Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

МАШИННАЯ ГРАФИКА

КОМПАС-3D

Учебно-методический комплекс
для студентов машиностроительных специальностей

Под общей редакцией В. В. Малаховской

Новополоцк
ПГУ
2012

УДК 004.9(075.8)
ББК 30.11я73
М38

Рекомендовано к изданию методической комиссией
машиностроительного факультета в качестве
учебно-методического комплекса (протокол № 10 от 14.10.2011)

АВТОРЫ:
В. В. Малаховская; А. Н. Селицкий
А. А. Гавриленко; М. В. Киселева

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

гл. инженер ПРУП «Новополоцкжелезобетон» Ю. М. КАРПЕНОК;

канд. техн. наук, доц., зав. каф. начертательной геометрии и графики
УО «ПГУ» В. Э. ЗАВИСТОВСКИЙ;

М38 Машинная графика. КОМПАС-3D : учеб.-метод. комплекс для студентов машиностроительных специальностей / В. В. Малаховская [и др.]; под общ. ред. В. В. Малаховской. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – 220 с.

ISBN 978-985-531-292-6.

Содержит достаточно полную информацию о функциональных возможностях графической системы КОМПАС-3D с описанием эффективных способов выполнения чертежей.

Предназначен для студентов и преподавателей машиностроительных специальностей высших учебных заведений.

УДК 004.9 (075.8)
ББК 30.11я73

ISBN 978-985-531-292-6

УО «Полоцкий государственный университет», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ... 5
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ КОМПАС ... 6
1.1. Основные элементы интерфейса ... 6
1.2. Основные типы документов ... 10
ГЛАВА 2. СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА ЧЕРТЕЖА ... 13
2.1. Выбор формата чертежа ... 13
2.2. Выбор вида основной надписи ... 15
2.3. Выбор масштаба изображения ... 16
2.3.1. Масштаб изображения ... 16
2.3.2. Масштаб черчения ... 17
2.4. Выбор системы координат ... 19
2.5. Выбор точности позиционирования курсора ... 20
2.6. Выбор позиционирования курсора при помощи «привязок» ... 21
2.7. Выбор шага сетки ... 24
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ... 25
3.1. Стили геометрических объектов ... 25
3.2. Команды панели инструментов Геометрия ... 27
3.3. Команды панели инструментов Размеры ... 34
3.4. Команды панели инструментов Редактирование ... 35
3.5. Команды панели инструментов Обозначения ... 38
3.6. Команды панели инструментов Измерения (2D) ... 41
3.7. Команды панели инструментов Выделения ... 42
3.8. Команды панели инструментов Параметризация ... 44
3.9. Команды панели инструментов Ассоциативные виды ... 45
3.10. Команды панели инструментов Спецификация ... 45
ГЛАВА 4. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ ... 46
4.1. Общие сведения о спецификации ... 46
4.2. Размещение спецификации на листе ... 48
4.3. Основные команды панели Спецификация ... 49
4.4. Связь сборочного чертежа со спецификацией ... 51
4.5. Связь сборки со спецификацией ... 52
ГЛАВА 5. ВЫВОД ДОКУМЕНТА НА ПЕЧАТЬ ... 53
5.1. Предварительный просмотр перед печатью ... 53
5.2. Размещение листов документа на поле вывода ... 54
5.3. Масштаб просмотра ... 56
5.4. Установка фильтров вывода ... 56
5.5. Выбор части изображения для печати ... 57
5.6. Отмена печати указанных страниц ... 58
ГЛАВА 6. РАБОТА С БИБЛИОТЕКАМИ ... 59
ГЛАВА 7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ... 62
7.1. Основные элементы интерфейса ... 62
7.2. Панели инструментов, сгруппированные на Компактной панели ... 63
7.2.1. Команды панели инструментов Редактирование детали ... 64
7.2.2. Команды панели инструментов Пространственные кривые ... 66
7.2.3. Команды панели инструментов Поверхности ... 67
7.2.4. Команды панели инструментов Вспомогательная геометрия ... 69
7.2.5. Команды панели инструментов Сопряжение ... 71
7.2.6. Команды панели инструментов Измерения (3D) ... 72
7.2.7. Команды панели инструментов Фильтры ... 72
7.2.8. Команды панели инструментов Спецификация ... 73
7.2.9. Команды панели инструментов Отчет ... 73
7.2.10. Команды панели инструментов Элементы оформления ... 74
7.2.11. Команды панели инструментов Элементы листового тела ... 74
7.3. Эскизы и операции ... 76

ГЛАВА 8. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА 78
8.1. Команды панели инструментов Ассоциативные виды 78
8.2. Создание трех стандартных видов 79
Глава 9. СОЗДАНИЕ СБОРОК 82
9.1. Основные понятия и определения 82
9.2. Создание документа Сборка 84
9.3. Графическое окно системы в режиме работы со Сборкой 85
9.4. Компактные панели в режиме Сборка 90
9.4.1. Панель Редактирование сборки 91
9.4.2. Панель Сопряжения 93
9.5. Добавление компонентов в сборку 94
ГЛАВА 10. ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «ПЛОСКИЙ КОНТУР» 95
10.1. Краткие теоретические сведения 95
10.2. Индивидуальное задание 95
10.3. Методические указания по выполнению чертежа плоского контура 104
ГЛАВА 11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК И СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ 125
11.1. Краткие теоретические сведения 125
11.2. Индивидуальное задание 128
11.3. Методические указания по созданию сборочного чертежа «Соединение болтом» 132
11.4. Методические указания по составлению спецификации 139
11.4.1. Создание документа Спецификация 139
11.4.2. Настройка спецификации 139
11.4.3. Заполнение спецификации 140
11.4.4. Редактирование текстовой части объекта спецификации 143
11.4.5. Оформление спецификации 143
ГЛАВА 12. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ И ИХ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «ВАЛ» 144
12.1. Краткие теоретические сведения 144
12.2. Индивидуальное задание 147
12.3. Методические указания к выполнению задания «Вал» 155
12.4. Использование способа вращения для создания трехмерной модели тела вращения 175
ГЛАВА 13. ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕЧЕНИЯМ 177
13.1. Краткие теоретические сведения 177
13.2. Примеры использования кинематической операции 178
13.3. Операции Приклеить и Вырезать кинематически 182
13.4. Индивидуальное задание 186
13.5. Методические указания по созданию чертежа «Ручка» 192
13.6. Операция по сечениям 197
ГЛАВА 14. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА И СОЗДАНИЕ СБОРОК 201
14.1. Этапы чтения и деталирования чертежей общего вида 201
14.2. Индивидуальное задание 202
14.3. Методические указания по выполнению деталирования чертежа общего вида 203
14.4. Создание сборок 214
Заключение 218
Литература 219

ВВЕДЕНИЕ

Система КОМПАС сочетает технологии 2D- и 3D-проектирования. Это инструмент, который дает простор для творчества и в то же время ускоряет процесс выпуска документации в соответствии со стандартами ГОСТ (СПДС и ЕСКД).

КОМПАС является многокомпонентной системой автоматизированного проектирования и включает следующие продукты:

- КОМПАС-3D – систему трехмерного моделирования;
- КОМПАС-График – универсальную систему автоматизированного проектирования;
- инженерный текстовый редактор – инструмент для создания технической документации, пояснительных записок;
- технологию MinD (Modelin Drawing) – технологию проектирования, базирующуюся на интеллекте элементов проектируемого объекта;
- специализированные приложения.

Основная цель применения рассматриваемой системы КОМПАС – увеличение производительности в период проектирования, повышение точности и информативности чертежа, а также проведение всех необходимых расчетов. Эта цель достигаются благодаря следующим возможностям:

- простота освоения и применения системы, удобный интерфейс;
- легкость выполнения построений чертежа, его редактирования, а также создания параметрически связанных объектов;
- быстрота получения конструкторской и технологической документации, использующей как западные, так и наши стандарты в черчении, в изделиях и материалах;
- автоматическое отображение изменений в текущей модели и чертеже;
- передача геометрии изделий в расчетные пакеты;
- создание дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Задача учебного пособия – научить студентов выполнять чертежи на компьютере в графической системе КОМПАС-3D с учетом требований Государственных стандартов Единой системы конструкторской документации и системы проектной документации для машиностроения.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ КОМПАС

1.1. Основные элементы интерфейса

Вид главного экрана системы КОМПАС имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения.

Заголовок главного меню и главное меню представлены на рис. 1.1. **Заголовок** расположен в самой верхней части окна, и в нем отображается название программы и имя текущего документа. **Главное меню** расположено сразу под заголовком. В нем расположены все основные наборы команд, сгруппированных по какому-либо признаку (**Файл**, **Редактор**, **Выделить** и т.д.). Состав меню зависит от типа активизированного документа.

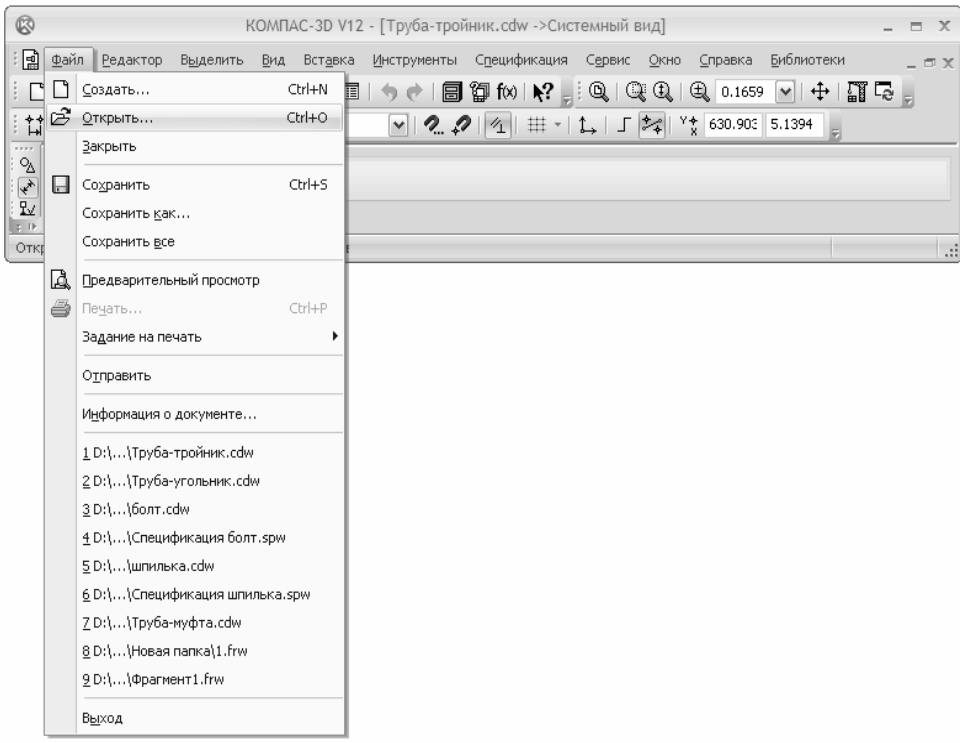


Рис. 1.1. **Главное меню**

Панель управления находится под **Главным меню** и состоит:

– из **Стандартной панели** для вызова стандартных команд операций с файлами и объектами (рис. 1.2);

Рис. 1.2. **Стандартная панель**

– из **Панели Вид**, которая позволяет управлять изображениями – изменять масштаб и перемещать изображения (рис. 1.3);

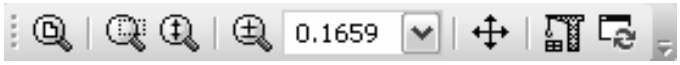


Рис. 1.3. Панель **Вид**

– из **Панели текущего состояния**, состав которой определяется режимом работы системы или типом активного документа (рис. 1.4).

Рис. 1.4. **Панель текущего состояния**

Компактная панель состоит из **Панели переключения** и **инструментальных панелей** (рис. 1.5). Она располагается вдоль левой стороны экрана. Каждой кнопке на **Панели переключения** соответствует одноименная инструментальная панель.

Рис. 1.5. **Компактная панель**

Инструментальные панели содержат наборы кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Например, для документа **Чертеж** панель состоит из девяти основных команд (переключателей):

Геометрия – команды построения геометрических объектов.

Размеры – команды простановки размеров.

Обозначения – команды оформления графического документа.

Обозначения для ПСП – дополнительные команды оформления строительных чертежей.

Редактирование – команды редактирования графических объектов.

Параметризация – команды наложения связей и ограничений на геометрические объекты.

Измерения (2D) – кнопки вызова команд измерений.

Выделение – команды выделения объектов и исключения из числа выделенных.

Ассоциативные виды – команды создания видов, выполненных на основе трехмерных моделей.

Спецификация – команды для создания и работы со спецификацией.

Каждый переключатель позволяет раскрыть соответствующую **Инструментальную панель** (появляется после основных команд).

На рис. 1.6 представлена панель инструментов команды **Геометрия.**

Практически каждая из команд может быть также раскрыта нажатием левой кнопки мыши на иконку конкретного инструмента. Переводя курсор, не отпуская клавишу мыши, можно выбрать требуемую команду.

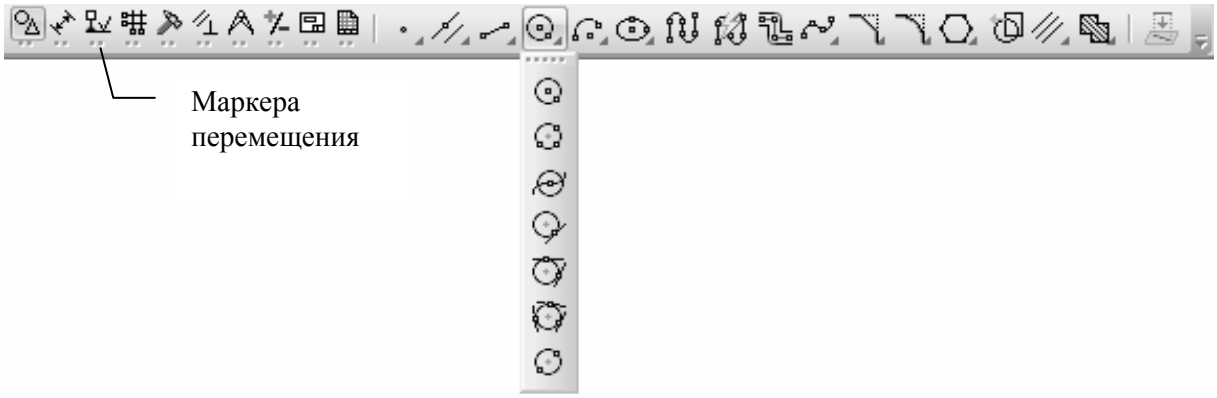


Рис. 1.6. Инструментальная панель **Геометрия**

Различные виды работы требуют изменения расположения **Панели инструментов** и ее состава. Это можно сделать при помощи маркеров перемещения, находящихся рядом с основными кнопками и имеющих вид двоеточия (см. рис. 1.6):

1. Установите указатель мыши на маркер перемещения команды, например, **Редактирование** – указатель мыши превратится в четырехстороннюю стрелку.

2. Перетащите маркер мышью на экран. Отпустите кнопку мыши. На экране появится выбранная **Инструментальная панель** (рис. 1.7). Соответствующая ей кнопка переключения на **Компактной панели** исчезнет.

а) *б)*

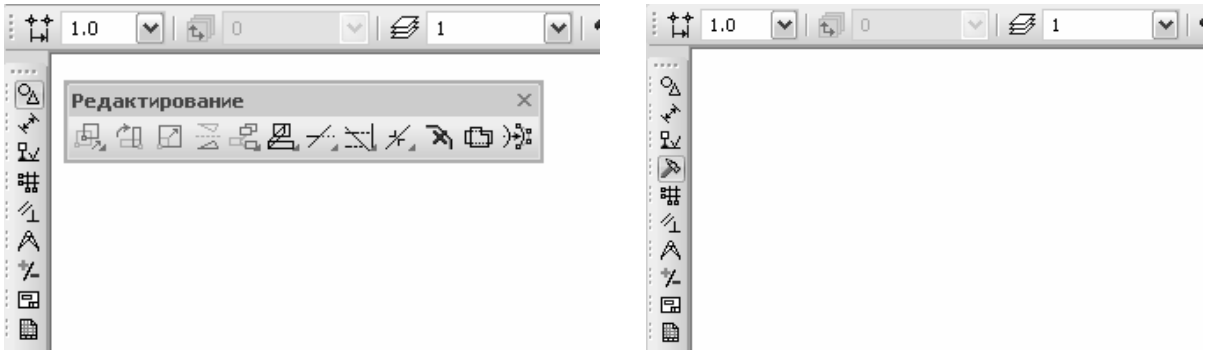


Рис. 1.7. Изменение состава **Компактной панели**: *а* – панель **Редактирование**, как отдельная панель; *б* – панель **Редактирование** входит в состав **Компактной панели**

Для возвращения панели **Редактирование** в состав **Компактной панели** необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажмите и удерживайте клавишу Alt. Затем мышью перетащите панель **Редактирование** так, чтобы наложить ее на **Компактную панель**.

2. Когда рядом с курсором появится знак «плюс», отпустите кнопку мыши и клавишу Alt – панель **Редактирование** будет включена в **Компактную панель**.

В нижней части экрана располагаются (рис. 1.8):

- **Панель свойств** – служит для управления процессом выполнения команд и состоит из одной или нескольких закладок;
- **Панель специального управления** – содержит набор кнопок, зависящих от выполнения команд, например, **Создать объект**; **Прервать команду**; **Автосоздание объекта**; **Запомнить состояние**; **Справка**;

• **Строка сообщений** – отображает краткую информацию об элементе, на который указывает курсор, или подсказку о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент.

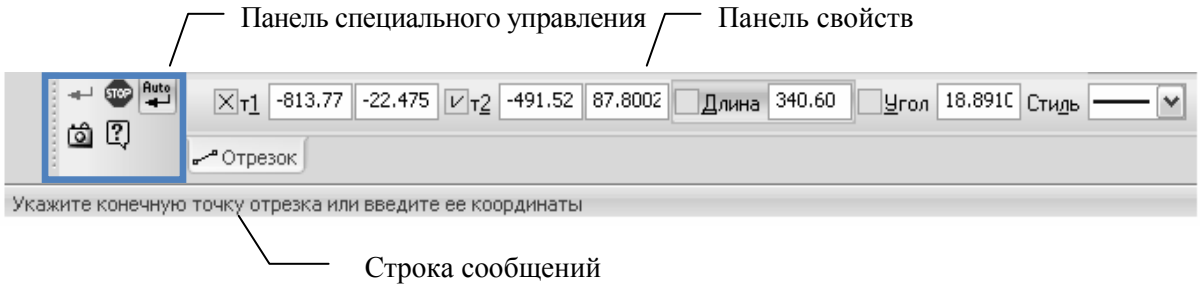


Рис. 1.8. Элементы интерфейса: **Панель специального управления**, **Панель свойств**, **Строка сообщений**

1.2. Основные типы документов

При помощи системы КОМПАС можно создать следующие типы документов: **чертеж**, **фрагмент**, **текстовый документ**, **спецификация**, **сборка** и **деталь**. Для этого необходимо раскрыть список кнопки **Создать новый документ** (рис. 1.9).

Чертеж – основной тип графического документа. Он содержит один или несколько видов с графическим изображением изделия, основную надпись, рамку, технические требования; может состоять из одного или нескольких листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и другие свойства.

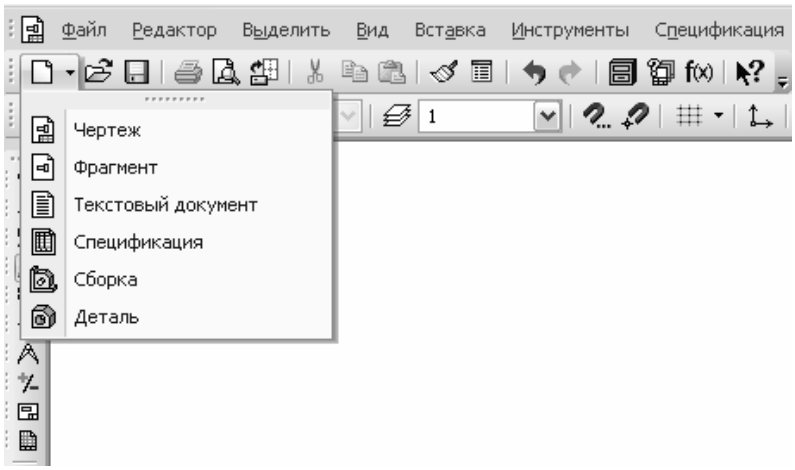


Рис. 1.9. Варианты создания различных типов документов при помощи системы КОМПАС

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления и представляет собой не ограниченный в размерах электронный лист.

Текстовый документ – документ, содержащий преимущественно текстовую информацию. На экране появляется выделенное пунктиром окно и курсор, оформленный рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В нижней части экрана открывается панель команд **Форматирование текста**, знакомая нам по приложению системы Windows программы Microsoft Word.

Спецификация – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы (рис. 1.10). **Спецификация** оформляется в виде таблицы, с основной надписью, бывает многостраничной. Вокруг окна документа появляются новые наборы команд для его создания и редактирования, которые подробнее описаны в разделе **Спецификация**.

Техническая документация, ее оформление полностью отвечает стандартам и ГОСТ, используемых как у нас, так и на западе.

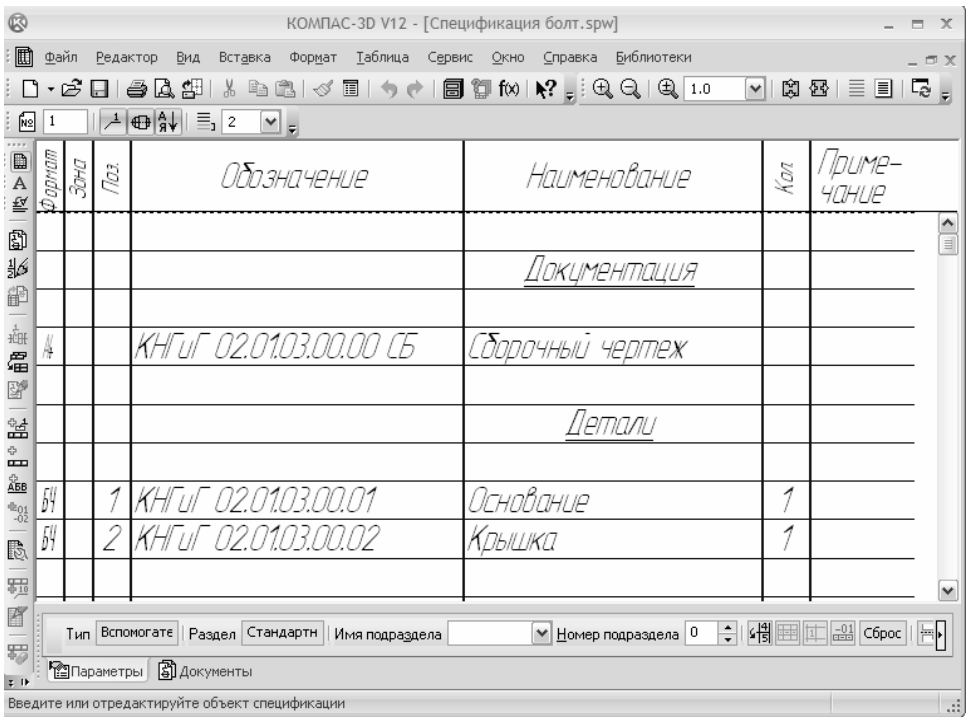


Рис. 1.10. Окно интерфейса для создания документа **Спецификация**

Деталь – трехмерная модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Одновременно выводятся наборы новых команд на **Компактной панели** и соответствующих инструментов, расположенных в левой части экрана (рис. 1.11), например, **Редактирование детали**, **Пространственные кривые**, **Поверхности**, **Измерения**, **Спецификация** и другие.

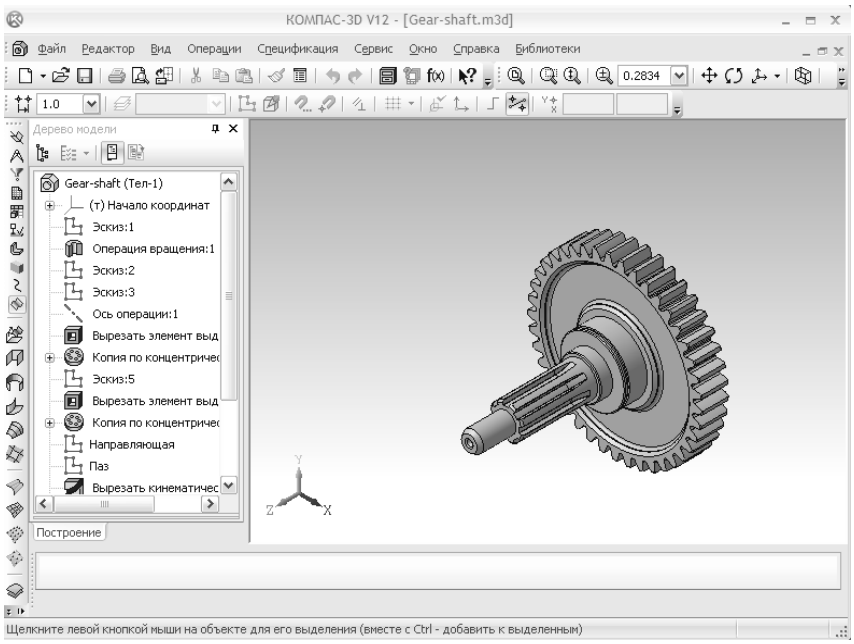


Рис. 1.11. Окно интерфейса для создания документа **Деталь**

Сборка – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным положением (рис. 1.12). В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия.

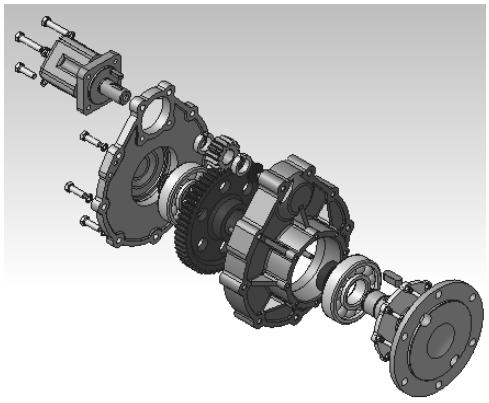


Рис. 1.12. Пример модели изделия, созданной в документе **Сборка**

ГЛАВА 2. СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА ЧЕРТЕЖА

Во время работы в системе КОМПАС требуется выполнять множество настроек команд и других элементов оформления. Но существует ряд минимальных настроек, которые необходимо выполнить перед началом создания чертежа, это:

- выбор формата чертежа и изменение его параметров;
- выбор вида основной надписи;
- выбор масштаба изображения на бумажном носителе;
- выбор системы координат;
- выбор точности позиционирования курсора;
- выбор позиционирования курсора при помощи «привязок»;
- выбор шага сетки.

2.1. Выбор формата чертежа

Выбор требуемого формата предполагает выполнение следующих действий:

1. Раскройте список команд **Создать** и активизируйте кнопку **Чертеж**. Это приведет к созданию документа, выбранного по умолчанию. Такое оформление называется **Стандартным видом**, параметры которого – **Масштаб** 1:1, **Номер вида** – 0 не подлежат изменению.
2. Последовательно вызовите команду **Сервис**, а затем **Параметры** – откроется одноименное окно с четырьмя вкладками для выбора параметров (рис. 2.1).
3. Нажмите на вкладку **Новые документы**. В раскрывшемся списке раскройте команду **Графический документ** (сделайте это нажатием на иконку).
4. Раскройте список команд **Параметры первого листа**, если вы будете работать в системном виде, или **Параметры новых листов** – для работы в других видах. После чего открытое окно примет вид, представленный на рис. 2.1.
5. В раскрывшемся списке активизируйте команду **Формат**. В правой части окна появится ряд полей, при помощи которых можно задать формат и его расположение.
6. Закройте окно нажатием кнопки **ОК**.

Каждый чертеж может состоять из произвольного количества **листов**. На листах – произвольное количество **видов**. В каждом виде – произвольное количество **слоев**.

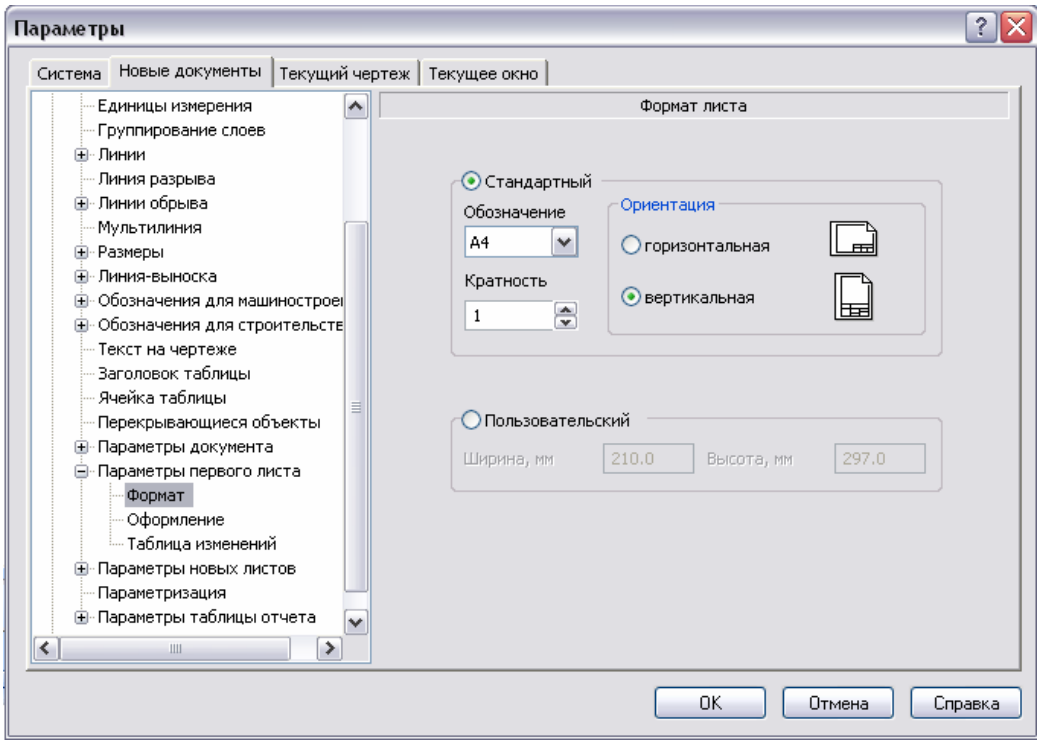


Рис. 2.1. Диалоговое окно **Параметры**

Для управления листами, видами и слоями следует выполнить следующие действия:

1. Активизируйте команды меню **Сервис** и нажмите кнопку **Менеджер документа**. На экране появится окно, показанное на рис. 2.2.

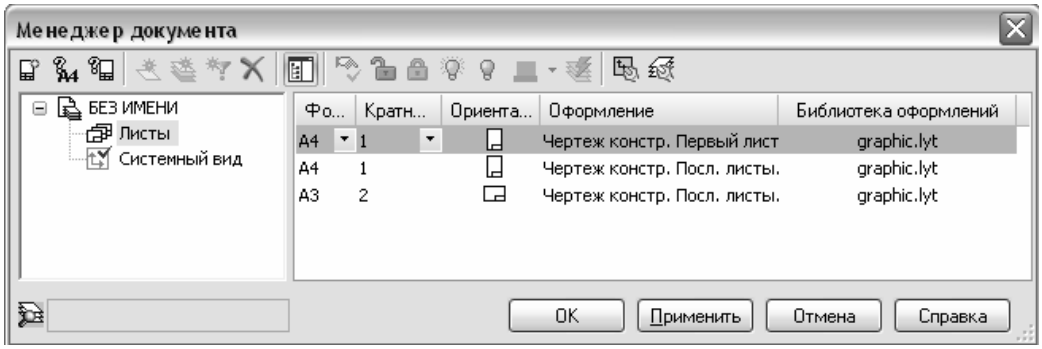


Рис. 2.2. Диалоговое окно **Менеджер документа**

2. В правой части окна отображается список листов. Для создания нового листа нажмите на кнопку **Создать лист**.
3. Раскройте список форматов и укажите, например, **А3**.
4. Щелкните по пиктограмме **Ориентация** для выбора горизонтальной ориентации листа.
5. Нажмите кнопку **ОК**.

2.2. Выбор вида основной надписи

1. Раскройте список команд **Создать** и активизируйте кнопку **Чертеж**.
2. Последовательно вызовите команду **Сервис**, а затем **Параметры**.
3. Нажмите на вкладку **Текущий чертеж**. В появившемся списке раскройте команду **Графический документ**.
4. Раскройте список команд **Параметры первого листа**, если вы будете работать в системном виде, или **Параметры новых листов** – для работы в других видах.
5. В раскрывшемся списке активизируйте команду **Оформление** – в правой части окна откроется одноименное поле (рис. 2.3).

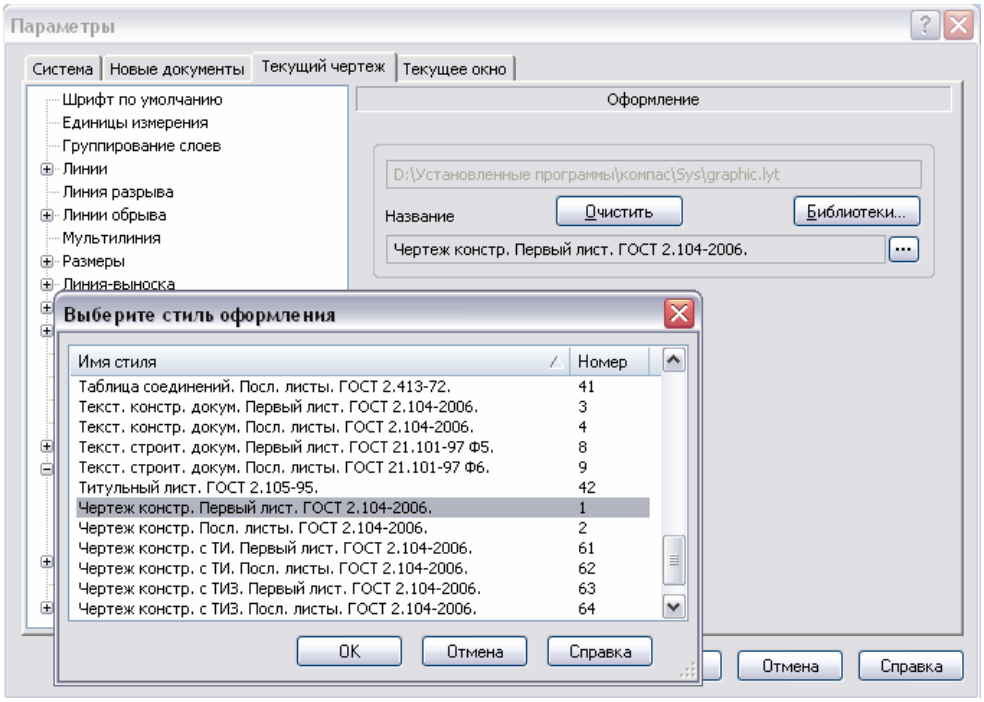


Рис. 2.3. Окно для выбора стиля оформления

6. Активизируйте команду **Выбрать** – появится окно **Выберите стиль оформление** (см. рис. 2.3). Выберите название необходимого вида оформления чертежа, например, «**Чертеж конструкторский. Первый лист**». Произойдет возврат в основное окно с выбранным стилем оформления.
7. Закройте окно, нажав кнопку **ОК**.

Основная надпись имеет и пустые, и заполненные графы. Графы со стандартным содержимым недоступны для ввода и редактирования. Чтобы

заполнить свободные графы, необходимо дважды щелкнуть мышью по необходимой ячейке и ввести текст.

После заполнения основной надписи нажмите кнопку **Создать объект.**

2.3. Выбор масштаба изображения

Понятие «масштаб» в системе КОМПАС имеет два значения:

1. **Масштаб изображения**, который относится только к величине изображения объекта на экране и никак не связан с тем, какой масштаб будет выдержан при печати. Его можно постоянно изменять для удобства работы.
2. **Масштаб черчения** – соотношение размеров реального и вычерченного элемента, которое будет выдержано при печати. Он настраивается перед началом черчения и может быть изменен в процессе работы.

2.3.1. Масштаб изображения

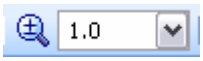
Масштаб изображения предназначен для различного размещения создаваемого чертежа на экране. Для этого можно воспользоваться рядом команд, размещенных на панели **Вид** (рис. 2.4).

Рис. 2.4. Команды для изменения масштаба изображения

Показать все. При включении этой кнопки автоматически подбирается масштаб таким образом, чтобы весь чертеж уместился на экране.

Увеличение масштаба с помощью рамки. Использование этой команды автоматически увеличивает до размеров экрана выделенный прямоугольник (после активизации этой команды выделите в прямоугольник требуемый участок для увеличения).

Приблизить/Отдалить. Щелкая по этой команде, можно последовательно увеличивать/уменьшать масштаб изображения. Для этого, не отпуская левую кнопку мыши, приближайте либо отдаляйте изображение.



Текущий масштаб. Рядом с кнопкой текущего масштаба имеется окно с указанием значения масштаба активного окна и кнопка, раскрывающая список стандартных масштабов.

Сдвинуть изображение. Нажав на иконку этой команды, переведите курсор в поле чертежа, и, нажав левую кнопку, смещайте мышь в необходимом направлении (изображение будет перемещаться по экрану вслед за курсором).

Обновить изображение. При проведении построений или перемещений объектов могут возникнуть искажения изображений. Для их восстановления необходимо однократно активизировать эту команду.

2.3.2. Масштаб черчения

При создании нового чертежа в нем автоматически формируется так называемый **Системный вид** с масштабом 1:1, значение которого изменить невозможно.

Рассмотрим создание видов с иным масштабом.

Если требуется создание нового чертежа или вида с масштабом, отличным от 1:1, необходимо выполнить следующие действия (нужно помнить, что указанные ниже настройки будут относиться к вновь создаваемому чертежу):

1. Последовательно вызовите команды **Сервис** – **Параметры** и вкладку **Новые документы**. Затем один за другим раскройте списки **Графический документ**, **Параметры документа**.

2. Нажмите команду **Вид**. Правая часть окна примет вид, представленный на рис. 2.5.

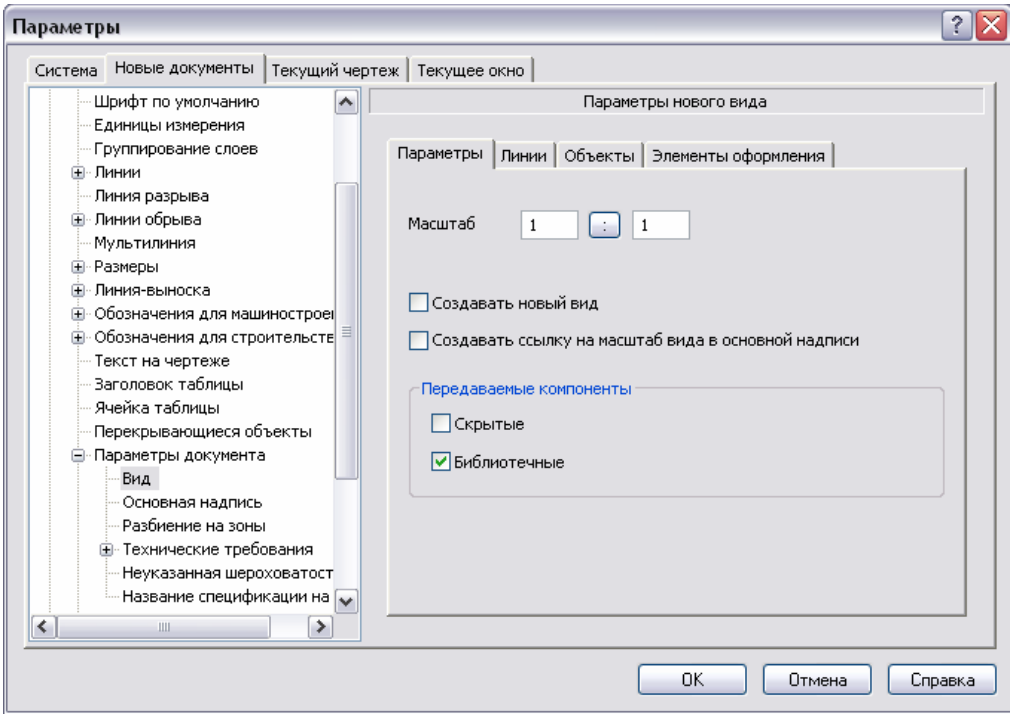


Рис. 2.5. Вид окна **Параметры** для изменения масштаба изображения

3. Раскройте **Список масштабов**, нажав на кнопку с двоеточием. В раскрывшемся списке выберите значение необходимого масштаба.

