» и «Деталь-заготовка» (рис. 5.7).

3. Установите «Опору» (компонент 2) в отверстие «Плиты», учитывая, что лыска должна быть параллельна плоскости XY:

- Подведите компонент 2 под компонент 1 (операция **Перемещение** ).
- Поверните ее таким образом, чтобы она располагалась почти вертикально (операция **Поворот** ).

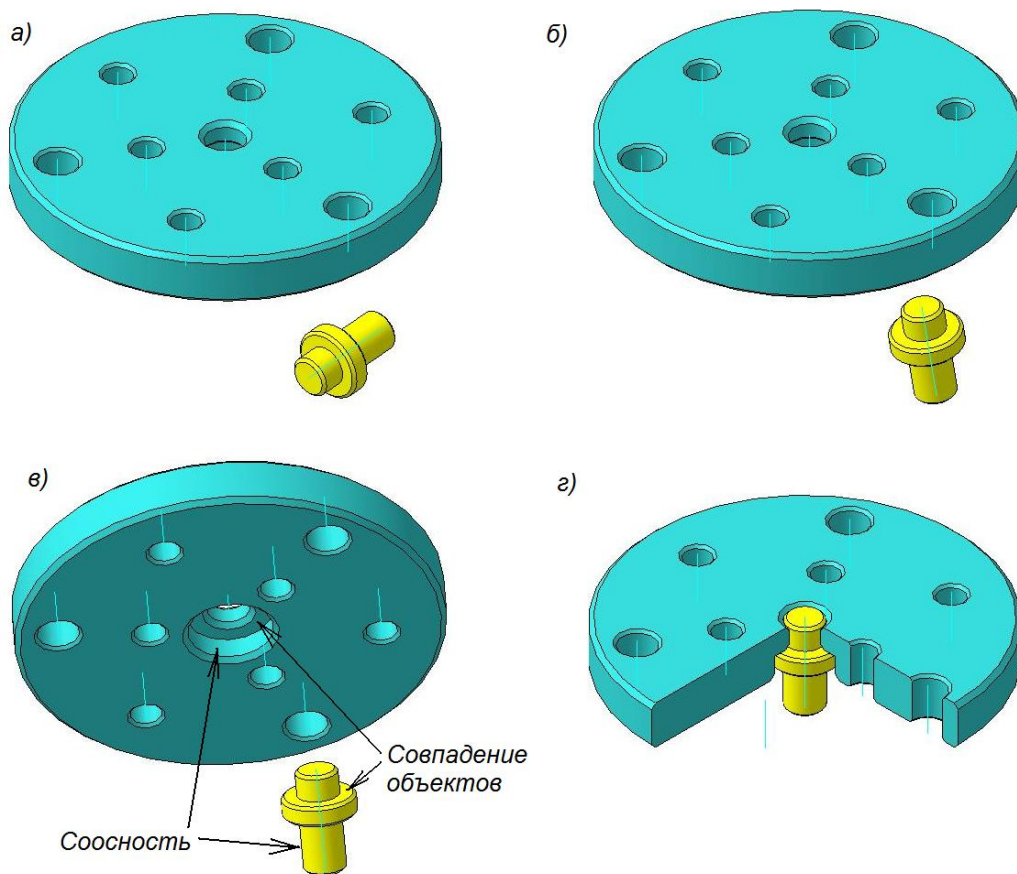


Рис. 5.6. Схема выполнения сопряжения звена «Плита – Палец»

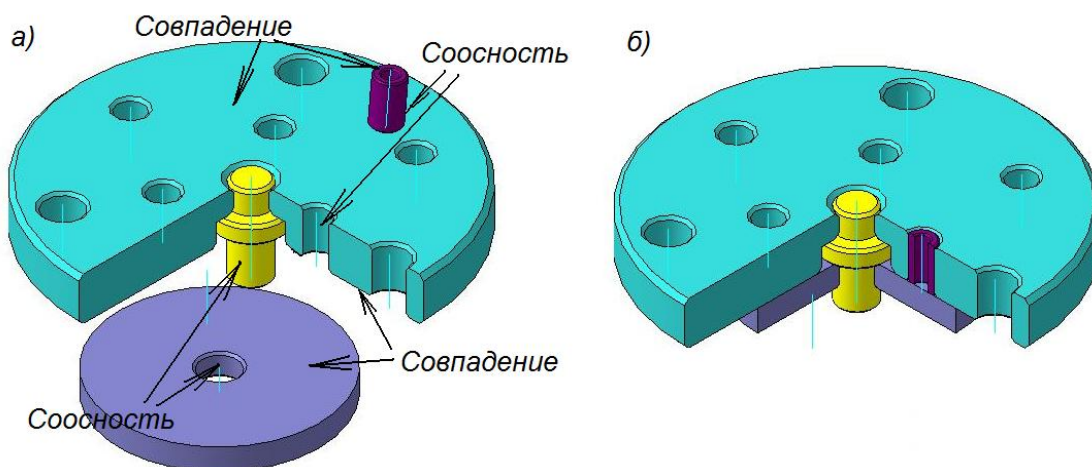




Рис. 5.7. Схема выполнения сопряжений звеньев «Плита – Втулка» и «Плита, Палец – Деталь-заготовка»

- Включите на панели **Сопряжение**  команду **Параллельно**  и укажите в качестве базовых плоскостей плоскость лыски и плоскость XY.
- Остальные операции выполняйте по вышеизложенной схеме.

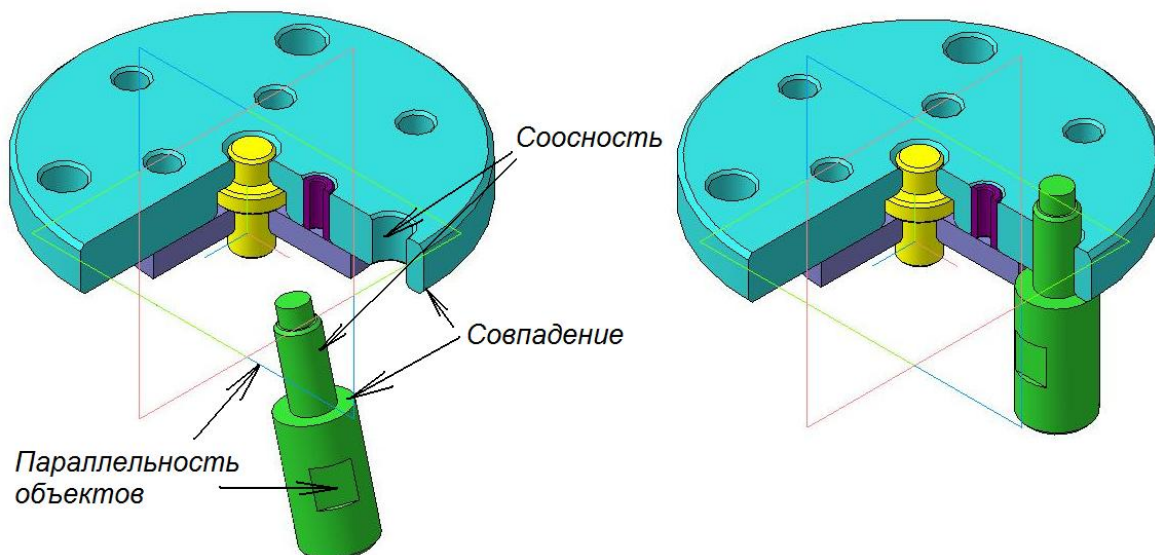



Рис. 5.8. Схема выполнения сопряжений «Плита – Опора»

4. Ориентируясь на изображения рис. 5.9, установите в модель сборки «Прижим», задав следующие сопряжения поверхностей компонентов:
- соосность отверстий;
  - параллельность боковой плоскости прижима и плоскости XY;
  - касание криволинейной поверхности прижима и нижнего основания плиты (операция **Касание** ).

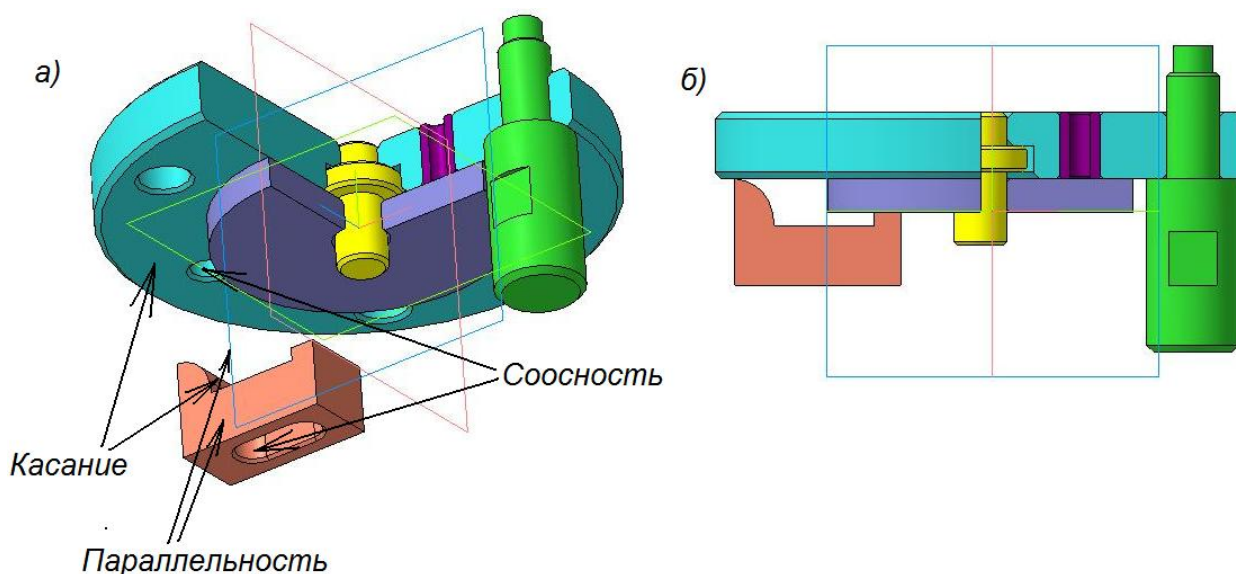


Рис. 5.9. Схема выполнения сопряжений звена «Плита, заготовка – Прижим»

5. Сохраните полученный результат.


**Примечание:** Если в процессе сборки сопряжение какого-либо компонента было выполнено неверно, его можно удалить следующим образом: в *Дереве построений* найти название сопряжения данного компонента, щелчком на нем ПКМ вызвать контекстное меню и из списка выбрать команду **Удалить**.

## **Упражнение 2. Вставка в сборочную единицу моделей стандартных изделий из библиотеки**

**Выполнить:**

- ✓ Подобрать Болт М6 в Библиотеке крепежа КОМПАС-3D.
- ✓ Установить трехмерную модель болта в модель сборочной единицы.

1. Подключите «Библиотеку крепежа КОМПАС-3D»:

- Нажмите на кнопку **Менеджер библиотек**  на *Инструментальной панели Стандартная*.
- В открывшемся окне слева из списка выберите раздел *Машиностроение*, а справа – *Библиотека крепежа для КОМПАС-3D*.
- Подключите из папки БОЛТЫ раздел *Болты крепежные с шестигранной головкой*.