4. Поставьте флажок в поле **Создать новый вид**, затем нажмите кнопку **ОК**.

Созданный после этого документ (чертеж) будет открываться с заданным масштабом черчения.

Если требуется создание вида в текущем чертеже с иным масштабом, чем по чертежу в целом, следует выполнить следующее (рассмотрим на примере чертежа окружности):

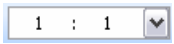
1. Нажмите на кнопку **Геометрия,** выберите команду **Окружность** и постройте окружность радиусом 40 мм.

2. Нажмите на кнопку **Размеры**. Выберите **Диаметральный размер** и проставьте размер окружности.

3. Вызовите команду **Вид** в меню **Вставка**. Внизу экрана откроется новая **Панель свойств** (рис. 2.6).

Рис. 2.6. Панель свойств

Рис. 2.7 Оси ЛСК

4. Раскройте список  **Масштаб вида** и выберите требуемый масштаб, например, значение 1:2.

5. Курсор на экране примет вид осей локальной системы координат (ЛСК) (рис. 2.7). Укажите произвольную точку привязки осей координат нового вида, щелкнув мышью в любом свободном месте.

Обратите внимание на поле **Состояние видов** – появилось указание, что создан новый вид №1 и он является активным, то есть построения в этом виде будут идти в масштабе 1:2.

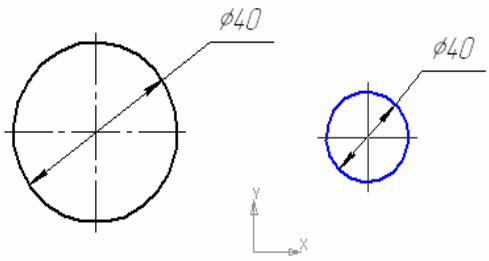


Рис. 2.8 Построение окружностей

6. Повторите построение окружности тем же радиусом и проставьте ее диаметр.

Из сравнения построенных окружностей, показанных на рис. 2.8, видно, что они построены в разных масштабах.

Аналогичным способом можно создать любое количество видов, расположенных на одном чертеже.

2.4. Выбор системы координат

При работе в системе КОМПАС-3D используются **стандартные правые декартовые системы координат**. В графическом документе могут быть несколько систем координат. Все они лежат в плоскости, параллельной экрану, и отображаются в виде двух ортогональных стрелок.

Начало абсолютной системы координат документа **Чертеж** всегда находится в левом нижнем углу формата. Для **Фрагмента** начало системы координат отображается в центре окна. У каждого **Вида** чертежа также имеется своя система координат.

При проектировании возникают ситуации, когда нужно измерять расстояния или углы от какой-то точки или объекта на поле чертежа. Для этой цели в КОМПАС-3D используются **локальные системы координат (ЛСК)**, которые назначаются в нужных точках проектируемой детали или узла. При этом все координаты будут рассчитываться и отображаться в этой текущей системе.

Для удобства поиска и выбора каждой **ЛСК** может быть назначено уникальное имя. После того, как **ЛСК** перестанет быть нужной для работы, ее можно удалить из документа.

Для создания **ЛСК** выполните следующие действия:

1. На панели **Текущее состояние** нажмите кнопку **Локальная система координат**. Курсор на экране примет вид осей системы координат (см. рис. 2.7). На экране также появится панель **Выбор ЛСК** (рис. 2.9), а в нижней части экрана – **Панель свойств** (рис. 2.10).

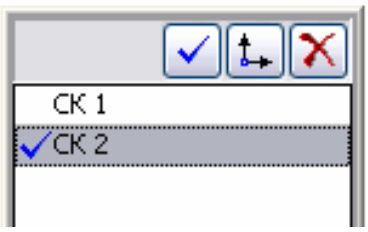


Рис. 2.9. Панель **Выбор ЛСК**

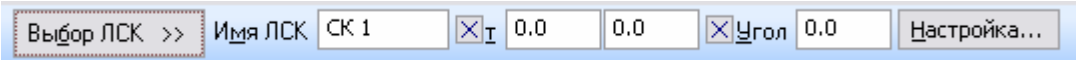


Рис. 2.10. **Панель свойств** для команды ЛСК

2. Зафиксируйте начало **ЛСК** в нужной точке экрана (щелчок левой кнопкой мышки), а затем поверните ее на нужный угол и зафиксируйте окончательное положение (щелчок левой кнопкой).

3. Для задания более подходящего имени для **ЛСК** (по умолчанию **СК1**) выберите требуемое **ЛСК** на панели **Выбор ЛСК**, а затем задайте новое имя в окошке **Имя ЛСК**.

4. Для создания дополнительной **ЛСК** нажмите на кнопку **Новая локальная СК**. Для назначения какой-либо **ЛСК** в качестве текущей нажмите кнопку **Текущая локальная СК**. Чтобы удалить **ЛСК**, выделите ее и нажмите кнопку **Удалить**.

5. Завершите работу нажатием кнопки Прервать команду на **Панели специального назначения**.

2.5. Выбор точности позиционирования курсора

Точность выполнения чертежей в системе КОМПАС-3D может быть достигнута двумя способами.

Первый способ дает возможность включения и выключения функции округления линейных величин путем нажатия команды **Округление** на панели меню **Состояние активного документа**.

Второй способ осуществляется за счет команды **Текущий шаг курсора**, расположенной на той же панели. При включенном режиме значения линейных величин округляются до значения, кратного текущему шагу курсора. Для этого:

1. Отключите команду **Округление** линейных величин.
2. Откройте список значений шага и установите требуемое значение (рис. 2.11), например, 5 мм.

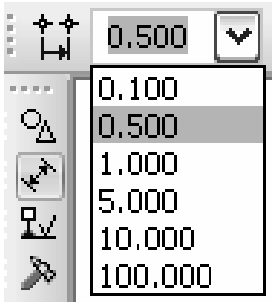


Рис. 2.11. Выбор шага

3. Нажмите команду **Прямоугольник** на панели **Геометрия** и укажите положение первой вершины прямоугольника.
4. Перемещая курсор по экрану, вы будете наблюдать, как на панели состояния в полях **Высота**, **Ширина** отображаются дробные значения с точностью до 0,0001.
5. Нажмите кнопку **Округление.** Теперь в полях **Высота**, **Ширина** отображаются целые значения, кратные 5.

Для наглядности можно включить отображение параметров команд рядом с курсором. Для настройки вида курсора необходимо последовательно вызвать команды **Сервис**, **Параметры**, **Система**, **Графический редактор**, **Курсор**.

В открывшемся окне, представленном на рис. 2.12, в правой части можно настроить следующие параметры курсора: установить размеры курсора, выбрать его цвет, включить увеличенный размер курсора (в виде ли-

ний, пересекающих весь экран), выбрать шаг курсора, включить или отключить отображение параметров команд в районе курсора.

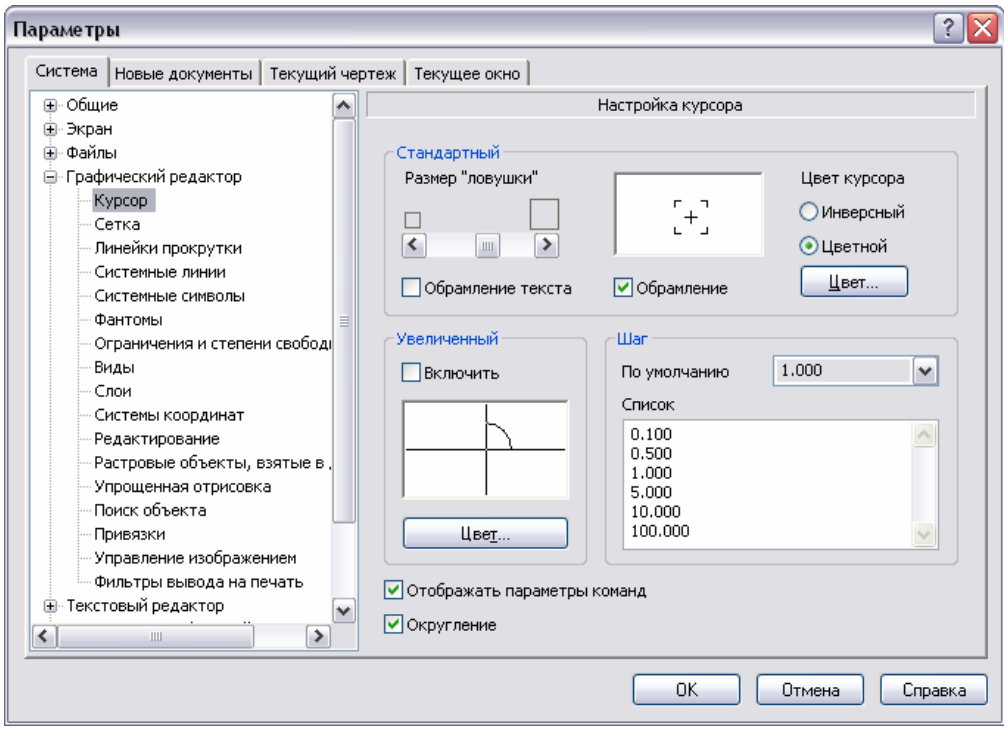


Рис. 2.12. Диалоговое окно **Параметры**

2.6. Выбор позиционирования курсора при помощи «привязок»

Привязки – механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в ближайшей характерной точке объекта, в его середине, на пересечении двух объектов и т.д.).

Привязки делятся на **Глобальные**, действующие постоянно, и **Локальные**, требующие выбора при выполнении конкретной операции. Перечень глобальных и локальных привязок одинаков, но после выполнения операции при помощи локальных привязок остаются только глобальные.

Привязки к точкам всегда осуществляется автоматически по мере перемещения курсора по экрану. При срабатывании привязки на экране отображается фантом, соответствующий этой точке, и текст с именем осуществившейся привязки (рис. 2.13).

Рис. 2.13 Привязка **Касание**

Для осуществления привязки необходимо установить курсор так, чтобы характерная точка объекта, к которой нужно привязаться, находилась внутри ловушки курсора. После появления подсказки о наличии привязки зафиксируйте курсор нажатием левой кнопки мыши.

Локальная привязка является более приоритетной, чем **Глобальная**. При вызове какой-либо команды локальная привязка подавляет установленную глобальную привязку на время своего действия (до ввода точки или отказа).

Рассмотрим подробнее характеристики привязок.

Ближайшая точка. Позволяет выполнить привязку к характерной ближайшей точке объекта (например, к начальной точке отрезка, угловым точкам объектов или к началу координат).

Середина. Позволяет выполнить привязку к середине объекта или к середине стороны внутренней рамки листа чертежа.

Пересечение. Позволяет выполнить привязку к ближайшему пересечению объектов.

Касание. Позволяет выполнить привязку таким образом, чтобы создаваемый объект (отрезок, дуга и т.п.) касался указанного объекта в точке, ближайшей к текущему положению курсора.

Нормаль. При выборе данного способа привязка будет выполняться таким образом, чтобы создаваемый объект (например, отрезок) располагался перпендикулярно к указанному объекту.

По сетке. Позволяет выполнить привязку к ближайшей точке вспомогательной сетки. При этом изображение самой сетки на экране может быть выключено.

Выравнивание. Позволяет выполнить привязку выравниванием вводимой точки объекта по другим характерным точкам, а также по последней зафиксированной точке. Выравнивание выполняется без учета угла наклона локальной системы координат.

Угловая привязка. При выборе данного способа привязки курсор будет перемещаться относительно последней зафиксированной точки с шагом угла, кратным значению, указанному при настройке привязок.

Например, при настройке привязок значение шага угловой привязки установлено равным 15°. Тогда в результате действия угловой привязки курсор будет перемещаться вдоль прямых, проходящих через последнюю зафиксированную точку, под углами 15°, 30°, 45°, 60°, 90°, 105° и т.д.

Центр. Позволяет выполнить привязку к центральной точке окружности, дуги или эллипса.

Точка на кривой. Позволяет выполнить привязку к ближайшей точке указанной кривой.

Запретить глобальные привязки. Позволяет отключать действие всех глобальных привязок, а затем включать их вновь в прежнем составе.

Выбор глобальных привязок можно осуществить при помощи команды **Установить глобальные привязки** на панели **Текущее состояние**, при этом открывается окно, представленное на рис. 2.14. Установите те привязки, которые вам требуются, и нажмите **ОК**.

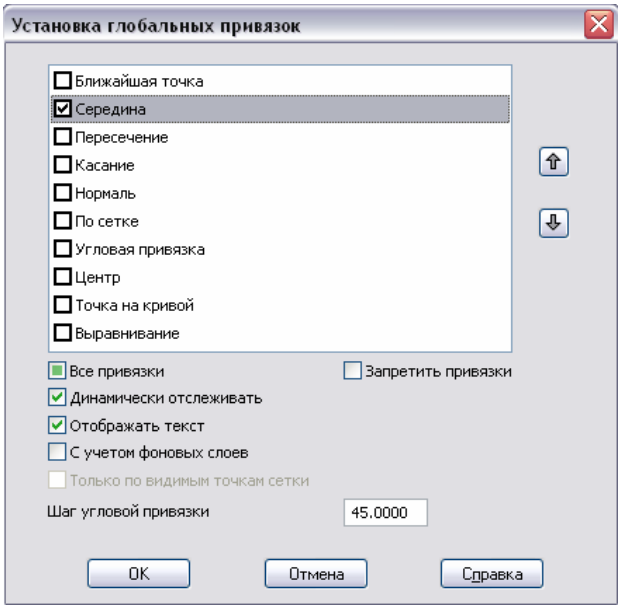


Рис. 2.14. Окно настройки привязок

Чтобы включить **Локальные привязки**, нужно выполнить следующие действия:

1. Выберите нужную вам команду и активизируйте ее (рис. 2.15).

2. Щелкните правой кнопкой мыши на любом свободном месте и в появившемся меню выберите команду **Привязка.** В открывшемся списке укажите нужную привязку.

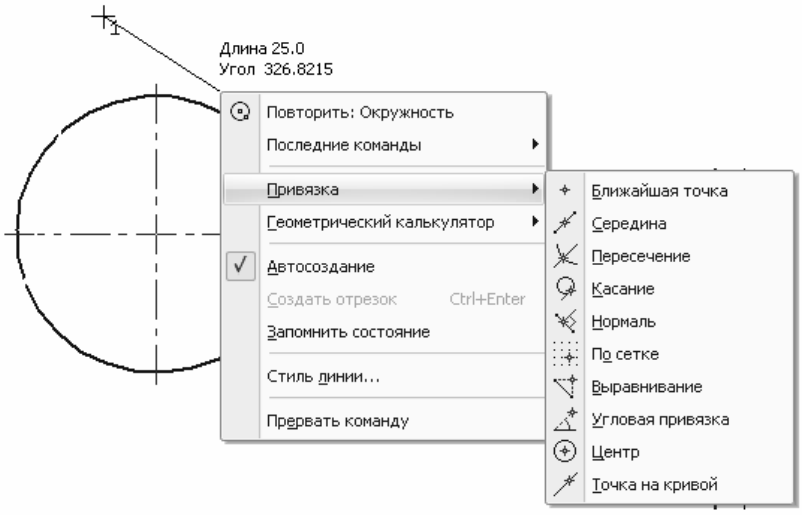


Рис. 2.15 Контекстное меню для включения локальных привязок

2.7. Выбор шага сетки

При работе с графическим документом или эскизом операции очень часто бывает удобным включить изображение сетки на экране и установить привязку к ее узлам. При этом курсор, перемещаемый мышью, начнет двигаться не плавно, а дискретно по узлам сетки. Такой режим работы можно сравнить с вычерчиванием изображения на листе миллиметровой бумаги.

Сетка не является частью документа и не выводится на бумагу. Сетка может по-разному выглядеть в разных окнах, даже если это окна одного и того же документа. Возможна установка различных шагов сетки по ее осям, отрисовка сетки с узлами, а также назначение повернутой относительно текущей системы координат и непрямоугольной (искаженной) сетки.

Управление отображением сетки в активном окне осуществляется кнопкой **Сетка** на панели **Текущее состояние.**

Эта кнопка также служит индикатором отображения сетки в окне: нажатая кнопка означает, что сетка включена, отжатая – выключена.

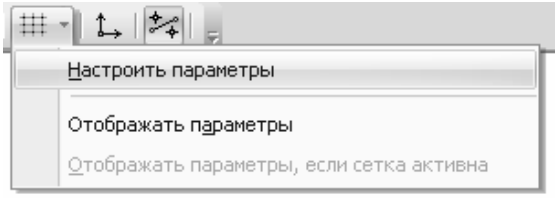


Рис. 2.16. Окно для настройки **Сетки**

Для управления сеткой служит специальное меню, вызываемое нажатием на кнопку со стрелкой, расположенную рядом с кнопкой **Сетка** (рис. 2.16), а затем – команду **Настроить параметры** – появится окно **Параметры** (рис. 2.17).

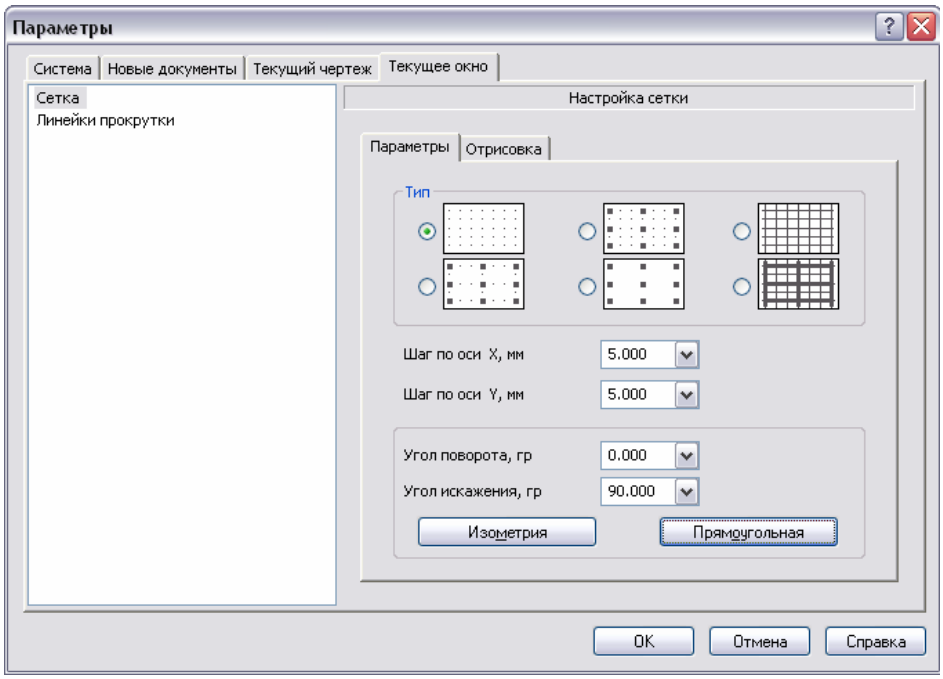


Рис. 2.17 Диалоговое окно для настройки **Сетки**

ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

3.1. Стили геометрических объектов

Внешний вид геометрического объекта определяется его **стилем**.

Вместе с КОМПАС-3D поставляются системные стили точек, линий и штриховок. Системные стили линий и штриховок соответствуют стандартным. Возможно создание пользовательских стилей линий и штриховок.

При создании геометрического объекта текущий стиль отображается в одноименном поле на **Панели свойств**. Чтобы изменить стиль, разверните список **Стиль** и выберите в нем нужную строку (рис. 3.1).

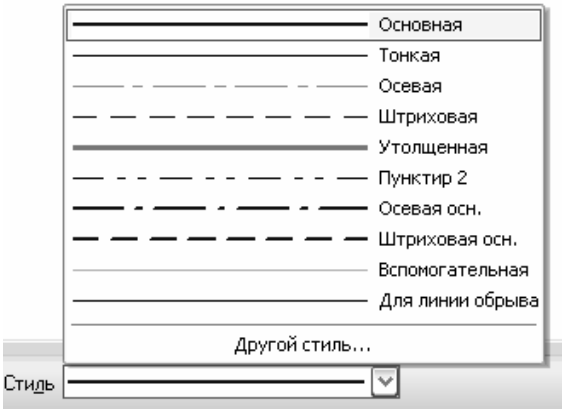


Рис. 3.1. Окно для выбора стиля линий

Чтобы изменить стиль существующего геометрического объекта (объектов), выполните следующие действия:

1. Выделите объект (объекты), стили которых требуется изменить.

2. Последовательно вызовите команду **Сервис** в **Главном меню**. В открывшемся списке выберите команду **Изменить стиль**. На экране появится диалог замены стиля (рис. 3.2). Количество вкладок диалога зависит от того, какие типы объектов (кривые, точки, штриховки, тексты) выделены.

3. Настройте параметры и подтвердите замену стилей, нажав **ОК**.

Чтобы настроить параметры отображения и печати системных стилей линий, следует:

1. Последовательно вызвать команду **Сервис – Параметры...**

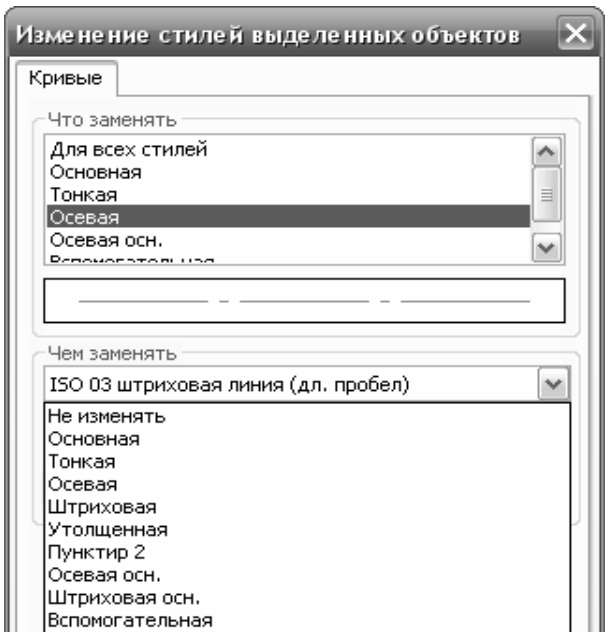


Рис. 3.2. Окно для изменения стиля линий

2. В открывшемся диалоговом окне (рис. 3.3) выбрать вкладку **Система – Графический редактор – Системные линии**.

3. Далее можно установить различные характеристики линий системных стилей.

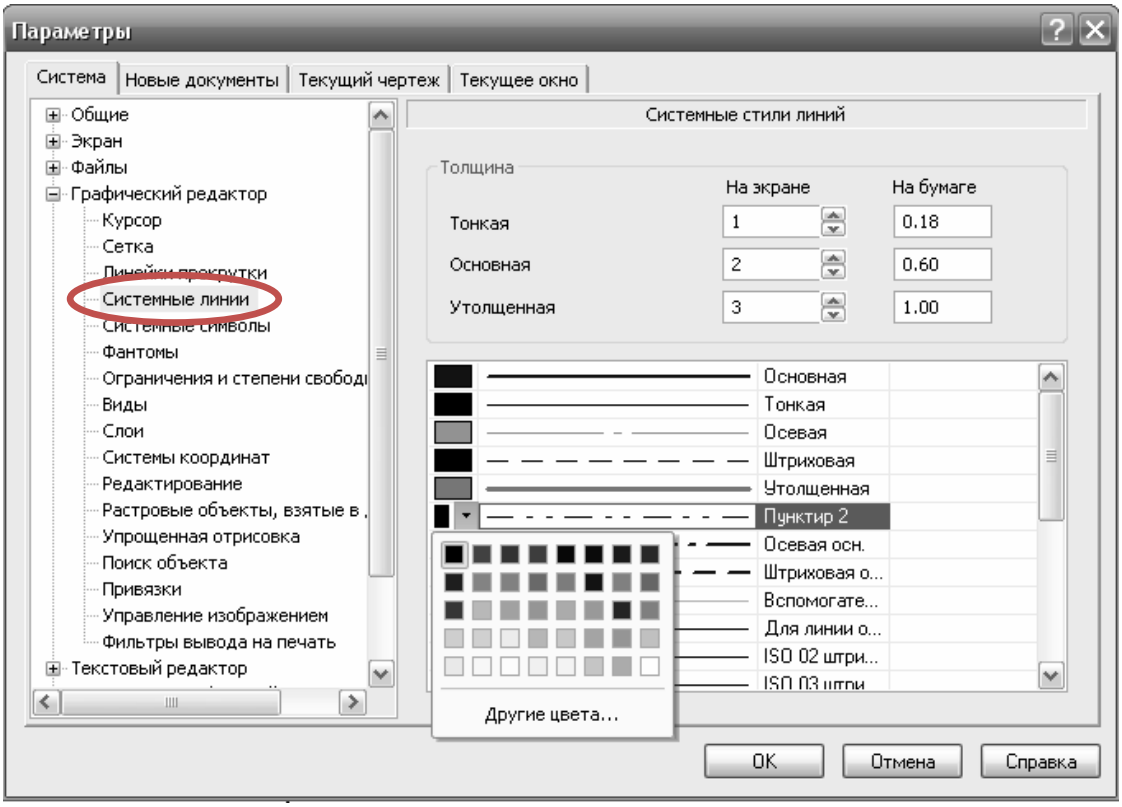


Рис. 3.3. Вид окна **Параметры** для настройки отображения и печати линий

В каждом графическом документе хранится **Список стилей линий** – информация о том, какие стили могут быть использованы в этом документе.

По умолчанию список содержит только системные стили линий. При необходимости пользователь может добавить в список стили из библиотек или наборов стилей.

Чтобы настроить список стилей линий для новых документов, следует:

1. Последовательно вызвать команду **Сервис – Параметры...**

2. В открывшемся диалоговом окне выбрать вкладку **Новые документы.**

3. Один за другим раскрыть списки **Графический документ – Линии – Стили**.

4. В появившемся окне (рис. 3.4) можно выбрать нужные вам стили линий, изменить их очередность, добавить недостающие и удалить ненужные.

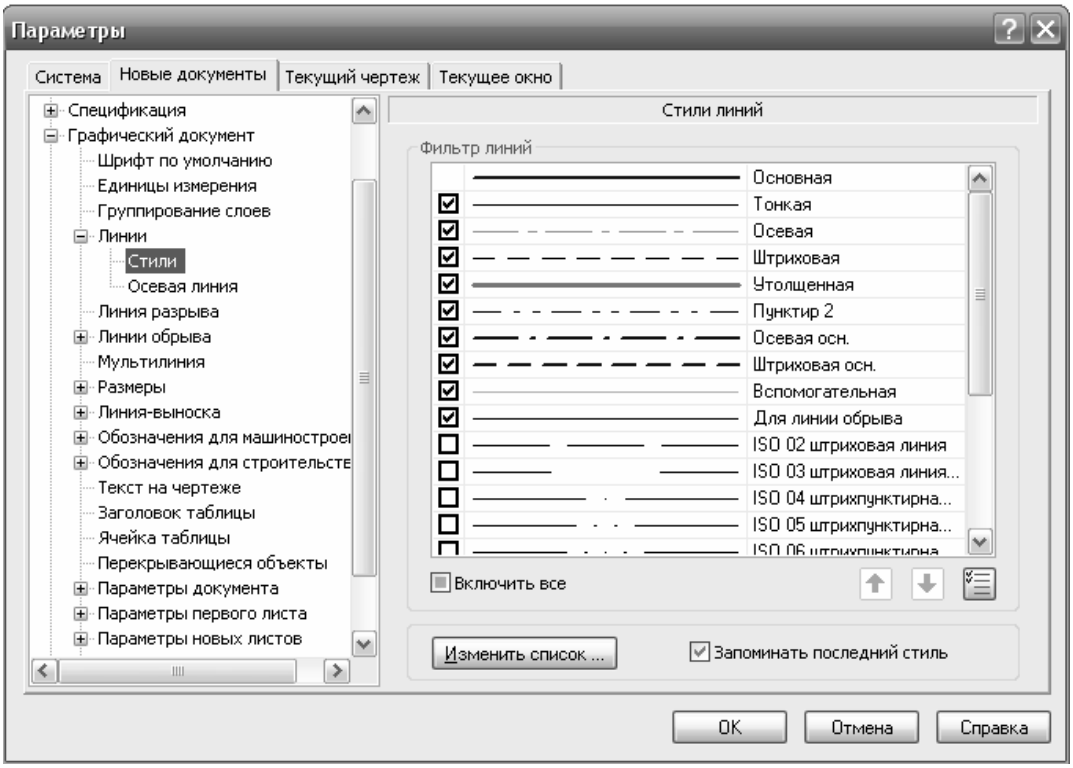


Рис. 3.4. Вид окна **Параметры** для настройки списка стилей линий

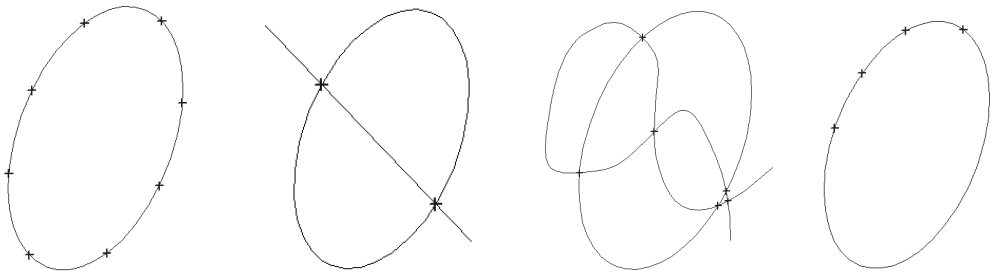
3.2. Команды панели инструментов Геометрия

Точка. Позволяет построить произвольно расположенную точку. На экране точка выглядит как небольшой красный ромбик.

Точки по кривой. Позволяет построить несколько точек, равномерно расположенных на какой-либо кривой (рис. 3.5, *а*).

Точки пересечения двух кривых. Позволяет построить точки в местах пересечения кривых (см. рис. 3.5, *б*).

Все точки пересечения всех кривых. Позволяет построить точки в местах всех пересечений указанной кривой с другими кривыми. Команда работает аналогично рассмотренной ранее (см. рис. 3.5, *в*).



а) *б)* *в)* *г)*

Рис. 3.5. Способы задания точек: *а* – точки по кривой, *б* – точки пересечения двух кривых, *в* – все точки пересечения всех кривых, *г* – точки на заданном расстоянии

Точка на заданном расстоянии. Позволяет построить на кривой точки, находящиеся на заданном расстоянии от базовой точки, указанной на этой кривой, и друг от друга (см. рис. 3.5, *г*).

Вспомогательная прямая. Позволяет построить произвольно расположенную вспомогательную прямую по указанным двум точкам (рис. 3.6, *а*).

Горизонтальная прямая. Позволяет построить горизонтальную прямую через указанную точку.

Вертикальная прямая. Позволяет построить вертикальную прямую через указанную точку.

Параллельные прямые. Позволяет построить прямую, параллельную выбранному прямолинейному объекту, отмечаемому красным цветом.

Перпендикулярная кривая. Позволяет построить прямую, перпендикулярную к выбранному прямолинейному или криволинейному объекту.

Касательная прямая через внешнюю точку. Позволяет построить прямую, касательную к другому объекту и проходящую через произвольную точку, не принадлежащую этому объекту.

Касательная прямая через точку кривой. Позволяет построить прямую, касательную к другому объекту и проходящую через указанную точку на этом объекте.

Касательная прямая к двум кривым. Позволяет построить прямую, касательную к двум объектам.

Биссектриса. Позволяет построить биссектрису угла, образованного двумя указанными прямолинейными объектами.

Отрезок. Позволяет построить произвольно расположенный отрезок.

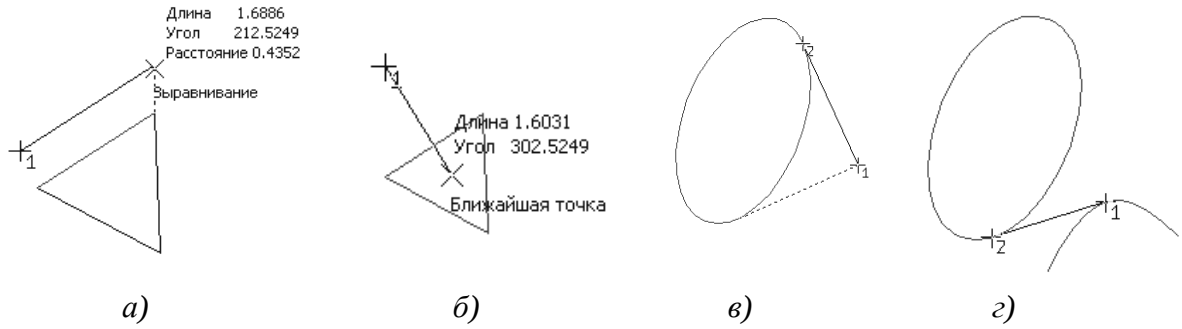
Отрезок, параллельный заданному. Позволяет построить один или несколько отрезков, параллельных другим прямолинейным объектам (рис. 3.6, *а*).

Отрезок, перпендикулярный к заданному. Позволяет построить прямую, перпендикулярную к выбранному объекту (см. рис. 3.6, *б*).

Отрезок, касательный к кривой, проходящей через внешнюю точку. Позволяет построить прямую, касательную к другому объекту и проходящую через произвольную точку, не принадлежащую этому объекту (см. рис. 3.6, *в*).

Отрезок, касательный к точке на кривой. Позволяет построить прямую, касательную к другому объекту и проходящую через указанную точку на этом объекте.

Отрезок, касательный к двум кривым. Позволяет построить прямую, касательную к двум объектам (см. рис. 3.6, *г*).



а) *б)* *в)* *г)*

Рис. 3.6. Способы задания положения отрезка: *а* – отрезок, параллельный заданному; *б* – отрезок, перпендикулярный к заданному; *в* – отрезок, касательный к кривой; *г* – отрезок, касательный к двум кривым

Окружность. Позволяет построить произвольную окружность (рис. 3.7, *а*).

Окружность, проходящая через две точки. Позволяет построить окружность, проходящую через две заданные точки.

Окружность, проходящая через три точки. Позволяет построить окружность, проходящую через три заданные точки.

Окружность, касательная к заданной кривой. Позволяет построить окружность, касательную к заданной кривой.

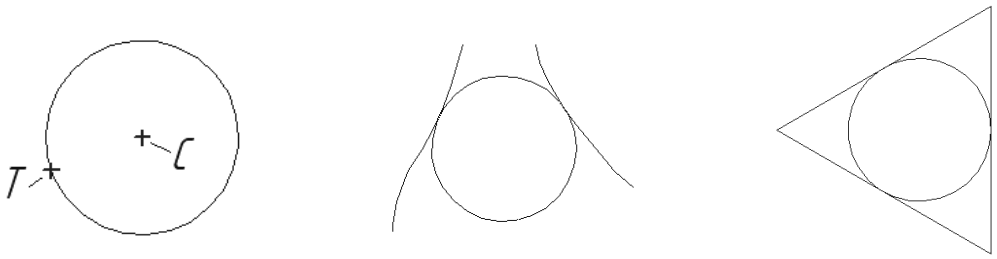
Окружность, касательная двум указанным кривым. Позволяет построить окружность, касательную к двум указанным кривым (см. рис. 3.7, *б*).

Окружность, касательная к трем указанным кривым. Позволяет построить окружность, касательную к трем указанным кривым (см. рис. 3.7, *в*).

Окружность с центром на объекте. Позволяет построить окружность с центром на указанной кривой.

Дуга. Позволяет построить одну или несколько произвольных дуг окружности.

Дуга по трем точкам. Позволяет построить дугу с указанными конечными точками, проходящую через заданную точку.



а) *б)* *в)*

Рис. 3.7. Способы задания окружности: *а* – произвольная окружность, *б* – окружность, касательная к двум указанным кривым, *в* – окружность, касательная к трем кривым

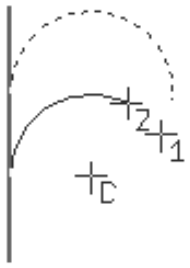


Рис. 3.8. Дуга

Дуга, касательная к прямой. Позволяет построить дугу, касательную к заданному объекту (рис. 3.8).

Дуга по двум точкам. Позволяет построить дугу с указанными конечными точками.

Дуга, начинающаяся и заканчивающаяся в указанных точках и имеющая заданный угол раствора. Позволяет построить одну или несколько дуг, начинающихся и заканчивающихся в указанных точках и имеющих заданный угол раствора.

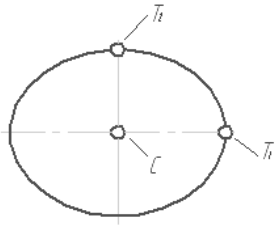


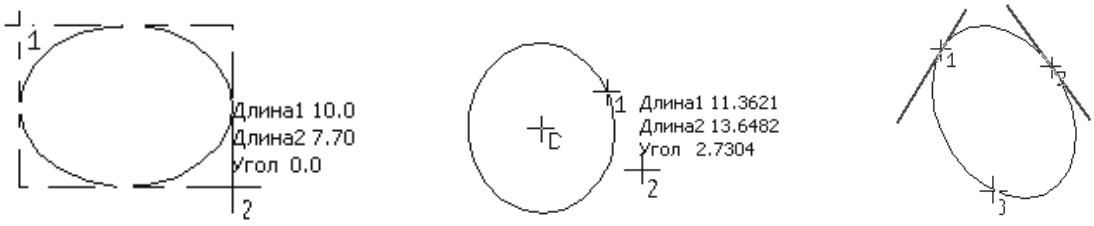
Рис. 3.9. Эллипс

Эллипс. Позволяет построить произвольный эллипс (рис. 3.9).

Эллипс по диагонали прямоугольника (рис. 3.10, *а*).

Эллипс по центру и вершине прямоугольника.

Эллипс по центру, вершине стороны и вершине параллелограмма (см. рис. 3.10, *б*).



а) *б)* *в)*

Рис. 3.10. Способы задания эллипса: *а* – эллипс по диагонали прямоугольника; *б* – эллипс по центру, вершине стороны и вершине параллелограмма; *в* – эллипс, касательный к двум кривым

Эллипс по трем вершинам параллелограмма.

Эллипс по центру и трем точкам.

Эллипс, касательный к двум кривым (см. рис. 3.10, *в*).

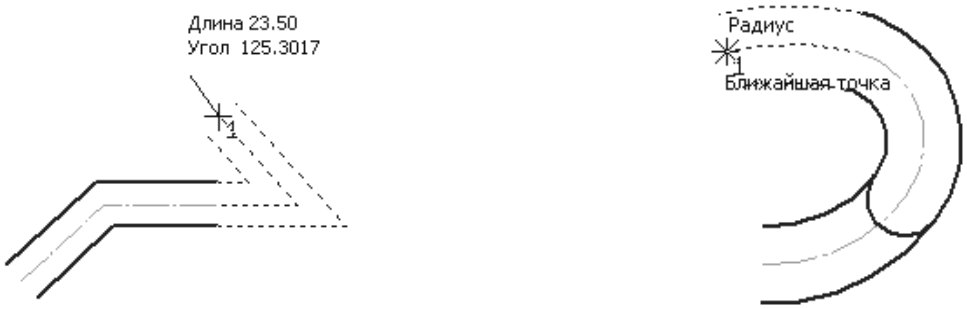
Непрерывный ввод объектов. Позволяет построить последовательность отрезков, дуг и сплайнов. При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа.

После вызова команды **Непрерывный ввод объектов** на **Панели свойств** появляется поле **Тип** (рис. 3.11), содержащее соответственно следующие переключатели: **Замкнуть**, **Новый ввод**, **Отрезок**, **Параллельный отрезок**, **Перпендикулярный отрезок**, **Касательный отрезок**, **Дуга по трем точкам**, **Сопряженная дуга**, **Кривая Безье**, **NURBS**-кривая.

Рис. 3.11. Поле **Тип** команды **Непрерывный ввод объектов**

Линия. При вводе линии конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта, при этом не требуется выбор дополнительной команды параллельности или перпендикулярности.