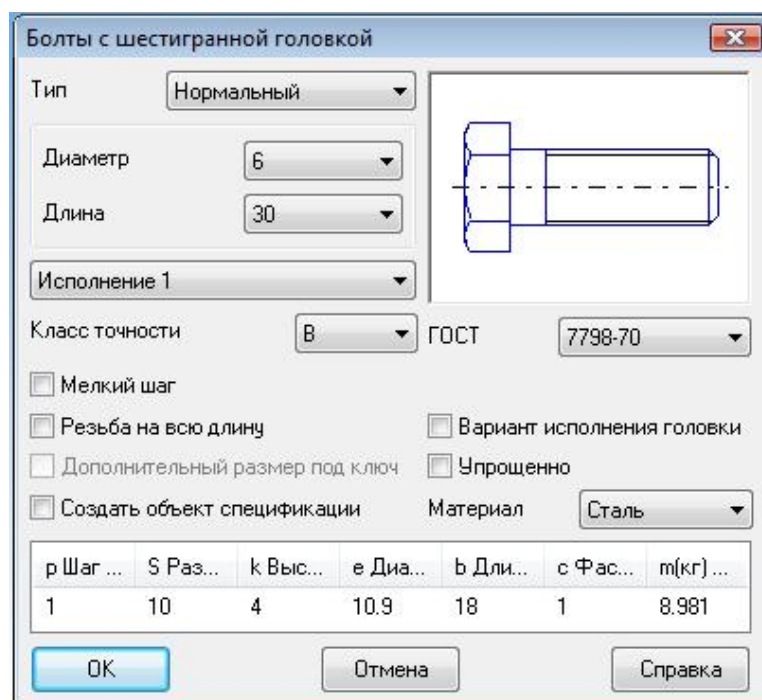








Рис. 5.10. Окно библиотеки стандартных изделий

2. Подберите болт по размеру:
  - В открывшемся окне «Болты с шестигранной головкой» (рис. 5.10) в окне *Диаметр* из списка выберите стандартный диаметр резьбы М6, в окне *Длина* – стандартную длину 30 мм, в окне *ГОСТ* – 7798-70.
  - Закройте окно **ОК**.
  - Укажите базовую точку привязки фантома болта на свободном месте экрана под изображением сборочной единицы и **Создайте объект** .
  - Закройте окно *Менеджера библиотек*.
3. Выполните соединение прижима и плиты с помощью болта (рис. 5.11):
  - Измените ориентацию болта в пространстве с помощью команды **Повернуть** .
  - Разверните с помощью операции сопряжения **Параллельно**  болт таким образом, чтобы на плоскость XY проецировались три грани его головки.
  - Установите **Соосность**  стержня болта и отверстия прижима (или плиты).
  - Выполните команду **Совпадение**  (базовые объекты – торец головки болта и основание прижима).
  - Прервите команду построения .
4. Сохраните модель

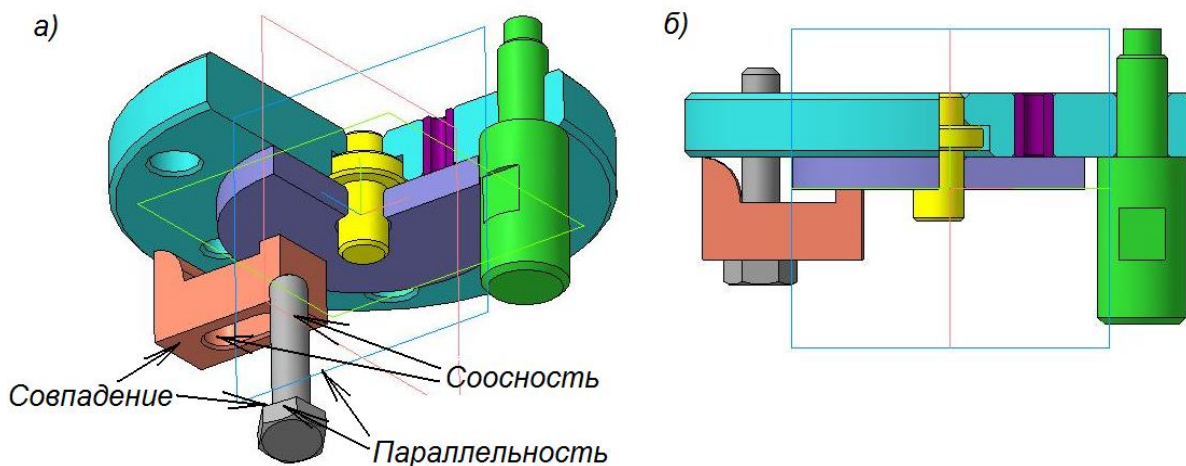


Рис. 5.11. Схема установки модели стандартного изделия «Болт» в модель сборочной единицы










## Упражнение 3. Редактирование модели сборки


### Выполнить:




- ✓ Установить недостающие детали «Опора», «Втулка», «Прижим» и «Болт» в модель сборки.
- ✓ Выполнить четвертной вырез модели «Кондуктор».

### Создание массивов компонентов

1. Создайте массивы компонентов «Втулка» и «Прижим»:
  - Активизируйте команду выполнения **Массива по концентрической сетке** , расположенную на странице **Редактирование сборки** .
  - В *Строке параметров* на вкладке «Выбор объектов» раскройте окно «Список компонентов».
  - Внесите в список компонентов для создания массивов модели «Втулка» и «Прижим», выделив их пиктограммы в *Дереве построений*.
  - На вкладке «*Параметры*» активизируйте кнопку **Ось массива**  и в *Дереве построений* выберите  **Ось Y** (или курсором укажите на цилиндрическую поверхность «Пальца» или «Плиты»).
  - В поле **Количество элементов по кольцевому направлению** укажите число 3.
  - Шаг по кольцевому направлению  $360^\circ$ .
  - Установите значок **доворачивать до радиального направления** .
  - Создайте объект .
2. Аналогичным образом создайте массивы моделей «Опора» и «Болт». Единственная разница с предыдущими построениями – на вкладке «Параметры» необходимо установить значок **Сохранять исходную ориентацию** .
3. Сохраните модель.

### Выполнение четвертного разреза

1. Выполните сечение модели сборки:
  - В качестве плоскости эскиза укажите верхнее основание плиты.
  - Перейдите в режим плоской графики .

- Постройте следы секущих плоскостей (рис. 5.12).
- Перейдите в режим построения модели .
- Включите операцию **Сечение по эскизу** .
- В *Строке параметров* выберите направление отсечения таким образом, чтобы удалялась передняя четверть модели.
- Создайте объект .

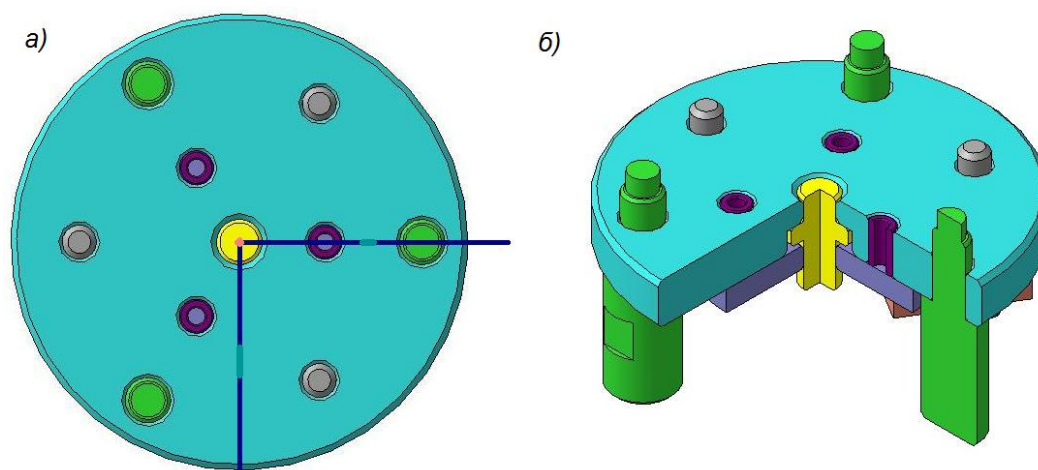








Рис. 5.12. Эскиз четвертного выреза (а) и модель сборочной единицы с четвертным вырезом (б)

Система выполнила сечение всех деталей, попавших в секущую плоскость. Однако детали «Опора» и «Палец» не имеют внутренних поверхностей и на чертежах должны остаться условно не рассеченными.

2. Отредактируйте четвертной вырез:

- В *Дереве построений* выделите пиктограмму **Сечение по эскизу** и ПКМ вызовите контекстное меню, в котором выберите команду **Редактировать**.
- На *Панели специального управления* включите кнопку определения **Области применения «Компоненты»** .
- В появившейся *Строке параметров* включите кнопку выбора области применения **Выбор компонентов**  и откройте окно списка.
- В меню окна нажмите кнопку **Выбрать все**  (или **Все, кроме библиотечных** , тогда в списке окна будут перечислены все элементы сборки кроме трех болтов).



- Последовательно удаляйте из окна элементы, не участвующие в сечении (рис. 5.13).
- Завершите выбор компонентов .
- Завершите редактирование выреза .

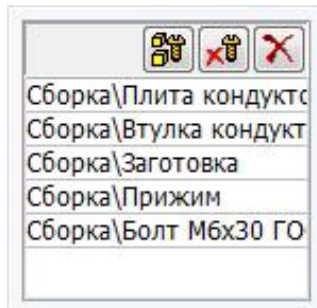


Рис. 5.13. Окно списка компонентов, подлежащих рассечению

3. В *Дереве* построений можно отключать отображение четвертного выреза. Для этого выделите его пиктограмму щелчком ЛКМ, а ПКМ вызовите контекстное меню и из списка выберите команду **Исключить из расчета**.

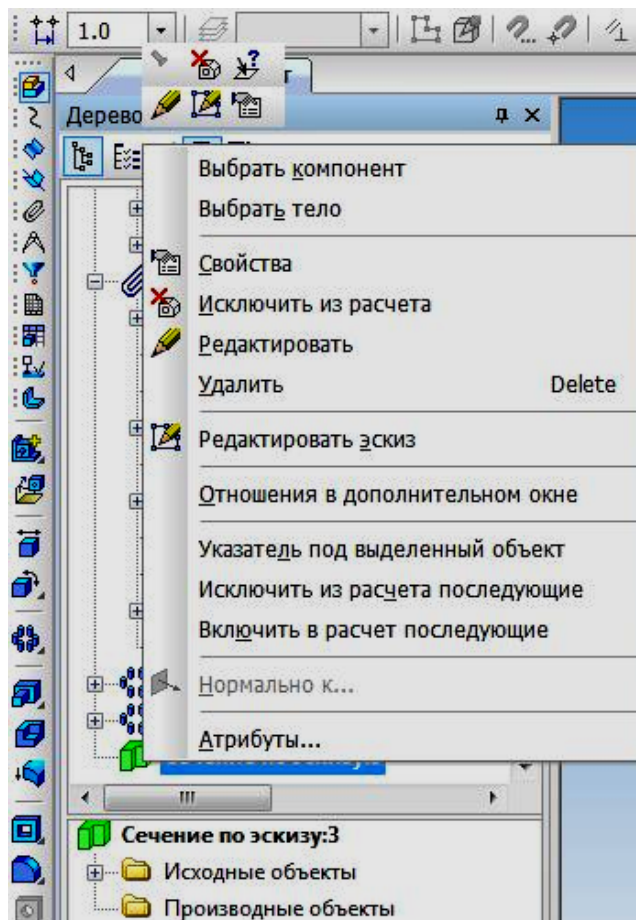


Рис. 5.14. Контекстное меню

4. Аналогичным образом исключите из расчета «*Деталь-заготовку*».
5. Сохраните модель.

## Лабораторная работа №12.

# СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗ ОБЪЕМНОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

**Цель работы:** Изучение приемов получения ассоциативных чертежей сборочных единиц.

После создания объемной модели сборочной единицы необходимо создать комплект конструкторской документации: сборочный чертеж, спецификацию и чертежи деталей, входящих в сборку.

**Сборочным чертежом** называется конструкторский документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее изготовления (сборки) и контроля.

По сборочному чертежу можно представить взаимосвязь между деталями и способы их соединения.

На основании требований, регламентированных ГОСТ 2.109-73, **Сборочный чертеж** должен содержать определенную информацию о сборочной единице, в том числе:

- 1) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей (деталей), соединяемых по данному чертежу и обеспечивающему возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- 2) указания о способе соединения деталей неразъемных соединений (сварка, пайка, развальцовка и др.);
- 3) габаритные, установочные, присоединительные, справочные размеры, а также все параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- 4) номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Сборочный чертеж должен иметь минимальное, но достаточное количество изображений, дающих представление о последовательности сборки, характере связи между деталями и о способах их соединения.

Разрезы и сечения на сборочных чертежах представляют собой совокупность разрезов отдельных деталей, входящих в сборочную единицу. При этом штриховку смежных деталей выполняют в различных направлениях. Если число смежных деталей больше двух, то, кроме изменения направления, изменяют и частоту штриховки. В разрезах незаштрихованными показывают оси, непустотелые валы, болты, винты, гайки и т.п., рассеченные вдоль оси, а также

тонкие стенки и ребра жесткости, рассеченные вдоль длинной стороны. При поперечных разрезах эти детали штрихуются. Поверхности сопрягаемых деталей в местах их соединения показывают одной контурной линией.

Перемещающиеся детали на сборочном чертеже изображаются в крайних положениях штрихпунктирной линией с двумя точками.