Мультилиния. Позволяет создать в графическом документе **мультилинию** – геометрический объект, состоящий из одной или нескольких линий, построенных эквидистантно к базовой линии (рис. 3.12).



а) *б)*

Рис. 3.12. Способы задания мультилинии:
а – прямоугольный сегмент; *б* – дуговой сегмент

После вызова команды **Мультилиния** на **Панели свойств** появляется поле **Тип,** содержащее соответственно следующие переключатели: **Разомкнутый объект** и **Замкнутый объект, Прямолинейный сегмент** (рис. 3.12, *а*), **Дуговой сегмент** (см. рис. 3.12, *б*), **Сегмент по объекту.**

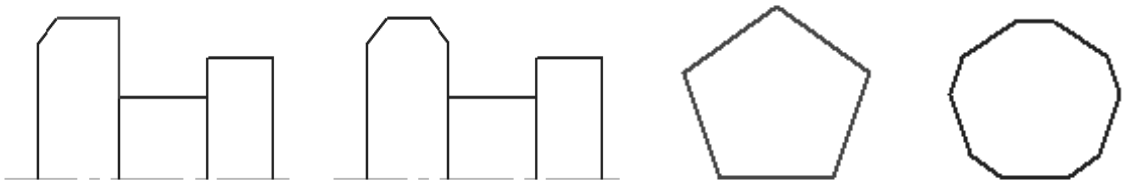
Кривая Безье. Кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов четвертого порядка. Крайние из этих четырех точек задаются пользователем, а средние вычисляются.

Ломаная. Позволяет построить ломаную линию, состоящую из отрезков прямых.

Кривая **NURBS.** Кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов заданного порядка. Конфигурация этой кривой определяется положением и весом ее опорных точек.

Фаска. Позволяет построить отрезок, соединяющий две пересекающиеся кривые (рис. 3.13, *а*).

Фаска на углах объекта. Позволяет построить фаски на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник (см. рис. 3.13, *б*).



а) *б)*

Рис. 3.13. Построение фаски: *а* – соединяющей две прямые; *б* – на углах объекта

Скругление. Позволяет построить скругление дугой окружности между двумя пересекающимися объектами (рис. 3.14, *а*).

Скругление на углах объекта. Позволяет построить скругления дугами окружности на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник (см. рис. 3.14, *б*).

а) *б)*

Рис. 3.14. Построение скругления: *а* – соединяющего две прямые; *б* – на углах объекта

Прямоугольник. Позволяет построить произвольный прямоугольник.

Прямоугольник по центру и вершине. Позволяет построить прямоугольник с заданным центром и вершиной.

Многоугольник. Позволяет построить правильный многоугольник.

Собрать контур. Позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.

Эквидистанта кривой. Позволяет построить эквидистанту какого-либо геометрического объекта (рис. 3.15).

Эквидистанта по стрелке. Позволяет построить эквидистанту контура, образованного обходом по стрелке (рис. 3.16).

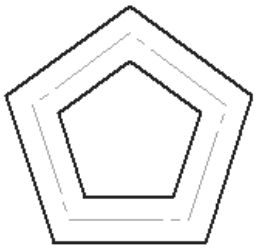


Рис. 3.15. Эквидистанта кривой

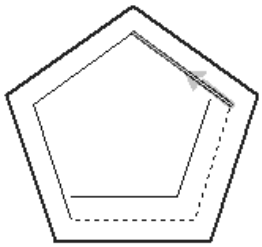


Рис. 3.16. Эквидистанта контура по стрелке

Штриховка. Позволяет заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или во фрагменте (рис. 3.17).

Заливка. Позволяет залить однотонным или изменяющимся цветом одну или несколько областей в текущем виде чертежа или во фрагменте. Возможно построение градиентных заливок шести типов с изменяющимися характеристиками – количеством переходов цвета, углом наклона заливки, сдвигом начала заливки, прозрачностью (рис. 3.18).

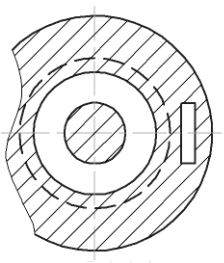


Рис. 3.17. Пример штриховки объекта

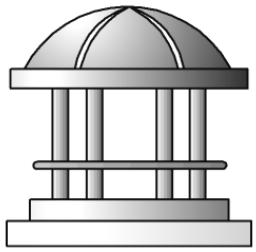


Рис. 3.18. Пример заливки объекта

3.3. Команды панели инструментов Размеры

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

Порядок и способы указания геометрических объектов зависят от того, какой именно размер требуется проставить – линейный, линейный с обрывом, линейный от отрезка до точки, угловой, угловой с обрывом, диаметральный, радиальный.

Линейный размер. Позволяет проставить простой линейный размер (рис. 3.19).

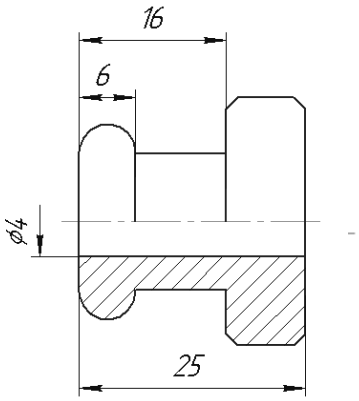


Рис. 3.19. Пример простановки линейных размеров

Линейный размер от общей базы. Позволяет проставить группу линейных размеров от общей базы (см. рис. 3.19).

Линейный цепной размер. Позволяет проставить цепь линейных размеров (рис. 3.20).

Линейный с общей размерной линией. Позволяет проставить группу линейных размеров с общей размерной линией.

Линейный размер с обрывом. Позволяет проставить линейный размер с обрывом (см. рис. 3.19).

Линейный размер от отрезка до точки. Позволяет построить линейный размер между двумя геометрическими элементами – отрезком и произвольной точкой (см. рис. 3.20).

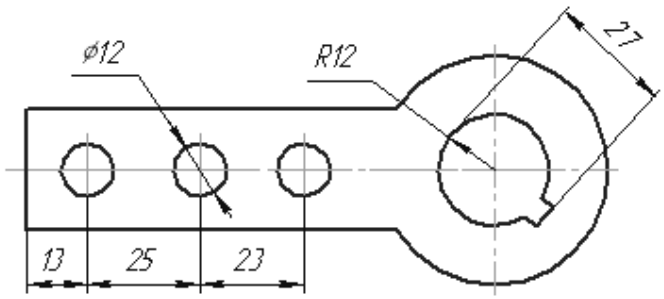


Рис. 3.20. Виды размеров

Диаметральный размер. Позволяет построить диаметральный размер. При построении указывается точка 1, определяющая положение размерной линии, и точка 2, определяющая положение полки для надписи (см. рис. 3.20).

Радиальный размер. Позволяет построить простой радиальный размер (см. рис. 3.20).

Радиальный с изломом. Используется, когда требуется построить размер для дуги большой кривизны (рис. 3.21).

Угловой размер. Позволяет проставить простой угловой размер (рис. 3.22).

Угловой размер от общей базы. Позволяет построить группу угловых размеров с общей базой.

Угловой цепной размер. Позволяет построить цепь угловых размеров.

Угловой размер с общей размерной линией. Позволяет построить группу угловых размеров с общей размерной линией.

Угловой размер с обрывом. Позволяет проставить угловой размер с обрывом.

Размер дуги окружности. Позволяет построить размер, характеризующий длину дуги окружности (рис. 3.23).

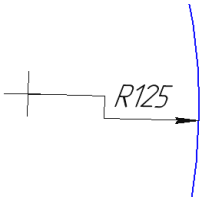


Рис. 3.21. Радиальный размер с изломом

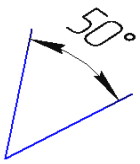


Рис. 3.22. Угловой размер

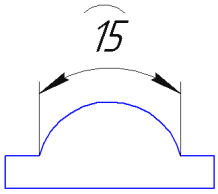


Рис. 3.23. Размер дуги окружности

Размер высоты. Позволяет построить размер высоты.

3.4. Команды панели инструментов Редактирование

Сдвиг. Позволяет сдвинуть (скопировать) выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Сдвиг по углу и расстоянию. Позволяет переместить выделенные объекты на определенное расстояние в заданном направлении.

Поворот. Позволяет повернуть выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Группа переключателей **Режим** на **Панели свойств** позволяет указать, требуется ли оставлять или удалять исходные объекты после выполнения операции.

Масштабирование. Позволяет выполнить масштабирование выделенных объектов чертежа или фрагмента в направлении осей координат (рис. 3.24).

Симметрия. Позволяет выполнить преобразование симметрии относительно прямой для выделенных объектов чертежа или фрагмента (рис. 3.25). (Для проведения операции активизируйте кнопку и укажите положение первой, а затем второй точек на оси симметрии.)

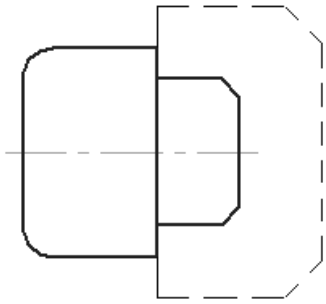


Рис. 3.24. Масштабирование части объекта

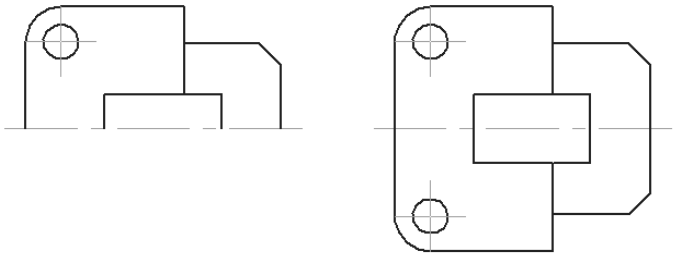


Рис. 3.25. Симметричное отображение объекта

Копирование. Позволяет скопировать выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Копия по кривой. Позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их вдоль указанной кривой.

Копия по окружности. Позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их по окружности с указанным центром (рис. 3.26).

Копия по сетке. Позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах сетки с заданными параметрами (рис. 3.27).

Копия по концентрической сетке. Позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах концентрической сетки.

Деформация сдвигом. Позволяет выполнить деформацию сдвигом объектов чертежа или фрагмента (рис. 3.28).

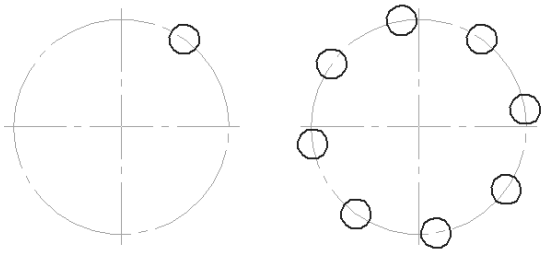


Рис. 3.26. Копирование объекта по окружности

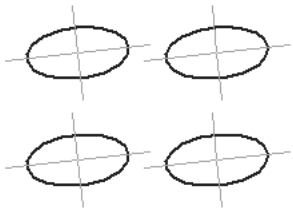


Рис. 3.27. Копирование объекта по сетке

Деформация поворотом. Позволяет выполнить деформацию поворотом объектов чертежа или фрагмента.

Деформация масштабированием. Позволяет выполнить деформацию масштабированием объектов чертежа или фрагмента (рис. 3.29).

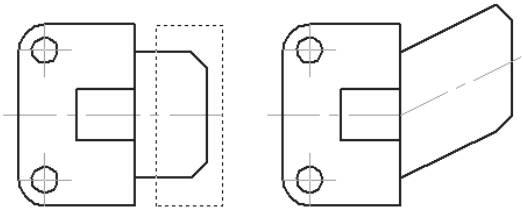


Рис. 3.28. Деформация объекта сдвигом

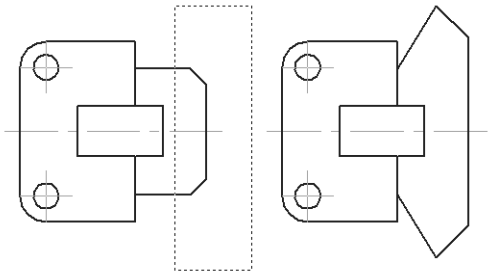


Рис. 3.29. Деформация объекта масштабированием

Усечь кривую. Позволяет удалить часть объекта, ограниченную точками пересечения его с другими объектами (рис. 3.30).

Усечь кривую по двум точкам. Позволяет удалить часть объекта, ограниченную двумя произвольно заданными точками.

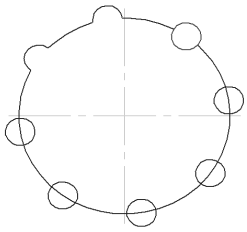


Рис. 3.30. Удаление частей объекта

Удлинить до ближайшего объекта. Позволяет продлить объект до ближайшей точки пересечения (или касания) с другим объектом. Удлинение возможно для отрезков, дуг окружностей и эллипсов.

Выровнять по границе. Позволяет удалять или удлинять линии по указанной границе, в качестве которой может быть произвольная кривая.

Разбить кривую. Позволяет разбить объект в какой-либо точке на две части.

Разбить кривую на N частей. Позволяет разбить объект на несколько равных частей.

Удалить фаску или скругление. Позволяет удалить отрезок или дугу, соединяющие концы двух других объектов (отрезков или дуг), и продолжить эти объекты до точки их пересечения.

Очистить область. Позволяет удалить все объекты, находящиеся внутри или снаружи от некоторой границы. (Укажите замкнутые геометрические объекты – окружности, многоугольники, замкнутые ломаные и т.п., все изображение внутри или снаружи которых необходимо удалить).

Переключатели группы **Режим** на **Панели свойств** позволяет указать, требуется ли удаление объектов внутри границы или снаружи от нее.

Преобразовать в NURBS. Позволяет преобразовать геометрический объект или текст, написанный **True Type**-шрифтом, в **NURBS**. Такое преобразование может потребоваться для последующего гибкого редактирования объекта перемещением его характерных точек.

3.5. Команды панели инструментов Обозначения

Ввод текста. Позволяет создать текстовую надпись в чертеже или фрагменте. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. Можно создать несколько надписей за один вызов команды **Текст**. Закончив ввод первой надписи, переместите курсор за пределы рамки ввода и нажмите левую кнопку мыши. Предыдущая надпись автоматически зафиксируется, а в указанном вами месте откроется новое поле ввода текста.

Можно изменить установленные по умолчанию параметры текста с помощью элементов управления, расположенных на вкладке **Форматирование** (рис. 3.31) **Панели свойств**, а также вставить различные специальные объекты с помощью элементов вкладки **Вставка** (рис. 3.32).

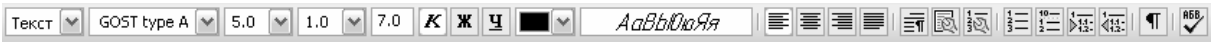


Рис. 3.31. Вкладка **Форматирование** на **Панели свойств**

Рис. 3.32. Вкладка **Вставка** на **Панели свойств**

Ввод таблицы. Позволяет создать таблицу в чертеже или фрагменте. Вы можете изменить установленные по умолчанию параметры текста с помощью элементов управления, расположенных на вкладке **Форматирование Панели свойств** (рис. 3.33), а также вставить различные специальные объекты с помощью элементов вкладки **Вставка**.

Рис. 3.33. Вкладка **Форматирование** на **Панели свойств**

Шероховатость. Позволяет создать обозначение шероховатости поверхности. Параметр шероховатости и его значение можно выбрать из контекстного меню поля **Текст** на вкладке **Знак** (рис. 3.34) **Панели свойств**. Если обозначение кроме параметра шероховатости должно содержать дополнительные сведения, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле **Текст** левой кнопкой мыши.

Рис. 3.34. Вкладка **Знак** на **Панели свойств**

База. Позволяет создать обозначение базовой поверхности (рис. 3.35).

Линия-выноска. Позволяет создать произвольную линию-выноску. Варианты создания ответвлений можно выбрать с помощью группы **Ответвления** на вкладке **Параметры Панели свойств**. Например, при необходимости можно включить построение ответвлений от конца полки или параллельно друг другу (рис. 3.36).

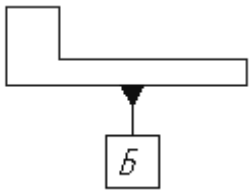


Рис. 3.35. Обозначение базы

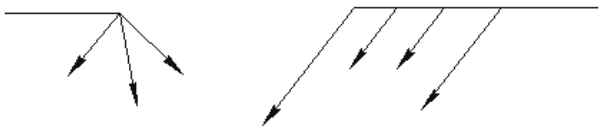


Рис. 3.36. Варианты создания ответвлений линии-выноски

Знак клеймения. Позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения.

Знак маркировки. Позволяет создать линию-выноску для обозначения маркировки.

Знак изменения. Позволяет создать линию-выноску для обозначения изменения.

Обозначение позиций. Позволяет создать линию-выноску для простановки обозначения позиции (рис. 3.37).

Выровнять позиции по горизонтали. Позволяет расположить на одной горизонтали полки нескольких ранее сформированных позиционных линий-выносок (рис. 3.38).

Выровнять позиции по вертикали. Позволяет расположить на одной вертикали начальные точки полок нескольких ранее сформированных позиционных линий-выносок (рис. 3.39)**.**

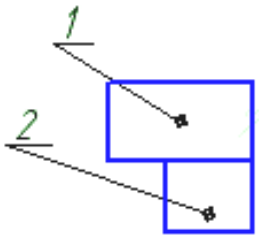


Рис. 3.37. Обозначение позиций

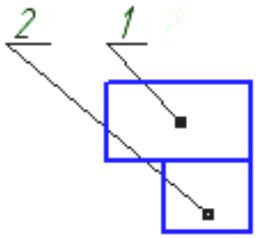


Рис. 3.38. Выравнивание позиций по горизонтали

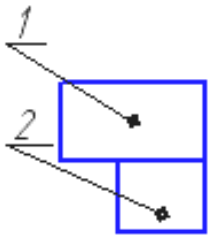


Рис. 3.39. Выравнивание позиций по вертикали

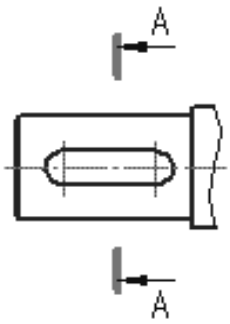


Рис. 3.40. Линия разреза

Допуск формы. Позволяет создать обозначение допуска формы и расположения поверхности.

Линия разреза. Позволяет создать линию разреза или сечения (рис. 3.40).

Стрелка взгляда. Позволяет построить стрелку, указывающую направление взгляда.

Выносной элемент. Позволяет создать обозначение выносного элемента (рис. 3.41).

Осевая линия по двум точкам. Позволяет построить произвольно расположенную осевую линию, указав точки ее пересечения с контуром осесимметричной детали.

Автоосевая. Позволяет построить осевую линию. Положение и размеры осевой линии могут быть автоматически определены системой относительно объектов чертежа либо заданы пользователем.

Обозначение центра. Позволяет создать обозначение центра. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся

осей. Чтобы создать условное обозначение центра или одну ось, активизируйте соответствующий переключатель в поле **Тип** на **Панели свойств.**

Линия с изломами. Позволяет построить линию обрыва с изломами (рис. 3.41).

Волнистая линия. Позволяет построить волнистую линию обрыва (рис. 3.42).

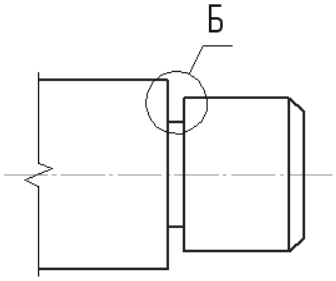


Рис. 3.41. Обозначение выносного элемента и линии обрыва с изломами

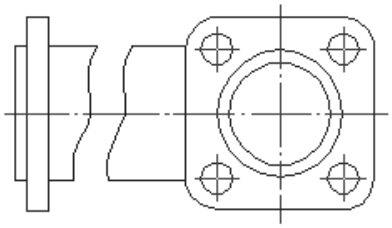


Рис. 3.42. Волнистая линия обрыва

3.6. Команды панели инструментов Измерения (2D)

Координаты точки. Позволяет определить положение указанной точки в текущей системе координат.

Расстояние между двумя точками. Позволяет определить расстояние между двумя точками в текущей системе координат.

Расстояние между двумя точками на кривой. Позволяет определить длину участка кривой, ограниченного указанными точками.

Расстояние от кривой до точки. Позволяет определить расстояние между кривой и точкой.

Расстояние между двумя кривыми. Позволяет определить расстояние между двумя выбранными кривыми.

Угол между двумя отрезками. Позволяет измерить угол между двумя прямолинейными объектами (прямыми, отрезками, звеньями ломаной и т.п.).

Измерить угол по трем точкам. Позволяет измерить угол, указав три образующие его точки.

Длины кривой. Позволяет измерить полную длину произвольной кривой.

Площадь. Позволяет измерить площадь произвольной фигуры.

Расчет массоцентровочных характеристик (МЦХ) плоских фигур. Поддерживаются расчеты массы детали (сборки), координат центра масс, плоскостных, осевых и центробежных моментов инерции.

Расчет МЦХ тел вращения. Позволяет рассчитать МЦХ тела вращения произвольного сечения.

Расчет МЦХ тел выдавливания. Позволяет рассчитать МЦХ тела выдавливания произвольного сечения.

3.7. Команды панели инструментов Выделение

Выделить все. Позволяет выделить сразу все объекты, которые содержатся в текущем фрагменте или в текущем виде активного чертежа.

Выделить объект указанием. Позволяет выделить отдельный объект активного документа.

Исключить объект. Позволяет отменить выделение отдельного объекта активного документа.

Выделить слой указанием. Позволяет выделить объекты одного или нескольких слоев в текущем виде чертежа или во фрагменте.

Исключить слой указанием. Позволяет отменить выделение объектов одного или нескольких слоев в текущем виде чертежа или во фрагменте.

Выделить вид указанием. Позволяет выделить один или несколько видов чертежа. С помощью этой команды виды выделяются как единые объекты.

Исключить вид указанием. Позволяет отменить выделение одного или нескольких видов чертежа. С помощью этой команды снимается выделение видов как единых объектов.

Выделить рамкой. Позволяет выделить объекты активного документа с помощью прямоугольной рамки.

Исключить рамкой. Позволяет отменить выделение объектов активного документа с помощью прямоугольной рамки.

Выделить вне рамки. Позволяет выделить объекты активного документа, не попавшие в заданную прямоугольную рамку.

Исключить вне рамки. Позволяет отменить выделение объектов активного документа, не попавших в заданную прямоугольную рамку.

Выделить секущей рамкой. Позволяет выделить объекты активного документа, частично или полностью попавшие в заданную прямоугольную рамку.

Исключить секущей рамкой. Позволяет отменить выделение объектов активного документа, частично или полностью попавших в заданную прямоугольную рамку.

Выделить секущей ломаной. Позволяет выделить объекты активного документа, пересекая их ломаной линией.

Исключить секущей ломаной. Позволяет отменить выделение объектов активного документа, пересекая их ломаной линией.

Выделить прежний список. Позволяет выделить объекты, которые выделялись предыдущий раз (элементы прежнего списка).

Исключить прежний список. Позволяет исключить из набора выделенных объектов те из них, которые выделялись в предыдущий раз (элементы прежнего списка).

Выделить по типу. Позволяет выделить объекты активного документа, указав их тип в открывающемся окне со списком типов элементов. (Выберите из списка типы, нажмите кнопку ОК).

Исключить по типу. Позволяет отменить выделение элементов активного документа, указав их тип в открывающемся окне со списком типов элементов. (Выберите из списка типы, нажмите кнопку **ОК**).

Выделить по стилю кривой. На экране появляется диалоговое окно (рис. 3.43), которое содержит перечень стилей кривых, использующихся в активном документе. (Выберите нужные и нажмите **ОК)**.

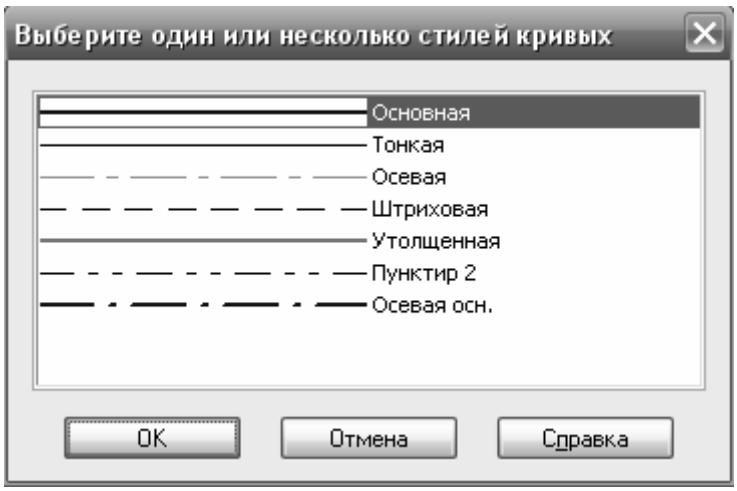


Рис. 3.43. Окно выделения кривых по стилю

Исключить по стилю. Позволяет отменить выделение элементов активного документа, указав стиль кривых.

3.8. Команды панели инструментов Параметризация

Горизонтальность. Позволяет преобразовать наклонные объекты (отрезки, стрелки направления взгляда и др.) в горизонтальные.

Вертикальность. Позволяет преобразовать наклонные объекты (отрезки, стрелки направления взгляда и др.) в вертикальные.

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

Выровнять точки по вертикали. Позволяет выровнять по вертикали характерные точки объектов.

Объединить точки. Позволяет привязать друг к другу характерные точки объектов.

Точка на кривой. Позволяет привязать характерную точку объекта к кривой.

Симметрия двух точек. Позволяет установить симметрию характерных точек объектов относительно отрезка (зеркальную симметрию).

Параллельность. Позволяет установить параллельность выбранных объектов (отрезков, стрелок направления взгляда и др.).

Перпендикулярность. Позволяет установить перпендикулярность выбранных объектов (отрезков, стрелок направления взгляда и др.).

Коллинеарность. Позволяет установить коллинеарность выбранных отрезков, коллинеарность отрезка и прямой или коллинеарность двух прямых.

Касание. Позволяет установить касание выбранных кривых. (Укажите первую и вторую кривые, касание которых требуется установить. Если этому не препятствуют уже наложенные на объекты связи и ограничения, произойдет изменение изображения, в результате чего указанные кривые будут касаться. При этом могут измениться числовые значения, характеризующие одну или обе кривые, например, радиус окружности или координаты концов отрезка).

Зафиксировать точку. Позволяет зафиксировать координаты характерных точек геометрических объектов (концов отрезков, дуг, центров дуг, окружностей и т.д.).

Равенство радиусов. Позволяет установить равные радиусы для выбранных дуг и окружностей.

Равенство длин. Позволяет установить равные длины для выбранных отрезков.

Зафиксировать размер. Позволяет зафиксировать значение выбранного ассоциативного линейного, диаметрального, радиального или углового размера.

Установить значение размера. Позволяет изменить числовое значение ассоциативного фиксированного размера, зафиксировать размер или сделать его информационным, присвоить размеру имя переменной (создать связанную переменную). Созданная таким образом переменная может участвовать в выражениях, определяющих зависимость между параметрами изображения.

Параметризировать объекты. При активации команды на экране появляется окно (рис. 3.44), в котором можно установить типы ограничений, накладываемых на объекты при их автоматической параметризации.

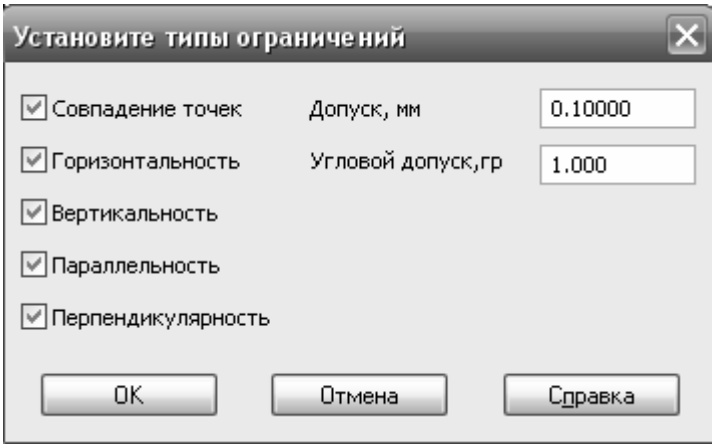


Рис. 3.44. Окно параметризации объектов

3.9. Команды панели инструментов Ассоциативные виды

Команды этой панели инструментов будут рассмотрены далее, в главе 8.

3.10. Команды панели инструментов Спецификация

Команды этой панели инструментов будут рассмотрены далее, в главе 4.

ГЛАВА 4. СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

4.1. Общие сведения о спецификации

Основной структурной единицей спецификации является объект спецификации.

Объект спецификации – строка или несколько следующих друг за другом строк спецификации, относящихся к материальному объекту. Если сравнивать спецификацию с базой данных, то объект спецификации подобен записи в базе.

Объекты спецификации бывают **базовые** и **вспомогательные**.

Для **базовых объектов** предусмотрена возможность автоматического заполнения колонок, сортировки, подключения объектов сборочного чертежа, подключения деталей из сборки и т.д.

Базовый объект спецификации состоит:

- из текстовой части;
- из геометрии графических объектов;
- из дополнительных параметров.

Вспомогательные объекты не сортируются автоматически и т.д. Их рекомендуется использовать, например, для ввода произвольного текста (комментария) в таблицу спецификации или создания пустой строки в середине раздела.

Объекты в таблице спецификации чередуются с заголовками разделов, заголовками блоков, пустыми строками и резервными строками.

В любой грамотно составленной спецификации объекты располагаются в последовательности, предписанной стандартом. Как правило, стандарт предусматривает наличие в спецификации определенных **разделов** (например: Документация, Детали). Как правило, название каждого раздела спецификации размещается в отдельной строке (или нескольких строках) в начале раздела. Эти строки называются **заголовками разделов.** Группы объектов внутри разделов называются **подразделами**.

В спецификации не могут существовать разделы без объектов. Поэтому при создании нового раздела в нем сразу возникает первый объект, а при удалении последнего объекта из раздела удаляется и сам раздел.

Пустая строка – строка в бланке спецификации, расположенная непосредственно над или под заголовком раздела или блока раздела. Она отделяет заголовок от объектов спецификации. В пустую строку невозможно ввести текст. Ее наличие в спецификации продиктовано стандартом.

Резервная строка – строка спецификации, предназначенная для внесения последующих изменений в напечатанную на бумаге спецификацию. В каждом разделе система автоматически создает несколько резервных строк (их количество определяется пользователем).

Эти строки всегда расположены в конце раздела (в каком бы порядке вы ни вводили в него объекты спецификации), в них никогда нельзя ввести данные.

Документ-спецификация – отдельный документ системы КОМПАС, который обычно создается путем передачи созданных в чертеже объектов в спецификацию. Может быть распечатан на отдельных страницах.

Для создания спецификации выполните следующие действия:

1. В Главном меню последовательно выберите **Спецификация** – **Добавить объект** (рис. 4.1).

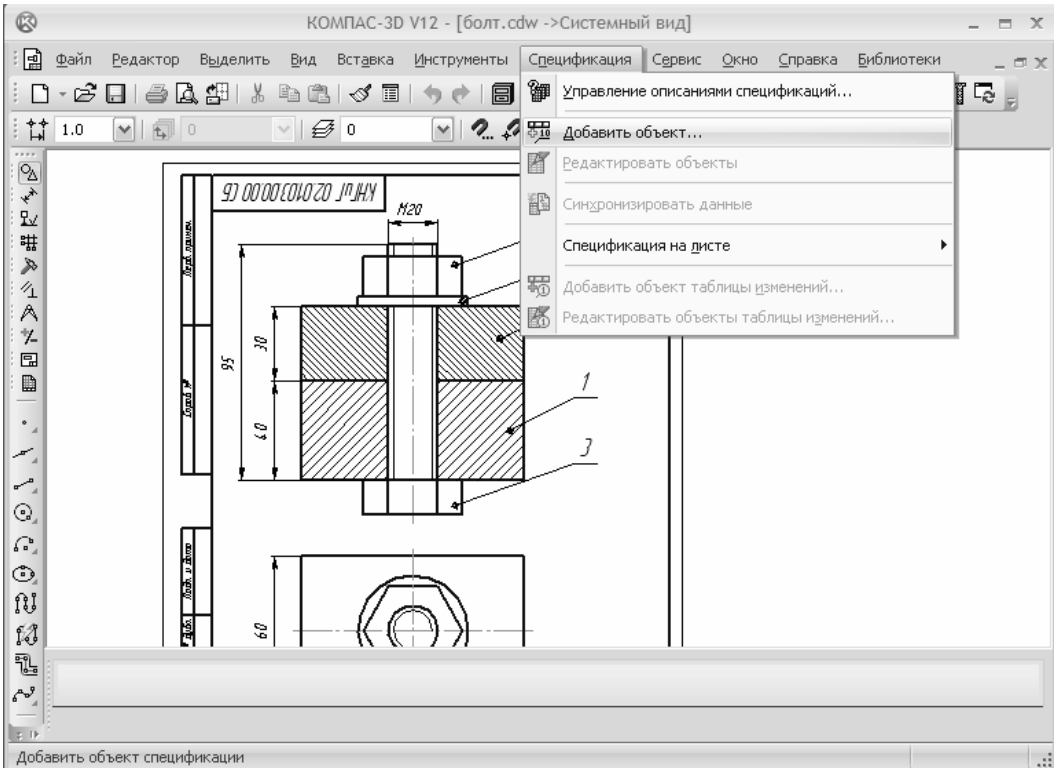


Рис. 4.1. Контекстное меню вкладки **Спецификация**

2. В появившемся меню выберите **Раздел**. Первый раздел, который нужно создать, – **Документация** (рис. 4.2). Выберите этот раздел, нажав **Создать**.

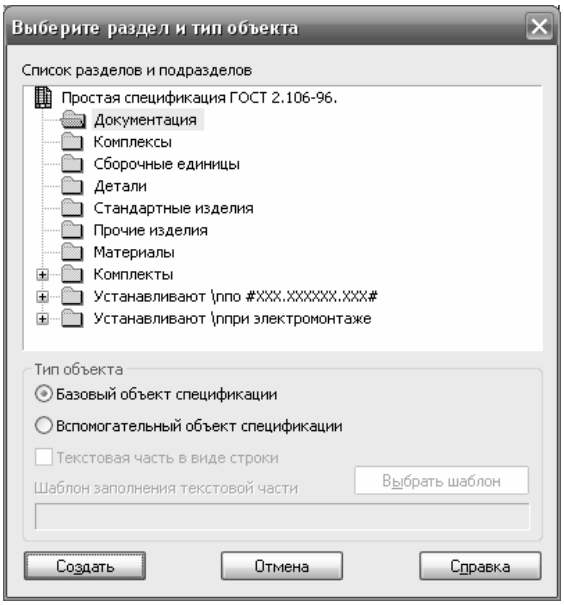


Рис. 4.2. Диалоговое окно для выбора типа документа

3. Укажите данные, относящиеся к разделу **Документация** (рис. 4.3). Нажмите **ОК**.

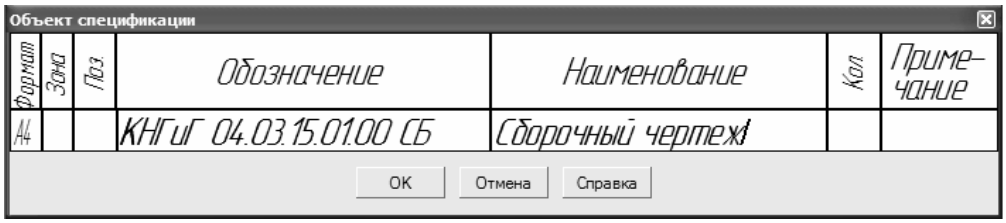


Рис. 4.3. Окно документа **Спецификация**

4. Аналогично создайте разделы **Детали** и **Стандартные изделия**. Впишите данные объектов спецификации для каждого раздела.

4.2. Размещение спецификации на листе

Последовательно активизируйте команды меню **Спецификация**, **Спецификация на листе**, **Показать** – над основной надписью чертежа появляется таблица, содержащая ранее созданные объекты спецификации.

При создании новых объектов спецификации в чертеже они автоматически будут попадать в таблицу спецификации на листе.

Двойной щелчок мышью по таблице запускает подчиненный режим редактирования объектов спецификации. Все сделанные в нем изменения после закрытия окна этого режима передаются в спецификацию на листе.

4.3. Основные команды панели Спецификация

Управление сборкой. Позволяет подключать документы КОМПАС (листы чертежа – *.cdw и сборки – *.a3d) к спецификации и отключать их, запускать редактирование подключенных документов, настраивать обмен данными между спецификацией и подключенными документами. Количество документов, одновременно подключенных к спецификации, не ограничено.

Расставить позиции. Позволяет упорядочить номера позиций после того, как их порядок нарушился в результате сортировки объектов. Зачастую объекты спецификации создаются в произвольной последовательности. Если при этом в настройках соответствующего раздела включена простановка позиций, то этим объектам автоматически присваиваются порядковые номера. Если в настройках раздела включена сортировка, то после ввода каждого объекта спецификации происходит сортировка объектов, при этом последовательность порядковых номеров «сбивается» – объект, введенный в спецификацию последним, может оказаться в начале или середине раздела, а, следовательно, и больший порядковый номер – перед меньшим.

Синхронизировать данные с документами сборки. Позволяет передать в листы сборочного чертежа изменения, внесенные в объекты спецификации. Необязательно, чтобы сборочный чертеж, в который передаются изменения, был открыт. К изменениям, передаваемым в графический документ, относятся изменение текстовой части объекта, изменение значений и настроек дополнительных параметров, изменение номера позиции объекта, а также удаление объекта из спецификации. Команда **Синхронизировать данные** автоматически выполняется при сохранении спецификации (в том числе при закрытии спецификации с сохранением изменений). При выполнении команды **Синхронизировать данные** автоматического сохранения спецификации не происходит. Поэтому если вы синхронизируете данные, а затем выйдете из спецификации, не сохраняя сделанные в ней изменения, возникнет рассогласование данных в спецификации и сборочном чертеже.

Показать состав объекта. Позволяет подсветить объекты, входящие в состав выделенного объекта спецификации. Перед вызовом команды необходимо выделить в спецификации объект, состав которого требуется просмотреть. Лист сборочного чертежа или документ-сборка, подключенный к спецификации, должен быть открыт (иначе подсвечивать объекты будет просто негде).

Показать все объекты. Включает режим работы, в котором на экране отображаются все объекты спецификации или объекты таблицы изменений, в том числе базовые объекты спецификации, имеющие одинаковую текстовую часть (в обычном режиме на экране виден только первый из одинаковых объектов), а также базовые объекты спецификации, в настройках дополнительных параметров которых выключена опция показа объекта в таблице.

Редактировать состав объекта. Позволяет изменить состав объектов графического документа, принадлежащих выделенному базовому объекту спецификации. (Будьте внимательны при изменении состава объекта спецификации, так как отменить эту операцию невозможно).

Добавить базовый объект. Позволяет создать новый базовый объект в текущем разделе спецификации.

Добавить вспомогательный объект. Позволяет создать новый вспомогательный объект в текущем разделе спецификации.

Добавить раздел. Позволяет создать новый раздел спецификации. В спецификации КОМПАС не допускается наличие раздела, не содержащего ни одного объекта. Поэтому сразу же после создания раздела в нем возникает новый объект и система переходит в режим ввода текста объекта.

Настройка спецификации. Вызывает на экран окно настройки текущей спецификации. Настройка спецификации распространяется на саму спецификацию и подключенные к ней графические документы (сборочные чертежи).

Добавить объект спецификации. Позволяет создать в документе (листе чертежа, фрагменте или модели) объект для последующего его переноса в подключенную спецификацию.

Редактировать объекты. Позволяет перейти в режим редактирования объектов спецификации текущего стиля внутри документа (чертежа, фрагмента или модели).

Добавить внешний объект спецификации. Позволяет создать в документе-сборке внешний объект спецификации.

Редактировать внешние объекты спецификации. Позволяет перейти в режим редактирования внешних объектов спецификации. После сохранения текущей сборки изменения ее внешних объектов будут переданы во все сборки, в которые она входит в качестве подсборки.

Управление описаниями спецификаций. Вызывает на экран диалог управления описаниями спецификаций.

4.4. Связь сборочного чертежа со спецификацией

В конструкторской практике спецификация, составляемая на изделие, всегда соответствует сборочному чертежу этого изделия.