Сборочный чертеж допускается выполнять с упрощениями, установленными стандартами ЕСКД. Например, допускается показывать упрощенно болты, винты и т.д. Также на сборке допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, выступы, углубления и др. мелкие элементы детали;
- зазоры между стержнем и отверстием (за исключением конструктивных);
- крышки, кожухи и т.п., если необходимо показать закрытые ими детали, при этом над изображением делают соответствующую надпись

На сборочных чертежах проставляют следующие типы размеров:

**Габаритные** – размеры, характеризующие высоту, ширину, длину или наибольший диаметр сборочной единицы. Если один из этих размеров является переменным вследствие перемещения составляющих частей сборочной единицы, на чертеже указываются максимальные размеры при крайних положениях подвижных деталей.

**Установочные и присоединительные** – размеры, определяющие месторасположение и параметры элементов, с помощью которых изделие устанавливается на месте монтажа или присоединяется к другому изделию. Например, диаметры отверстий под болты или шпильки и расстояния между их осями.

**Монтажные** – размеры, указывающие на взаимосвязь деталей и их взаимное расположение в изделии. Например, расстояния между осями валов, монтажные зазоры и т.д.

**Эксплуатационные** – размеры, определяющие расчетную, конструктивную характеристику изделия. Например, диаметры проходных отверстий, размеры резьбы на присоединительных элементах.

Все составные части сборочной единицы нумеруются в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций располагаются параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируются в колонки и строчки. Номера позиций пишутся на полках линий выносок, подводимых к изображению деталей и заканчивающихся точками. Линии-выноски подводят к тем изображениям, на которых составная часть проецируется как видимая. При этом предпочтение отдается основным видам

или разрезам, размещенным на их месте. Размер шрифта номера позиции должен быть на один – два номера больше размера шрифта, принятого для размерных чисел выполняемого чертежа.

Создание ассоциативного сборочного чертежа практически ничем не отличается от создания чертежей деталей по их объемным моделям.

**Задание:** Создать сборочный чертеж, используя трехмерную модель сборочной единицы «Кондуктор».


## ***Упражнение 1. Создание ассоциативного сборочного чертежа***

**Выполнить:**




- ✓ Создать из твердотельной модели «Кондуктор» двухмерный чертеж.
- ✓ Проставить размеры.
- ✓ Обозначить номера позиций.
- ✓ Окончательно оформить чертеж.

### **Создание изображений**

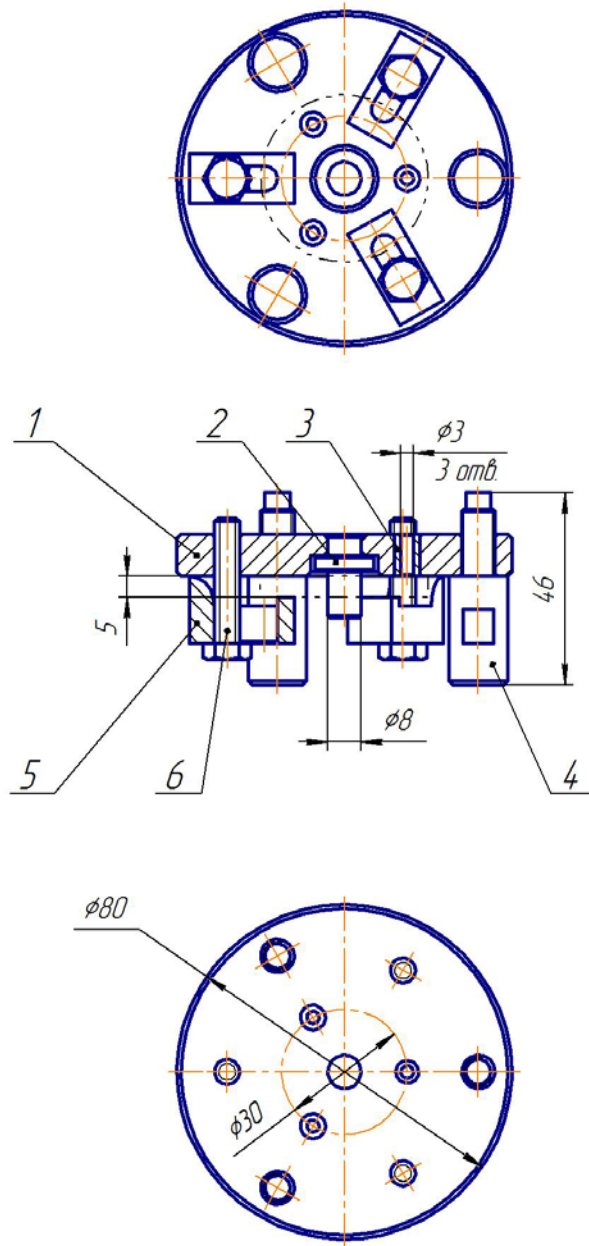
1. Откройте модель «Кондуктор» и восстановите целостность моделей деталей, входящих в состав сборочной единицы (см. лабораторную работу «Создание модели сборочной единицы», урок «Редактирование сборки»).

2. Создайте новый документ «Чертеж»  (формат А3, ориентация вертикальная) и сохраните его под именем «Кондуктор. Сборочный чертеж».

3. Постройте три ассоциативных вида: главный, вид сверху и вид снизу:

- Включите страницу инструментальной панели **Виды** , а на ней – команду **Стандартные виды** . В появившемся окне выберите файл «Кондуктор».
- В *Строке параметров* в качестве главного вида выберите **Вид спереди**, а в поле **Схема**  отметьте области вида спереди, сверху и снизу. Установите расстояние между видами 30мм. Масштаб изображений 1:1.
- Щелчком мыши укажите базовую точку вставки видов (см. рис. 5.15).

04.025.000СБ



Перв. примен.

Лист №  
Взам. инв. №  
Инв. № дроб.  
Лист и дата  
Лист и дата

				04.025.000СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кондуктор Сборочный чертёж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Захарова А.				у	0,63	1:1
Проб.	Сабченко НВ				Лист	Листов	1
Т.контр.					СГАУ группа № 1115		
И.контр.					Формат А3		
Утв.					Копировал		




Рис. 5.15. Чертеж сборной единицы «Кондуктор»

В результате на чертеже появились три изображения, связанные между собой проекционно. Однако на нашем сборочном чертеже вместо главного вида должен присутствовать фронтальный разрез.


4. Удалите вид спереди:

- Укажите его внешнюю рамку, при этом она должна выделиться зеленым цветом.
- Щелчком внутри рамки ПКМ вызовите контекстное меню и выберите в нем команду **Удалить вид**.

5. Выполните фронтальный разрез:

- Сделайте *Вид сверху* текущим, для этого на панели *Текущее состояние* откройте список видов и выберите Вид 2 .
- Постройте линию секущей плоскости с помощью команды **Линия разреза** , расположенной на панели **Обозначения** .
- Передвиньте появившийся фантом разреза на место *Вида спереди* и зафиксируйте его.

6. Система выполнила разрез всех деталей (включая болты), независимо есть у них внутренняя поверхность или нет. Исправить это можно следующим образом:

- Из меню **Вид** вызовите на экран *Дерево построений*.
- Раскройте содержание ветви *Разрез А-А, Кондуктор*.
- На пиктограммах тех компонентов, которые на изображении должны быть показаны условно не разрезанными, вызовите контекстное меню и выберите из него команду **Не разрезать**, затем – **Перестроить** .

7. Аналогичным образом выполните команду **Скрыть** для *Детали-заготовки*.









### Редактирование чертежа

1. Разружьте макроэлементы всех изображений чертежа:

- Укажите внешнюю рамку разреза А-А.
- ПКМ вызовите контекстное меню и выберите в нем команду **Разрушить вид**.

2. Отредактируйте изображения в соответствии с рис. 5.15:

- Сотрите след секущей плоскости и обозначение разреза. Это необходимо сделать потому, что в данном случае секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии сборочной единицы и изображения находятся в проекционной связи.

- Контур *Детали-заготовки* изобразите линией «Штрих – пунктирная с двумя точками».
  - Начертите осевые и центровые линии.
  - Проставьте необходимые размеры.
3. Проставьте номера позиций деталей с помощью команд **Обозначение позиций**  и **Выровнять позиции по горизонтали**  и **вертикали** , расположенных на странице **Обозначения** . При простановке позиций сначала указывается точка на обозначаемом компоненте сборочного чертежа, а затем точка расположения начала полки. В *Строке параметров* на вкладке «*Параметры*» выбирается направление полки (вправо , влево  ) и направление текста (вверх , вниз ). Также на вкладке «*Знак*», при необходимости, можно заменить номер позиции. Настройка высоты номеров позиций выполняется с помощью команды **Сервис – Параметры – вкладка Текущий чертеж – Обозначения для машиностроения – Обозначения позиций** (выберите высоту шрифта 7 мм).

**Примечание:** Если на сборочном чертеже индивидуального задания необходимо поставить номера позиций болтового соединения, расположенные друг под другом на одной линии-выноске, следует в окне ввести сразу три номера, после каждого нажимая клавишу <Enter>.

### Лабораторная работа №13.

## СПЕЦИФИКАЦИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

**Цель работы:** Изучение приемов заполнения спецификации в ручном и полу-автоматическом режиме.

**Спецификация** – текстовый документ, определяющий состав сборочной единицы. Она выполняется в виде таблицы на отдельных листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ2.106-96.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) документация;      | 5) стандартные изделия; |
| 2) комплексы;         | 6) прочие изделия;      |
| 3) сборочные единицы; | 7) материалы;           |
| 4) детали;            | 8) комплекты.           |



Наличие того или иного раздела определяется составом сборочной единицы. Названия разделов указываются графе «Наименование», подчеркиваются и отделяются пустыми строчками.

В разделе «*Документация*» указывается основной комплект конструкторской документации на разрабатываемое изделие.

В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы» и «*Детали*» указывают обозначения и наименования чертежей комплексов, сборочных единиц и деталей, входящих в специфицируемое изделие.

В разделе «*Стандартные изделия*» записывают изделия, примененные по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятия. Они перечисляются в алфавитном порядке, в пределах каждого наименования – в порядке увеличения диаметра, а затем – длины.

В раздел «Прочие изделия» вносятся изделия, выполняемые по техническим условиям.

В разделе «Материалы» указываются все материалы, входящие в сборочную единицу, которые используются в изделии в виде листов, проволоки, труб и т.п.

Система проектирования спецификации, являющаяся приложением КОМПАС, предусматривает два режима работы: ручной и автоматический. В ручном режиме все графы заполняются с клавиатуры, а в автоматическом – указанием источника данных.

Спецификация, связанная со сборочным чертежом, имеет ряд особенностей:

1. Для формирования спецификации в автоматическом режиме и ее связи со сборочным чертежом на самом сборочном чертеже в разделе «*Описание объектов спецификации*» должна быть создана графическая и текстовая информация о компонентах сборки.
2. Изображения деталей, а также номера позиций должны быть связаны с соответствующими записями в спецификации.
3. Записи в графах Формат и Обозначения должны быть связаны с чертежами самих деталей.
4. Допускается возможность одновременного изменения номеров позиций в спецификации и на сборочном чертеже.
5. Имеется возможность внесения в состав сборочного чертежа из Конструкторской библиотеки стандартных изделий с автоматическим созданием на них номеров позиций и соответствующей записи в спецификации.

**Задание:** Создать спецификацию сборочной единицы «Кондуктор».


**Выполнить:**

- ✓ Создать документ «Спецификация».
- ✓ Построить спецификацию в режиме ручного заполнения.





**Ознакомиться:**

- ✓ с созданием на сборочном чертеже объектов спецификации;
- ✓ с созданием связи спецификации со сборочным чертежом и чертежами деталей;
- ✓ с построением спецификацию в автоматическом режиме.

### Создание нового документа

1. Создайте документ «Спецификация» .
2. Выполните настройку стиля (стандартной формы) текстового конструкторского документа:  
Выполните цепочку команд меню **Сервис – Параметры**.  
В окне «*Стиль*» из списка выберите название «*Простая спецификация*».  
Закройте окно **ОК**.  
На экране появится электронная таблица, похожая на стандартный бланк спецификации, только без основной надписи.
3. Сохраните документ под именем «*Кондуктор*».

### ***Упражнение 1. Создание спецификации в режиме ручного заполнения***

1. Заполните раздел «*Документация*».
  - На странице инструментальной панели **Спецификация**  включите команду **Добавить раздел** .
  - В появившемся окне выберите папку «*Документация*», дважды щелкнув на ней ЛКМ или нажав кнопку **Создать**.
  - В строку электронной таблицы введите данные, соответствующие рисунку 5.16.
  - Выделите цифровую часть обозначения чертежа (04.025.00) и скопируйте ее в буфер обмена  (копия потребуется для дальнейших многократных вставок обозначений компонентов сборки).
  - Создайте объект .

2. Создайте следующий раздел спецификации – «Детали».