Спецификация КОМПАС-3D также может быть связана со сборочным чертежом (одним или несколькими чертежами КОМПАС-3D). Эта связь является двунаправленной и ассоциативной.

Пользователь может указать сборочный чертеж, которому соответствует текущая спецификация. В результате чертеж получает и сохраняет информацию о том, какая спецификация к нему подключена. Такую связь можно установить и из текущего сборочного чертежа, указав разрабатываемую для него спецификацию. При этом информация о подключении чертежа будет передана в спецификацию.

Таким образом, после установления связи между спецификацией и сборочным чертежом информация об этой связи хранится в обоих документах, а способ их подключения друг к другу (из чертежа или из спецификации) определяется исключительно выбором пользователя.

Находясь в окне спецификации, можно быстро открыть подключенные к ней чертежи, и наоборот. Благодаря однажды установленной связи спецификации и сборочного чертежа система «помнит» местонахождение связанных документов и по команде открытия находит их самостоятельно.

Другое проявление двунаправленной связи – возможность передачи данных из чертежа в спецификацию или из спецификации в чертеж, причем передача ассоциативна.

Из чертежа в спецификацию могут передаваться обозначения зон, в которых находятся изображения объектов спецификации, наименования и обозначения этих объектов. Из спецификации в чертеж могут передаваться номера позиций, наименования и обозначения объектов.

Например, в результате изменения масштаба чертежа или положения изображения некоторые позиции попали в другие зоны чертежа. Для ликвидации последствий этой ситуации «вручную» придется просмотреть все позиционные линии-выноски, проверить, в какой зоне они находятся и при необходимости исправить обозначения зон в спецификации. Спецификация КОМПАС-3D выполняет все эти действия автоматически (по команде пользователя). Обозначения зон, в которых находятся позиции на данный момент, передаются в спецификацию и размещаются в колонке **Зона**, в строке с соответствующей позицией. Если в результате сортировки объек-

тов в спецификации изменились номера позиций, меняются номера на полках соответствующих позиционных линий-выносок в чертеже.

Таким образом, сделанные в одном документе изменения передаются в однозначно определенное, соответствующее им место другого документа.

4.5. Связь сборки со спецификацией

Кроме сборочного чертежа спецификация КОМПАС-3D может быть связана с трехмерной моделью сборки. Эта связь также является двунаправленной и ассоциативной.

Пользователь может указать модель, которой соответствует текущая спецификация. В результате модель получает и сохраняет информацию о том, какая спецификация к ней подключена. Такую связь можно установить и из текущей сборки, указав разрабатываемую для нее спецификацию. При этом информация о подключении модели будет передана в спецификацию.

Таким образом, после установления связи между спецификацией и сборкой информация об этой связи хранится в обоих документах, а способ их подключения друг к другу (из сборки или из спецификации) определяется исключительно выбором пользователя.

Находясь в окне спецификации, можно быстро открыть подключенную к спецификации сборку, и наоборот. Благодаря однажды установленной связи спецификации и сборки система «помнит» местонахождение связанных документов и по команде открытия находит их самостоятельно.

Другое проявление двунаправленной связи – возможность передачи данных из модели в спецификацию или из спецификации в модель, причем передача ассоциативна.

Из модели в спецификацию могут передаваться обозначения, наименования и массы компонентов. Из спецификации в модель могут передаваться обозначения и наименования компонентов.

Например, в результате изменения размеров деталей изменилась их масса. Спецификация КОМПАС-3D автоматически (по команде пользователя) получит обновленные значения массы компонентов сборки.

ГЛАВА 5. ВЫВОД ДОКУМЕНТА НА ПЕЧАТЬ

КОМПАС-3D предоставляет пользователю ряд сервисных возможностей при выводе документа на печать в режиме, называемом **Предварительный просмотр**:

- размещение листов документов на поле вывода;
- масштаб просмотра;
- установка фильтров вывода;
- выбор части изображения для печати;
- отмена печати указанных страниц.

5.1. Предварительный просмотр перед печатью

Режим предварительного просмотра для печати – специальный режим работы КОМПАС-3D, в котором документ недоступен для редактирования.

Для перехода в этот режим из обычного режима работы необходимо вызвать команду **Файл** из главного меню и в открывшемся списке выбрать команду **Предварительный просмотр**.

Режим предварительного просмотра имеет собственное **Главное меню**, **Панель управления** и **Панель свойств** (рис. 5.1).

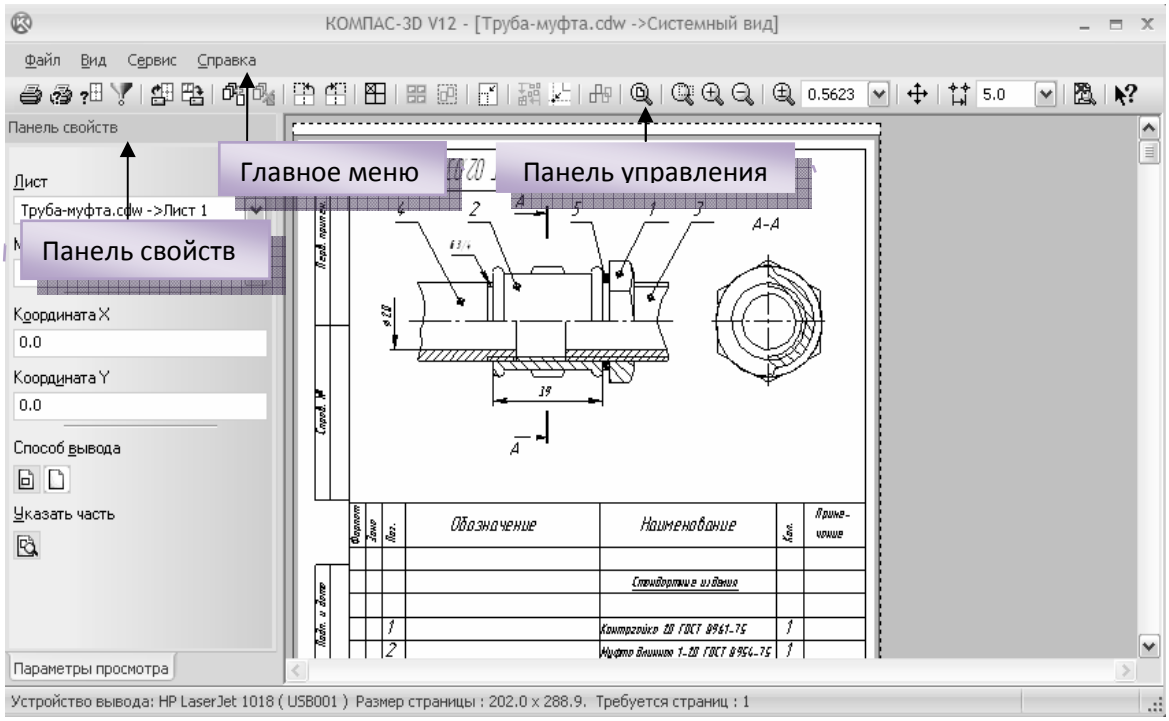


Рис. 5.1. Окно интерфейса **Предварительного просмотра**

В режиме предварительного просмотра на экране показывается условное поле вывода (один или несколько листов бумаги). На нем реалистично отображается выбранный документ (или несколько выбранных документов).

Если формат листа бумаги, установленный в настройках текущего принтера, меньше, чем изображение документа (или документов), система автоматически рассчитывает необходимое для вывода количество листов. При этом поле вывода в режиме просмотра разделено пунктирными линиями на части, соответствующие установленному в данный момент формату бумаги и ее ориентации.

Размер листов бумаги с учетом «мертвых зон» (областей у края листа, на которых принтер не может печатать в силу своих конструктивных особенностей) и необходимое количество листов отображаются в нижней части экрана – **Строке состояния**.

В режиме предварительного просмотра лист бумаги, отображающийся на поле вывода, называется **страницей печати**, а лист однолистового или многолистового документа, выбранного для просмотра, – **листом документа**. Для фрагмента или модели листом документа является габаритный прямоугольник изображения.

Чтобы закончить работу в режиме предварительного просмотра и вернуться в обычный режим КОМПАС-3D, нажмите на команду **Закрыть просмотр**.

5.2. Размещение листов документа на поле вывода

Документ, размещение которого на поле вывода производится в данный момент, считается **текущим**. Он отображается заключенным в габаритную рамку зеленого цвета. Чтобы сделать документ текущим, следует щелкнуть по его изображению мышью.

Чтобы сделать текущими несколько документов, следует указывать их, удерживая нажатой клавишу Ctrl.

Существуют следующие возможности размещения документа на поле вывода: **Перемещение документа**, **Поворот**.

Рассмотрим способы перемещения документа.

Произвольное перемещение

Чтобы переместить лист на поле печати, выполните следующие действия:

1. Выделите лист документа, который необходимо переместить.

2. Установите курсор так, чтобы он находился в пределах документа. Вид курсора изменится ( ).

3. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте мышь. Габаритная рамка листа будет передвигаться по полю вывода.

4. Когда необходимое положение габаритной рамки будет достигнуто, отпустите кнопку мыши. Изображение будет перерисовано в соответствии с новым положением листа на поле вывода.

Перемещение с привязкой к узлам страниц

Когда один из углов габаритной рамки перемещаемого листа приближается к узлу любой из страниц, составляющих поле вывода, в узле страницы возникает маркер в виде . Если отпустить кнопку мыши, когда маркер находится на экране, произойдет привязка соответствующего угла листа к узлу страницы (при этом другие углы листа могут и не попасть точно в узлы страницы, если размеры листа не кратны размерам страниц).

Перемещение с привязкой к углам других листов документов

Если для предварительного просмотра выбрано несколько листов документов, то вы можете перемещать их по полю вывода, привязывая углы листов друг к другу:

1. В отличие от описанного выше порядка действий курсор перед началом перемещения нужно установить не в середине выделенного листа, а ближе к его углу – так, чтобы курсор принял вид уголка , заключенного в рамку (ориентация курсора зависит от того, рядом с каким углом он был зафиксирован).

2. Нажмите левую клавишу мыши и перемещайте габаритную рамку листа по полю вывода.

3. Когда угол габаритной рамки, «за который» вы перемещаете выбранный лист, приближается к углу габаритной рамки другого листа документа, внутри рамки курсора возникает маркер в виде маленького квадрата .

4. Отпустите кнопку мыши. Произойдет привязка соответствующего угла выбранного листа к углу другого листа документа (при этом другие углы этих листов могут и не совпасть, если размеры сторон листов не равны).

Для того чтобы более рационально использовать бумагу, иногда бывает необходимо **повернуть** лист документа. Для этого существуют команды **Повернуть против часовой стрелки** и **Повернуть по часовой стрелке**.

5.3. Масштаб просмотра

Активизация команды **Масштаб** (рис. 5.2) на панели **Меню** позволяет изменить масштаб изображения на экране. С командами этой панели мы знакомились в Главе 1.

Рис. 5.2. Панель **Вид**

Команда **Масштаб** на панели **Свойств** (располагающейся в левой части окна) позволяет изменять масштаб изображения на бумаге во время печати.

Данная команда позволяет разместить формат А4 на одном листе бумаге, так как из-за наличия «мертвых зон» программа требует масштаб, равный 0,95.

5.4. Установка фильтров вывода

Иногда требуется вывести документ таким образом, чтобы некоторые объекты оформления или некоторые графические объекты не были напечатаны, для этого:

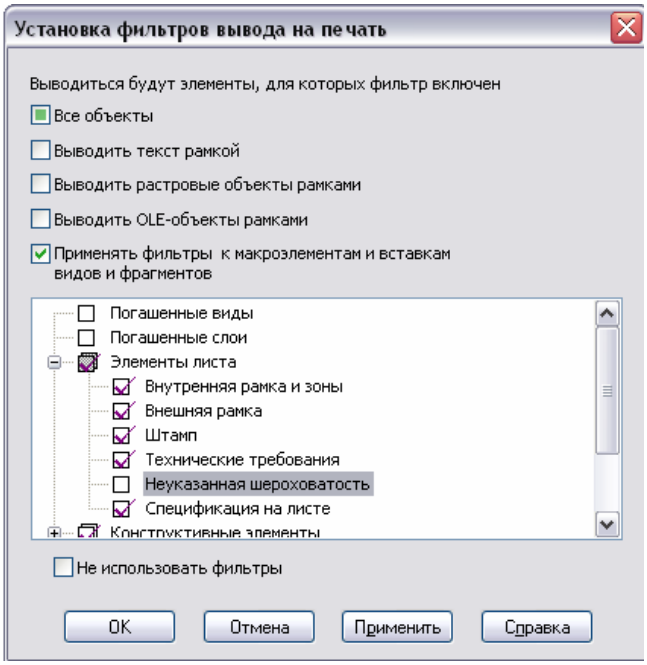


Рис. 5.3. Диалоговое окно установки фильтров вывода на печать

1. Нажмите кнопку **Фильтры вывода на печать** – откроется окно **Установка фильтров вывода на печать** (рис. 5.3). Объекты с отмеченными в нем признаками (установлена «галочка») будут выводиться на печать.

2. Раскройте список при помощи знака «+», откройте список элементов, входящих в конкретное название, например, **Элементы листа**.

3. Снимите «галочку» (нажав левой кнопкой мыши на иконку) любой команды и на печать не будут выводиться соответствующие элементы.

5.5. Выбор части изображения для печати

Вы можете напечатать не весь выделенный лист документа целиком, а только его часть – область, ограниченную прямоугольником произвольных размеров:

1. Нажмите переключатель **Указать часть** на панели **Свойств**. На экране появится окно, в котором показан текущий документ, и рамка, ограничивающая печатаемую область (рис. 5.4). По умолчанию размеры рамки соответствуют габаритам изображения.
2. Введите нужные значения размеров рамки в поля групп **Отступ** в левой части окна. Можно также переместить стороны или углы рамки мышью. После этого на поле вывода будет отображаться не весь документ, а только указанная часть.
3. Нажмите **ОК**.
4. Для вывода на печать выделенной части активизируйте переключатель **Вывести часть текущего документа.** (Если требуется вывод документа полностью, нажмите кнопку **Вывести текущий документ полностью**).

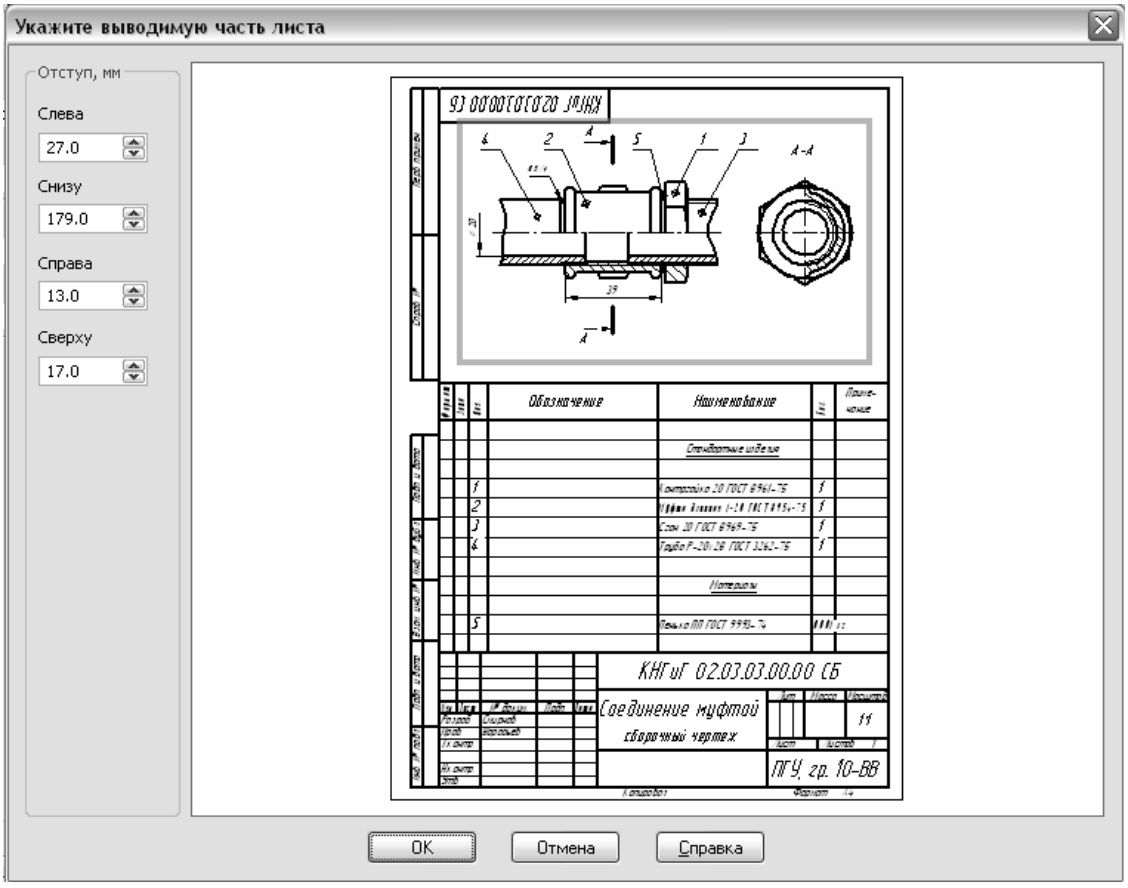


Рис. 5.4. Окно выбора области печати листа

5.6. Отмена печати указанных страниц

В том случае, если документ не умещается на том формате, который может вывести подключенный принтер или плоттер, КОМПАС автоматически размещает изображение на дополнительных форматах (страницах).

Вы можете указать, какие страницы должны выводиться на печать, а какие – нет. Для отмены печати каких-либо страниц выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Включить/Выключить листы** на **Панели управления**. При этом система переходит в режим указания страниц на поле. В этом режиме не выполняются никакие действия по компоновке документов.
2. Щелкните мышью на странице, печать которой требуется запретить. При этом изменится цвет, в котором указанная страница изображена на экране. Повторная фиксация курсора внутри отмеченной ранее страницы отменяет запрещение на ее печать.
3. Для выхода из режима указания страниц отожмите кнопку **Включить/Выключить листы.**

После того, как документ размещен наилучшим образом, вызовите команду **Файл – Печать** для начала вывода документа на бумагу либо нажмите на иконку **Печать**.

ГЛАВА 6. РАБОТА С БИБЛИОТЕКАМИ

Библиотеки системы КОМПАС-3D предназначены для упрощения разработки чертежей или сборок, содержащих типовые и стандартные детали (шарниры, крепежи, пружины и т.п.). Составной частью библиотек являются базы данных по материалам и их сортаментам, встроенные в КОМПАС или созданные пользователем.

Для работы с библиотеками предназначен **Менеджер библиотек**, с помощью которого можно подключать, отключать и запускать библиотеки, а также создавать библиотеки фрагментов и библиотеки моделей.

Для включения и отключения окна **Менеджера библиотек** служит команда **Сервис – Менеджер библиотек** (либо команда **Менеджер библиотек)**.

Вы можете зафиксировать окно **Менеджера** рядом с любой границей **Главного окна** системы.

Окно **Менеджера библиотек** может содержать несколько вкладок. На первой вкладке – **Библиотеки КОМПАС** отображается структура **Менеджера** – списки разделов и библиотек (рис. 6.1).

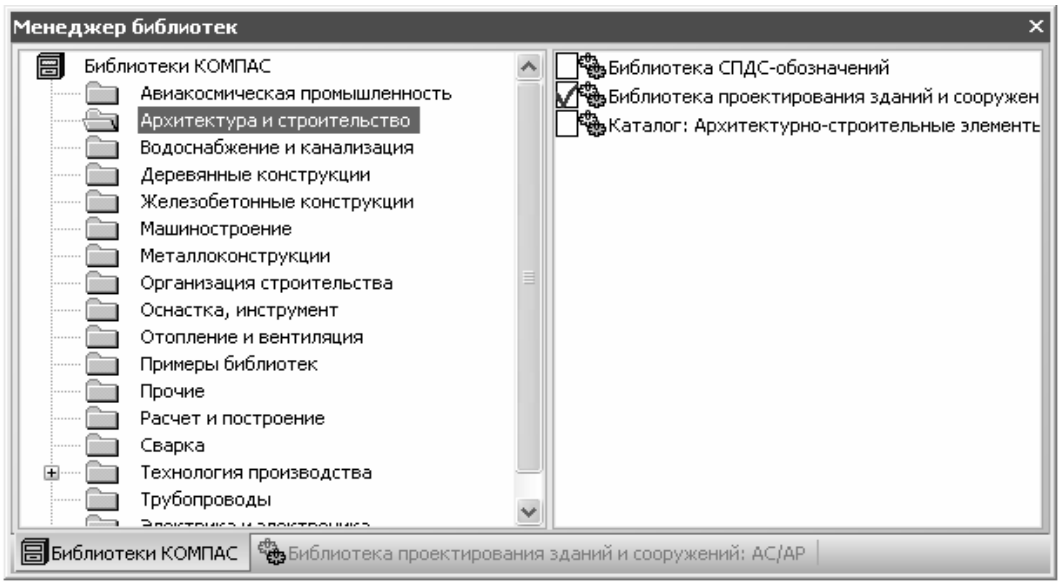


Рис. 6.1. Диалоговое окно **Менеджер библиотек**

Слева от названия каждой библиотеки находится пиктограмма, характеризующая тип этой библиотеки:

– прикладная библиотека;

– библиотека фрагментов;

– библиотека моделей.

Прикладная библиотека – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде.

В прикладных библиотеках через языковые средства могут использоваться все возможности КОМПАС-3D, предоставляемые при интерактивной работе (создание и редактирование объектов, работа с моделью документа, открытие и сохранение чертежей и фрагментов и т.д.). При выборе нужного объекта, например, Машиностроение – Конструкторская библиотека – Винт ГОСТ 1491-80 появляется окно (рис. 6.2), в котором можно изменять требуемые вам параметры.

Рис. 6.2. Окно выбора параметров объекта

Для быстрого подключения выбранной библиотеки можно щелкнуть мышью в поле рядом с ее названием, после чего в этом поле появляется красная «галочка» – признак того, что библиотека подключена.

Библиотека фрагментов. При работе в КОМПАС-3D вы можете сохранять созданные изображения типовых деталей во фрагментах, а затем вставлять их в новые чертежи. Если во время работы часто возникает необходимость вставлять в чертежи одни и те же фрагменты, удобно пользоваться библиотеками фрагментов. В библиотеках можно упорядоченно хранить различные типовые фрагменты с произвольными комментариями к ним. Использование библиотек фрагментов упрощает поиск и вставку в документ готовых изображений.

Каждая библиотека фрагментов представляет собой отдельный файл с расширением lfr. Фрагменты библиотеки не являются отдельными файлами на диске, а входят составными частями в единый файл библиотеки. Фрагменты хранятся в виде упорядоченных списков в подразделах и корневом разделе библиотеки. Имена фрагментов и разделов библиотеки могут состоять из любых символов, количество фрагментов и разделов не ограничено.

Библиотека моделей. Часто в разных сборках используются модели, различающиеся только значениями своих параметров, – типовые модели (обычно это несложные детали типа втулок, колец и т.п.).

При вставке в сбоку модели с диска в этой сборке не создается копия вставленной модели, а формируется ссылка на ее файл. Поэтому модель, добавленная в сборку с диска, может иметь только такие значения параметров, с которыми она записана в своем файле. Таким образом, для вставок типовых моделей, имеющих различные комбинации значений параметров, необходимо иметь на диске столько файлов этих моделей, сколько вставок предполагается сделать.

Однако совершенно не обязательно создавать множество файлов типовых моделей, имеющих различные комбинации значений параметров. Вместо этого вы можете построить одну параметрическую модель и при вставке в разные сборки изменять ее параметры. Такие модели рекомендуется хранить в библиотеках моделей.

Разные вставки модели из библиотеки могут иметь различные значения одних и тех же параметров. При этом модель-источник в библиотеке не изменяется.

Каждая библиотека моделей представляет собой отдельный файл с расширением *.l3d. Модели библиотеки не являются отдельными файлами на диске, а входят составными частями в единый файл библиотеки. Список моделей библиотеки может быть структурирован.

В библиотеки можно добавлять различные модели, упорядочивать их по определенному признаку, вводить произвольные комментарии к ним. При помощи библиотек вы можете производить многократные вставки моделей в документы-сборки. Использование библиотек моделей упрощает поиск и вставку в сборку готовых компонентов и заметно ускоряет создание сборок, содержащих типовые детали и подсборки.

ГЛАВА 7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Система КОМПАС-3D позволяет реализовать классический процесс трехмерного параметрического проектирования – от идеи к ассоциативной объемной модели, от модели к конструкторской документации.

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Моделирование изделий в КОМПАС-3D можно вести различными способами: «снизу вверх» (используя готовые компоненты), «сверху вниз» (проектируя компоненты в контексте конструкции), опираясь на компоновочный эскиз (например, кинематическую схему) либо смешанным способом. Такая технология обеспечивает получение легкомодифицируемых ассоциативных моделей.

Система обладает мощным функционалом для работы над проектами, включающими несколько тысяч подсборок, деталей и стандартных изделий, а также непосредственно на экране можно выполнять разрезы стандартными или дополнительными плоскостями.

7.1. Основные элементы интерфейса

С такими элементами, как **Заголовок, Главное меню, Стандартная панель, Панель Вид, Панель текущего состояния** и **Панель свойств** мы уже знакомились в первой главе. Отличительной чертой 3D-моделирования является панель **Дерево модели**.

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект **Дерева** – сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в **Дереве модели** сразу после создания этих объектов в модели. В окне дерева отображается либо последовательность построения модели (рис. 7.1), либо ее структура (рис. 7.2).

Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки **Отображение структуры модели** на **Панели управления Дерева модели**.

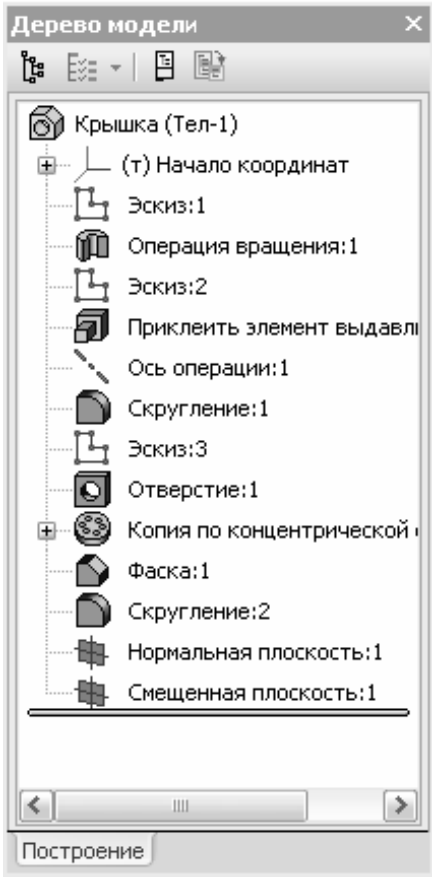


Рис. 7.1. Окно последовательности построения модели

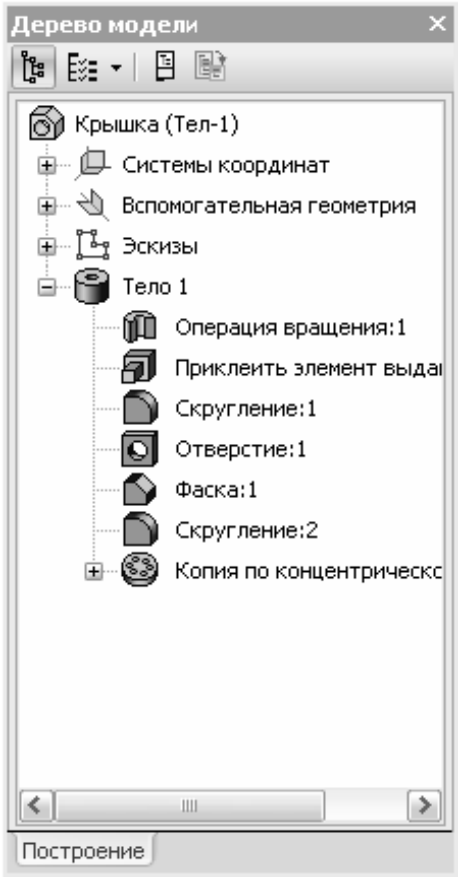


Рис. 7.2. Окно структуры объекта

7.2. Панели инструментов, сгруппированные на Компактной панели

Как упоминалось выше, **Компактная панель** для 3D-моделирования находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и **Инструментальных панелей** (рис. 7.3).

Рис. 7.3. **Компактная панель** для документа **Модель**

Каждой кнопке на **Панели переключения** соответствует одноименная панель. **Инструментальные панели** содержат наборы кнопок, сгруппированных по функциональному признаку.

В режиме трехмерного моделирования доступны следующие инструментальные панели:

– **Редактирование детали**;

– **Пространственные кривые**;

– **Поверхности**;

– **Вспомогательная геометрия**;
– **Сопряжение** (только при редактировании сборки);
– **Измерения** (3D);
– **Фильтры**;
– **Спецификация**;
– **Отчеты**;
– **Элементы оформления**;
– **Элементы листового тела** (только при редактировании детали).

7.2.1. Команды панели инструментов Редактирование детали

Операция выдавливания. Позволяет создать основание детали, представляющее собой тело выдавливания.

Операция вращения. Позволяет создать основание детали, представляющее собой тело вращения.

Кинематическая операция. Позволяет создать основание детали, представляющее результат перемещения эскиза-сечения вдоль выбранной траектории.

Операция по сечениям. Позволяет создать основание детали, указав несколько его сечений, изображенных в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям.

Деталь-заготовка. Позволяет создать основание детали, использовав в качестве образца («заготовки») существующую деталь.

Придать толщину. Позволяет придать толщину граням тела или поверхности, т.е. добавить слой материала на эти грани.

Вырезать выдавливанием. Позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания.

Вырезать вращением. Позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения**.**

Вырезать кинематически. Позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой результат перемещения эскиза-сечения вдоль траектории**.**

Вырезать по сечениям. Позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, указав несколько его сечений, изображенных в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям.

Скругление. Позволяет скруглить указанные ребра детали. Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

Фаска. Позволяет создать фаску на указанных ребрах детали. Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями.

Отверстие. Позволяет создать круглое отверстие со сложным профилем.

Ребро жесткости. Позволяет создавать ребра жесткости детали.

Уклон. Позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным к основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны к основанию.

Оболочка. Позволяет преобразовать деталь в тонкостенную оболочку. При создании оболочки все тело детали исключается из расчетов, а к ее граням добавляется слой материала, образующий оболочку.

Сечение поверхностью. Эта команда позволяет удалить часть модели, находящуюся по одну сторону от пересекающей эту модель поверхности – вспомогательной или проекционной плоскости или импортированной поверхности.

Сечение по эскизу. Позволяет удалить часть модели, находящуюся по одну сторону от пересекающей эту модель цилиндрической поверхности, образованной перемещением указанного эскиза в направлении, перпендикулярном к его плоскости.

Массив по сетке. Позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах параллелограммной сетки.

Массив по концентрической сетке. Позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их в узлах концентрической сетки.

Массив вдоль кривой. Позволяет создать массив компонентов сборки, расположив их вдоль указанной кривой.

Массив по точкам эскиза. Позволяет создать массив, экземпляры которого располагаются в построенных или спроецированных точках эскиза.

Зеркальный массив. Позволяет получить копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани.

Зеркально отразить все. Позволяет «приклеить» к детали ее зеркальную копию, то есть получить деталь, обладающую плоскостью симметрии.

Булева операция. Позволяет произвести булеву операцию над двумя телами, имеющимися в текущей модели. Результатом операции является новое тело. Оно может участвовать в любых последующих операциях, в том числе булевых.

Масштабирование. Позволяет произвести операцию масштабирования над телом или поверхностью в текущей модели. В сборках могут масштабироваться тела и поверхности, построенные как в самой сборке, так и в компонентах.

Вычесть компоненты. Эта команда позволяет образовать в редактируемой детали полость, имеющую форму другой детали. Команда доступна в режиме редактирования детали в контексте сборки.

Объединить компоненты. Позволяет создать новую деталь, являющуюся объединением двух или более деталей, входящих в сборку.

При помощи описанных выше команд можно выполнять трехмерные построения: создать основание детали, добавить дополнительные элементы (бобышки, отверстия, скругления, ребра жесткости и т.д.). Более подробно работу с этими командами изучим в процессе построения конкретных деталей.

7.2.2. Команды панели инструментов Пространственные кривые

Пространственные кривые могут быть использованы в операциях создания различных объектов: в качестве направляющих при построении основания детали, приклеенных или вырезанных кинематических элементов, при создании массивов и др.

Точка. Позволяет задать положение точки путем ввода координат или связи ее с существующим в модели точечным объектом.

Группа точек по кривой. Позволяет создать группу точек в пространстве, лежащих на существующей кривой.

Группа точек по поверхности. Позволяет создать группу точек, лежащих на существующей поверхности.

Группа точек из файла. Позволяет создать группу точек по данным, считанным из файла.

Дуга окружности. Позволяет создать дугу окружности в пространстве. Доступно несколько способов построения.

Спираль цилиндрическая. Позволяет создать цилиндрическую спираль.

Спираль коническая. Позволяет создать коническую спираль.

Ломаная. Позволяет создать пространственную ломаную.

Сплайн. Позволяет построить пространственный сплайн.

Сплайн по объектам. Позволяет построить сплайн, полностью повторяющий форму объекта (или объектов) модели. В качестве исходных объектов могут использоваться пространственные кривые, ребра тел и поверхностей, кривые эскиза.

Скругление кривых. Позволяет скруглить угол, образованный двумя кривыми. В зависимости от взаимного расположения кривых скругление выполняется дугой окружности определенного радиуса или сплайном, лежащим на цилиндрической поверхности определенного радиуса.

Соединение кривых. Позволяет соединить вершины двух кривых или начальную и конечную вершины одной кривой соединительной кривой. В качестве исходных кривых могут использоваться пространственные кривые; ребра тел и поверхностей; контуры в эскизе.

Усечение кривой. Позволяет создать усеченную копию кривой. В качестве исходной кривой может использоваться незамкнутая кривая – пространственная кривая, контур в эскизе, ребро тела или поверхности.

Эквидистанта кривой. Позволяет построить кривую, эквидистантную базовой.

Кривая пересечения поверхностей. Позволяет создать кривую пересечения двух поверхностей, двух наборов поверхностей или поверхности и набора.

7.2.3. Команды панели инструментов Поверхности

При работе в системе КОМПАС можно удалить одну или несколько граней поверхности или деталей. Доступна также и обратная операция – объединение нескольких поверхностей в одну.

Импортированная поверхность. Позволяет импортировать в файл модели КОМПАС поверхности, записанные в файлах форматов SAT или IGES.

Поверхность выдавливания. Позволяет создать поверхность выдавливания. Она образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном к его плоскости.

Поверхность вращения. Позволяет создать поверхность вращения. Она образуется вращением эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза.

Кинематическая поверхность. Позволяет создать кинематическую поверхность. Она образуется в результате перемещения эскиза-сечения вдоль выбранной траектории.

Поверхность по сечениям. Позволяет создать поверхность, указав несколько ее сечений, изображенных в разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения поверхности по сечениям.

Заплатка. Позволяет создать поверхность, ограниченную замкнутым контуром. Сегментами контура могут быть ребра тел и поверхностей, контуры эскизов, пространственные кривые. Этот контур может полностью содержаться в одном эскизе или образовываться последовательно соединяющимися объектами.

Линейчатая поверхность. Позволяет построить поверхность, образованную движением прямой линии в пространстве. Движение производится по двум направляющим. Одной из направляющих может быть точка.

Поверхность по сети кривых. Позволяет построить сплайновую поверхность по двум взаимно пересекающимся семействам кривых. Все кривые первого семейства считаются кривыми направления U, а все кривые второго семейства – кривыми направления V. Для какого-либо одного направления вместо одной или обеих крайних кривых могут быть указаны точки.

Поверхность по сети точек. Позволяет построить NURBS-поверхность по сети точек. Точки поверхности должны располагаться рядами, содержащими одно и то же количество точек. Совпадение точек не допускается.

Поверхность по пласту точек. Поверхность по пласту точек – это NURBS-поверхность или многогранная поверхность, построенная по точкам, которые образуют в пространстве пласт, т.е. расположены так, что высота их габаритного параллелепипеда мала по сравнению с его длиной и шириной. Система интерпретирует пласт точек как сеть точек и уже по этой сети создает поверхность.

Эквидистанта поверхности. Позволяет построить поверхность, эквидистантную базовой.

Усечение поверхности. Позволяет усечь поверхность при помощи объектов, лежащих на этой поверхности или пересекающих ее. Команда доступна, если в модели есть хотя бы одна поверхность.

Продление поверхности. Позволяет продлить грань поверхности или грань тела с нарушенной целостностью за пределы указанных кромок этой грани – открытых ребер.

Сшивка поверхности. Позволяет соединить открытые ребра указанных поверхностей с получением целой поверхности, а также присоединить поверхность (поверхности) к открытым ребрам детали, целостность которой нарушена. Целостность тела детали нарушается при удалении некоторых ее граней с помощью команды **Удалить** грани.

Удалить грани. Позволяет удалить грань поверхности или тела.

7.2.4. Команды панели инструментов Вспомогательная геометрия

Ось через две вершины. Позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых проходит через указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Ось на пересечении плоскостей. Позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является линией пересечения двух конструктивных плоскостей и/или плоских граней (и их продолжений).

Ось конической поверхности. Позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является осью конической (а в частном случае – цилиндрической) поверхности.

Ось через ребро. Позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых проходит через указанное прямолинейное ребро детали.

Ось через вершину по объекту. Позволяет создать вспомогательную ось, проходящую через вершину в направлении выбранного объекта или вектора.

Смещенная плоскость. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали.

Плоскость через три вершины плоскости. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через три указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т.п.) или начала координат.

Плоскость под углом к другой плоскости. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту.

Плоскость через ребро и вершину. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через прямолинейный объект и точку.

Плоскость через плоскую кривую. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные плоские кривые.

Плоскость через вершину параллельно другой плоскости. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням.

Плоскость через вершину перпендикулярно к ребру. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки перпендикулярно к указанным прямолинейным объектам.

Нормальная плоскость. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической грани детали.

Касательная плоскость. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных к цилиндрической или конической грани детали.

Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно к другому ребру. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно к другим прямолинейным объектам.

Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно к грани. Позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно к плоским объектам.

Средняя плоскость. Команда позволяет построить биссекторную плоскость двугранного угла. Двугранный угол – часть пространства, ограниченная двумя полуплоскостями, границей каждой из которых служит их общая прямая.

Линия разъема. Позволяет разбить грань (грани) детали на несколько граней. Разбиение грани (граней) происходит по линии пересечения этой грани (граней) с поверхностью, образованной перемещением указанного эскиза в направлении, перпендикулярном к его плоскости.

ЛСК. Позволяет создать в модели локальную систему координат (ЛСК).

Контрольная точка. Позволяет построить контрольные точки в модели. Контрольная точка позволяет задать пространственное положение, например, элемента трубопровода на его траектории. Свойством контрольной точки является ее положение в модели.

Присоединительная точка. Позволяет построить присоединительные точки в модели. Присоединительная точка позволяет, например, задать пространственное положение соединяемых (стыкуемых) элементов трубопровода и направление присоединяемого элемента. Свойствами присоединительной точки являются ее положение в модели и вектор, который задает направление присоединения в этой точке.

7.2.5. Команды панели инструментов Сопряжение

Параллельность. Позволяет установить параллельность выбранных объектов.

Перпендикулярность. Позволяет установить выбранные объекты перпендикулярно друг к другу.

На расстоянии. Позволяет расположить выбранные объекты на заданном расстоянии.

Под углом. Позволяет расположить выбранные объекты под заданным углом.

Касание. Позволяет установить касание выбранных объектов.

Соосность. Позволяет установить соосность выбранных объектов.

Совпадение. Позволяет установить совпадение выбранных объектов.

Вращение – вращение. Позволяет установить взаимосвязь между вращениями двух объектов, при которой вращение одного объекта влечет за собой вращение другого объекта.

7.2.6. Команды панели инструментов Измерения (3D)

Включает команды, позволяющие подсчитывать длины ребер и площади граней, определять расстояние между ними, определять массоцентровочные характеристики (МЦХ) моделей.