- Выделите любую свободную строку спецификации щелчком по ней ЛКМ.

- Включите команду **Добавить раздел** .

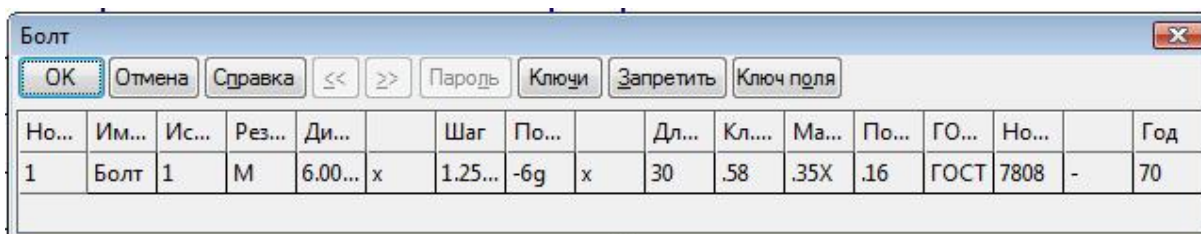
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
						<u>Детали</u>			
Справ. №		А3			04.025.000 СБ	Сборочный чертеж			
						<u>Детали</u>			
		А3	1		04.025.001	Плита кондукторная	1		
		А4	2		04.025.002	Палец	1		
		А4	3		04.025.003	Втулка	3		
		А4	4		04.025.004	Опора	3		
		А4	5		04.025.005	Прижим	3		
						<u>Стандартные изделия</u>			
Подп. и дата			6			Болт М6 х 30 ГОСТ 7808-70	3		
Взам. инв. №									
Инв. № дробл.									
Подп. и дата									
					04.025.000				
Изм./лист		№ докум.		Подп.	Дата				
Разраб. Захарова А.									
Проб. Савченко НВ						Лит.	Лист	Листов	
						1		1	
Исполн. Савченко НВ						СГАУ			
Утв.						группа № 1115			
					Кондуктор				
					Копировал		Формат А4		

Рис. 5.16. Спецификация сборочной единицы «Кондуктор»

- Выберите в окне папку «Детали», дважды щелкнув на ней ЛКМ.

- Введите первую строку этого раздела. Графу «Обозначение» заполните с помощью параметров, взятых ранее в буфер обмена . Номер позиции пока оставьте тот, который система присвоила компоненту автоматически.
  - Создайте объект .
  - Введите следующую запись раздела, выполнив команду **Добавить базовый объект** .
  - Аналогичным образом введите оставшиеся строки раздела спецификации.
3. Создайте новый раздел спецификации «*Стандартные изделия*».
- Включите команду **Добавить раздел** .
  - Выберите в окне папку «*Стандартные изделия*».
  - В окне нажмите кнопку «*Шаблон*», затем в появившемся списке выберите раздел «*Крепежные изделия*» и подраздел **Болт**.
  - Закройте окно «*Список разделов и подразделов*» командой **Создать**.
4. В электронную таблицу вставлен пример стандартной записи параметров болта. Отредактируйте ее с помощью таблицы параметров.
- Двойным щелчком ЛКМ на редактируемой записи вызовите таблицу параметров болта (рис. 17).
  - Щелчком мыши выделите поле **Диаметр** (оно должно стать синего цвета) и введите в него значение 6. Аналогично отредактируйте другие параметры.
  - Кнопкой **OK** закройте таблицу.


Примечание: В данной таблице можно изменять параметры, но не удалять их.



Но...	Им...	Ис...	Рез...	Ди...		Шаг	По...		Дл...	Кл...	Ма...	По...	ГО...	Но...		Год
1	Болт	1	М	6.00...	x	1.25...	-6g	x	30	.58	.35X	.16	ГОСТ	7808	-	70

Рис. 5.17. Таблица параметров болта

- Возвратитесь в строку электронной таблицы и уже вручную окончательно отредактируйте запись.

**Примечание:** Таблица параметров применяется для изменения тех данных, по которым в дальнейшем может идти автоматическая сортировка записей. Кроме того, при **Автоматической сортировке** на инструментальной панели **Текущее состояние** должна быть нажата одноименная кнопка .

5. Если необходимо внести изменения в какую-либо запись, активизируйте ее двойным щелчком ЛКМ.
6. Вследствие того, что система при заполнении спецификации оставила резервные строки, номера позиций поставлены с пропусками. Поэтому, прежде чем выполнять корректировку номеров позиций, необходимо удалить резервные строки:
  - Щелчком ЛКМ выделите заголовок раздела **«Документация»**.
  - В счетчике **«Количество резервных строк»** (рис. 5.18), расположенном на панели **Текущее состояние**, из списка выберите число 0.
  - Аналогичным образом удалите резервные строки в других разделах спецификации.

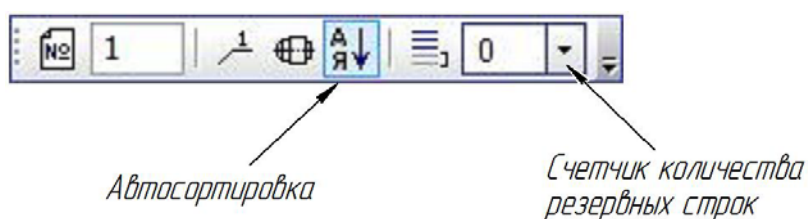




Рис. 5.18. Инструментальная панель «Текущее состояние»



7. Проведите корректировку номеров позиций в спецификации с помощью команды меню **Сервис – Расставить позиции** или команды **Расставить позиции**  Инструментальной панели **Спецификация** .

**Примечание:** Для того, чтобы удалить запись из спецификации, необходимо выделить ее и выполнить клавиатурную команду **<Delete>**, а для удаления раздела необходимо по очереди удалить все объекты, содержащиеся в нем.



Рис. 5.19. Инструментальная панель «Стандартная»


8. Заполните основную надпись.

- Выполните разметку страницы с помощью одноименной команды , расположенной на Инструментальной панели **Стандартная** (рис. 5.19).
- Двойным щелчком мыши активизируйте основную надпись и заполните ее в соответствии с рис. 5.16.
- Создайте объект .

9. Сохраните документ .

**Примечание:** При необходимости возврата в режим заполнения спецификации необходимо выполнить команду Инструментальной панели **Стандартная – Нормальный режим** (рис. 5.19).

### **Упражнение 2. Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом (для ознакомления)**

1. Откройте ранее выполненный документ «*Кондуктор. Сборочный чертеж*» и сохраните его под именем «*Кондуктор. Подчиненный режим спецификации*».
2. Создайте на сборочном чертеже описание объектов спецификации.
  - Выполните цепочку команд меню **Спецификация – Управление описаниями спецификаций**.
  - В окне «*Управление описаниями*» включите команду **Добавить описание** , а в окне «*Описание текущей спецификации*» выберите из списка стиль – «*Простая спецификация ГОСТ 2.106-96*» (рис. 5.20).

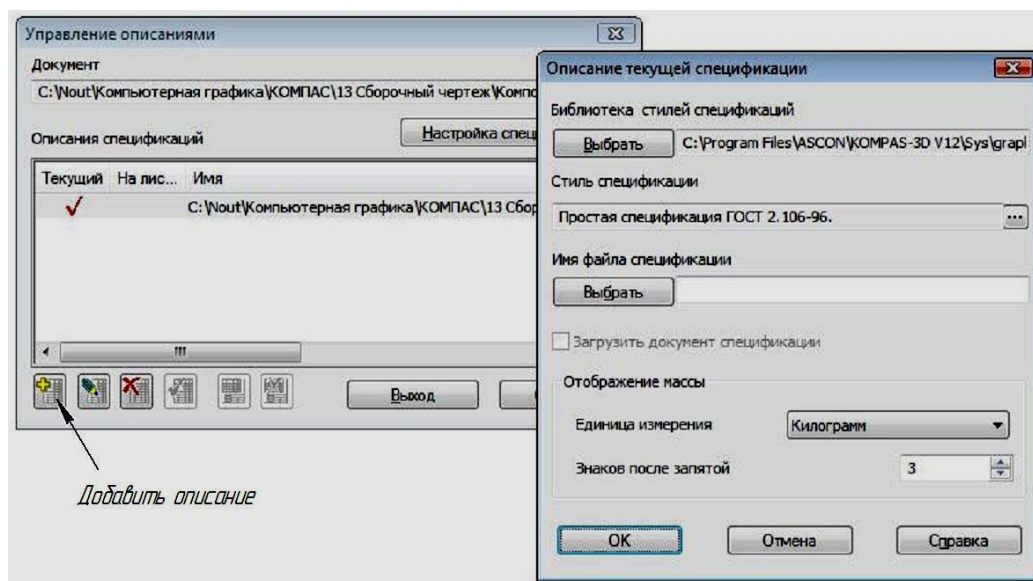



Рис. 5.20. Окна создания описания спецификаций



- Закройте окна, нажав кнопки **ОК** и **Выход**.
3. Введите данные об объектах спецификации по разделам «Детали» и «Стандартные изделия».

**Примечание:**

1. Под объектом спецификации подразумевается вся строка (или несколько строк) электронного бланка спецификации, относящаяся к одному специфицируемому объекту сборочной единицы. Они могут быть базовыми или вспомогательными.
2. Последовательность ввода объектов не имеет значения, так как система сама в последующем проведет их сортировку.

- Выполните команды меню **Спецификация – Добавить объект** или воспользуйтесь командой **Добавить объект спецификации** ,

расположенной на Инструментальной панели **Спецификация** .

- В окне выберите раздел «Детали» и нажмите кнопку **Создать**.
- Установите курсор в графу «Наименование» и введите название первой детали «Плита кондукторная». Остальные графы оставьте без изменения.
- Нажмите кнопку **ОК**.

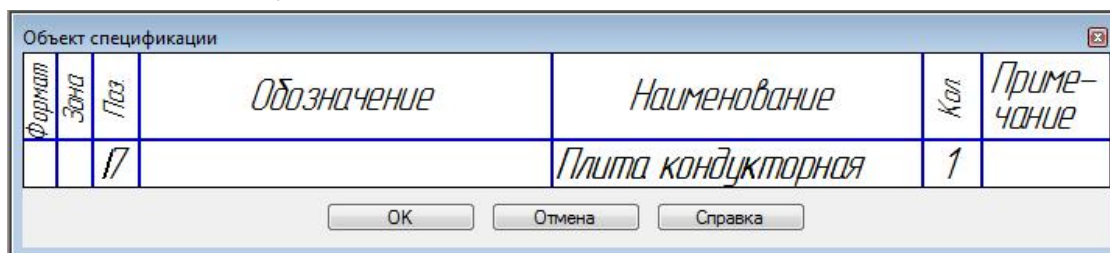



Рис. 5.21. Окно «Объект спецификации»

**Примечание:** Объект спецификации появляется на экране в виде его текстовой части, размещенной в строке спецификации.

Бланк спецификации является частью файла сборочного чертежа, не являясь самостоятельным файлом (подчиненный режим спецификации).


- Аналогичным образом введите названия других деталей.
4. Откройте описание спецификации с помощью команд меню **Спецификация – Редактировать объекты** или одноименной команды .
  5. Выведите на экран одновременно окно «Описание спецификации» и сам сборочный чертеж, выполнив команды **Окно – Мозаика вертикально**.
  6. Создайте связь между изображениями деталей на чертеже и соответствующим объектом спецификации.
    - Выделите на чертеже позицию 1, относящуюся к кондукторной плите и соответствующую строку в спецификации. На инструментальной панели



**Спецификация**  включите команду *Редактировать состав объекта*



- В появившемся окне нажмите кнопку *Добавить*.
  - Аналогично выполните увязку позиций и для других деталей.
7. Постройте *Спецификацию* и подключите к ней *Сборочный чертеж*.

- Создайте документ «*Спецификация*» .
- Выполните команды меню **Формат – Настройка спецификации**.
- Сравните наличие включенных флажков на вкладке «*Настройка*» в окне «*Настройка спецификаций*» с рис. 5.22.

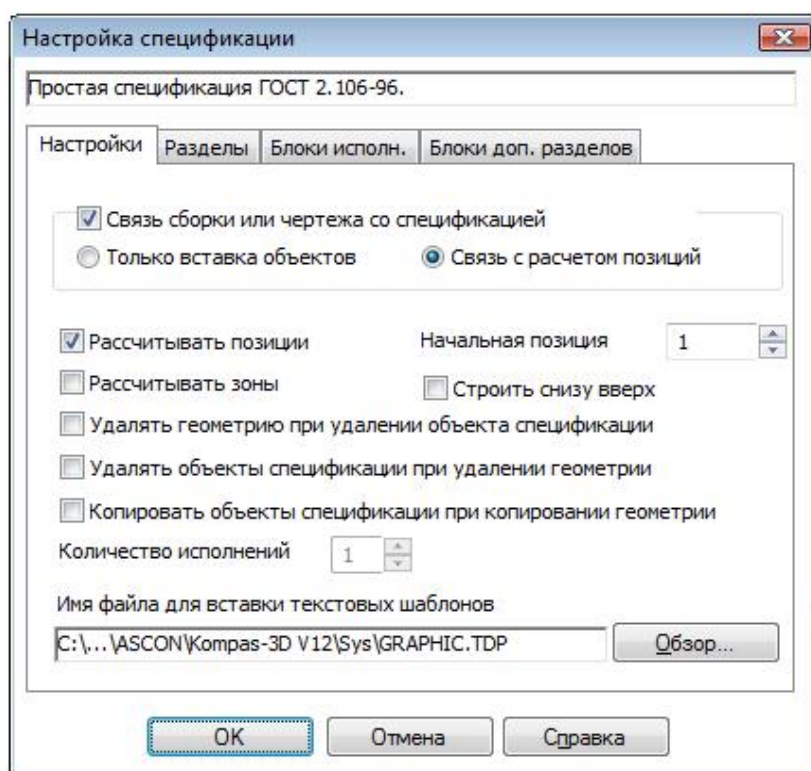


Рис. 5.22. Окно «Настройка спецификации»

- Закройте окно кнопкой **ОК**.

На экране появится пустой бланк *Спецификации*.

- Вызовите контекстное меню щелчком ПКМ на нем и выберите из списка раздел «*Управление чертежами сборки*».
- В открывшемся окне активизируйте команду **Подключить документ** (рис. 5.23).
- Подключите файл «*Кондуктор. Подчиненный режим*», выбрав его из списка следующего окна.
- Вернитесь в предыдущее окно и закройте его кнопкой **Выход**.

Теперь бланк Спецификации автоматически заполнится введенными ранее в сборочный чертеж данными.

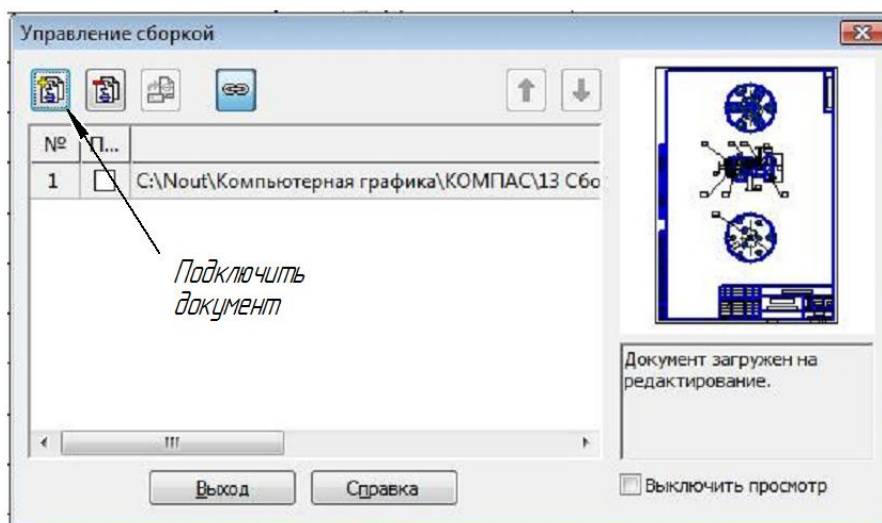



Рис. 5.23. Окно «Управление сборкой»

8. Отредактируйте номера позиций сборочного чертежа и спецификации.
  - При несовпадении номеров позиций на спецификации и на сборочном чертеже выполните команду меню **Сервис – Синхронизировать данные**.
  - Удалите резервные строки в спецификации для того, чтобы номера позиций в спецификации начинались с цифры 1 (см. *Упражнение 1*, п. 6, стр. 194).
9. Создайте связь между чертежами деталей, входящих в сборочную единицу, и спецификацией.
  - Выделите строку «Плита кондукторная».
  - В *Строке параметров* на вкладке «Документы» откройте окно **Добавить документы** и в нем откройте файл с именем «Плита кондукторная».

В результате автоматически будут заполнены графы спецификации «*Формат*» и «*Обозначения*».

- Аналогично завершите ввод объектов спецификации для других компонентов сборочного чертежа.
10. Добавьте в спецификацию раздел «*Документация*» и подключите к нему сборочный чертеж.
  11. Заполните основную надпись спецификации (см. *Упражнение 1*, п. 8, стр. 194).
  12. Сохраните документ  и закройте *Спецификацию*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы.
3. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам.
4. ГОСТ 2.305-2008. ЕСКД. Изображения, виды, разрезы, сечения.
5. ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.
6. ГОСТ 2.307-2011. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
7. ГОСТ 2.309-73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.
8. ГОСТ 2789-73. ЕСКД. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
9. ГОСТ 8724-2002 Резьба метрическая. Диаметры и шаги.
10. ГОСТ 8820-69 Канавки для выхода шлифовального круга. Форма и размеры.
11. *Бабулин, Н.А.* Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебник для профессиональных учебных заведений / *Н.А. Бабулин*. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1998. – 367 с.
12. ГОСТ 9563-60 Основные Нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули.
13. *Боголюбов, С.К.* Инженерная графика: учебник / *С.К. Боголюбов*. – М.: Машиностроение, 2000. – с. 352.
14. КОМПАС-3D для Windows. Практическое руководство. Часть 1:–М.: АО АСКОН, 2001 – 474 с.
15. КОМПАС-3D для Windows. Практическое руководство. Часть 3: 3 D – моделирование. – М.: АО АСКОН, 2001 – 474 с.
16. *Кудрявцев, Е.М.* Практикум по КОМПАС-3D: Машиностроительные библиотеки. / *Е.М. Кудрявцев*. – М.: ДМК Пресс, 2007 – 440 с.
17. *Лагерь, А.И.* Инженерная графика: Учебник / *А.И. Лагерь*. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 335 с.
18. *Новичихина, Л.И.* Справочник по техническому черчению / *Л.И. Новичихина*. – Мн.: Книжный Дом, 2005. – 320 с.
19. Построение компьютерного чертежа детали в системе АДЕМ: методические указания / *В.Н. Гаврилов*. – Самара: СГАУ, 2003. – 39 с.
20. Построение компьютерного чертежа детали в системе КОМПАС–График: методические указания / *Н.В. Савченко*. – Самара: СГАУ, 2005. – 40 с.
21. *Потемкин А.* Инженерная графика. Просто и доступно / *А. Потемкин*. – М.: Изд. «Лори», 2000 – 492 с.
22. *Чекмарев, А.А.* Справочник по машиностроительному черчению / *А.А. Чекмарев, В.К. Осипов*. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2001. – 493 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

<b>Использование мыши</b>	
Щелчок левой кнопкой	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вызов команды через меню или кнопку.</li> <li>• Ввод точки.</li> <li>• Выделение объекта.</li> <li>• Активизация поля в Строке параметров.</li> <li>• Указание объекта для вызова Помощи.</li> </ul>
Двойной щелчок левой кнопкой	Запуск редактирования объекта. Выделение поля в Строке параметров.
Щелчок правой кнопкой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вызов контекстного меню.</li> <li>2. Вызов меню геометрического калькулятора (в поле Строки параметров).</li> </ol>
Щелчок левой кнопкой + <Shift>	Добавление объекта к ранее выделенным.
Перемещение курсора при нажатой левой кнопке	Перемещение выделенных объектов.
Перемещение курсора при нажатой левой кнопке и клавиш <Ctrl> и <Shift>	Прокрутка рабочего поля документа.
<b>Использование клавиатуры</b>	
<Enter>	Зафиксировать (ввести точку)
<Esc>	Прервать выполнение команды или закрыть страницу меню
<Delete>	Удалить все выделенные объекты
<F1>	Вызвать Помощь
<Ctrl>+<0>	Переместить курсор в начало текущей системы координат
<.> (цифровая клавиатура)	Установить курсор по нормали в ближайшую точку ближайшего элемента
<Shift>+<5> (цифровая клавиатура)	Установить курсор в середину ближайшего к нему примитива
<Alt>+<5> (цифровая клавиатура)	Установить курсор в точку пересечения двух ближайших к нему примитивов
<Ctrl> + <Shift> + <↑> (<↓>)	Поворот вверх (вниз) в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Ctrl> + <Shift>+ <→> (<←>)	Поворот вправо (влево) в горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Alt> + <→> (<←>)	Поворот против (по) часовой стрелки в плоскости экрана
<Alt> +<↑> (<↓>)	Поворот на 90° по (против) часовой стрелке в плоскости экрана
<Пробел> +<↑> (<↓>)	Поворот на 90° вверх (вниз) в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана
<Пробел> +<→> (<←>)	Поворот на 90° вправо (влево) в горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Таблица 2

### Диаметры и шаги метрической цилиндрической резьбы общего назначения (ГОСТ 8724-2002)

Номинальный диаметр резьбы			Шаг резьбы		Номинальный диаметр резьбы			Шаг резьбы	
Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Крупный	Мелкий	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Крупный	Мелкий
3			0,5	0,35	36			4	3; 2; 1,5; 1
	3,5		(0,6)				(38)	-	1,5
4			0,7	0,5		39		4	3; 2; 1,5; 1
	4,5		(0,75)				40	-	(3); (2); 1,5
5			0,8		42			4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
		(5,5)	-			45		4,5	
6			1	0,75; 0,5	48			5	
		7	1	1; 0,75; 0,5			50	-	(3); (2); 1,5
8			1,25			52		5	(4); 3; 2; 1,5; 1
		9	(1,25)				55	-	(4); (3); 2; 1,5; 1
10			1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5	56			5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
		11	(1,5)	1; 0,75; 0,5			58	-	(4); (3); 2; 1,5
12			1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5		60		(5,5)	4; 3; 2; 1,5; 1
	14		2				62	-	(4); (3); 2; 1,5
		15	-	1,5; (1)	64			6	4; 3; 2; 1,5; 1
16			2	1,5; 1; 0,75; 0,5			65	-	(4); (3); 2; 1,5
		17	-	1,5; (1)		68		6	4; 3; 2; 1,5; 1
	18		2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5			70	-	(6); (4); (3); 2; 1,5
20					72	6; 4; 3; 2; 1,5			
	22					75	(4); 3; 2; 1,5		
24					3	76	6; 4; 3; 2; 1,5; 1		
		25	-	(78)	2				
		(26)	-		6; 4; ; 2; 1,5; 1				
	27		3	2; 1,5; 1; 0,75	(82)	2			
		(28)	-	2; 1,5; 1	85	6; 4; 3; 2; 1,5			
30			3,5	(3); 2; 1,5; 1	90				
		(32)	-	2; 1,5	95				
	33		3,5	(3); 2; 1; 0,75	100				
		35	-	1,5	105				

1. Стандартом предусматриваются размеры диаметра резьбы от 2 до 250 мм.
2. При выборе диаметра резьбы принято предпочесть первый ряд второму, а второй третьему.
3. Параметры, заключенные в скобки желательно не применять.