Расстояние и угол. Позволяет измерить расстояние и, если возможно, угол между двумя указанными объектами (конструктивными осями и плоскостями, гранями, ребрами и вершинами).

Длина ребра. Позволяет измерить длину ребера или периметр грани детали.

Площадь. Позволяет измерить площадь граней детали. Выбранные грани будут подсвечиваться. В информационном окне появится список измеренных площадей.

МЦХ модели. В КОМПАС-3D возможно измерение и расчет массоинерционных характеристик модели – объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции, направления главных осей инерции.

Проверка пересечений. Позволяет проверить, пересекаются ли указанные компоненты сборки. В результате появляется список **Обнаруженные пересечения**, содержащий названия пересекающихся (касающихся) компонентов. В окне модели подсвечивается область их пересечения (или касания).

Отклонение поверхности. Позволяет измерять расстояния между двумя объектами. Такими объектами могут быть координатные и вспомогательные плоскости, грани, поверхности, заплатки. Далее для обозначения объектов измерений будет применяться термин **Поверхность**.

Информация об объекте. Позволяет получать информацию об объектах при работе с моделями.

7.2.7. Команды панели инструментов Фильтры

Для облегчения выбора объектов нужного типа используются фильтры объектов.

Фильтровать все. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором любых объектов модели – осей, плоскостей, граней, ребер и вершин.

Фильтровать грани. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором граней детали.

Фильтровать ребра. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором ребер детали.

Фильтровать вершины. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором вершин детали.

Фильтровать конструктивные плоскости. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором плоскостей, существующих в модели.

Фильтровать конструктивные оси. Служит для включения режима, в котором возможен динамический поиск и указание курсором осей, существующих в модели.

7.2.8. Команды панели инструментов Спецификация

Команды этой панели инструментов рассмотрены в главе 4.

7.2.9. Команды панели инструментов Отчет

Отчеты могут использоваться для выпуска различных табличных документов без жесткой привязки к требованиям стандартов какой-либо одной системы или отрасли. При этом допускается редактирование данных, собранных в отчете, без ассоциативных ограничений на их изменение со стороны модели.

Создать отчет. Служит для создания табличных отчетов по объектам модели.

Управление свойствами. Служит для включения диалогового окна, позволяющего отобразить список свойств текущего документа или выбранной библиотеки свойств.

Стили отчетов. Позволяет создавать и редактировать библиотеки стилей отчетов, а также входящие в их состав стили.

7.2.10. Команды панели инструментов Элементы оформления

Условное изображение резьбы. Позволяет создать условное изображение резьбы на цилиндрической или конической поверхности модели.

Линейный размер. Позволяет проставить линейный размер между объектами различного типа.

Линейный размер от отрезка до точки. Позволяет проставить линейный размер между прямолинейным и точечным объектами.

Угловой размер. Позволяет проставить угловой размер между прямолинейными и плоскими объектами, которые являются сторонами угла.

Радиальный размер. Позволяет проставить радиальный размер к объектам различного типа.

Диаметральный размер. Позволяет проставить диаметральный размер к объектам различного типа.

Шероховатость. Позволяет создать в модели обозначение шероховатости поверхности. Обозначение шероховатости может проставляться на следующих объектах: грань тела или поверхности, ребро тела или поверхности, сегмент пространственной ломаной, размер, обозначение.

База. Позволяет создать в модели обозначение базовой поверхности. Для простановки обозначения базы могут быть указаны следующие объекты: грани поверхностей и тел, ребра поверхностей и тел, размеры, вспомогательные оси и плоскости, пространственные кривые.

Допуск формы. Позволяет создать в модели обозначение допуска формы и расположения поверхности. Обозначение допуска может быть проставлено к следующим объектам: грань тела или поверхности, координатная плоскость, вспомогательная плоскость, ребро тела или поверхности, сегмент пространственной ломаной, вспомогательная ось, размер, обозначение.

7.2.11. Команды панели инструментов Элементы листового тела

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

Сгиб. Позволяет создать сгиб вдоль ребра листового тела. Ребро должно быть прямолинейным и принадлежать внешней или внутренней плоской грани листового тела. Указанное ребро будет считаться линией сгиба, а грань – базовой гранью сгиба.

Сгиб по эскизу. Позволяет создать в детали сгиб по эскизу – элемент с несколькими сгибами, профиль которого определяется контуром в эскизе. Сгиб по эскизу располагается вдоль прямолинейного ребра (или нескольких прямолинейных ребер). Это ребро будет считаться линией сгиба, а содержащая его грань (внешняя или внутренняя) – базовой гранью сгиба.

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

Подсечка. Позволяет создать в листовом теле сразу два сгиба по прямой линии относительно какой-либо грани этого тела. Указанные линия и грань будут считаться линией сгиба и базовой гранью подсечки.

Отверстие в листовом теле. Позволяет построить круглые отверстия в листовом теле. Команда доступна, если в детали выделена плоская грань.

Вырез в листовом теле. Позволяет построить отверстия произвольной формы на внешних или внутренних плоских гранях, принадлежащих листовому телу или листовым элементам.

Пластина. Позволяет добавить к листовому телу пластину.

Замыкание углов. Позволяет замкнуть один или несколько сгибов листового тела.

Разогнуть. Команда позволяет разогнуть сгиб (несколько сгибов) листового тела.

Согнуть. Команда позволяет согнуть сгиб (несколько сгибов) листового тела.

Параметры развертки. Позволяет задать параметры отображения листового тела (тел) в развернутом виде. Не обязательно настраивать все листовые тела. Можно задать параметры развертки только для одного тела или для некоторых тел.

Развертка. Позволяет отобразить листовое тело в режиме развертки. Команда доступна, если заданы параметры развертки.

Открытая штамповка. Позволяет создать в листовом теле открытую штамповку. Команда доступна, если выделен один эскиз.

Закрытая штамповка. Позволяет создать в листовом теле закрытую штамповку. Команда доступна, если выделен один эскиз.

Жалюзи. Позволяет создать в листовом теле жалюзи по прямой линии. Фактически создание жалюзи относится не к операциям гибки, а к операциям деформирования, когда листовой материал вытягивается и его толщина уменьшается.

Буртик. Позволяет создать в листовом теле буртик с одной из трех форм сечения: круглая, U-образная,V-образная.

7.3. Эскизы и операции

Для создания объемных элементов используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело, называется **эскизом**, а само перемещение – **операцией**.

Эскизы. **Эскиз** располагается на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента или на вспомогательной плоскости. **Эскизы** создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких **контуров**.

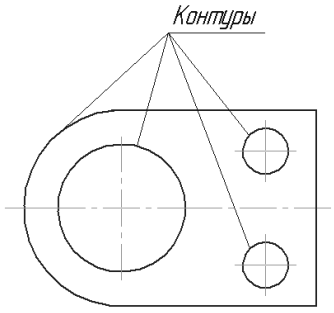
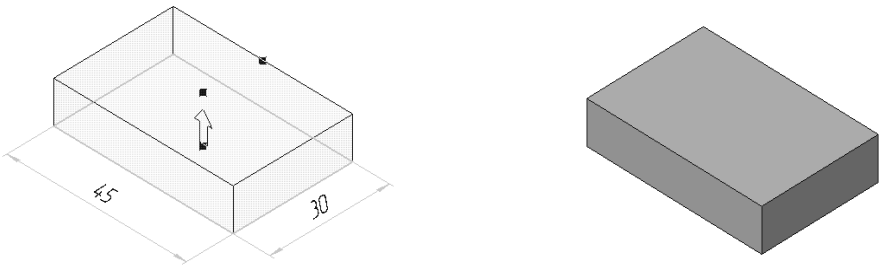


Рис. 7.4. Контуры эскиза

Контур – одно из основных понятий при описании **эскиза**. При построении **эскиза** под контуром понимается графический объект (отрезок, дуга, сплайн, прямоугольник и т.д.) или совокупность последовательно соединенных графических объектов (рис. 7.4).

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

1. **Операция выдавливания** – выдавливание эскиза перпендикулярно к его плоскости (рис. 7.5).
2. **Операция вращения** – вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости (рис. 7.6). Эскиз тела вращения состоит из контура со стилем линии **Основная** и оси вращения в виде отрезка со стилем линии **Осевая**. Контур должен располагаться с одной стороны от оси вращения.



а) *б)*

Рис. 7.5. Операция выдавливания (*а*) и трехмерная модель четырехугольной призмы (*б*)

а) *б)*

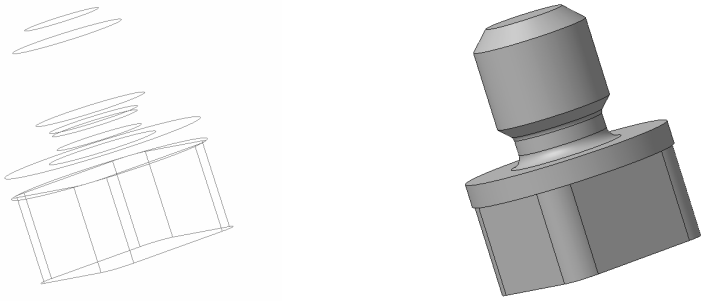
Рис. 7.6. Контур для операции вращения (*а*) и трехмерная модель объекта (*б*)

3. **Кинематическая операция** – перемещение вдоль направляющей (рис. 7.7).

а) *б)*

Рис. 7.7. Кинематическая операция (*а*) и трехмерная модель объекта (*б*)

4. **Операция по сечениям** – построение объемного элемента по нескольким эскизам (сечениям) (рис. 7.8).



а) *б)*

Рис. 7.8. Операция по сечениям (*а*) и трехмерная модель объекта (*б*)

ГЛАВА 8. СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА

Система КОМПАС предоставляет возможность на основе трехмерной модели автоматически получить традиционные чертежи, которые будут связаны с моделью, то есть изменения в модели повлекут за собой изменения в чертежах.

8.1. Команды панели инструментов Ассоциативные виды

Создать новый вид. Позволяет создать в активном чертеже новый вид. Элементы управления, расположенные на вкладке **Параметры Панели свойств** позволяют настроить параметры вида.

Стандартные виды. Позволяет выбрать существующую (сохраненную на диске) трехмерную модель и создать в активном документе чертеж этой модели, состоящий из одного или нескольких стандартных ассоциативных видов.

Произвольный вид. Позволяет выбрать существующую трехмерную модель и создать в активном документе ассоциативный вид с этой модели. По умолчанию система предлагает создание вида спереди. Вы можете указать для построения любой другой вид модели, а также создать проекцию модели в пользовательской ориентации.

Проекционный вид. Позволяет построить вид по направлению, указанному относительно другого (опорного) вида.

Вид по стрелке. Позволяет построить дополнительный вид по направлению взгляда, показанному на чертеже стрелкой. Необходимым условием корректного построения вида по стрелке является расположение стрелки именно в его опорном виде. Поэтому при создании **Стрелки взгляда** проследите, чтобы текущим был соответствующий вид.

Разрез/сечение. Позволяет построить разрез или сечение модели. Необходимым условием корректного построения разреза/сечения является расположение обозначения линии разреза именно в опорном виде.

Выносной элемент. Позволяет построить выносной элемент. Для построения выносного элемента укажите в его опорном виде обозначение выносного элемента. Это обозначение должно быть создано заранее.

Местный вид. Позволяет построить изображение отдельного, ограниченного места поверхности модели. Необходимым условием корректного построения местного вида является расположение ограничиваю-

щего его контура именно в опорном виде. Поэтому при создании контура проследите, чтобы текущим был соответствующий вид.

Местный разрез. Позволяет построить местный разрез или сечение модели. Укажите в опорном виде замкнутый контур, ограничивающий местный разрез. Необходимым условием корректного построения местного разреза является расположение контура именно в его опорном виде. Поэтому при создании контура проследите, чтобы текущим был соответствующий вид. Контур не должен иметь самопересечений.

Вид с разрывом. Позволяет трансформировать изображение на основных и дополнительных видах, например, условно удалять указанную часть (части) изображения, а оставшиеся части придвигать друг к другу. Команда может быть применена как к ассоциативным, так и к пользовательским видам чертежа. Разрыв изображения в системном виде невозможен.

Произвольный вид. Позволяет выбрать существующую трехмерную модель и создать в активном документе ассоциативный вид с этой модели. По умолчанию система предлагает создание вида спереди. Вы можете указать для построения любой другой вид модели, а также создать проекцию модели в пользовательской ориентации. Для этого разверните список **Ориентация модели** и выберите нужную строку.

8.2. Создание трех стандартных видов

Выполним рабочие чертежи трехмерной модели, представленной на рис. 8.1.

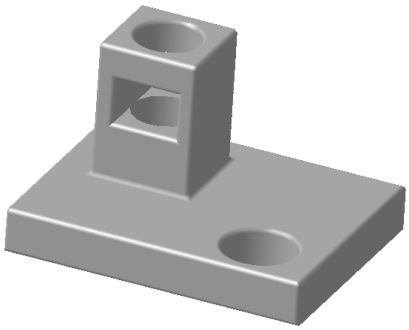


Рис. 8.1. Пример трехмерной модели объекта

Для этого требуется выполнить следующие действия:

1. Создать документ **Чертеж**. Для вычерчивания стандартных видов выберите формат А3 с основной надписью **Чертеж конструкторский**, **Первый лист**.

2. Последовательно активизируйте команды: **Ассоциативные виды,** **Стандартные виды.** На экране появится окно **Выберите модель** (рис. 8.2).

В нем отображается список имен открытых на данный момент 3D-документов. Чтобы выбрать модель, файл которой в настоящее время не открыт, нажмите кнопку **Из файла**.

3. После выбора требуемого документа на экране появятся три прямоугольника – основные виды и панель свойств.

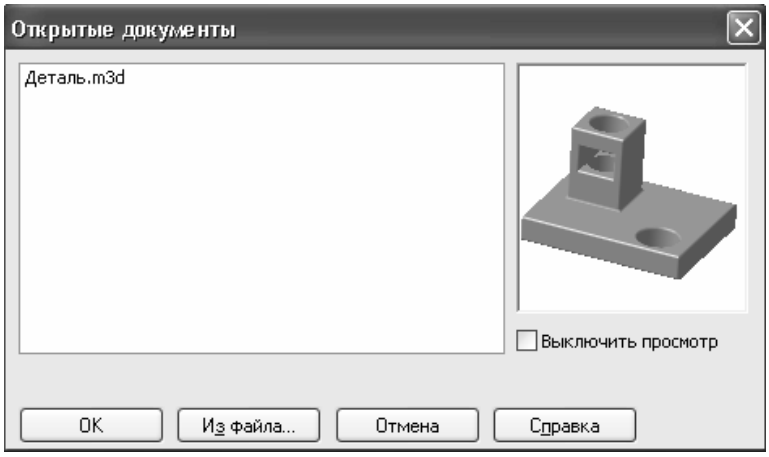
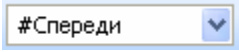


Рис. 8.2. Диалоговое окно для выбора требуемой модели

4. Пользуясь **Ориентацией главного вида**, установите необходимую: 

.

5. Активизируйте кнопку **Схема** на **Панели свойств** – откроется окно **Выберите схему видов** (рис. 8.3). Щелкая по предлагаемым видам, выберите необходимые. В этом же окне установите **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали**, например, 50 и 50. При необходимости подберите удобный масштаб в поле **Масштаб вида** (например, 2:1) на **Панели свойств**.

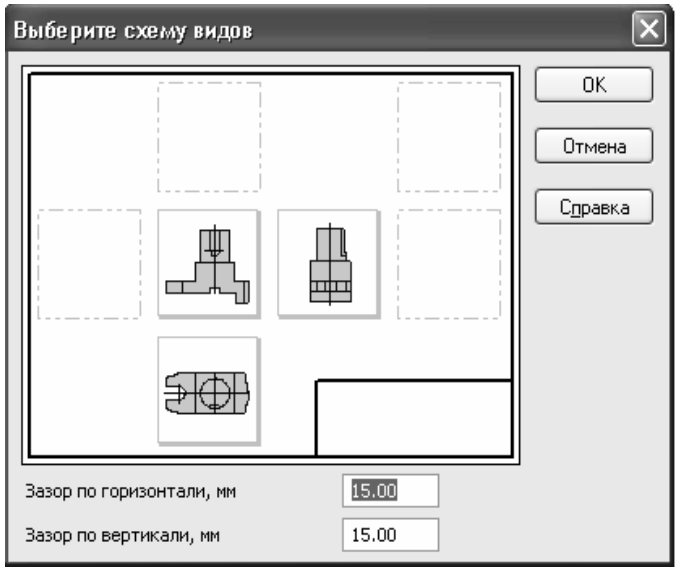


Рис. 8.3 Окно для выбора схемы требуемых видов

6. Активизируйте команду **Линии** – **Панель свойств** изменит вид (рис. 8.4). Появившиеся команды позволяют включать или отключать отображения невидимых линий и линий перехода поверхностей и определять их стиль.

Рис. 8.4. Вкладка **Линии** на **Панели свойств**

7. Активизируйте команду **Показать** в группе **Линии переходов**.

8. Укажите точку привязки – точку начала координат главного вида. В текущий чертеж будут вставлены выбранные виды, а в основную надпись передадутся сведения – обозначение, материал. Система рассчитает массу и проставит масштаб (рис. 8.5).

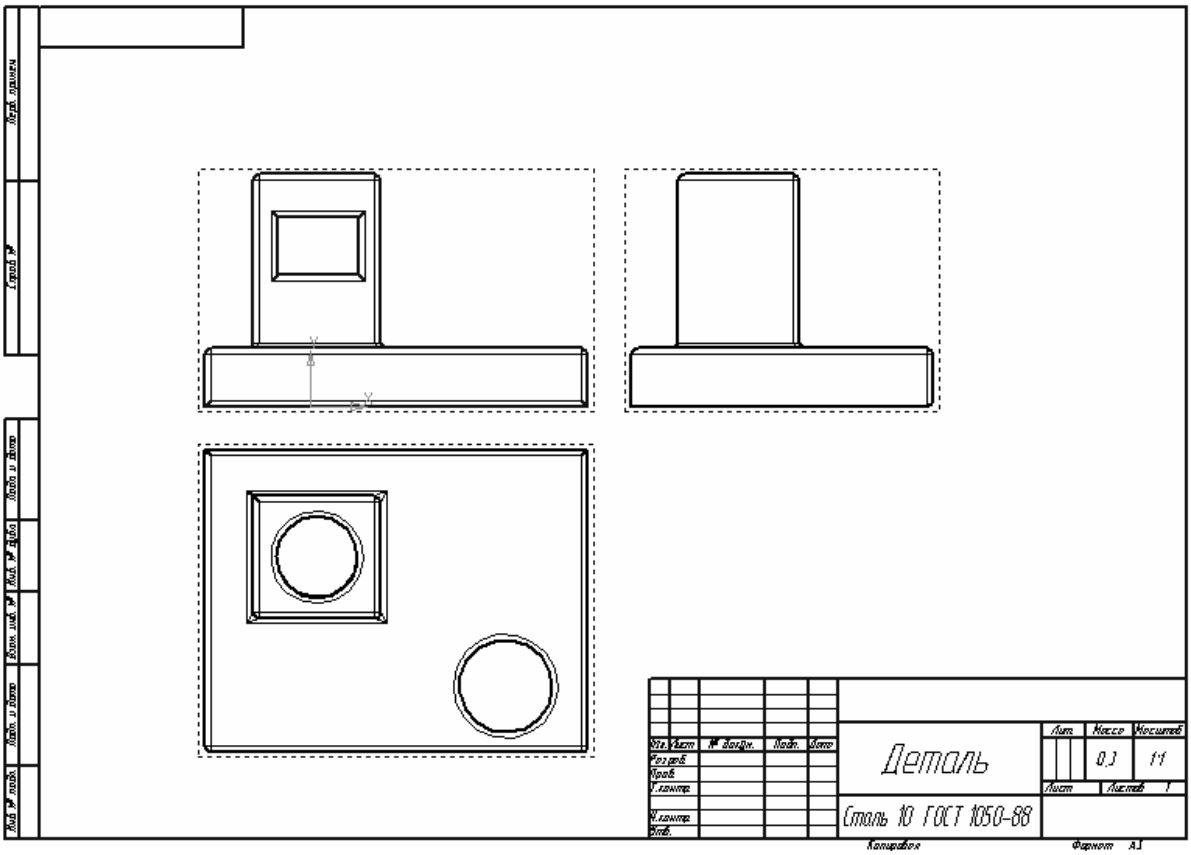


Рис. 8.5. Пример создания ассоциативных видов

ГЛАВА 9. СОЗДАНИЕ СБОРОК

9.1. Основные понятия и определения

Основные термины, определения и сокращения определены в ГОСТ 2.052-2006 «ЕСКД. Электронная модель изделия», в котором определены соответствующие термины, определения и сокращения.

Электронная модель изделия (модель, ЭМД) – это электронная модель детали или сборочной единицы по ГОСТ 2.102.

Сборка – это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подсборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и связях между параметрами их элементов.

Подсборка – сборка, входящая в состав текущей сборки.

Компонент – деталь, подсборка или стандартное изделие, входящее в состав сборки.

Модели компонентов сборки записываются в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся только ссылки на эти компоненты.

Можно задать состав сборки, внося в нее новые компоненты или удаляя существующие. Можно указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами (например, совпадение граней двух деталей или соосность втулки и отверстия). Эти параметрические связи называются сопряжениями.

Сопряжение – параметрическая связь между компонентами сборки, формируемая путем задания взаимного положения их элементов (например, параллельности граней или совпадение вершин).

Проектирование сборки может быть выполнено тремя способами: **Снизу вверх**, **Сверху вниз** и **Смешанным способом**.

Проектирование сборки Снизу вверх представляет собой процесс, при котором вначале создаются все компоненты сборки, затем производится их сборка. Компоненты можно вставить в сборку, а затем установить требуемые сопряжения между ними. Этот способ проектирования напоминает действия слесаря-сборщика, последовательно добавляющего в сборку детали и узлы и устанавливающего их взаимное положение.

Несмотря на кажущуюся простоту, такой порядок проектирования применяется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из не-

большого количества деталей. Это вызвано тем, что форма и размеры деталей в сборках всегда взаимосвязаны. Для моделирования отдельных деталей с целью последующей их «сборки» требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять, помнить (или специально записывать) размеры одних деталей, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

Проектирование сборки Сверху вниз представляет собой процесс, при котором если компоненты еще не существуют, то их можно моделировать прямо в сборке. При этом первый компонент (например, деталь) моделируется в обычном порядке, а при моделировании следующих компонентов используются существующие.

Например, эскиз основания новой детали создается на грани существующей детали и повторяет ее контур, а траекторией этого эскиза при выполнении кинематической операции становится ребро другой детали. В этом случае ассоциативные связи между компонентами возникают непосредственно в процессе построения, а впоследствии при редактировании одних компонентов другие перестраиваются автоматически.

Кроме автоматического возникновения ассоциативных связей происходит и автоматическое определение большинства параметров компонентов, что избавляет пользователя от необходимости помнить или самостоятельно вычислять эти параметры. Например, толщина прокладки, создаваемой непосредственно в сборке, автоматически подбирается так, чтобы эта прокладка заполняла пространство между деталями (при проектировании **Снизу вверх** пользователю пришлось бы вычислить расстояние между деталями и задать соответствующую ему толщину прокладки); если в результате редактирования моделей расстояние между деталями изменится, то толщина прокладки также изменится автоматически (если модель прокладки была построена отдельно, ее толщина остается постоянной и при перестроении соседних деталей может оказаться, что прокладка не заполняет зазор между ними или, наоборот, пересекает тела деталей).

Такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием **Снизу вверх**. Он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Если применить предложенную в предыдущем разделе аналогию с процессом черчения, можно сказать, что при проектировании **Сверху вниз** вначале создается сборочный чертеж изделия, и лишь затем (на его основе) – чертежи деталей.

Смешанный способ проектирования сборки – это наиболее часто используемый способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования **Сверху вниз** и **Снизу вверх**. В сборку вставляются готовые модели компонентов, определяющих ее основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Например, при проектировании редуктора вначале создаются модели отдельных деталей зубчатых колес, затем эти детали вставляются в сборку и производится их компоновка. Остальные компоненты (например, корпус, крышки и прочие детали, окружающие колеса и зависящие от их размера и положения) создаются «на месте» (в сборке) с учетом положения и размеров окружающих компонентов.

9.2. Создание документа Сборка

Для создания документа **Сборка**:

- щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке под названием **Создать**. Появится диалоговое окно **Новый документ** с открытой вкладкой **Новые документы** (рис. 9.1).

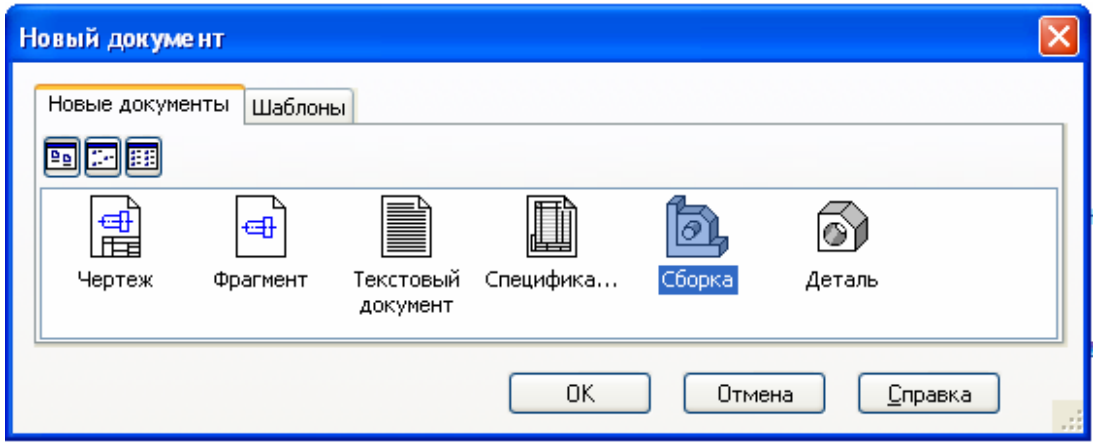


Рис. 9.1. Окно **Новый документ**

- щелкните в диалоговом окне **Новый документ** по пиктограмме **Сборка** и подтвердите выбор, нажав кнопку **ОК** (см. рис. 9.1). Появится **Главное окно** системы в режиме **Сборка** (рис. 9.2);

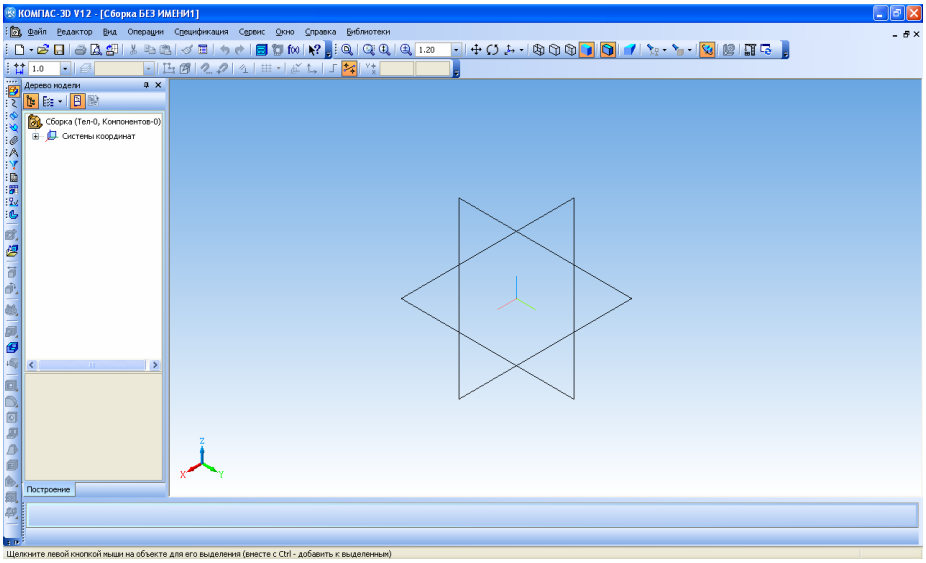


Рис. 9.2. Главное окно системы в режиме **Сборка**

- щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Сохранить** – третьей кнопке – кнопке с изображением дискеты. Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**;
- введите в поле **Имя файла** имя нового файла, например, **Клапан распределительный** и щелкните по кнопке **ОК**.

9.3. Графическое окно системы в режиме работы со Сборкой

Для входа в режим создания сборки:

- щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Создать** – первой кнопке. Появится диалоговое окно **Новый документ**;
- щелкните по вкладке **Новые документы**, а затем дважды – по пиктограмме **Сборка**. Появится главное окно системы в режиме работы со **Сборкой** (см. рис. 9.2).

Графическое окно системы в режиме работы со **Сборкой**, кроме общих для системы элементов, содержит и свои специфические пункты меню, панели инструментов, контекстные меню и другие дополнительные элементы. Поэтому перед началом создания **Сборки** рассмотрим подробнее интерфейс главного окна системы в режиме работы со **Сборкой**.

В верхней строке главного окна дается название и номер версии системы – КОМПАС-3D V12. Далее в квадратных скобках указывается тип открытого документа – полный путь (последовательность вложенных

папок, определяющих положение файла на жестком диске) и имя файла (документа) или только имя файла, с которым в настоящее время работает система. При работе системы в режиме **Сборка** файл имеет расширение .a3d.

Во второй строке располагаются пункты главного меню. В третьей – четвертой строках расположены соответственно панели инструментов **Стандартная**, **Вид** и **Текущее состояние**.

В середине экрана – рабочая область, в которой располагаются по мере надобности те или иные документы.

В левой части, как правило, располагается **Дерево модели**. Ниже рабочей области может располагаться, по мере необходимости, **Панель свойств** и **Компактная панель**.

Самая нижняя строка экрана – **Строка сообщений** (состояния). В этой строке часто расшифровываются производимые в текущий момент действия.

Вид окна и режим работы системы зависят от вида документа, с которым работает пользователь. Число и места установки панелей инструментов на экране зависят от пожелания пользователя.

Главное меню окна **Сборка** включает несколько пунктов меню (рис. 9.3).

Рис. 9.3. Главное меню окна **Сборка**

Щелчок по любому из пунктов главного меню вызывает соответствующее выпадающее меню. Ограничимся рассмотрением только тех выпадающих меню, которые включают дополнительные пункты меню, специфические для данного режима работы:

1. Выбор в главном меню пункта **Редактор** или нажатие комбинации клавиш **Alt+P** вызывает выпадающее меню редактирования сборки (рис. 9.4).

   Для выполнения того или иного действия данного выпадающего меню необходимо вначале выделить редактируемый или удаляемый объект (объекты).

Выпадающее меню пункта главного меню **Редактирование** в режиме **Сборка** включает несколько пунктов:

- **Редактировать компонент** вызывает всплывающее меню, показанное на рис. 9.5.

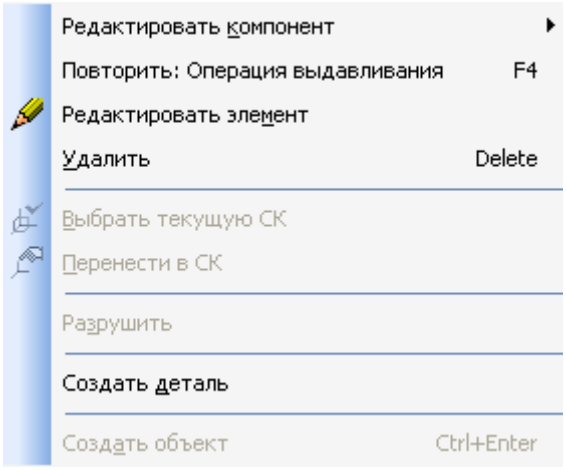


Рис. 9.4. Меню редактирования сборки

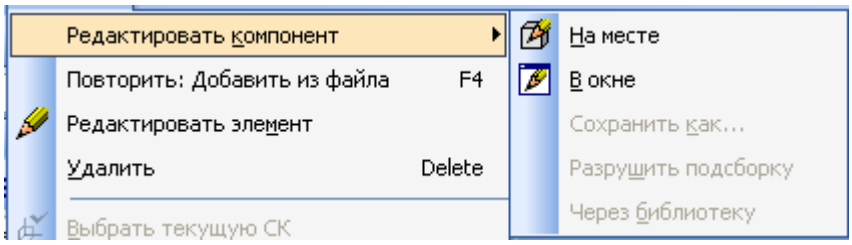


Рис. 9.5. Всплывающее меню, вызываемое командой **Редактировать компонент**

Всплывающее меню включает следующие пункты:

- **На месте** начинает редактирование выделенного компонента в текущем окне сборки в окружении других компонентов;
- **В окне** начинает редактирование компонента сборки в отдельном окне, содержащем только этот компонент (без остальных компонентов);
- **Сохранить как**;
- **Разрушить подсборку**;
- **Через библиотеку** редактирует параметры компонента сборки, вставленного в нее из прикладной библиотеки;

- **Повторить** или нажатие функциональной клавиши **F4** позволяет повторить последнюю выполненную команду.
- **Редактировать элемент** позволяет изменить параметры выделенного объекта;

- **Удалить** удаляет выделенный объект (формообразующий элемент, эскиз, конструктивную ось, плоскость, компонент сборки и т.д.) или несколько выделенных объектов. Если на удаляемом объекте базируются другие объекты (например, на грани удаляемой детали изображен эскиз вырезанного из сборки элемента) или удаляемый объект участвует в сопряжениях, то на экране появляется диалоговое окно **Удалить объекты** – с предупреждением. В диалоговом окне **Удалить объекты** перечисляются элементы и сопряжения, которые затрагивает операция удаления. Вы можете отказаться от удаления или подтвердить его. Обратите особое внимание на то, что отменить удаление объекта в документе модели невозможно. Поэтому командой удаления нужно пользоваться очень осторожно.
- **Разрушить** позволяет разрушить массивы компонентов, выделенные в **Дереве модели**, на отдельные компоненты.
- **Создать объект** или нажатие комбинации клавиш **Ctrl+Enter** позволяет создать объект.

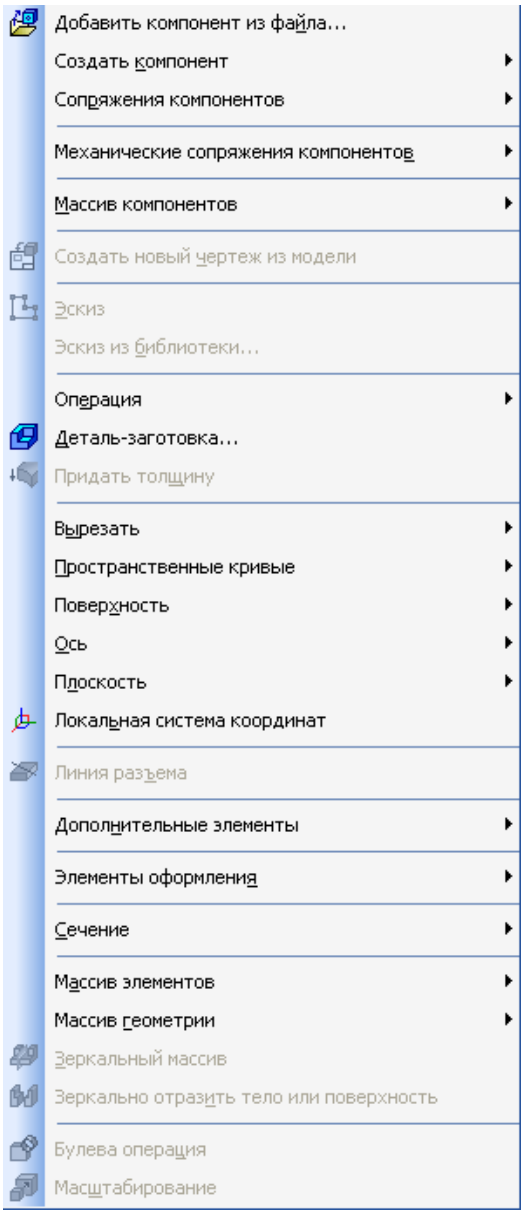


Рис. 9.6. Выпадающее меню пункта **Операции**

2. Выбор в главном меню пункта **Операции** или нажатие комбинации клавиш **Alt+ц** вызывает выпадающее меню (рис. 9.6).

Меню предлагает следующие команды:

- **Добавить компонент из файла…** вызывает

диалоговое окно **Выберите модель** для вставки в текущую сборку детали или подсборку, существующие в файле на диске;

- **Создать компонент** вызывает всплывающее меню, показанное на рис. 9.7.

Рис. 9.7. Всплывающее меню, вызываемое командой **Создать компонент**

Всплывающее меню пункта **Создать компонент** включает два пункта:

- **Деталь –** начинает построение детали непосредственно в текущей сборке;
- **Сборка –** начинает построение подсборки непосредственно в текущей сборке.

- **Сопряжения компонентов** вызывает всплывающее меню, показанное на рис. 9.8.

  Всплывающее меню пункта **Сопряжения компонента** включает несколько команд:

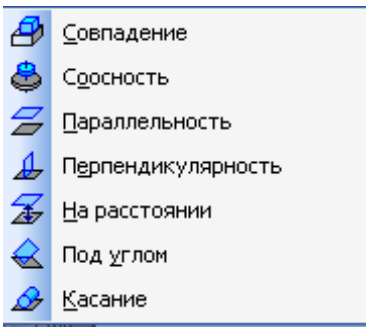


Рис. 9.8. Всплывающее меню, вызываемое командой **Сопряжения компонентов**

- **Совпадение** устанавливает совпадение выделенных элементов;
- **Соосность** устанавливает соосность выделенных элементов;
- **Параллельность** устанавливает параллельность выделенных элементов;
- **Перпендикулярность** устанавливает выделенные элементы перпендикулярно друг к другу;
- **На расстоянии** устанавливает выделенные элементы на заданном расстоянии;
- **Под углом** располагает выделенные элементы под заданным углом;
- **Касание** устанавливает касание выделенных элементов.

Остальные пункты выпадающего меню описаны в режиме работы с **Деталью**. Только вместо пункта **Массив элементов** введен пункт **Массив компонентов** с соответствующим всплывающим меню.

Всплывающее меню пункта **Массив компонентов** (см. рис. 9.6) включает несколько пунктов:

- **По образцу** создает массив компонентов текущей сборки, располагая их так же, как расположены объекты другого, уже существующего, массива (образца);
- **По сетке** создает массив компонентов сборки, располагая их в узлах параллелограммной сетки;
- **По концентрической сетке** создает массив компонентов сборки, располагая их в узлах концентрической сетки;
- **Вдоль кривой** создает массив компонентов сборки, располагая их вдоль указанной кривой.

9.4. Компактные панели в режиме Сборка

Общий вид панели инструментов **Компактная панель** в активном документе **Сборка** представлен на рис. 9.9.

Рис. 9.9. Компактная панель в активном документе **Сборка**

Эта панель может быть размещена в удобном для пользователя месте, например, в нижней части экрана, сразу же за рабочей областью.

Компактная панель включает большой набор кнопок-переключателей. Щелчок по кнопке-переключателю обеспечивает вызов соответствующей панели инструментов, появляющейся в правой части **Компактной панели**.

Ниже представлены кнопки-переключатели **Компактной панели** в режиме **Сборка**:

Редактирование сборки;

Пространственные кривые;

Поверхности;

Вспомогательная геометрия;

Сопряжения;

Измерения (3D);

Фильтры;

Спецификация;

Отчеты;

Элементы оформления;

Листовое тело.

Компактная панель в режиме работы со **Сборкой** практически такая же, что и в режиме работы с **Деталью**, за исключением двух кнопок – первой кнопки-переключателя **Редактирование сборки**, вызывающей соответствующую панель инструментов, и пятой кнопки **Сопряжения**, также вызывающей соответствующую панель инструментов. Более подробно разберем только эти кнопки, т.к. остальные были рассмотрены в главе 3.

9.4.1. Панель Редактирование сборки

Компактная панель в режиме работы со **Сборкой** с активной кнопкой-переключателем **Редактирование сборки** (см. рис. 9.9) включает следующий набор кнопок:

Создать компонент – Деталь позволяет начать построение детали непосредственно в текущей сборке. Эта кнопка доступна, если в текущей модели выделен какой-либо плоский объект (вспомогательная или проекционная плоскость или плоская грань);

Добавить компонент из файла... позволяет вставить в текущую сборку деталь или подсборку, существующую в файле на диске;

Переместить компонент позволяет переместить компонент сборки;

Повернуть компонент вокруг центральной точки позволяет повернуть компонент вокруг центральной точки его габаритного параллелепипеда;

Массив по образцу позволяет создать массив компонентов и/или массивов компонентов текущей сборки, расположив их так же, как расположены объекты другого, уже существующего, массива (образца);

Операции выдавливания позволяет добавить к модели формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания. Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном к его плоскости. Команда доступна, если выделен один эскиз;

Деталь-заготовка позволяет начать построение тела, используя в качестве образца («заготовки») существующую деталь.

Придать толщину позволяет придать толщину граням тела или поверхности.

Вырезать выдавливанием позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело выдавливания. Команда доступна, если выделен один эскиз;

Скругление позволяет скруглить указанные ребра модели. Команда не выполняется для ребер, образованных гладко сопряженными гранями;

Отверстие позволяет создать круглое отверстие со сложным профилем. Перед вызовом команды требуется выделить плоский объект (плоскую грань детали, вспомогательную или конструктивную плоскость), на котором должно располагаться отверстие;

Ребро жесткости позволяет создавать в модели ребра жесткости. Команда доступна, если выделен один эскиз;

Уклон позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным к грани-основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны к грани-основанию;

Оболочка позволяет преобразовать тело (или несколько тел) в тонкостенную оболочку (или оболочки). При создании оболочки все указанное тело исключается из расчетов, а к его граням добавляется слой материала, образующий оболочку;

Сечение поверхностью позволяет удалить часть модели, находящуюся по одну сторону пересекающей эту модель поверхности – вспомогательной или проекционной плоскости или импортированной поверхности;

Массив по сетке позволяет создать массив, элементы которого располагаются в узлах параллелограммной сетки;

Зеркальный массив позволяет получить копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани;

Булева операция позволяет произвести булеву операцию над двумя телами, имеющимися в текущей модели. Результатом операции является новое тело. Оно может участвовать в любых последующих операциях, в том числе булевых. Команда доступна, если в модели имеется более одного тела;

Масштабирование позволяет масштабировать модель;

Новый чертеж из модели позволяет создать чертеж с ассоциативным видом текущей трехмерной модели.

9.4.2. Панель Сопряжения

Компактная панель в режиме работы со **Сборкой** с активной кнопкой **Сопряжения** показана на рис. 9.10.

Рис. 9.10. Компактная панель в режиме работы со **Сборкой** с активной кнопкой **Сопряжения**

Эта панель включает следующий набор кнопок:

Параллельность позволяет установить параллельность выбранных элементов;

Перпендикулярность позволяет установить выбранные элементы перпендикулярно друг к другу;

На расстоянии позволяет установить выбранные элементы на заданном расстоянии друг от друга;

Под углом позволяет установить выбранные элементы под заданным углом друг к другу;

Касание позволяет установить касание выбранных элементов;

Соосность позволяет установить соосность выбранных элементов;

Совпадение позволяет установить совпадение выбранных элементов.

9.5. Добавление компонентов в сборку

В системе КОМПАС-3D существует два способа включения компонентов в сборку:

1. Добавлением уже готовых (созданных заранее и хранящихся на диске) компонентов. Этот способ применяется при проектировании сборки «снизу вверх». Разновидностью этого способа является добавление в сборку стандартных изделий и моделей из библиотеки.

2. Создание компонентов в контексте сборки или создание компонентов «на месте». Этот способ применяется при проектировании сборки «сверху вниз».

Если указанные способы включения компонентов в сборку сочетаются (часть компонентов добавляется с диска, другая часть строится на месте), то проектирование сборки называется смешанным.

Кроме того, в КОМПАС-3D можно без вызова специальной команды вставить в сборку несколько одинаковых компонентов.

ГЛАВА 10. ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «ПЛОСКИЙ КОНТУР»

10.1. Краткие теоретические сведения

В этой главе рассмотрен пример построений на плоскости. Полученные изображения (в данном случае плоский контур) могут быть одной из проекций по 2D-технологии или контуром для получения объемной модели, например, путем выдавливания или вращения.

Целью этого задания является изучение основных команд создания и редактирования геометрических объектов, а также команд панели инструментов «Нанесение размеров». Задания подобраны таким образом, чтобы охватить как можно большее количество команд. Для этого в них включены повторяющиеся элементы и геометрические построения (сопряжения). Знания, полученные при выполнении этого задания, являются базой для выполнения всех последующих чертежей в графическом редакторе КОМПАС-3D не только по дисциплине «Инженерная графика», но и при выполнении чертежей курсовых и дипломных проектов.

10.2. Индивидуальное задание

На формате А4 выполнить чертеж плоского контура по заданным размерам. Нанести размеры. Оформить чертеж (заполнить основную надпись).

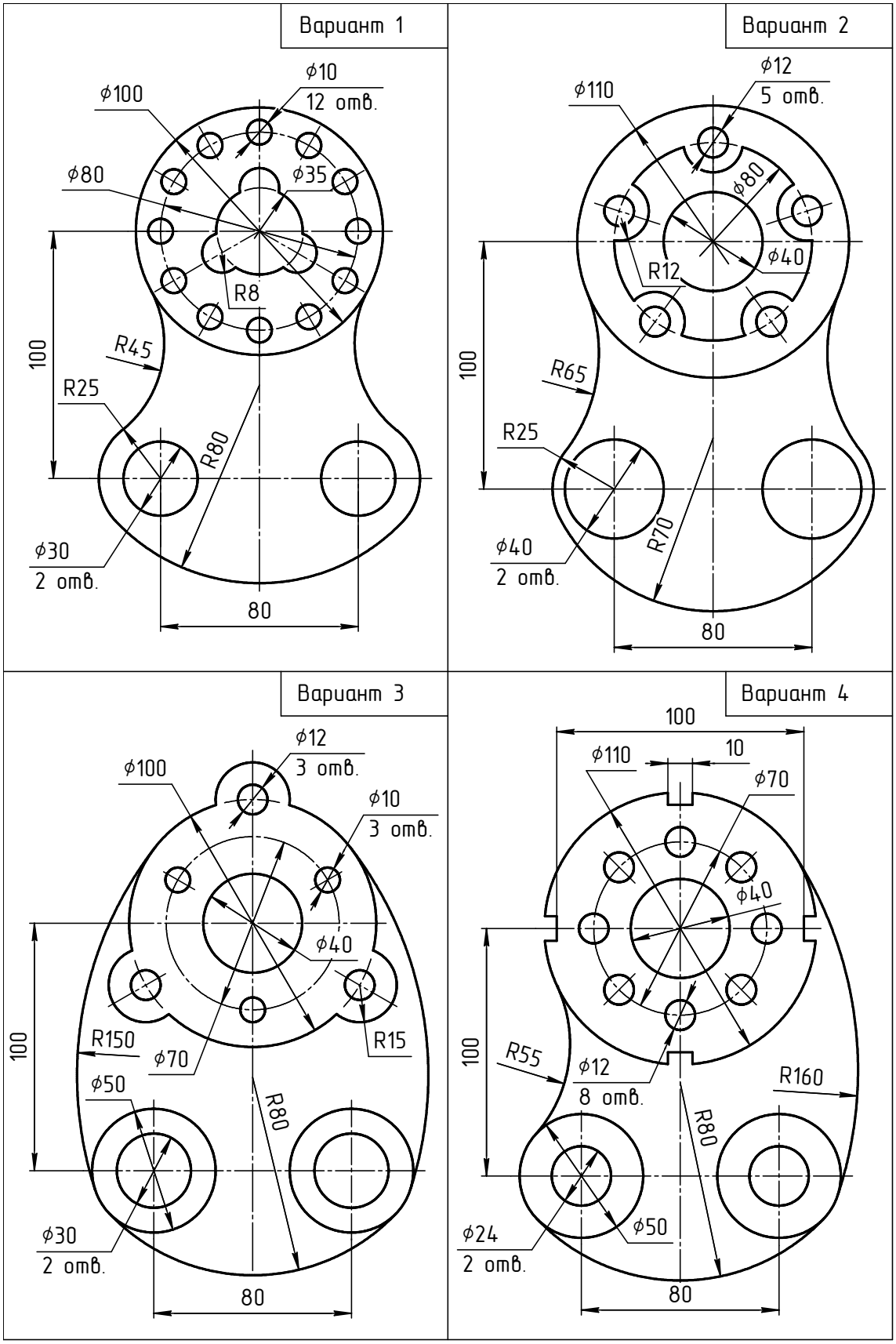
Для выполнения задания необходимо изучить основные принципы работы с документом **Чертеж**, знать расположение команд на панелях инструментов, уметь создавать и редактировать геометрические объекты, наносить размеры и т.д.

Варианты заданий представлены в табл. 10.1. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале группы.

Готовый чертеж в электронном виде проверяет преподаватель, после чего студент распечатывает чертеж.

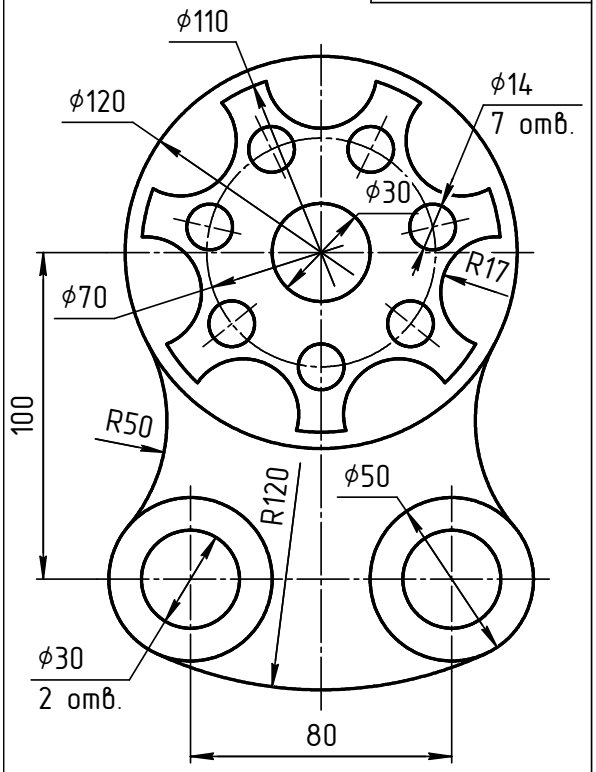
Таблица 10.1

Варианты заданий «Плоский контур»

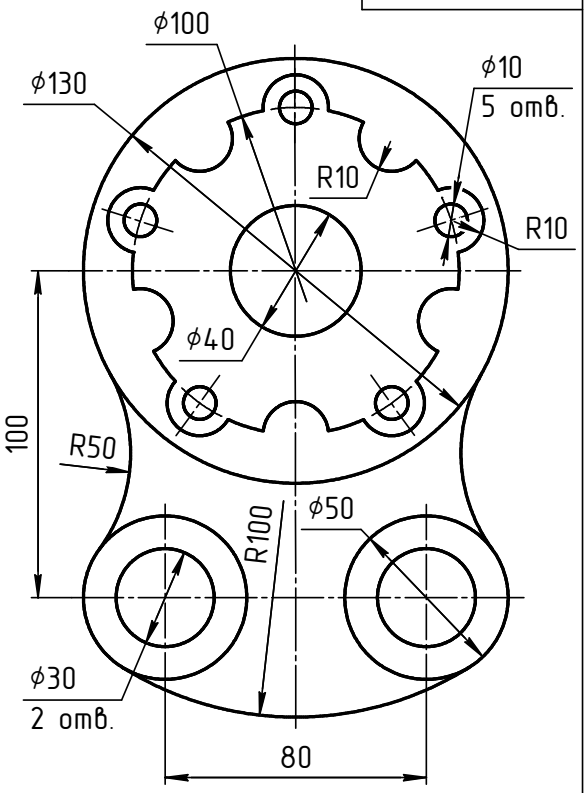


Продолжение табл. 10.1

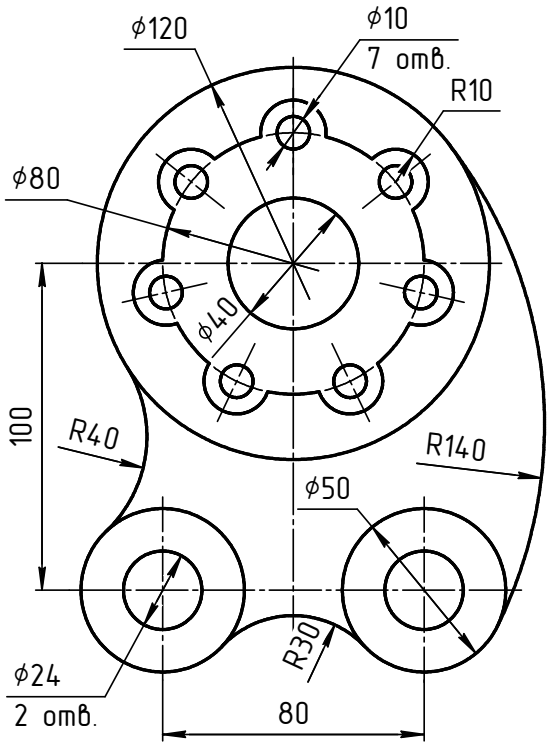
Вариант 5



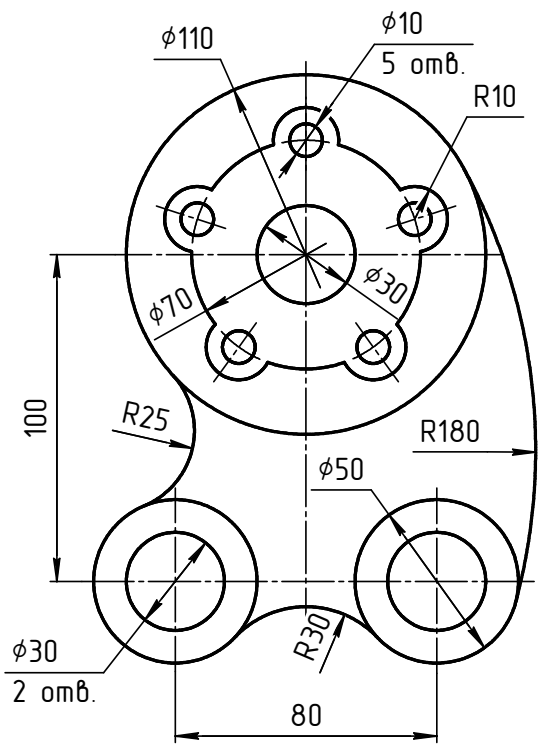
Вариант 6

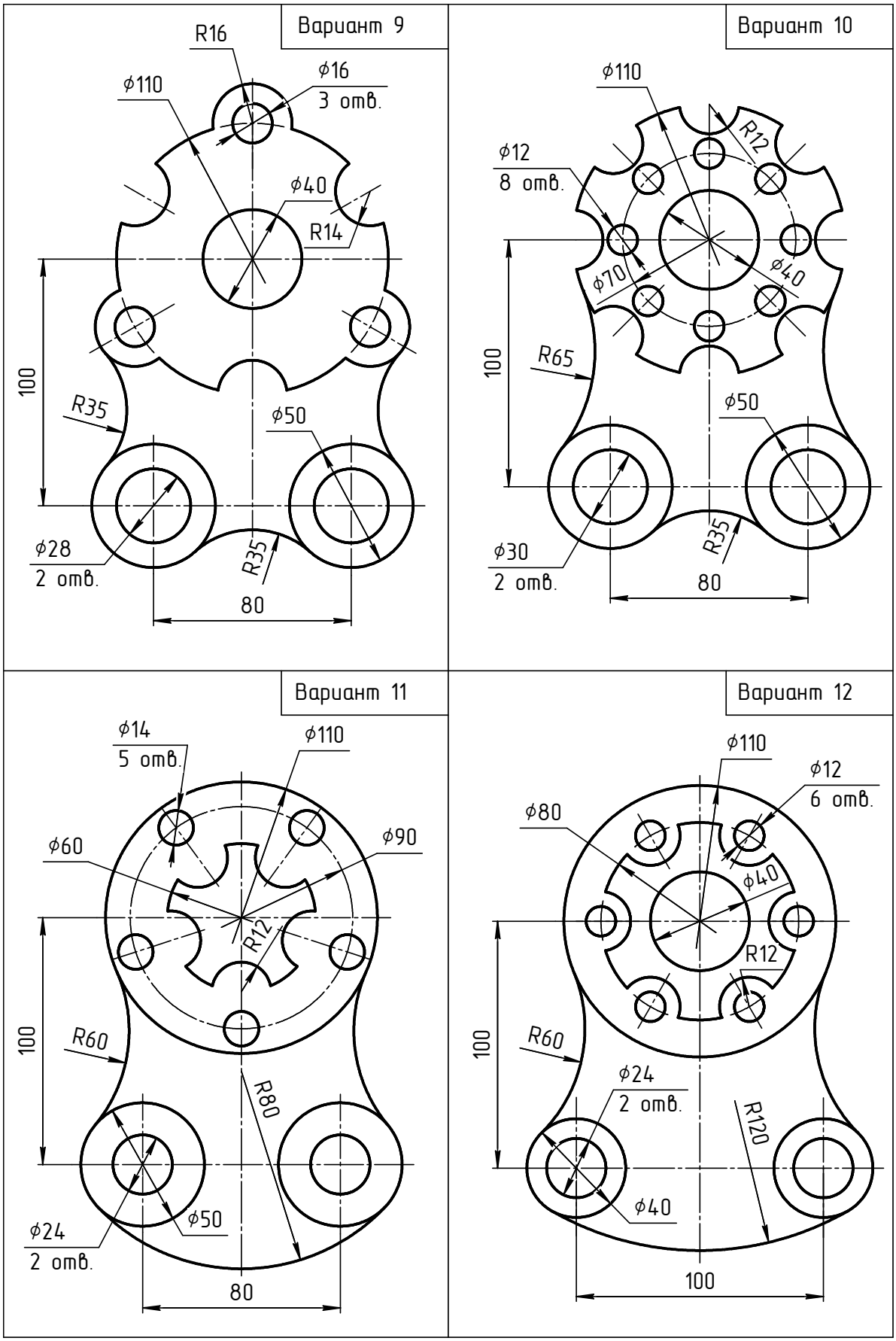


Вариант 7



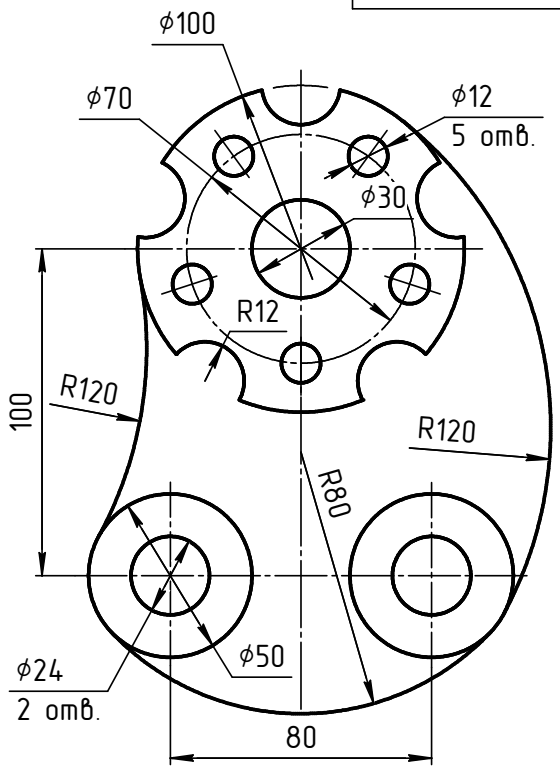
Вариант 8



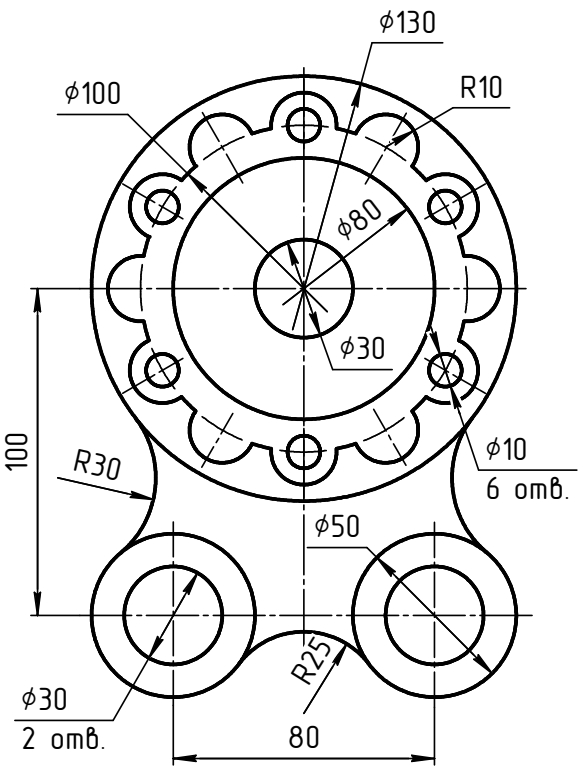

Вариант 9
R16
ϕ16
3 отв.
ϕ110
ϕ40
R14
100
R35
ϕ50
ϕ28
2 отв.
R35
80
Вариант 10
ϕ110
R12
ϕ12
8 отв.
ϕ70
ϕ40
100
R65
ϕ50
ϕ30
2 отв.
R35
80
Вариант 11
ϕ14
5 отв.
ϕ110
ϕ60
ϕ90
R12
100
R60
R80
ϕ50
ϕ24
2 отв.
80
Вариант 12
ϕ110
ϕ12
6 отв.
ϕ80
ϕ40
R12
100
R60
ϕ24
2 отв.
R120
ϕ40
100

Продолжение табл. 10.1

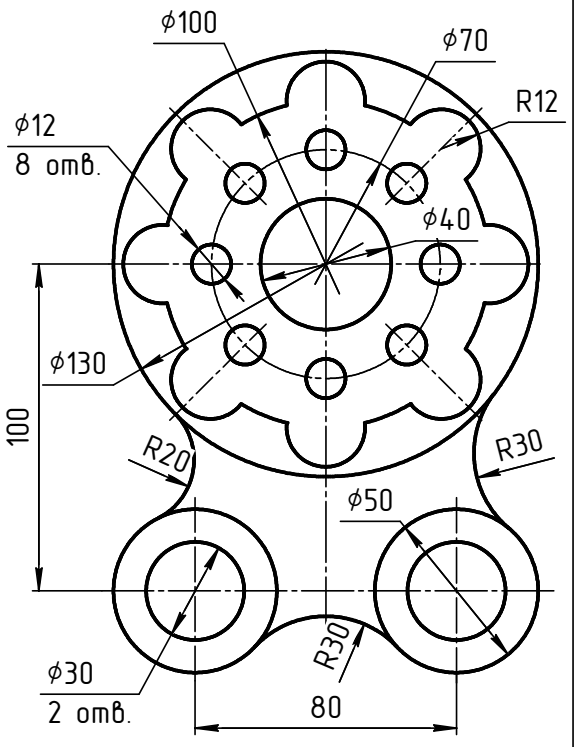
Вариант 13



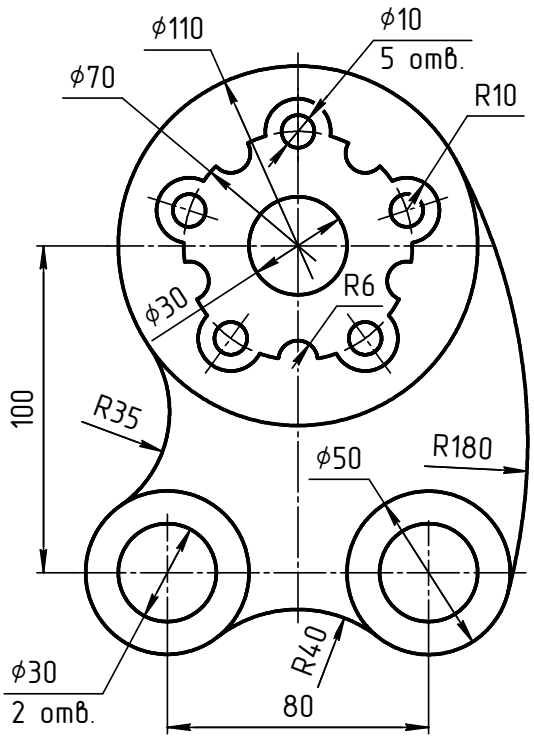
Вариант 14

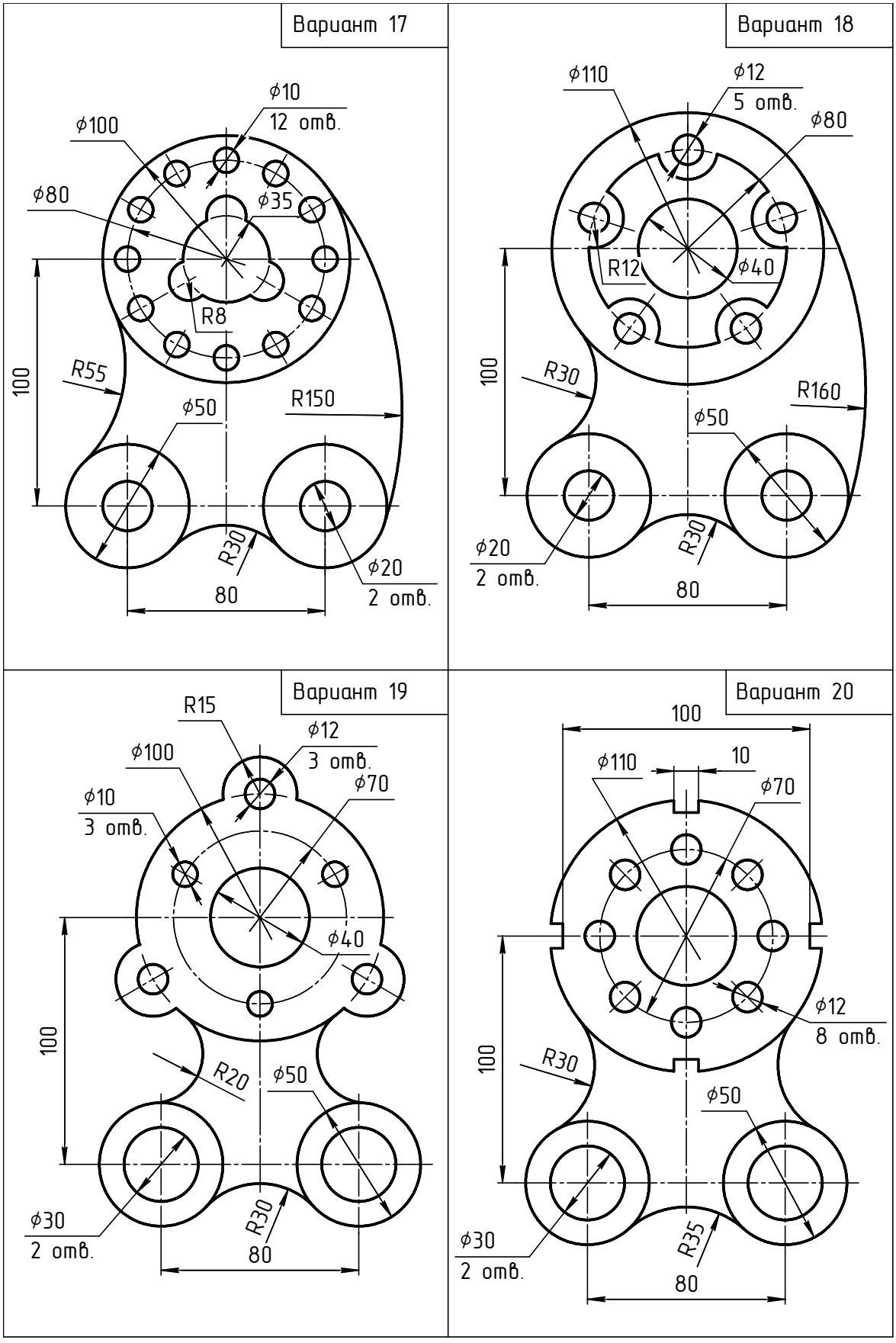


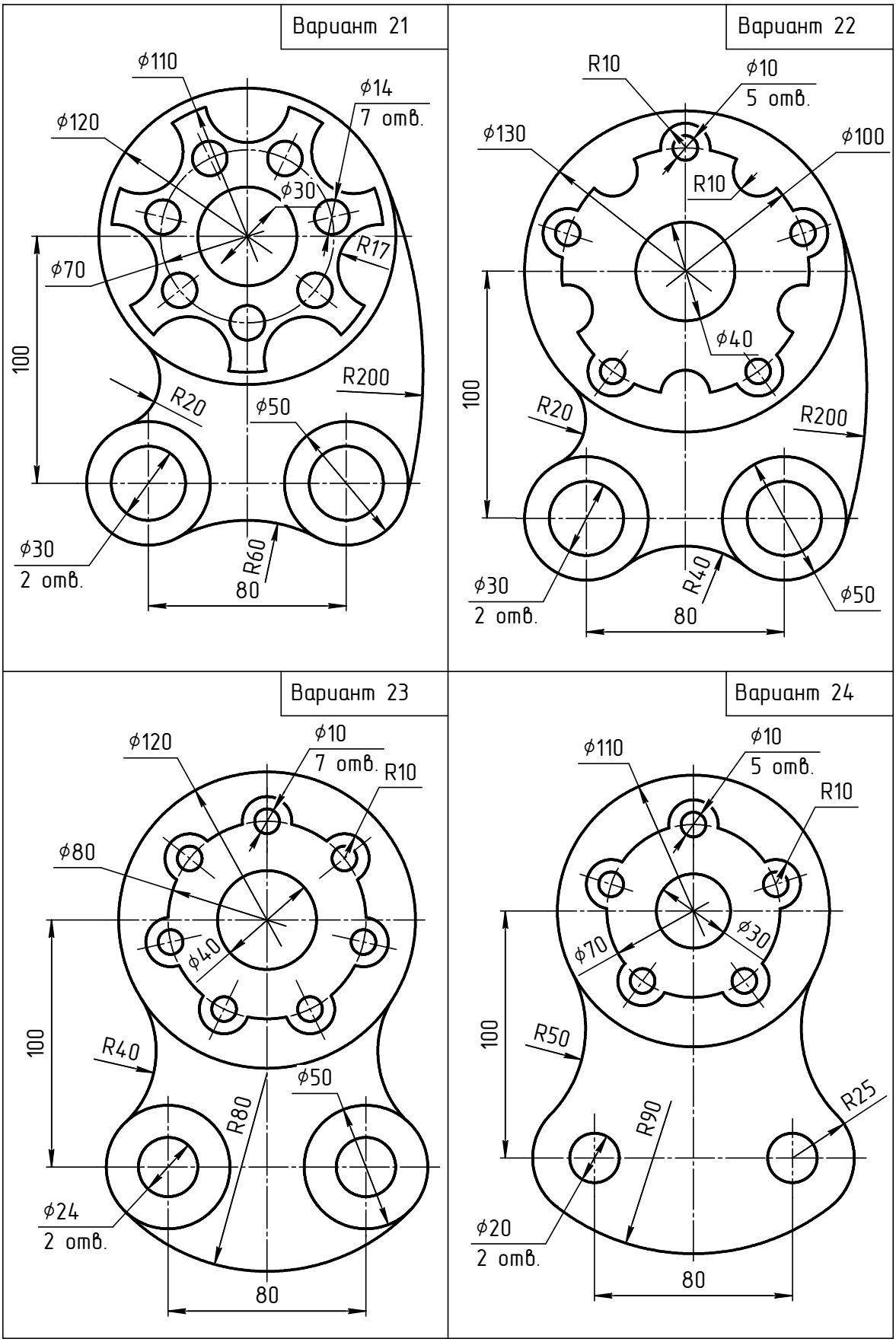
Вариант 15



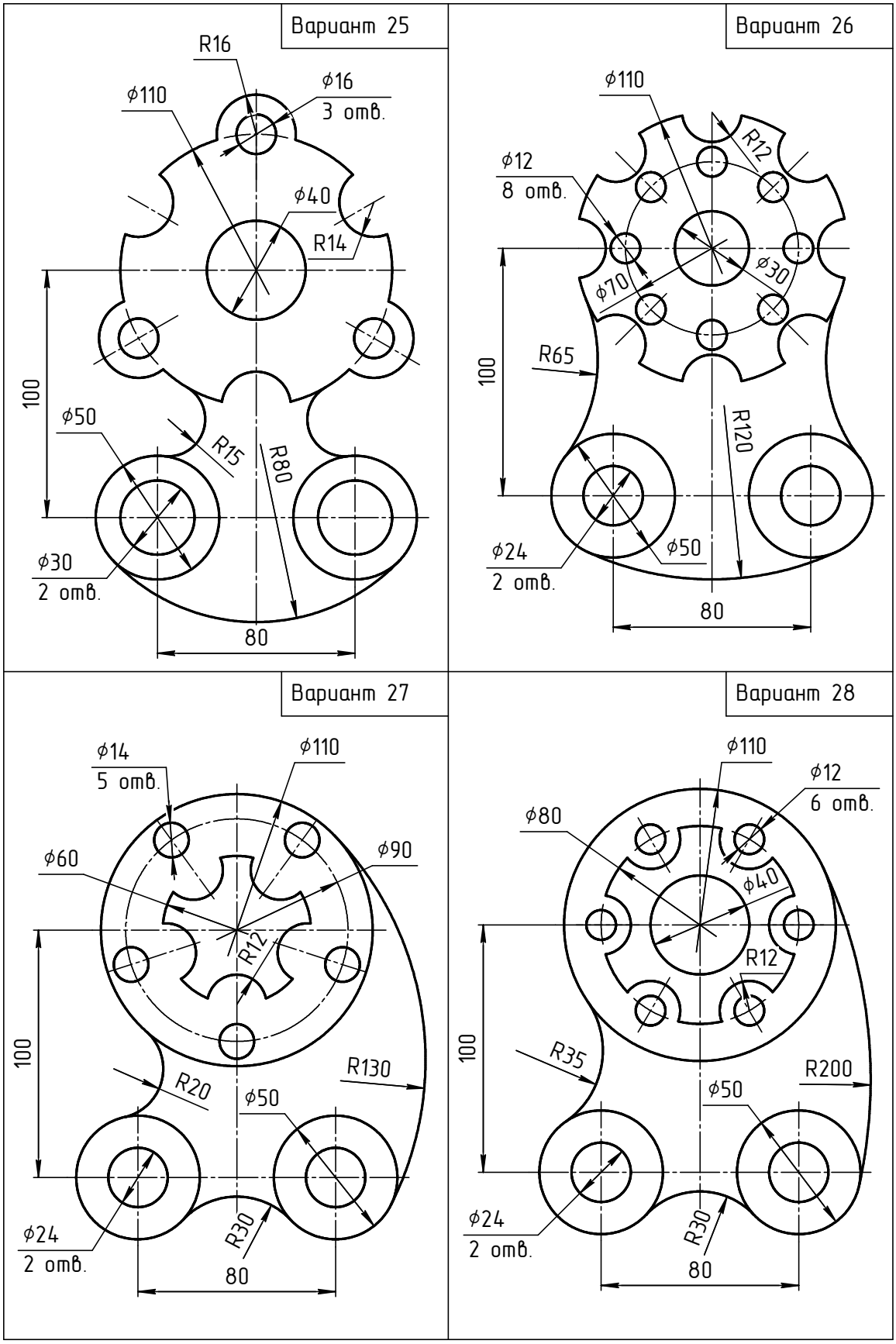
Вариант 16




Вариант 17
ϕ10
12 отв.
ϕ100
ϕ80
ϕ35
R8
100
R55
ϕ50
R150
R30
ϕ20
2 отв.
80
Вариант 18
ϕ110
ϕ12
5 отв.
ϕ80
R12
ϕ40
100
R30
R160
ϕ50
ϕ20
2 отв.
R30
80
Вариант 19
R15
ϕ12
3 отв.
ϕ100
ϕ10
3 отв.
ϕ70
ϕ40
100
R20
ϕ50
ϕ30
2 отв.
R30
80
Вариант 20
100
ϕ110
10
ϕ70
ϕ12
8 отв.
100
R30
ϕ50
ϕ30
2 отв.
R35
80

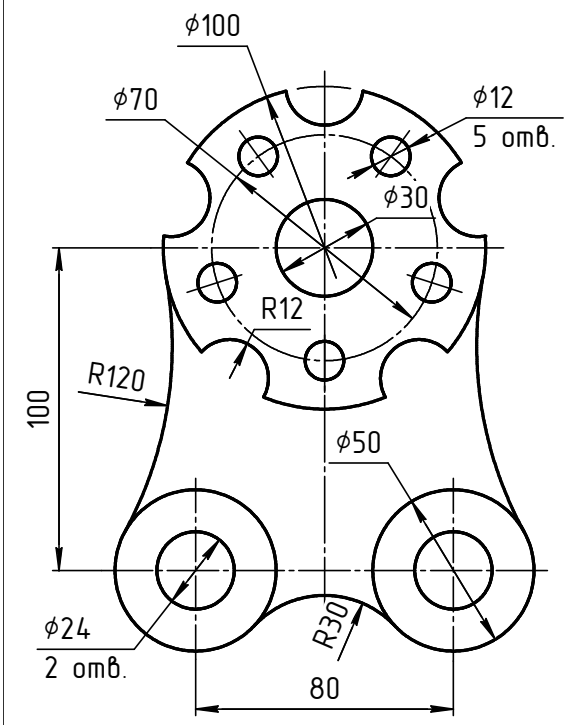

Вариант 21
ϕ110
ϕ14
7 отв.
ϕ120
ϕ30
R17
ϕ70
100
R200
R20
ϕ50
ϕ30
2 отв.
R60
80
Вариант 22
R10
ϕ10
5 отв.
ϕ130
ϕ100
R10
ϕ40
100
R20
R200
ϕ30
2 отв.
R40
ϕ50
80
Вариант 23
ϕ120
ϕ10
7 отв.
R10
ϕ80
ϕ40
100
R40
ϕ50
R80
ϕ24
2 отв.
80
Вариант 24
ϕ110
ϕ10
5 отв.
R10
ϕ30
ϕ70
100
R50
R25
R90
ϕ20
2 отв.
80

Продолжение табл. 10.1

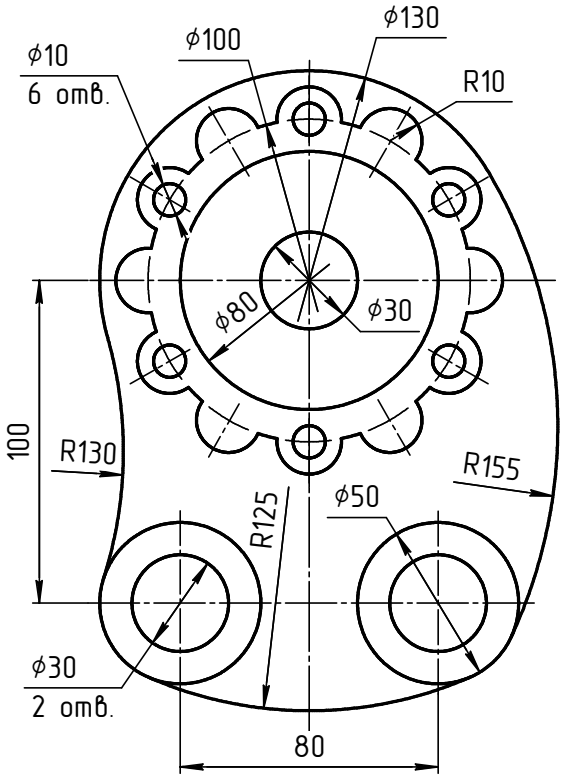


Окончание табл. 10.1

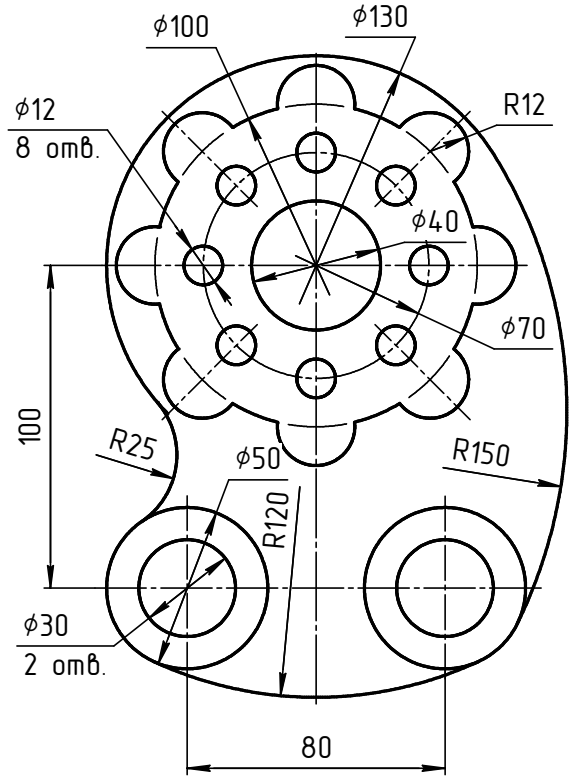
Вариант 29



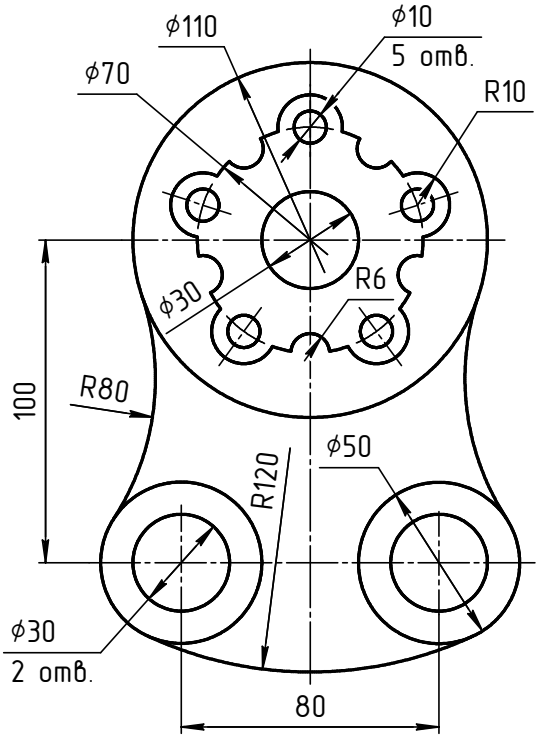
Вариант 30



Вариант 31



Вариант 32



10.3. Методические указания по выполнению чертежа плоского контура

Выполнение задания рассмотрим на примере чертежа плоского контура, представленного на рис. 10.1.