**Форма и размеры проточек метрической резьбы**  
(ГОСТ 10549-80 Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски)

**Наружная метрическая резьба**

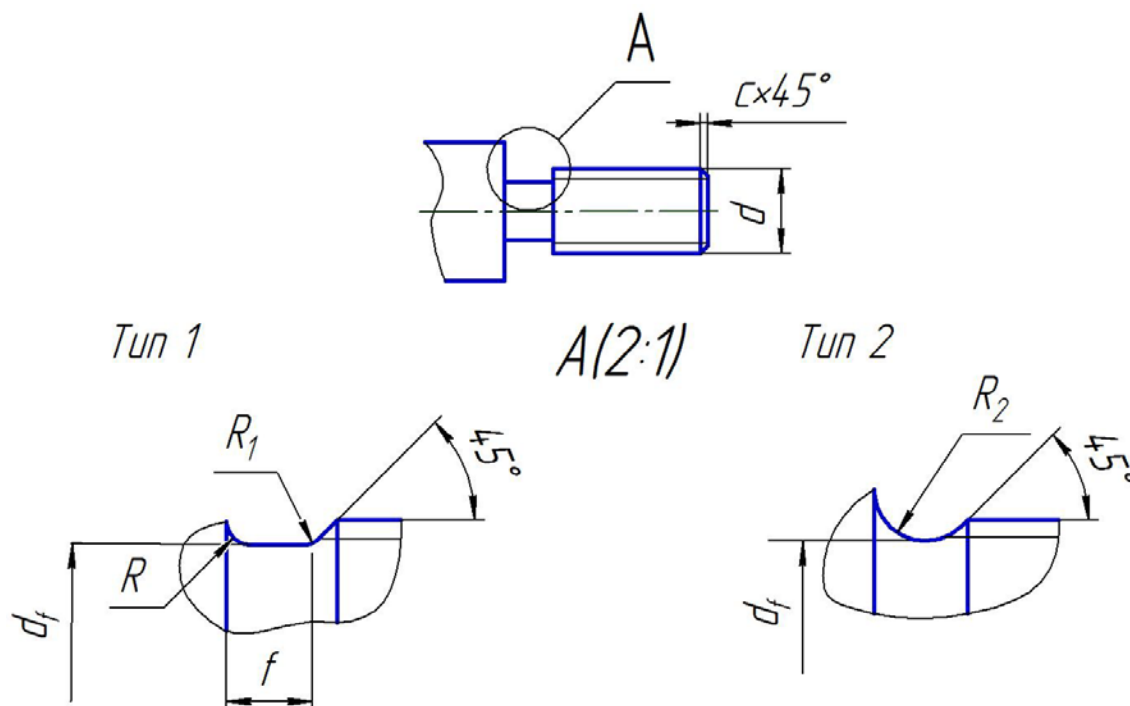


Таблица 3

Шаг резьбы	Тип 1						Тип 2		$d_f$	$c^*$
	нормальная			узкая			$f$	$R_2$		
	$f$	$R$	$R_1$	$f$	$R$	$R_1$				
0,5	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	$d-0,8$	0,5
0,6				$d-0,9$						
0,7				$d-1,0$						
0,75	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	-	-	$d-1,2$	1,0
0,8				$d-1,5$						
1,0	3,0	1,0	0,5	2,0	1,0	0,5	3,6	2,0	$d-1,8$	1,6
1,25				$d-2,2$						
1,5				$d-2,5$						
1,75	4,0	1,6	1,0	2,5	1,6	0,5	5,4	3,0	$d-3,0$	2,0
2,0				$d-3,5$						
2,5	5,0	2,0	1,0	3,0	2,0	0,5	7,3	4,0	$d-4,5$	2,5
3,0				$d-5,0$						
3,5	6,0	3,0	1,0	4,0	3,0	1,0	10,2	5,5	$d-6,0$	3,0
4,0				$d-6,5$						
4,5	8,0	2,0	1,0	5,0	2,0	1,0	12,9	7,0	$d-7,0$	4,0
5,0				$d-8,0$						
5,5	10,0	3,0	1,0	6,0	3,0	1,0	15,0	8,0	$d-9,0$	4,0
6,0				$d-9,0$						

\*Для всех случаев, кроме случая сопряжения с внутренней резьбой с проточкой типа 2.

## Внутренняя метрическая резьба

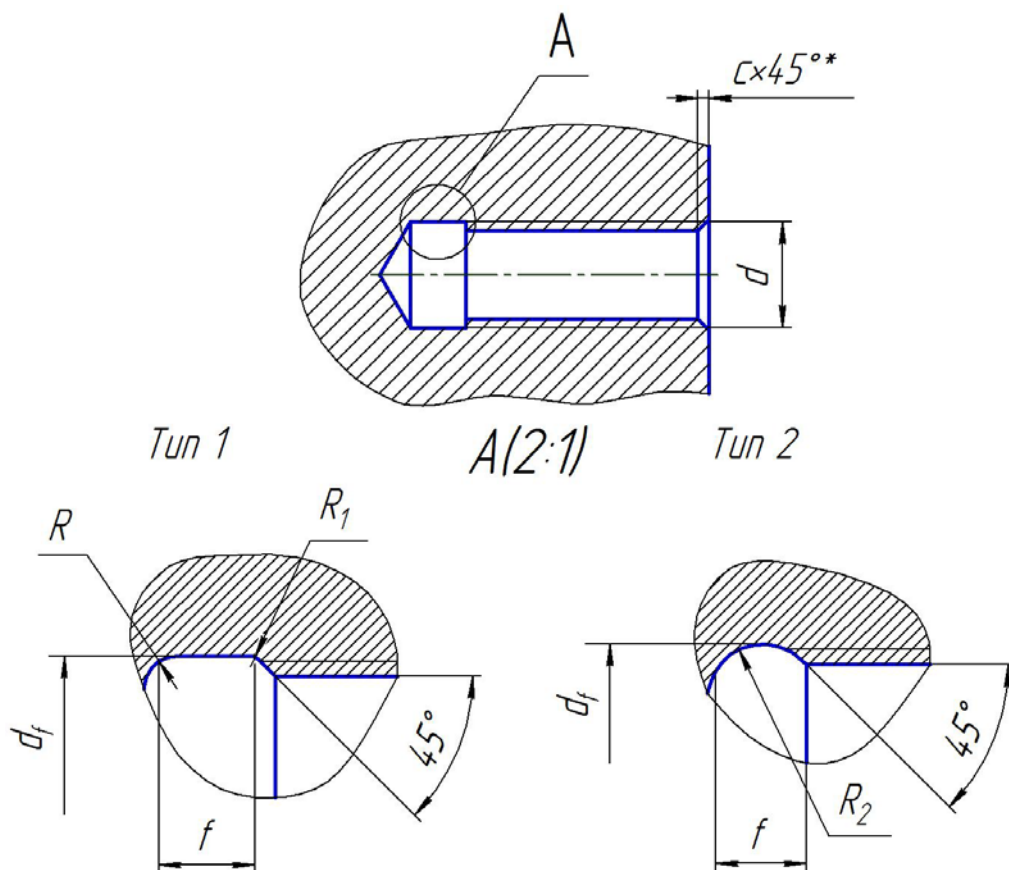


Таблица 4

Шаг резьбы	Тип 1						Тип 2		$d_f$	$c^{**}$
	нормальная			узкая			$f$	$R_2$		
	$f$	$R$	$R_1$	$f$	$R$	$R_1$				
0,5	2,0	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	-	-	$d+0,3$	0,6
0,75	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	-	-	$d+0,4$	1,0
1,0	4,0			2,0	0,5		3,6	2,0	$d+0,5$	
1,25	5,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	4,5	2,5	$d+0,7$	1,6
1,5	6,0			4,0			6,2	3,0		
1,75	7,0	2,0	1,0	4,0	1,6	0,5	6,5	3,5	$d+1,0$	2,0
2,0	8,0			5,0			8,9	5,0		
2,5	10,0	3,0	1,0	5,0	2,0	1,0	11,4	6,5	$d+1,2$	2,5
3,0				6,0			13,1	7,5		
3,5	12,0	3,0	1,0	7,0	3,0	1,0	14,3	8,0	$d+1,5$	3,0
4,0				8,0			16,6	9,5		
4,5	14,0	3,0	1,0	10,0	3,0	1,0	18,4	10,5	$d+1,8$	4,0
5,0				12,0			18,7			
5,5	16,0	3,0	1,0	12,0	3,0	1,0	18,9	10,5	$d+2,0$	4,0
6,0				10,0			18,9			

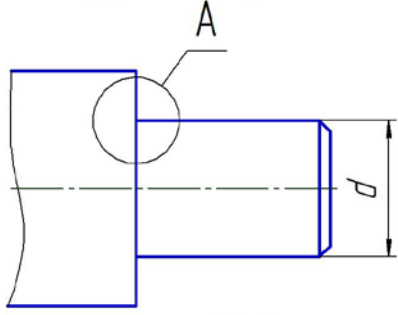
\* Допускается применять угол 60°.

\*\* Для всех случаев, кроме случая сопряжения с наружной резьбой с проточкой типа 2.



**Канавки для выхода шлифовального круга. Форма и размеры**  
(ГОСТ 8820-69)

*Наружное шлифование*

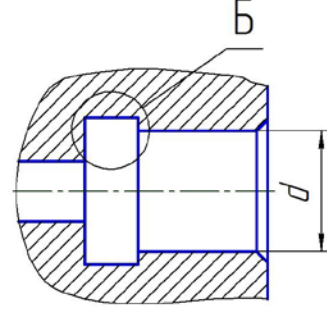


Исполнение 1 A(2:1)

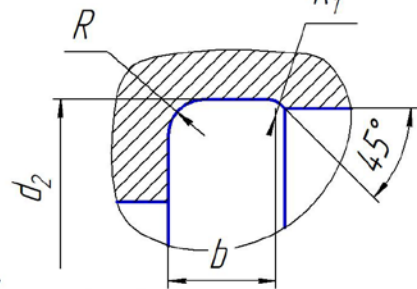
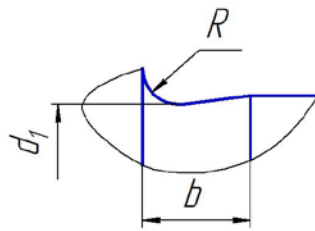
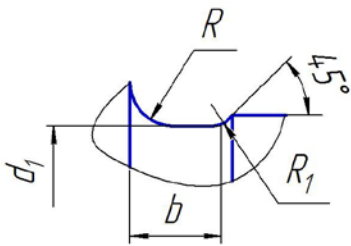
*Шлифование по цилиндру*

Исполнение 2

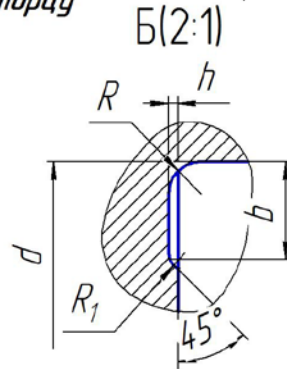
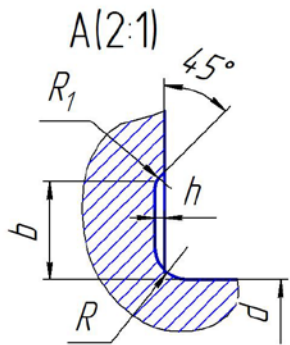
*Внутреннее шлифование*



Б(2:1)



*Шлифование по торцу*



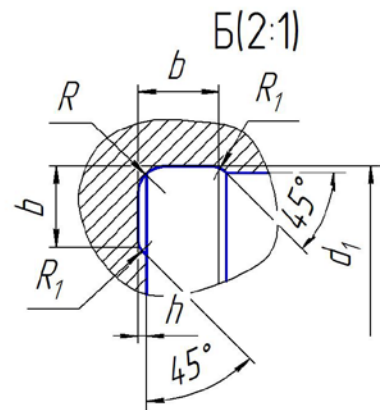
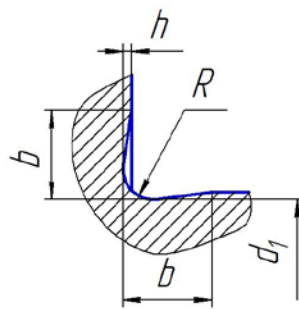
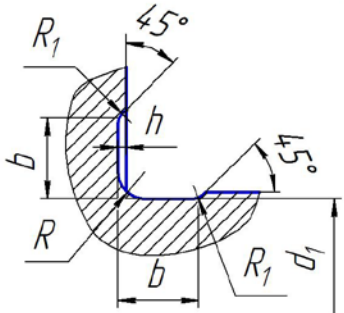
*Шлифование по цилиндру и торцу*

Исполнение 1

Исполнение 2

A(2:1)

Б(2:1)



Исполнение 3

Исполнение 4

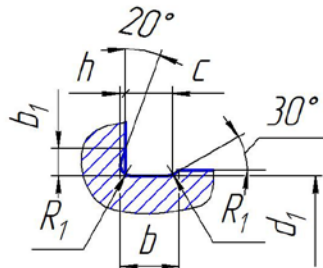
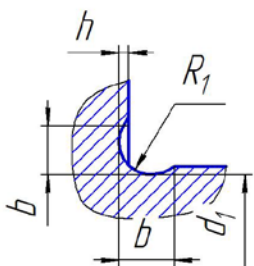