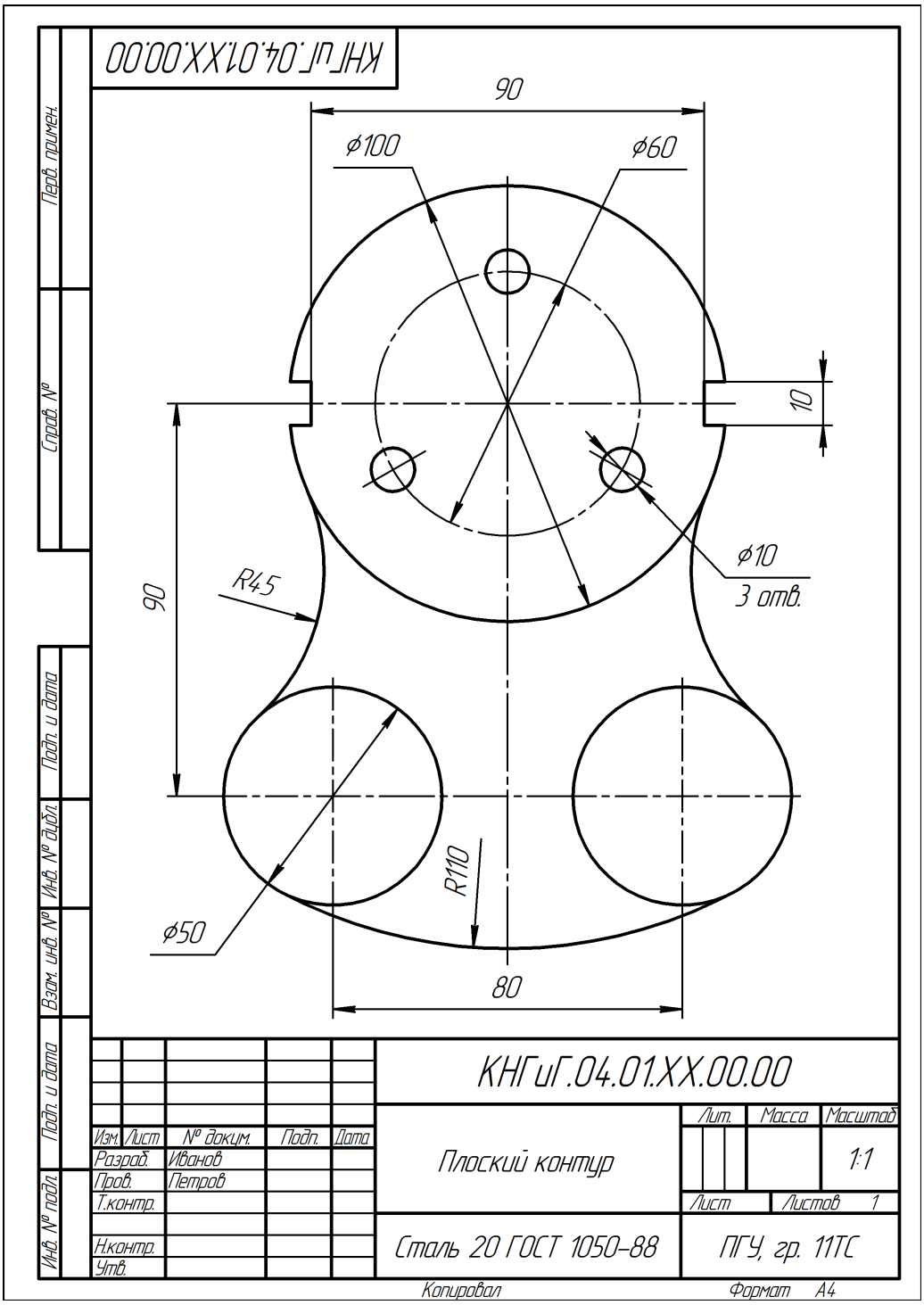


Рис. 10.1. Пример выполнения чертежа плоского контура

Перед выполнением любого чертежа необходимо проанализировать, с какого элемента удобнее начать построения, и представить для себя алгоритм создания чертежа. Для создания чертежа плоского контура, представленного на рис. 10.1, можно по-разному проводить построения. Одним из наиболее удобных является нижеизложенный вариант построений.

Этапы создания чертежа «Плоский контур»

1. Создание чертежа формата А4.
2. Создание окружности самого большого диаметра (диаметр 100 мм).
3. Создание окружности диаметром 60 мм.
4. Создание окружности диаметром 10 мм.
5. Создание копий окружности диаметром 10 мм.
6. Создание осевых линий для окружностей диаметром 10 мм.
7. Создание паза шириной 10 мм.
8. Определение расстояний до центров окружностей диаметром 50 мм.
9. Создание и копирование окружности диаметром 50 мм.
10. Создание сопряжений.
11. Нанесение линейных размеров.
12. Нанесение диаметральных размеров.
13. Нанесение размеров радиусов сопряжений.
14. Оформление чертежа и заполнение основной надписи.

1 этап – создание чертежа формата А4

1. Последовательно активизируйте команду **Создать**, в появившемся окне выберите команду **Чертеж** (формат А4) (рис. 10.2). Нажмите ОК. На экране появится рамка и основная надпись с размерами, соответствующими чертежу формата А4 (первый лист) по ГОСТ 2.104-68.

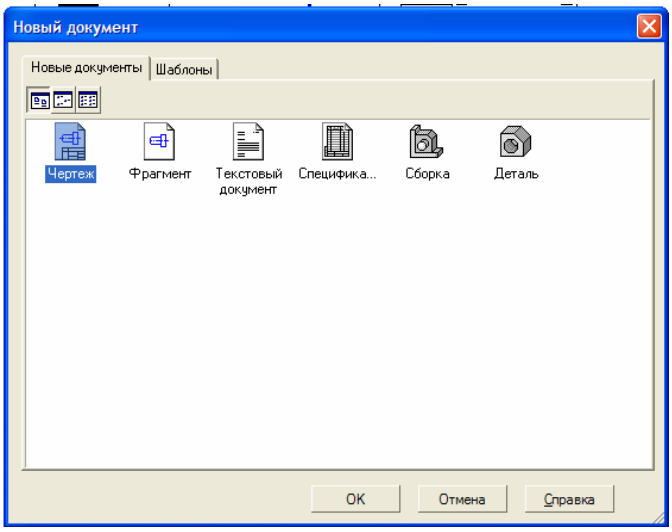


Рис. 10.2. Выбор команды **Чертеж** в окне **Новый документ**

Если на экране появился чертеж другого формата, то закройте документ, не закрывая программу КОМПАС. Затем последовательно активизируйте команду ***Создать****, в появившемся окне перейдите на вкладку* ***Шаблоны****. Из предложенного списка выберите* ***Констр. чертеж с табл. изм. А4 перв. лист*** *(рис. 10.3).*

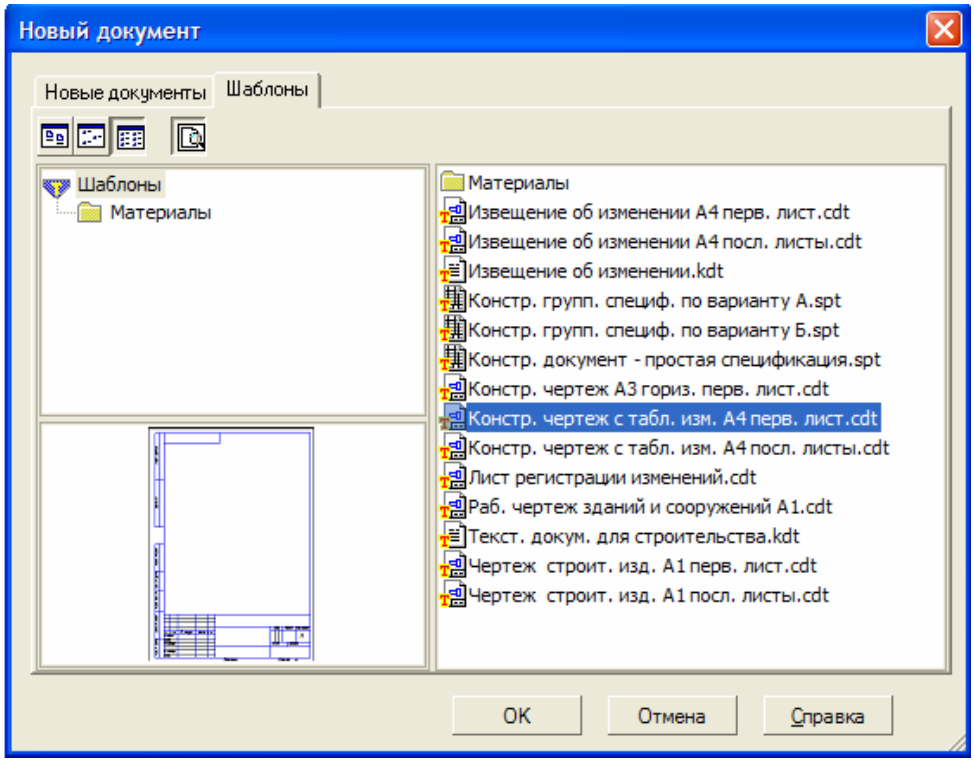


Рис. 10.3. Выбор формата чертежа

2. Сохраните этот документ под именем **Плоский контур**.

2 этап – создание окружности самого большого диаметра (диаметр 100 мм)

Для удобства выполнения чертежа «Плоский контур» необходимо начинать чертеж с построения самой большой окружности.

1. На панели инструментов **Геометрия** активизируйте команду **Окружность**.
2. На панели состояния настройте данные:
   - **Диаметр** – 100 мм. Нажмите на клавиатуре клавишу Enter;
   - **Оси** – выберите окружность с осевыми линиями;
   - **Стиль** – основная линия (рис. 10.4).

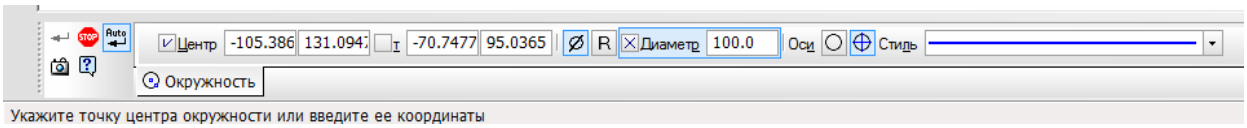


Рис. 10.4. **Панель состояния** для команды **Окружность**

На экране появится фантом окружности.

3. Для выбора центра окружности щелкнете на экране левой кнопкой мыши. На экране появится окружность диаметром 100 мм с осевыми линиями (рис. 10.5).

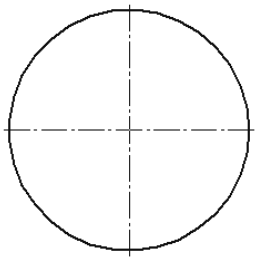


Рис. 10.5. Окружность диаметром 100 мм

3 этап – создание окружности диаметром 60 мм

1. Команда **Окружность** остается активной после выполнения предыдущей операции, поэтому заново ее активизировать не нужно.
2. На панели состояния настройте данные:
   - **Диаметр** – 60 мм. Нажмите на клавиатуре клавишу Enter;
   - **Оси** – выберите окружность без осевых линий (т.к. при наложении осевых линий исчезают пробелы и осевая превращается в сплошную тонкую линию);
   - **Стиль** – осевая линия (т.к. данная окружность служит осью для отверстий диаметром 10).

   На экране появится фантом окружности.
3. Окружность диаметром 100 и окружность диаметром 60 имеют один и тот же центр. Поэтому для выбора центра окружности диаметром 60 щелкните левой кнопкой мыши в точке пересечения осевых линий окружности диаметром 100. В результате операции на экране появится окружность диаметром 60 мм без осевых линий (рис 10.6).

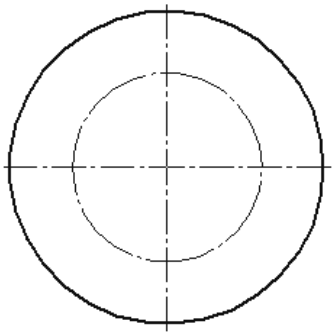


Рис. 10.6. Окружность диаметром 100 мм и окружность диаметром 60 мм

4 этап – создание окружности диаметром 10

1. На панели состояния настройте данные:
   - **Диаметр** – 10 мм. Нажмите на клавиатуре клавишу Enter;

- **Оси** – выберите окружность без осевых линий;
- **Стиль** – основная линия.

  На экране появится фантом окружности.

2. Мышкой укажите на экране центр окружности диаметром 10 мм (рис. 10.7).

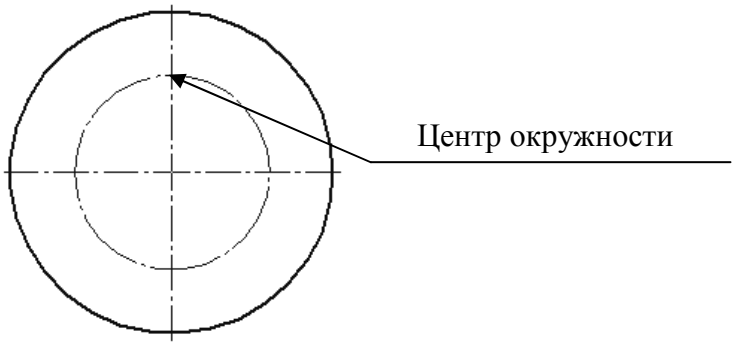


Рис. 10.7. Выбор центра окружности диаметром 10 мм

В результате операции на экране появится окружность диаметром 10 мм без осевых линий (рис 10.8).

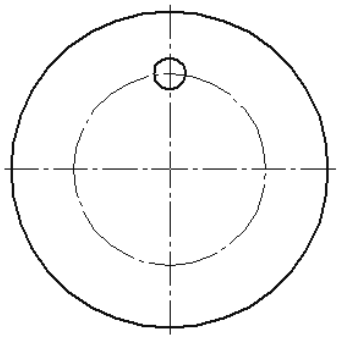


Рис. 10.8. Результат построения окружности диаметром 10 мм

3. Завершите команду **Окружность**, нажав **Прервать команду**.

5 этап – создание копий окружности диаметром 10 мм

1. Щелкните левой кнопкой мыши по окружности диаметром 10. Окружность будет выделена зеленым цветом.
2. На панели инструментов **Редактирование** активизируйте команду **Копия по окружности** (рис. 10.9). Эта команда активна только в том случае, если на чертеже выделены объекты для копирования (это же правило сохраняется и для некоторых других команд панели инструментов **Редактирование**).

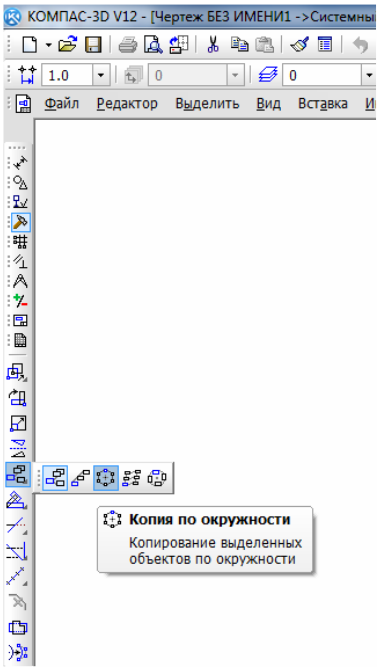


Рис. 10.9. Активизация команды **Копия по окружности**

3. На **Панели состояния** введите данные:
   - **Количество копий** – 3. Нажмите на клавиатуре клавишу Enter;
   - **Режим** – вдоль всей окружности (рис. 10.10).

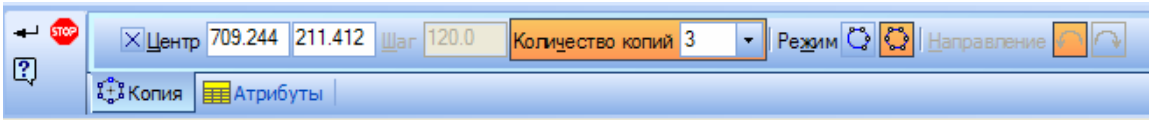


Рис. 10.10. **Панель состояния** для команды **Копия по окружности**

4. Мышкой укажите на экране центр копирования по окружности – точку пересечения осей окружности диаметром 100 (рис. 10.11).

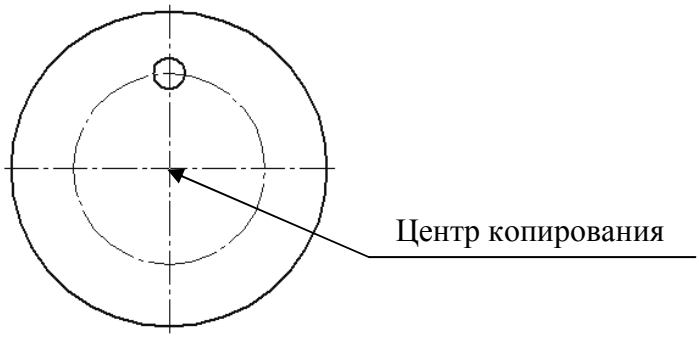


Рис. 10.11. Выбор центра копирования

На экране появится фантом копий окружности.

5. Активизируйте команду **Создать объект**. В результате операции на экране появятся еще две окружности диаметром 10 мм (рис. 10.12).

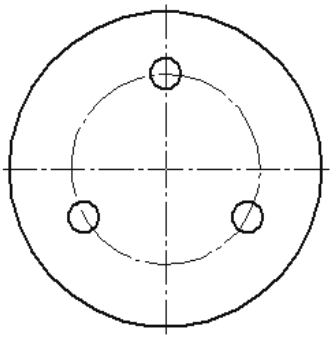


Рис. 10.12. Результат выполнения операции **Копия по окружности**

6. Завершите команду **Копия по окружности,** нажав **Прервать команду**.

6 этап – создание осевых линий для окружностей диаметром 10 мм

Для окружностей диаметром 10 одной осью является окружность диаметром 60, а вторая ось идет от центра окружности диаметром 100. Для окружности диметром 10, построенной первой, ось, идущая из центра, будет совпадать с осевой линией окружности диаметром 100, т.е. для этой окружности оси уже построены. Для построения осей, идущих из центра, для двух других окружностей диаметром 10 необходимо выполнить следующие действия:

1. Разрушить оси окружности диаметром 100. Для этого выделите осевые линии и правой кнопкой мыши вызовите меню. В меню активизируйте команду **Разрушить** (рис. 10.13).
   В результате этой операции осевые линии не будут связаны между собой и появится возможность выделять их независимо одна от другой как четыре отрезка.
2. На панели инструментов **Редактирование** активизируйте команду **Разбить кривую**:
   - Укажите кривую для разбиения – ось окружности диаметром 100 (рис. 10.14).
   - Укажите первую (1) точку для разбиения кривой.
   - Еще раз укажите кривую для разбиения – ось окружности диаметром 100.
   - Укажите вторую (2) точку для разбиения кривой.
3. Для завершения команды **Разбить кривую** нажмите **Прервать команду**.
4. Выделите щелчком левой кнопкой мыши отрезок осевой линии между точкой 1 и точкой 2 (рис. 10.14).

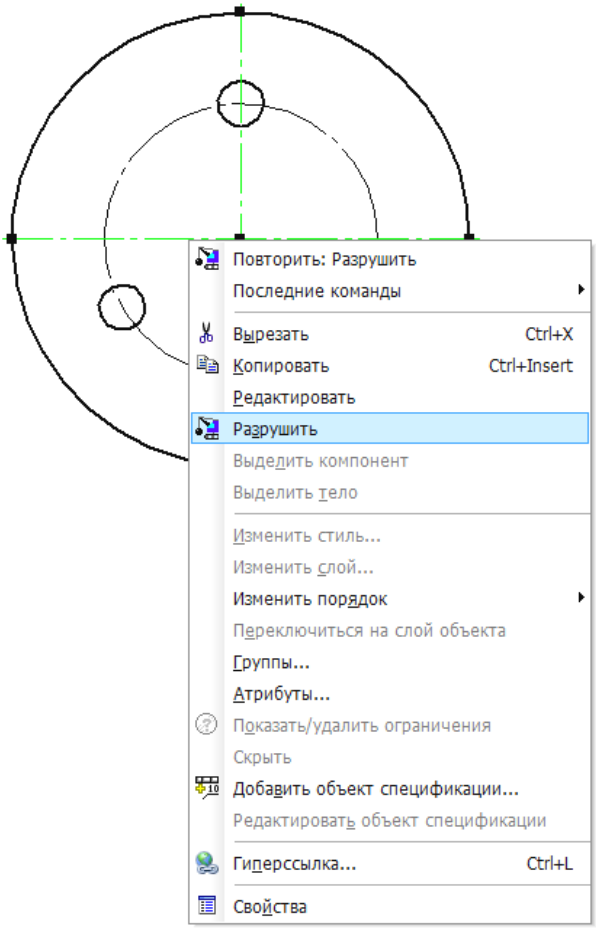


Рис. 10.13. Выбор команды **Разрушить**

5. На панели инструментов **Редактирование** активизируйте команду **Копия по окружности**.

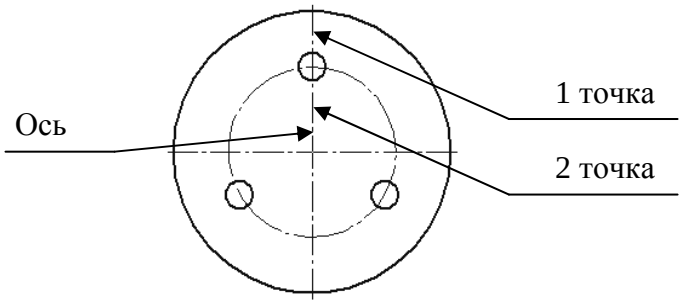


Рис. 10.14. Указание кривой и точек на ней для разбиения

6. На панели состояния введите данные:
   - **Количество копий** – 3;
   - **Режим** – вдоль всей окружности.

7. Мышкой укажите на экране центр копирования по окружности – точку пересечения осей окружности диаметром 100 (рис. 10.15).

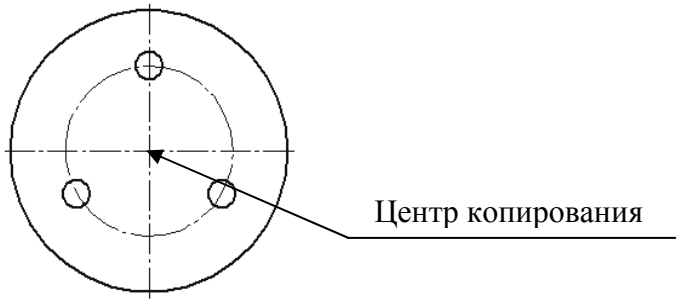


Рис. 10.15. Выбор центра копирования

На экране появится фантом осевых линий.

8. Активизируйте команду **Создать объект**. В результате операции на экране появятся осевые линии для окружностей диаметром 10 мм (рис. 10.16).

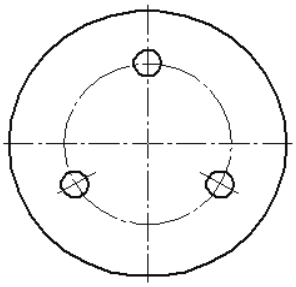


Рис. 10.16. Результат выполнения операции **Копия по окружности**

9. Завершите команду **Копия по окружности**, нажав **Прервать команду**.

7 этап – создание паза шириной 10 мм

1. На панели инструментов **Геометрия** активизируйте команду **Параллельная прямая** (рис. 10.17).
2. На панели состояния укажите:
   Расстояние – 45 мм.
   Нажмите на клавиатуре клавишу **Enter**.

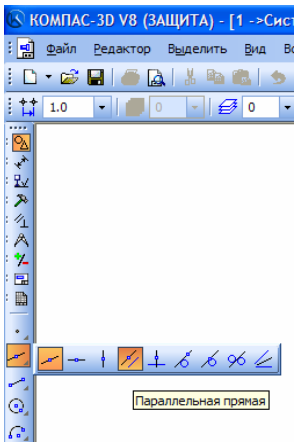


Рис. 10.17. Выбор команды **Параллельная прямая**

3. Мышкой укажите на экране вертикальную ось окружности диаметром 100. На экране появится фантом двух вертикальных прямых, параллельных вертикальной оси. Одна из этих параллельных прямых выделена (рис. 10.18).

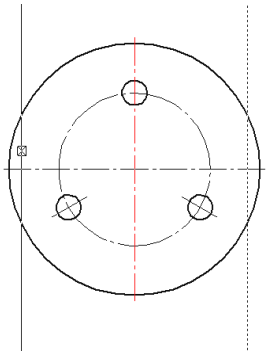


Рис. 10.18. Выделение первой параллельной прямой

Так как эта прямая нам нужна для последующих построений, активизируйте команду **Создать объект**. Выделение перейдет на вторую параллельную прямую (рис. 10.19).

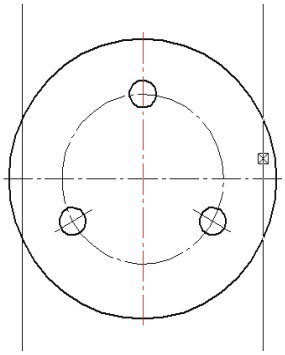


Рис. 10.19. Выделение второй параллельной прямой

Так как и эта прямая нам нужна, активизируйте команду **Создать объект**.

4. Аналогично создайте две прямые, параллельные горизонтальной оси, на расстоянии 5 мм от нее. Результат операции представлен на рис. 10.20.

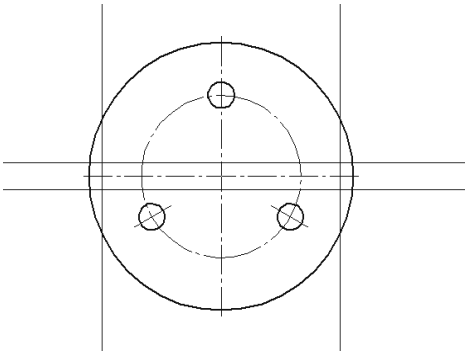


Рис. 10.20. Результат построения прямых, параллельных горизонтальной оси

5. Завершите команду **Параллельная прямая**, нажав **Прервать команду**.
6. Используя команду **Отрезок** (панель инструментов **Геометрия**), обведите контуры пазов. Результат операции представлен на рис. 10.21.

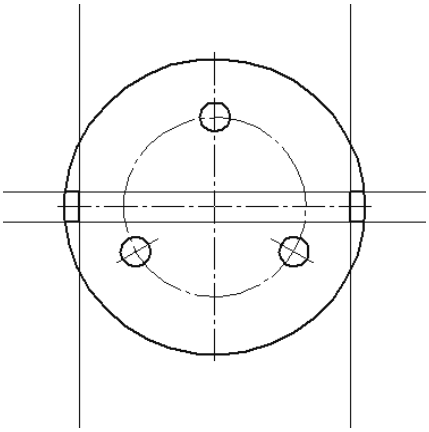


Рис. 10.21. Результат использования команды **Отрезок** для создания контуров пазов

7. Завершите команду **Отрезок**, нажав **Прервать команду**.
8. На панели инструментов **Редактирование** активизируйте команду **Усечь кривую**. Укажите на экране части кривой, которые нужно усечь. Результат операции представлен на рис. 10.22.

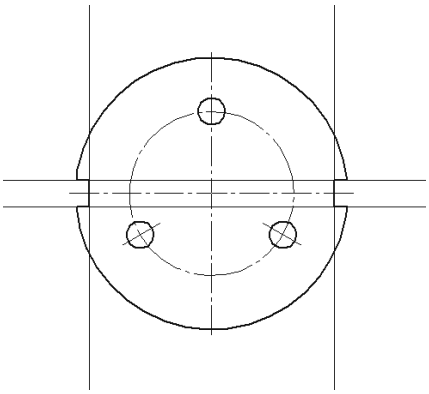


Рис. 10.22. Результат выполнения операции **Усечь кривую**

9. Завершите команду **Усечь кривую**, нажав **Прервать команду**.
10. Для того чтобы не загромождать чертеж, удалим вспомогательные линии. Последовательно выберите следующие команды: **Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде** (рис. 10.23).

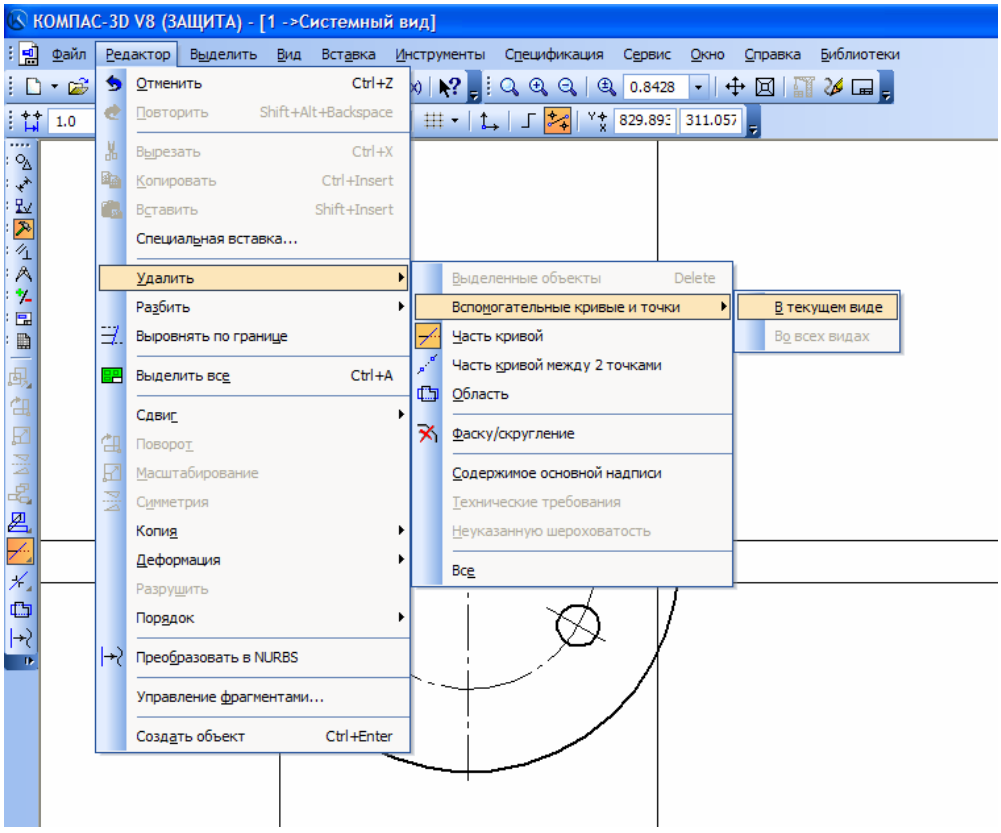


Рис. 10.23. Выбор команды **Удалить – Вспомогательные кривые и точки – В текущем виде**

Результат операции представлен на рис. 10.24.

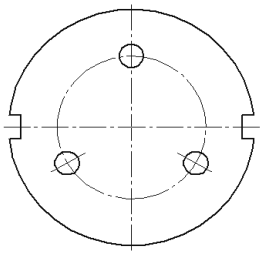


Рис. 10.24. Результат удаления вспомогательных кривых в текущем виде

8 этап – определение расстояний до центров окружностей диаметром 50 мм

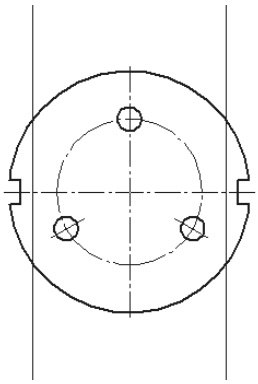


Рис. 10.25. Результат создания прямых, параллельных вертикальной оси

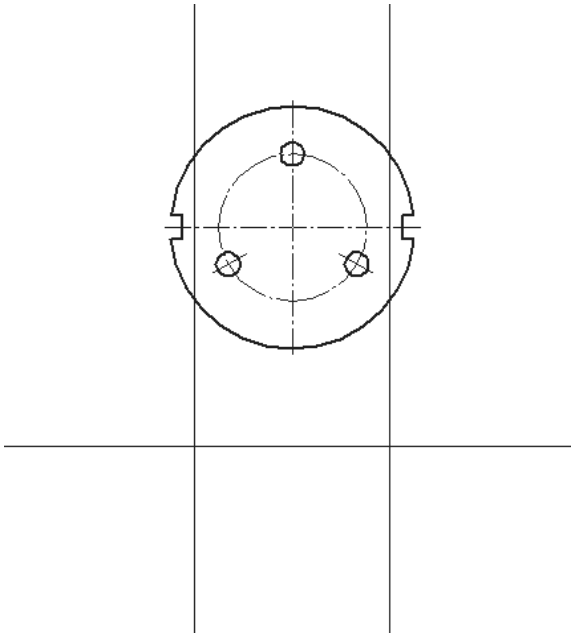


Рис. 10.26. Результат создания прямой, параллельной горизонтальной оси

Для определения положения центров удобнее всего использовать вспомогательные прямые:

1. Проведите две вспомогательные прямые, параллельные вертикальной оси, на расстоянии 40 мм от нее (см. этап 7). Результат операции представлен на рис. 10.25.
2. Проведите вспомогательную прямую, параллельную горизонтальной оси, на расстоянии 90 мм от нее (см. этап 7). Результат операции представлен на рис. 10.26.

На пересечении вспомогательных прямых получены центры окружностей диаметром 50 мм.

9 этап – создание и копирование окружности диаметром 50 мм

1. Создайте окружность диаметром 50 мм с осевыми линиями. Центр окружности расположен на пересечении вспомогательных прямых.

2. Выделите построенную окружность и ее осевые линии. Для этого, удерживая нажатой клавишу Shift, щелкните мышкой по окружности, а затем по осевым линиям. Окружность с осевыми линиями подсветится зеленым цветом.

3. На панели инструментов **Редактирование** активизируйте команду **Копирование**. Скопируйте выделенную окружность. Для этого укажите центр этой окружности и мышкой перетащите его во вторую точку пересечения вспомогательных прямых. Для завершения команды **Копирование** нажмите **Прервать команду.** Результат операции представлен на рис. 10.27.

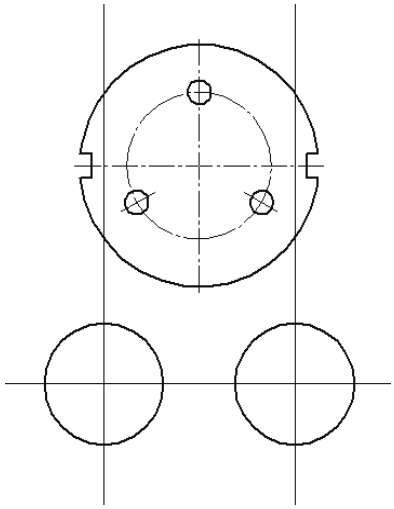


Рис. 10.27. Результат построения двух окружностей диаметром 50 мм

4. Удалите вспомогательные прямые (см. этап 7). Результат операции представлен на рис. 10.28.

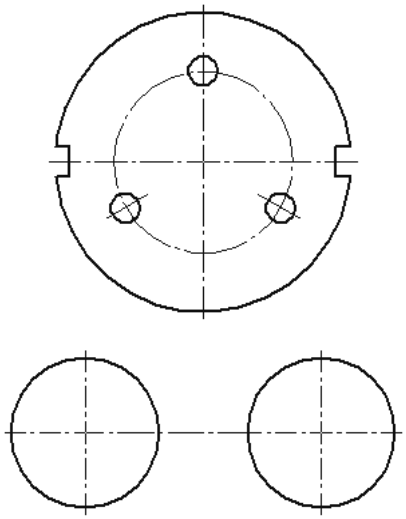


Рис. 10.28. Результат удаления вспомогательных прямых

10 этап – создание сопряжений

1. На панели инструментов **Геометрия** активизируйте команду **Скругление**.
2. На **Панели состояния** настройте данные:
   - **Радиус** – 45 мм. Нажмите на клавиатуре клавишу Enter;
   - **Элемент 1** – не усекать первый элемент ;
   - **Элемент 2** – не усекать второй элемент (рис. 10.29).

Рис. 10.29. **Панель состояния** для команды **Скругление**

3. Мышкой укажите на 1-ю и 2-ю точки на окружностях (рис. 10.30). В зависимости от того, в какой четверти на окружности расположены эти точки, можно построить различные виды сопряжений – наружное, внутреннее или смешанное.

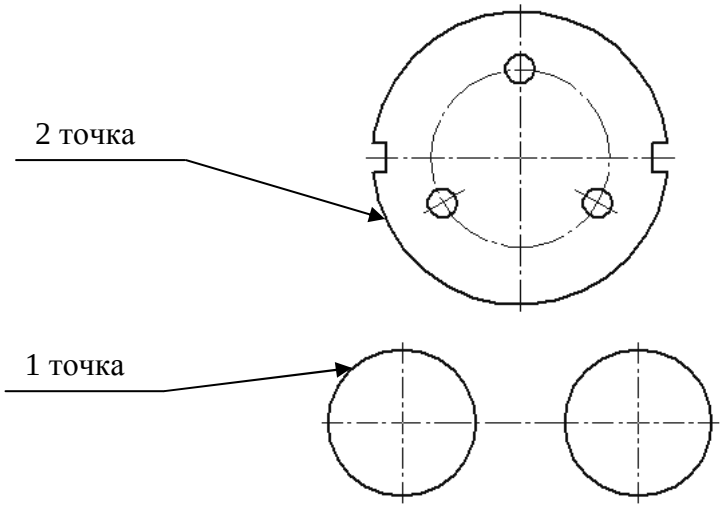


Рис. 10.30. Указание первой и второй точек на окружностях

Результат операции представлен на рис. 10.31.

4. Аналогично создайте наружное сопряжение с другой стороны таким же радиусом (рис. 10.32).
5. Аналогично создайте внутреннее сопряжение внизу радиусом 110 мм (рис. 10.33).