Таблица 5

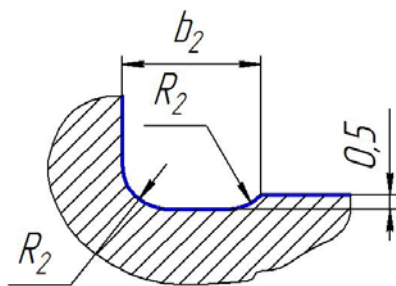
<i>b</i> для исполнения		Наружное шлифование $d_1$	Внутреннее шлифование $d_1$	$h$	$R$	$R_1$	$d$
1; 2	3						
1	-	$d - 0,3$	$d + 0,3$	0,2	0,3	0,2	<10
1,6					0,5	0,3	
2		$d - 0,5$	$d + 0,5$	0,3	1,0	0,5	
3	1,5				>50-100		
5	2,25	$d - 1$	$d + 1$	0,5	1,6	1,0	>100
8	2,8				2,0		
10	5,0				3,0		

Таблица 6

$b$	$d_1$	$h$	$b_1$	$c$	$R_1$
1,1	$d - 0,2$	0,1	0,5	0,8	0,2
2,2	$d - 0,4$	0,2	1,0	1,5	0,4
4,3	$d - 0,6$	0,3	1,5	3,3	0,6
6,4	$d - 0,8$	0,4	2,3	5,0	1,0

### Плоское шлифование

Исполнение 1



Исполнение 2

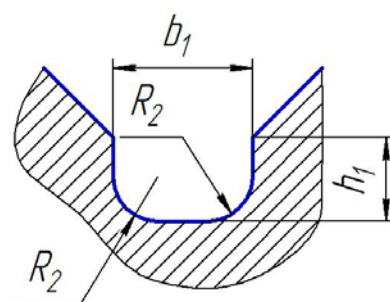


Таблица 7

$b_1$	$h_1$	$R_2$
2	1,6	0,5
3	2,0	1,0
5	3,0	1,6

### Канавки для выхода долбяков.

Размеры  
(ГОСТ 14775-81)

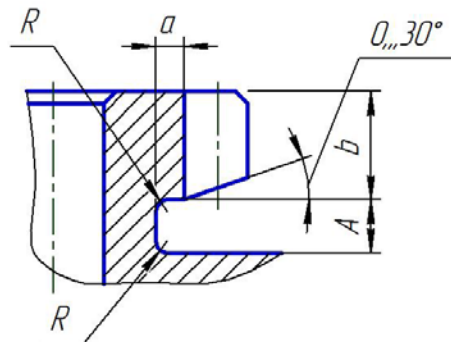


Таблица 8

Ширина зубчатого шлицевого венца $b$	$A_1$ не менее	$a$ , не менее		$R$ , не менее	
		для зубчатых колес	для шлицевых венцов	для зубчатых колес	для шлицевых венцов
до 10	1	0,5	0,25	0,4	0,2
10 ...15	1,5				
15...20	2				
20...25	2,5				
25...30					
30...35	3	1,0	1,0	1,0	1,0
35...40					
40...45	3,5	2,0	1,0	1,0	1,0
45...50	4				
50...55	4,5				
55...60	5				

Стандартом предусматриваются размеры ширины зубчатого венца до 120 мм.

$$A = A_1 + A_2$$

Величина  $A_2$  выбирается по зависимости  $A_2 = (1 \dots 3) A_1$ .

## Основные параметры зубчатых колес

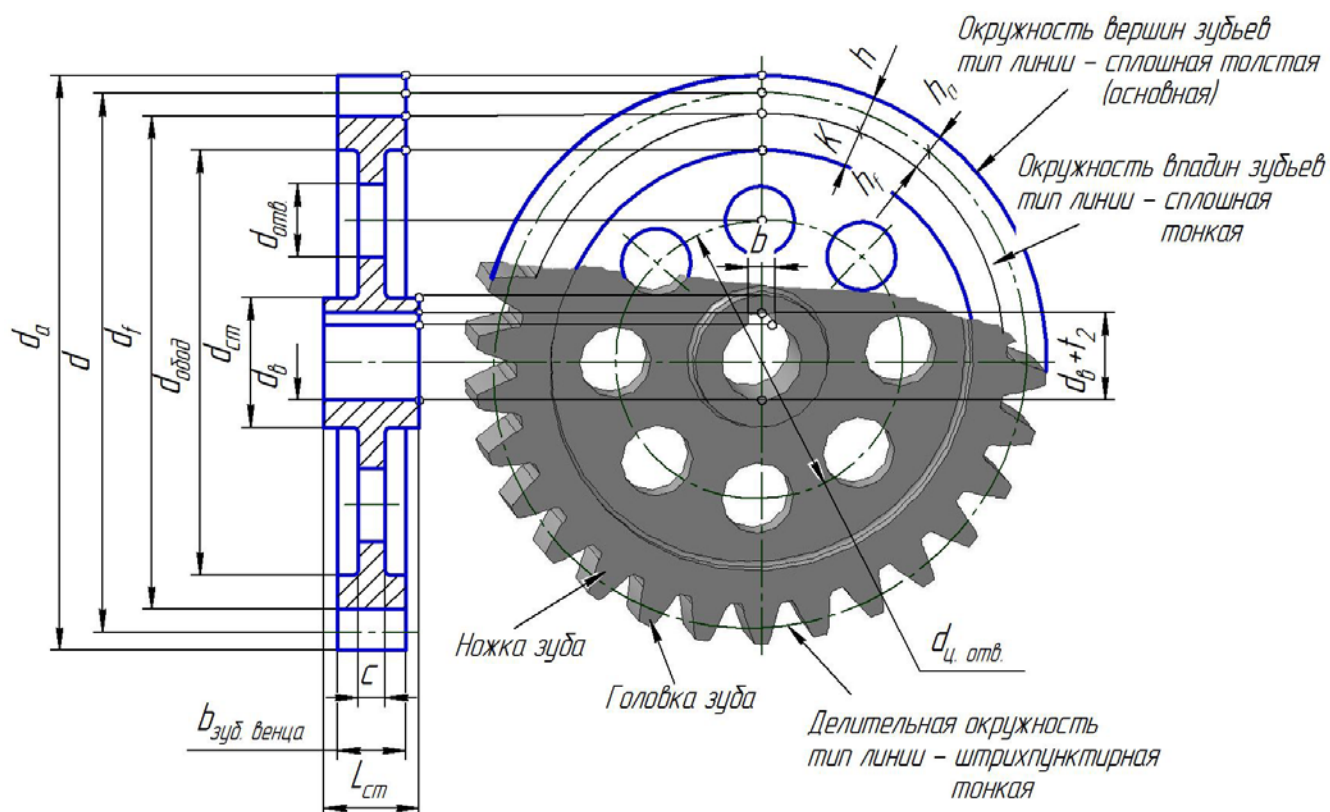


Таблица 9

### Значения модулей зубчатых колес\*

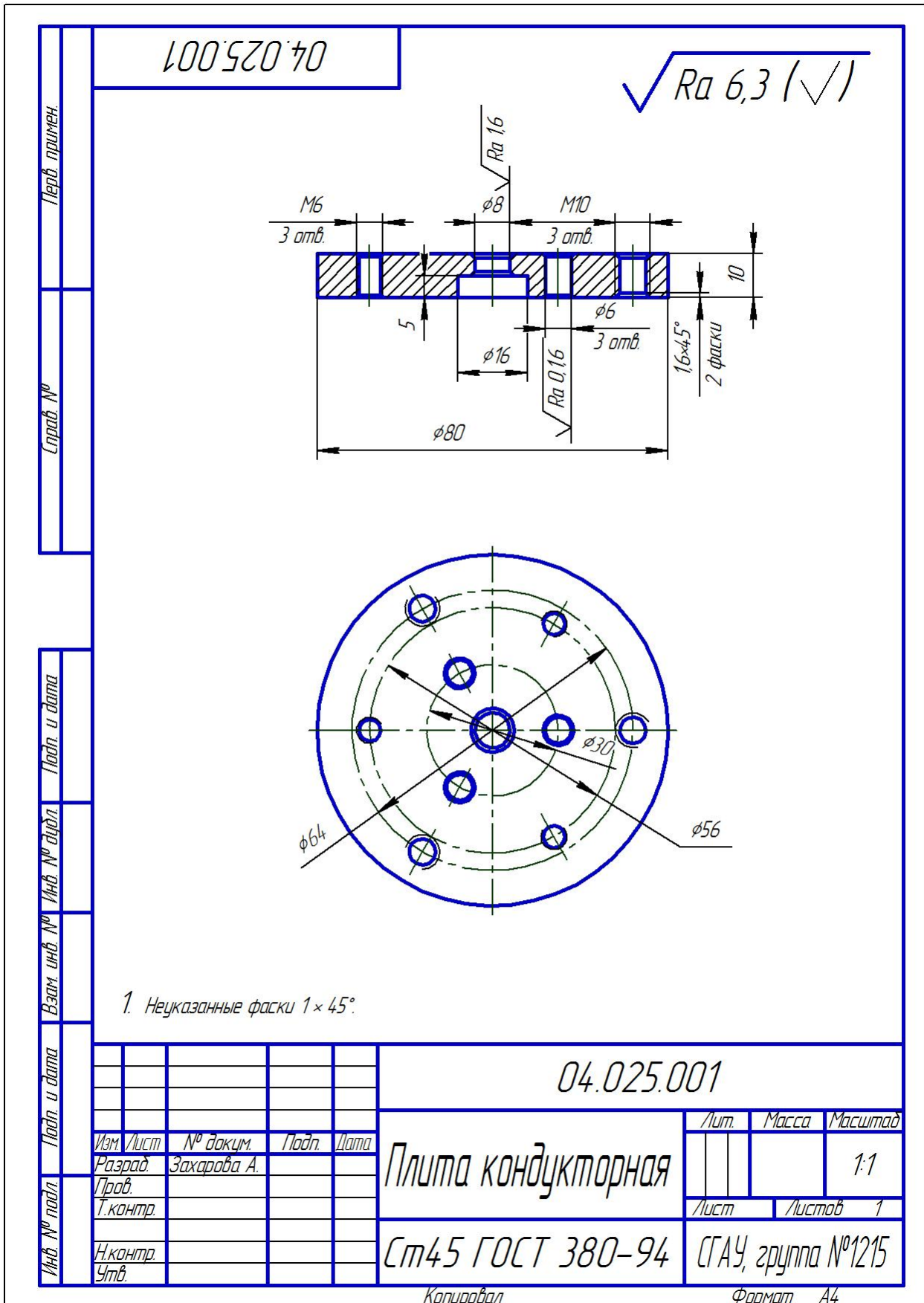
1 ряд	0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50
2 ряд	0,7; 0,9; 1; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55

\*ГОСТ 9563-60 Основные Нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули.

Таблица 10

### Расчет основных параметров зубчатого колеса

Параметр	Обозначение	Расчетная формула
Делительный диаметр	$d$	$d = mz$
Диаметр окружности вершин зубьев	$d_a$	$d_a = m(z + 2)$
Диаметр окружности впадин зубьев	$d_f$	$d_f = m(z - 2,5)$
Высота зуба	$h$	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Высота головки зуба	$h_a$	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f$	$h_f = 1,25m$
Шаг зацепления	$P$	$P = \pi m = \pi d / z$
Ширина венца зубчатого колеса	$b_{\text{зуб. венца}}$	$b_{\text{зуб. венца}} = (6 \dots 8)m$
Толщина диска колеса	$c$	$c = 0,3 b_{\text{зуб. венца}}$
Толщина обода колеса	$K$	$K = (1,5 \dots 2)m$
Диаметр отверстия под вал	$d_в$	$d_в = (0,17 \dots 0,25)d$
Диаметр ступицы	$d_{ст}$	$d_{ст} = (1,6 \dots 2) d_в$
Длина ступицы	$L$	$L = (1,25 \dots 1,5) d_в$

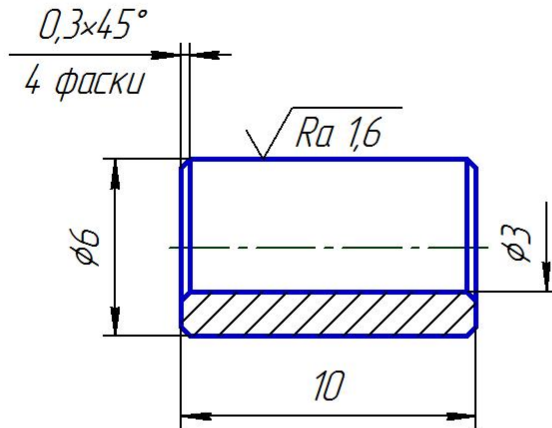






04.025.003

$\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( $\checkmark$ )



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Захарова А.		
Проб.		Савченко НВ		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

04.025.003

Втулка

Сталь 45 ГОСТ 1050-88

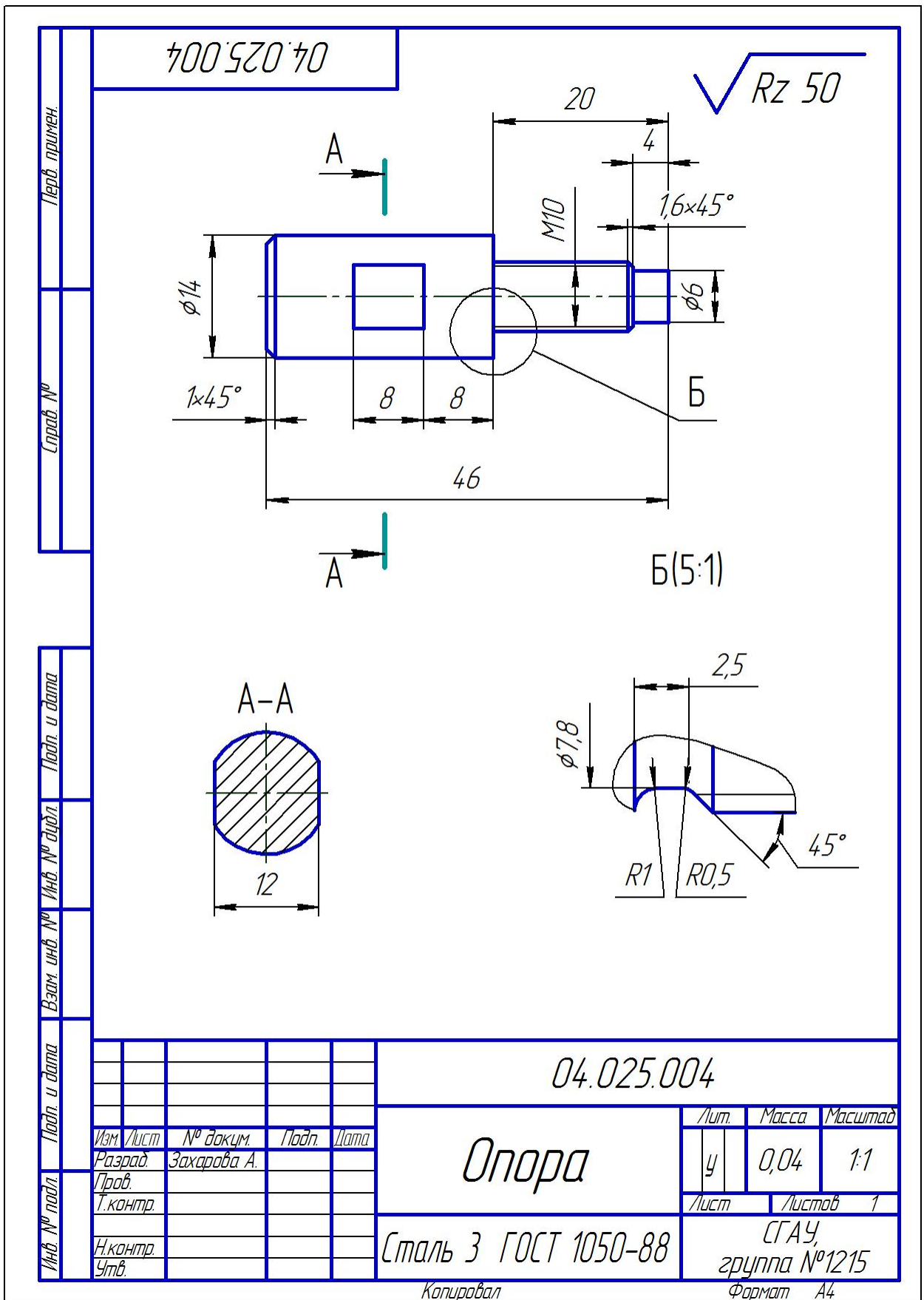
Лист	Масса	Масштаб
	0	5:1
Лист		Листов 1

СГАУ,  
группа № 1115

Копировал

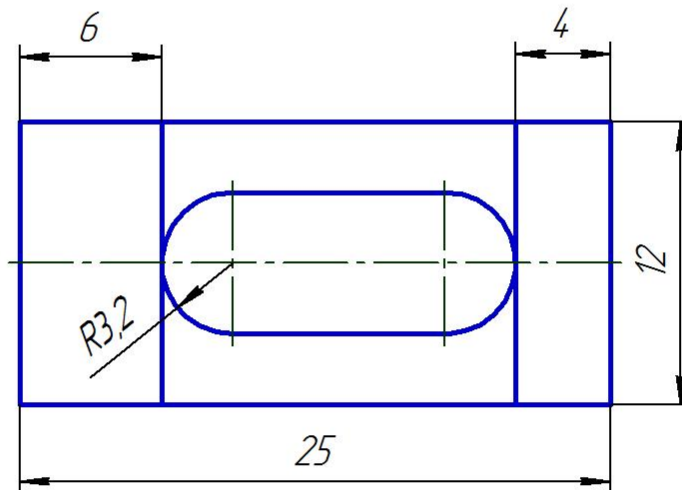
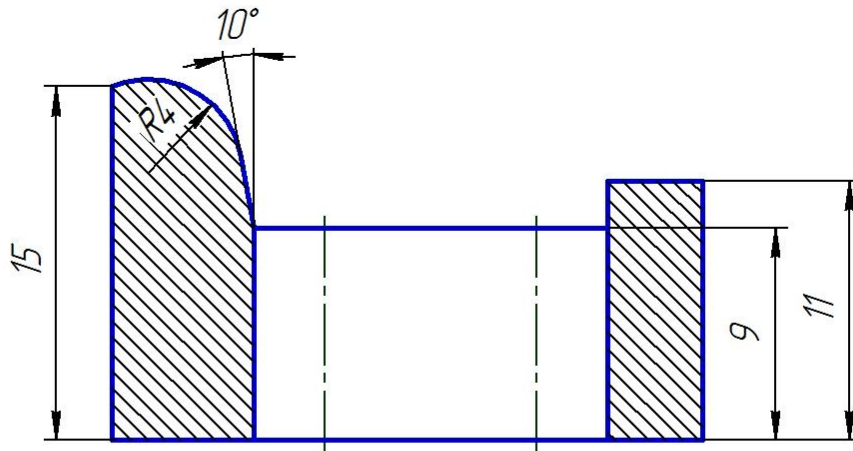
Формат А4





04.025.005

√ Ra 6,3



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дил.

Взам инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Захарова А.		
Проб.				
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

04.025.005

Прижим

Ст45 ГОСТ 380-94

Лист	Масса	Масштаб
у		4:1
Лист	Листов	1

СГАУ, группа №1215

Копировал

Формат А4

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
-----------------------	---

## **ЧАСТЬ 1. ВВЕДЕНИЕ В КОМПАС – ГРАФИК**

<b>1.1. Введение в систему КОМПАС-график</b> .....	7
1.1.1. Открытие графического редактора КОМПАС-График .....	7
1.1.2. Содержание окна КОМПАС-График .....	9
1.1.3. Сохранение чертежа и завершение работы .....	14
1.1.4. Открытие файла и создание нового документа .....	15
1.1.5. Ввод координат параметров .....	16
1.1.6. Системы координат .....	17
<b>1.2. Лабораторный практикум</b> .....	19
<i><b>Лабораторная работа №1. Построение геометрических примитивов</b></i> .....	19
<i>Упражнение 1</i> .....	20
<i>Упражнение 2</i> .....	21
<i>Упражнение 3</i> .....	23
<i>Упражнение 4</i> .....	23
<i>Упражнение 5</i> .....	24
<i>Упражнение 6</i> .....	26
<i><b>Лабораторная работа №2. Редактирование объектов чертежа</b></i> .....	29
<i>Упражнение 1. Редактирование контура детали</i> .....	31
<i>Упражнение 2. Построение гайки М22</i> .....	33
<i><b>Лабораторная работа №3. Построение циркульного сопряжения</b></i> .....	38
<i>Упражнение 1. Построение контура детали</i> .....	44
<i>Упражнение 2. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа</i> .....	51

## **ЧАСТЬ 2. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ**

<b>2.1. Содержание чертежа детали</b> .....	56
2.1.1. Изображение детали .....	56
2.1.2. Простановка размеров (общие понятия) .....	65
2.1.3. Особенности простановки размеров в КОМПАС-График .....	68
2.1.4. Шероховатость поверхностей .....	70
2.1.5. Особенности простановки знаков шероховатости поверхности в КОМПАС-График .....	72

<b>2.2. Лабораторный практикум</b> .....	74
<b>Лабораторная работа № 4. Построение чертежа детали</b> .....	74
<i>Упражнение 1. Построение вида сверху</i> .....	74
<i>Упражнение 2. Построение фронтального разреза</i> .....	80
<i>Упражнение 3. Построение выносного элемента</i> .....	88
<i>Упражнение 4. Простановка размеров и окончательное оформление чертежа</i> .....	91

### **ЧАСТЬ 3. РАБОТА С ПРИКЛАДНЫМИ БИБЛИОТЕКАМИ КОМПАС-3D**

<b>3.1. Лабораторный практикум</b> .....	99
<b>Лабораторная работа №5. Работа с конструкторской библиотекой крепежных элементов</b> .....	99
<i>Упражнение 1. Построение изображений соединяемых деталей</i> .....	105
<i>Упражнение 2. Работа с прикладной библиотекой крепежных элементов. Подбор стандартных элементов болтового соединения</i> .....	109
<i>Упражнение 3. Работа с библиотекой крепежных элементов. Подбор винта</i> .....	112
<b>Лабораторная работа № 6. Работа с библиотекой проектирования тел вращения SHAFT 2D. Построение чертежа детали «вал – шестерня»</b> .....	116
<i>Упражнение 1. Построение двухмерного изображений детали «Вал»</i> .....	118
<i>Упражнение 2. Окончательное оформление чертежа. Построение таблицы параметров</i> .....	123

### **ЧАСТЬ 4. ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D**

<b>4.1. Основы трехмерного моделирования</b> .....	128
4.1.1. Основные принципы построения модели детали.....	132
4.1.2. Требования, предъявляемые к построению эскиза.....	133
4.1.3. Алгоритм построения объемной модели .....	133
<b>4.2. Лабораторный практикум</b> .....	134
<b>Лабораторная работа № 7. Построение моделей операцией выдавливания</b> .....	134
<i>Упражнение 1. Построение модели детали «Геометрическое тело»</i> .....	136
<i>Упражнение 2. Построение модели детали «Корпус»</i> .....	141
<b>Лабораторная работа №8. Построение моделей операциями вращения</b> .....	144
<i>Упражнение 1. Построение пространственной модели детали «Шкив»</i> .....	145
<i>Упражнение 2. Формирование внешней поверхности модели детали операцией «Вырезать вращением»</i> .....	148
<i>Упражнение 3. Формирование внутренней поверхности модели детали операцией «Вырезать вращением»</i> .....	149

<b>Лабораторная работа № 9. Построение модели кинематическими операциями</b>	150
Упражнение 1. Построение модели цилиндрической пружины сжатия	151
Упражнение 2. Построение модели внешней метрической резьбы	154
Упражнение 3. Построение модели детали с внутренней метрической резьбой	157
<b>Лабораторная работа №10. Создание ассоциативных видов</b>	158
Упражнение 1. Построение аксонометрического изображения детали «Шкив»	161
Упражнение 2. Построение ассоциативных видов детали «Корпус»	162

## **ЧАСТЬ 5. ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D**

<b>5.1. Лабораторный практикум</b>	171
<b>Лабораторная работа №11. Создание объемной модели сборочной единицы</b>	171
Упражнение 1. Вставка в сборочную единицу компонентов из файлов	174
Упражнение 2. Вставка в сборочную единицу моделей стандартных изделий из библиотеки	179
Упражнение 3. Редактирование модели сборки	181
<b>Лабораторная работа №12. Создание ассоциативного сборочного чертежа из объемной модели сборочной единицы</b>	184
Упражнение 1. Создание ассоциативного сборочного чертежа	186
<b>Лабораторная работа №13. Спецификация сборочной единицы</b>	189
Упражнение 1. Создание спецификации в режиме ручного заполнения	191
Упражнение 2. Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом (для ознакомления)	195
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	199
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b>	200
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b>	201
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3</b>	208

*Учебное издание*

***Савченко Нелли Вячеславовна***

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА.  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ  
И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D**

*Учебное пособие*

Редактор И.И. Спиридонова  
Доверстка И.И. Спиридонова

Подписано в печать 3.03.2015. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ .

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 13,5.

Тираж 100 экз. Заказ . Арт. – 8/2015.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет) (СГАУ)  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во СГАУ 443086 Самара, Московское шоссе, 34.