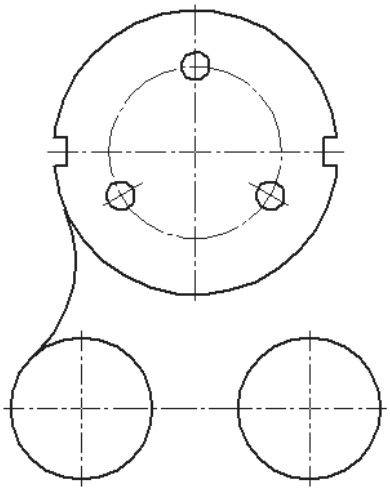


Рис. 10.31. Результат построения сопряжения

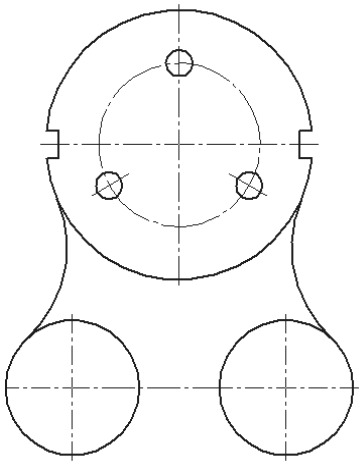


Рис. 10.32. Результат построения сопряжения с другой стороны

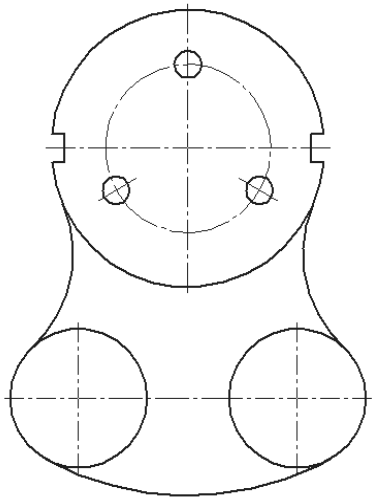


Рис. 10.33. Результат создания внутреннего сопряжения радиусом 110 мм

6. Для завершения команды **Скругление** нажмите **Прервать команду**.
7. В связи с тем, что данный контур симметричен, ось окружности диаметром 100 мм необходимо продлить вниз. Щелкните по вертикальной оси окружности диаметром 100 мм. В начале и в конце этой линии появятся характерные точки, обозначенные черными квадратами. Наведите курсор на нижнюю характерную точку. Удерживая нажатой правую клавишу мыши, переместите курсор так, чтобы ось выходила за контур на 1…5 мм.

11 этап – нанесение линейных размеров

1. На панели инструментов **Размеры** активизируйте команду **Линейный размер**. На панели состояния укажите тип – **Горизонтальный**.
2. Мышкой на экране укажите точки, в которых берут начало выносные линии размера 80 (рис. 10.34).

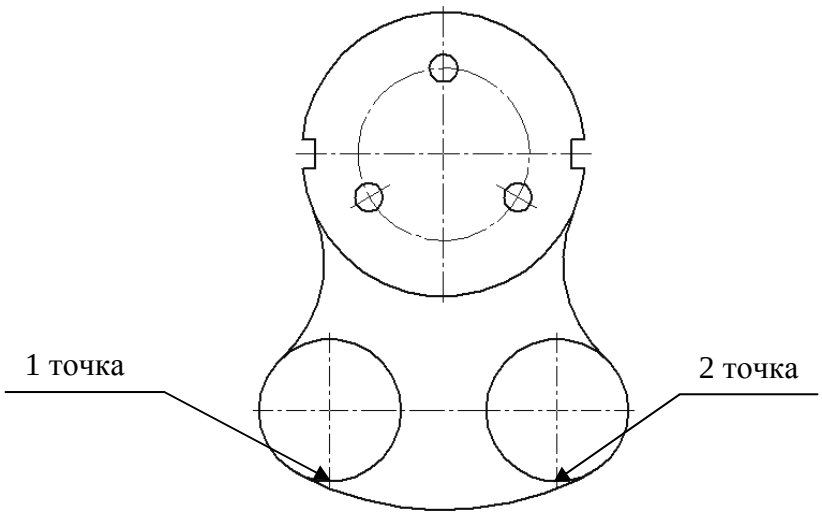


Рис. 10.34. Указание точек, в которых берут начало выносные линии

3. Перемещая курсор, укажите расположение размерной линии. Результат операции представлен на рис. 10.35.
4. Аналогично нанесите остальные линейные размеры (рис. 10.36).
5. Для завершения команды **Линейный размер** нажмите **Прервать команду**.

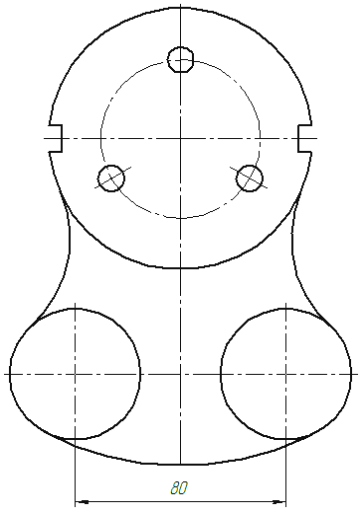


Рис. 10.35. Результат создания линейного размера 80 мм

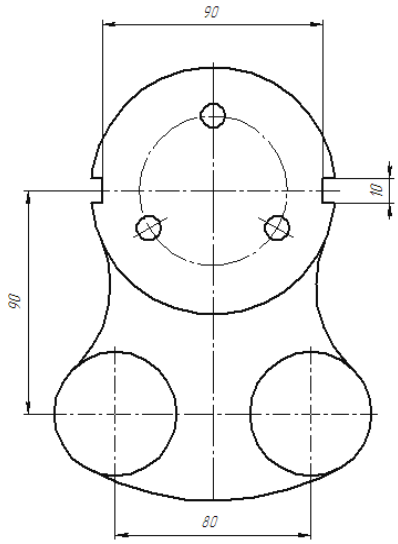


Рис. 10.36. Результат нанесения остальных линейных размеров

12 этап – нанесение диаметральных размеров

1. На панели инструментов **Размеры** активизируйте команду **Диаметральный размер**.
2. Мышкой на экране укажите окружность диаметром 10 мм. На экране появится фантом диаметрального размера. На панели состояния в поле **Текст** появится значение диаметра 10 мм (рис. 10.37).

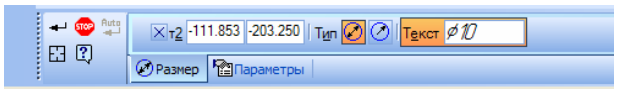


Рис. 10.37. Панель состояния для команды **Диаметральный размер**

3. Кроме диаметра необходимо указать количество отверстий – 3. Для этого щелкните левой кнопкой мыши в поле **Текст**. В появившемся окне в правом нижнем углу расположена стрелка (рис. 10.38), позволяющая вывести на экран полностью окно **Задание размерной надписи**. Щелкнув по этой стрелке в открывшемся поле **Текст под размерной надписью**, укажите: 3 отв. (рис. 10.39). Нажмите **ОК**.

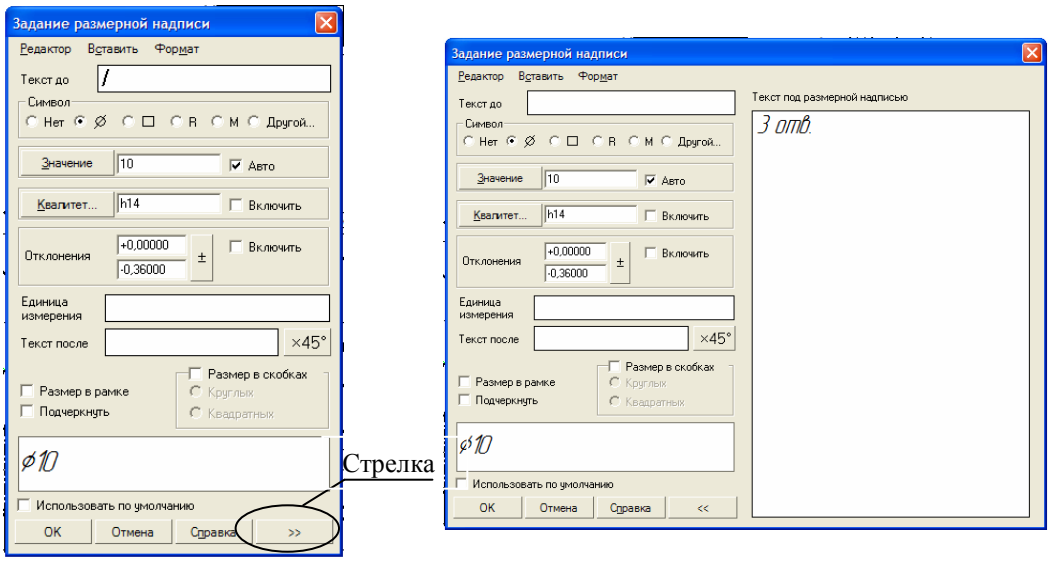


Рис. 10.38. Окно **Задание размерной надписи**

Рис. 10.39. Ввод текста в поле **Текст под размерной надписью**

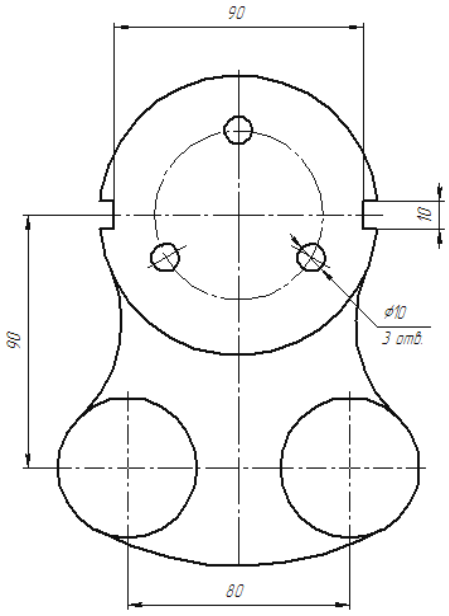


Рис. 10.40. Результат нанесения размера отверстия диаметром 10 мм

4. На панели состояния выберите вкладку **Параметры**. Укажите: **Размещение текста** – на полке, вправо. На экране фантом размера поменяет форму (появится полочка).
5. Выберите положение полочки, щелкнув левой кнопкой мыши на экране.
6. Результат выполнения операции представлен на рис. 10.40.
7. Аналогично нанесите остальные диаметральные размеры (рис. 10.41).
8. Для завершения команды **Диаметральный размер** нажмите **Прервать команду**.

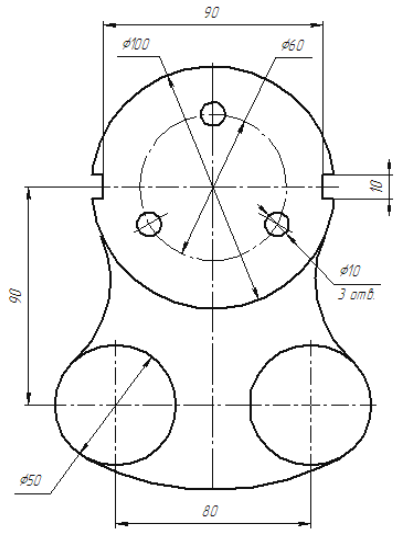


Рис. 10.41. Результат нанесения остальных диаметральных размеров

13 этап – нанесение размеров радиусов сопряжений

1. На панели инструментов **Размеры** активизируйте команду **Радиальный размер**.
2. Укажите на экране дугу, для которой нужно проставить размер (рис. 10.42).

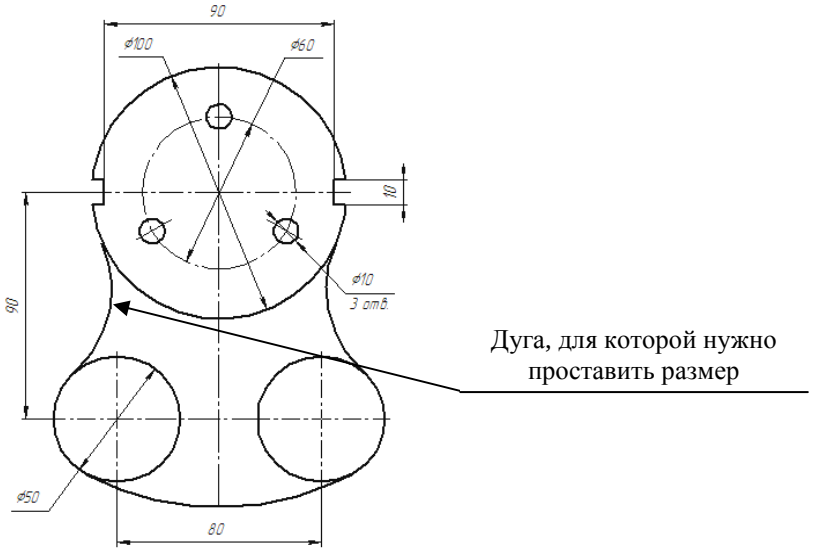


Рис. 10.42. Указание дуги, для которой нужно проставить размер

3. На экране появится фантом размера. Но размерная линия идет от центра и пересекает другую размерную линию, что нежелательно. Чтобы этого избежать, необходимо выполнить следующие действия:
   - на панели состояния выбрать вкладку **Параметры** и указать **Размещение текста** – ручное.

- щелкнув правой кнопкой мыши по фантому размера, вызвать контекстное меню, в котором отключить команду **Размерная линия от центра** (рис. 10.43).

Перемещая курсор, выберите положение размера радиуса сопряжения. Для того чтобы зафиксировать это положение, щелкните левой кнопкой мыши.

4. Аналогично нанесите остальные радиальные размеры (рис. 10.44).
5. Для завершения команды **Радиальный размер** нажмите **Прервать команду**.

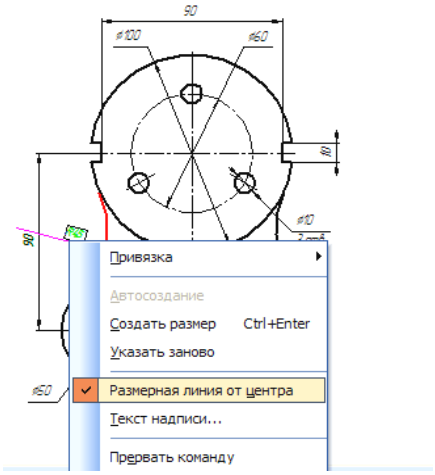


Рис. 10.43. Отключение команды **Размерная линия от центра**

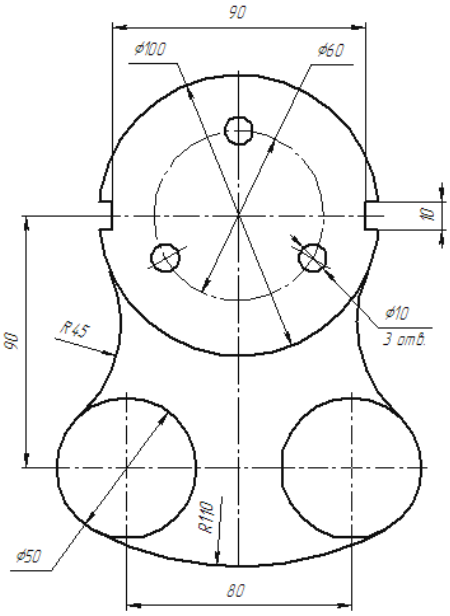


Рис. 10.44. Нанесение остальных радиальных размеров

14 Этап – оформление чертежа и заполнение основной надписи

1. Подберите оптимальный вариант компоновки чертежа. Выделите рамкой весь чертеж. Наведите курсор на любую из характерных точек чертежа (например, пересечение осевых линий). Нажмите и удерживайте правую кнопку мыши. Переместите чертеж так, чтобы он был наиболее рационально расположен на листе. При этом все элементы плоского контура, а также размеры должны находиться внутри рамки, ограничивающей поле чертежа. Если размеры выходят за пределы рамки, поменяйте их расположение.
2. Заполните основную надпись. Для этого двойным щелчком мыши сделайте активными поля в основной надписи и заполните их. После заполнения активизируйте команду **Создать объект**. Выполненный чертеж плоского контура представлен на рис. 10.1.

ГЛАВА 11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК И СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

11.1. Краткие теоретические сведения

Резьба для соединения деталей широко применяется в различных отраслях промышленности. Это обусловлено удобством сборки и разборки при технических осмотрах, ремонте, возможностью быстрой замены одних изношенных деталей без нарушения целостности других, удобством регулировки механизмов и т.д. Резьбовые соединения могут быть получены навинчиванием одной детали на другую или посредством болтов, шпилек, винтов и других стандартных крепежных изделий, имеющих резьбу.

Болт – цилиндрический стержень, на одном конце которого располагается головка, а на втором нарезана резьба (рис. 11.1). В зависимости от условий работы и назначения болты могут иметь шестигранную, полукруглую, потайную и другого вида головки. Чаще всего применяются болты с шестигранной головкой, предусмотренные под гаечный ключ. Эти болты имеют до пяти видов исполнения.

Структура обозначения стандартных крепежных изделий – болтов, винтов, шпилек и гаек приведена на рис. 11.2.

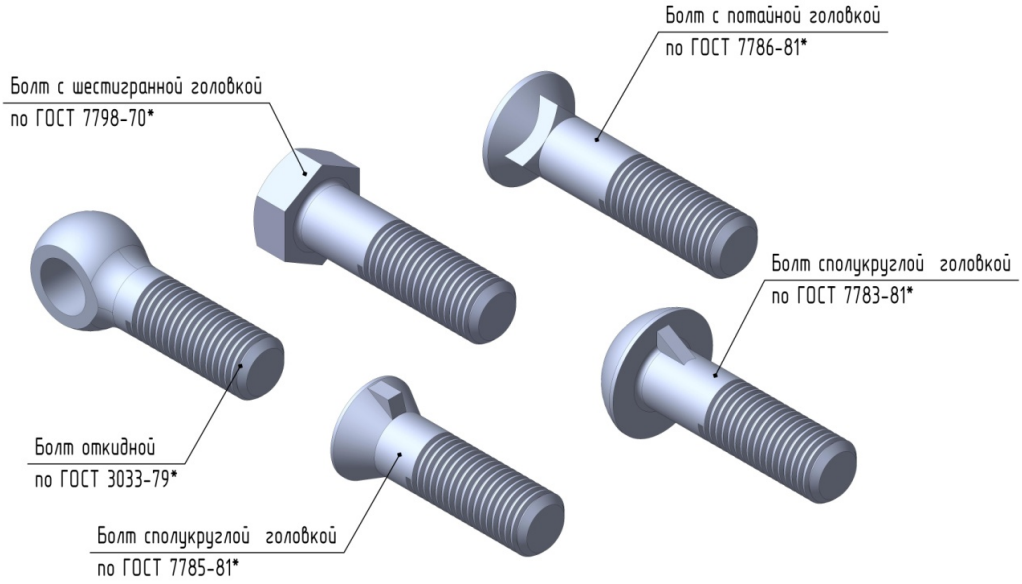


Рис. 11.1. Конструкции болтов

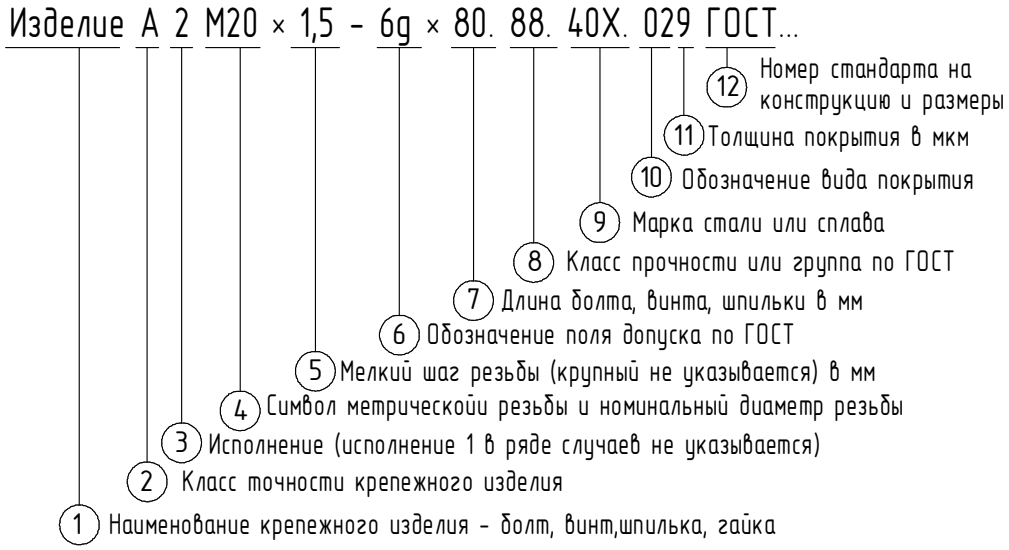


Рис. 11.2. Структура обозначения стандартных крепежных изделий

В учебной конструкторской документации пп. 2, 6, 8 – 11 приведенной структуры допускается не указывать – обозначение крепежных изделий значительно упрощается.

Пример обозначения крепежных изделий в учебной конструкторской документации: Болт М20×1,5×80 ГОСТ 7798-70. Такое обозначение имеет болт с шестигранной головкой нормальной точности первого исполнения с резьбой М20, мелким шагом резьбы (1,5 мм), длиной 80 мм.

Гайка – крепежное изделие, имеющее отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. По форме поверхности различают гайки шестигранные, круглые, корончатые, гайки-барашки и др. (рис. 11.3).

Гайки с шестью гранями получили самое широкое распространение в технике. По своей конструкции шестигранные гайки имеют 3 исполнения. По высоте гайки бывают низкие, нормальные, высокие и особо высокие.

Условное обозначение «Гайка М 24 ГОСТ 5915-70» на учебных чертежах читается так: гайка с номинальным диаметром резьбы d = 24 мм, исполнение 1, с крупным шагом резьбы.

Шайба – деталь в виде кольца, которую устанавливают под гайку. Шайба предназначена для защиты поверхности соединяемой детали (крышки) от задиров и смятия при затяжке гайки, а также для исключения возможности самоотвинчивания гаек от вибраций и толчков.

Стандартами установлено более 15 наименований шайб различного назначения и конструкции, на рис. 11.3 показаны лишь наиболее часто применяемые из них.

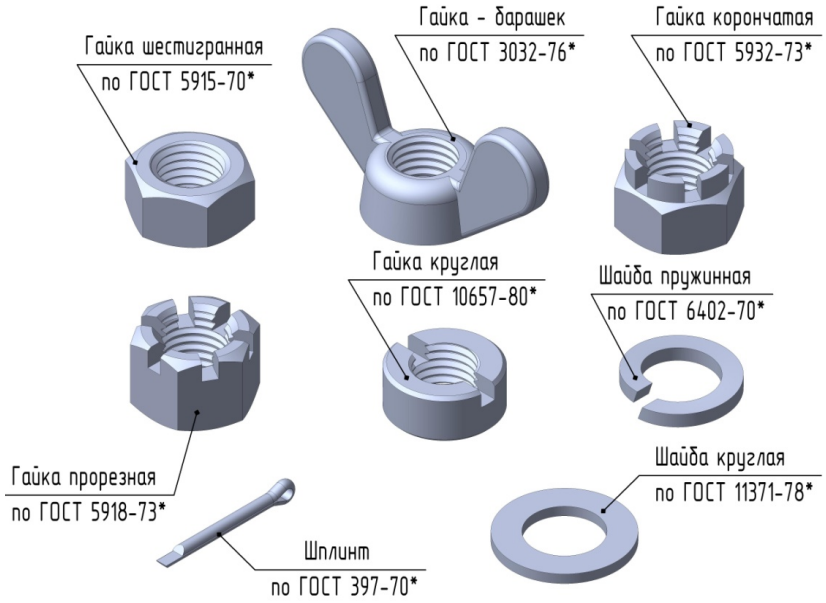


Рис. 11.3. Конструкции стандартных изделий

Условное обозначение «Шайба 24 ГОСТ 11371-78*» на учебных чертежах читается так: шайба исполнения 1 по ГОСТ 11371-78* для крепежной детали с диаметром резьбы d = 24 мм. Шайба того же номинального размера исполнения 2 имеет следующее обозначение: «Шайба 2.24 ГОСТ 11371-78*». Условное обозначение пружинной шайбы «Шайба 10.65Г ГОСТ 6402-70» читается так: шайба нормальная, исполнения 1, для крепежной детали с диаметром резьбы d = 10 мм, из стали марки 65Г.

Резьбовые соединения. Соединение двух деталей с помощью болта, гайки и шайбы показано на рис. 11.4, а на рис. 11.5 – изображение такого соединения на чертеже.

Болт, гайка и шайба в продольных разрезах показываются неразрезанными. При выполнении конструктивного изображения болтового соединения (рис. 11.5) размеры всех элементов болта, гайки и шайбы берут из соответствующих стандартов на эти изделия.

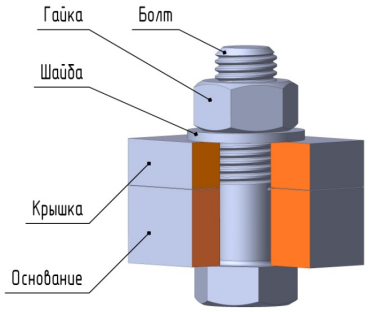


Рис. 11.4. Соединение болтом

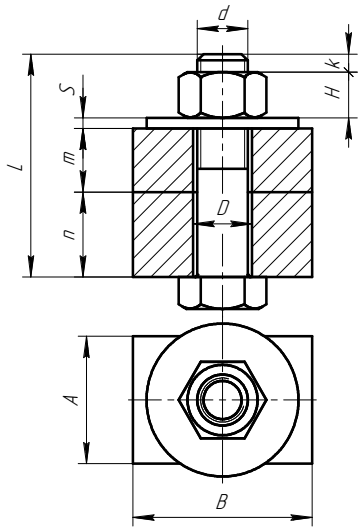


Рис. 11.5. Конструктивное изображение болтового соединения

11.2. Индивидуальное задание

Выполнить сборочный чертеж конструктивного соединения болтом в двух изображениях (изображение слева выполнять не следует). На сборочном чертеже нанести размеры и указать номера позиций всех деталей соединения, как указано в образце. Заполнить спецификацию. Образец выполнения задания и спецификация к нему приведены на рис. 11.6 и 11.7.

Варианты заданий представлены в табл. 11.1.

Порядок выполнения задания

1. По табл. 11.1 определить размер резьбы болта d, толщины основания n и крышки m и т.д. для своего варианта (вариант задания соответствует порядковому номеру студента в групповом журнале).

2. По приведенным соотношениям рассчитать размеры элементов крепежных деталей:

$$S = (0{,}15\ldots0{,}2)d;$$
$$H = 0{,}8d;$$
$$k = (0{,}25\ldots0{,}3)d;$$
$$D = 1{,}1d,$$

где S – толщина шайбы; H – высота гайки; k – запас резьбы над гайкой; D – диаметр отверстия в деталях; d – диаметр резьбы болта.

Буквенное обозначение размеров элементов, приведенных в соотношениях, показано на рис. 11.5.

3. Рассчитать длину болта по формуле

$$L = m + n + S + H + k.$$

Полученный по формуле результат необходимо округлить до ближайшего стандартного размера, установленного ГОСТ 7798-70*, из приведенного ряда:

8; 10; 12; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; 32; (38); 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; (125); 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300 мм.

Готовый чертеж в электронном виде проверяет преподаватель, после чего студент распечатывает чертеж.

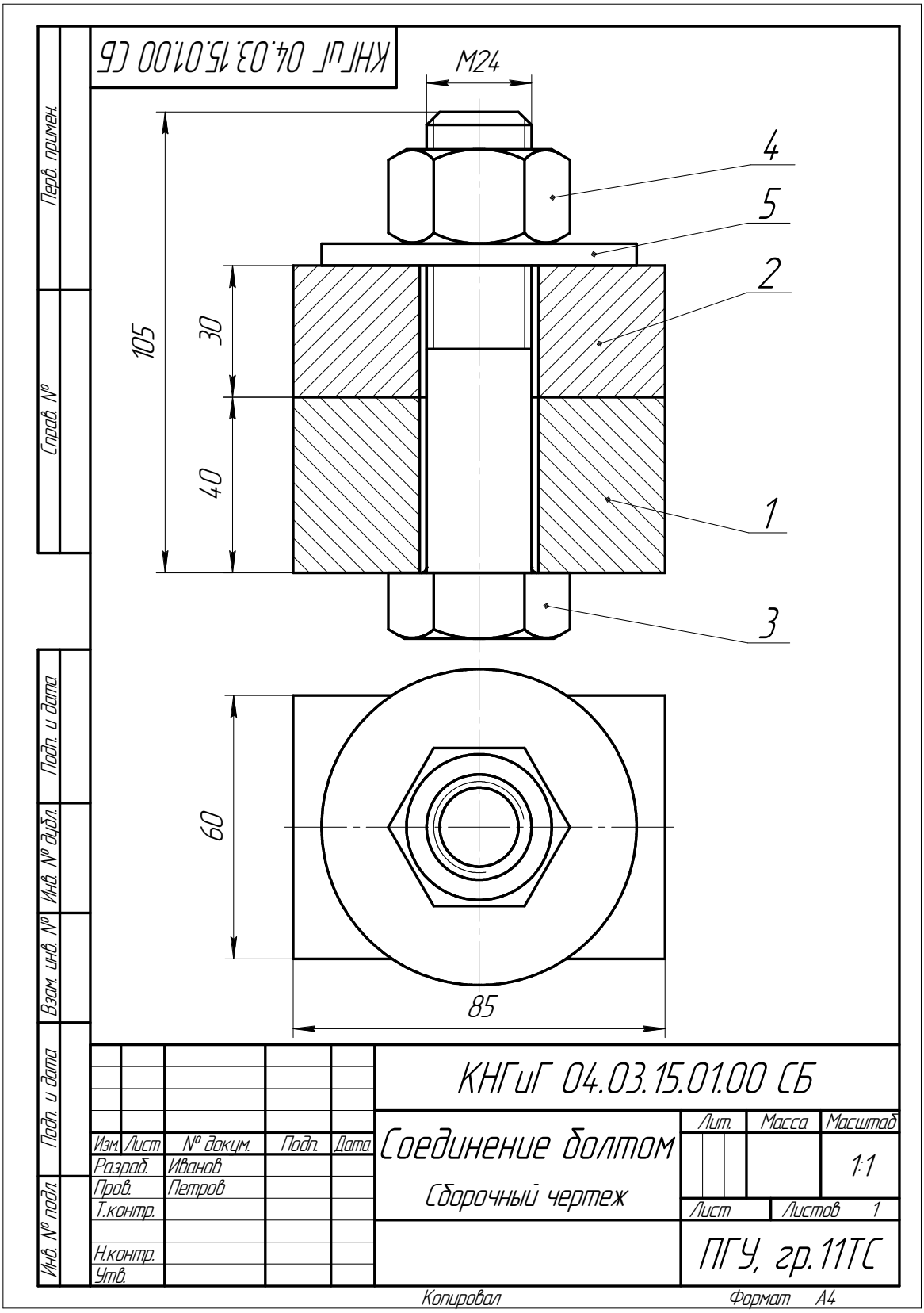
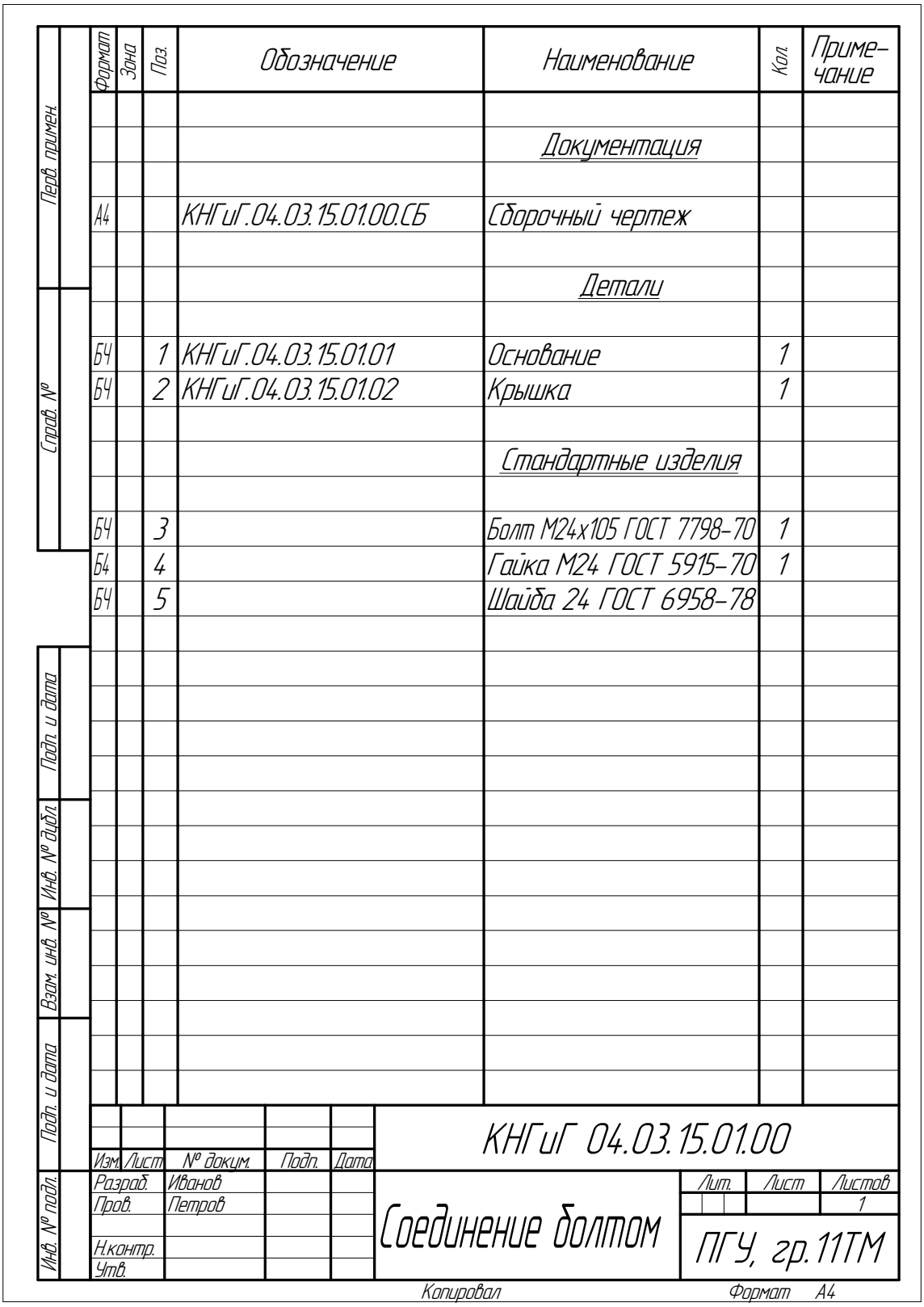


Рис. 11.6. Образец выполнения задания «Соединение болтом»



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А4			КНГиГ.04.03.15.01.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
Б4		1	КНГиГ.04.03.15.01.01	Основание	1	
Б4		2	КНГиГ.04.03.15.01.02	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
Б4		3		Болт М24х105 ГОСТ 7798-70	1	
Б4		4		Гайка М24 ГОСТ 5915-70	1	
Б4		5		Шайба 24 ГОСТ 6958-78		

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНГиГ 04.03.15.01.00		
Разраб.		Иванов			Соединение болтом	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Петров						1
Н.контр.						ПГУ, гр. 11ТМ		
Утв.								

Копировал | Формат А4

Рис. 11.7. Образец выполнения спецификации

Таблица 11.1

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Длина соедин. деталей	Ширина соедин. деталей	Толщина основания n	Толщина крышки m	Масштаб чертежа	Резьба	ГОСТ		
							болта	гайки	шайбы
1	40	25	12	8	2:1	M8×1	7798-70	5915-70	11371-78
2	40	30	14	10		M10	7796-70	5927-70	6402-78
3	45	30	16	10		M12	7805-70	15521-70	11371-78
4	45	30	20	15		M12×1	7798-70	5915-70	6402-70
5	40	25	14	12		M8	7798-70	5915-70	11371-78
6	40	30	15	15		M10×1	7796-70	5927-70	6402-78
7	45	35	16	12		M12	7805-70	15521-70	11371-78
8	75	40	32	26	1:1	M16	7798-70	5915-70	6402-70
9	80	50	34	28		M20×1,5	7798-70	5915-70	11371-78
10	85	55	38	24		M24	7796-70	5927-70	6402-78
11	90	70	38	30		M30×2	7805-70	15521-70	11371-78
12	80	50	30	25		M20	7798-70	5915-70	6402-70
13	70	45	28	24		M16×1	7798-70	5915-70	11371-78
14	90	75	36	26		M24	7796-70	5927-70	6402-78
15	90	70	40	20		M27×1,5	7805-70	15521-70	11371-78
16	90	65	36	24		M24	7798-70	5915-70	6402-70
17	80	60	30	25		M20×1	7798-70	5915-70	11371-78
18	90	70	40	22		M30	7796-70	5927-70	6402-78
19	80	55	42	28		M22	7805-70	15521-70	11371-78
20	70	50	36	28		M20×2	7798-70	5915-70	6402-70
21	70	55	38	30		M18	7798-70	5915-70	11371-78
22	75	55	40	20		M20	7796-70	5927-70	6402-78
23	80	60	44	22		M27×2	7805-70	15521-70	11371-78
24	90	75	40	26		M30	7798-70	5915-70	6402-70
25	70	50	42	32		M20	7798-70	5915-70	11371-78
26	75	55	44	26		M22×2	7796-70	5927-70	6402-78
27	70	50	32	27		M18	7805-70	15521-70	11371-78
28	80	65	42	24		M27	7798-70	5915-70	6402-70
29	80	60	44	34		M24×1,5	7798-70	5915-70	11371-78
30	95	75	45	25		M30	7796-70	5927-70	6402-78
31	90	70	38	26		M22	7805-70	15521-70	11371-78
32	85	60	40	32		M24×2	7798-70	5915-70	6402-70

11.3. Методические указания по созданию сборочного чертежа «Соединение болтом»

1. Создайте документ **Чертеж** (формат А4). Сохраните этот документ под именем **Соединение болтом**.

2. Используя панель инструментов **Геометрия** и команды **Вертикальная прямая**, **Горизонтальная прямая**, **Параллельная прямая**, **Отрезок** и **Штриховка**, по размерам, соответствующим варианту индивидуального задания студента (см. табл. 11.1), вычертите проекции основания и крышки (рис. 11.8). На главном виде выполните разрез. На виде сверху отверстие можно не показывать, так как оно будет скрыто гайкой и стержнем болта. Размеры, указанные на рис. 11.8, наносить не нужно, они необходимы для правильного выполнения чертежа:
n – толщина основания;
m – толщина крышки;
A – длина соединяемых деталей;
B – ширина соединяемых деталей;
D – диаметр отверстия в деталях (*D* = 1,1*d*, где *d* – диаметр резьбы).

Результат преобразований представлен на рис. 11.9.

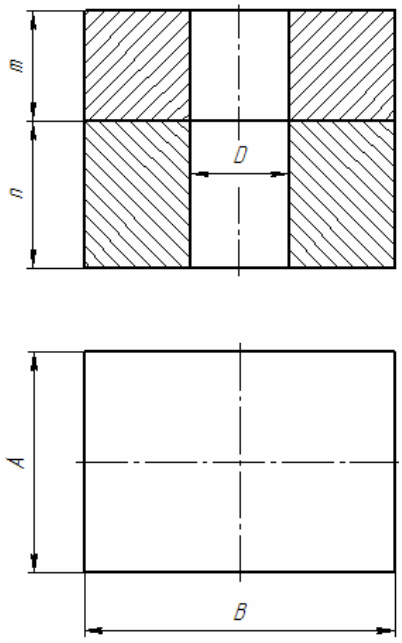


Рис. 11.8. Проекции основания и крышки с размерами

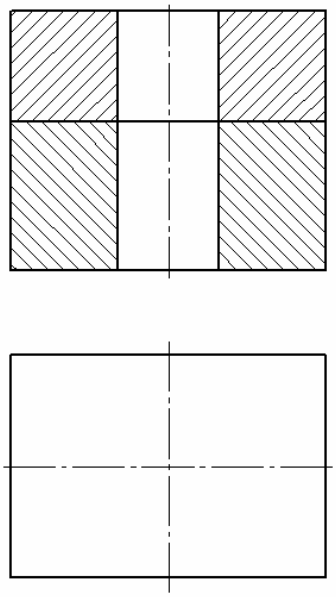


Рис. 11.9. Результат построения основания и крышки

3. С помощью команды **Обозначение позиций** панели инструментов **Обозначения** поставьте номер позиции для детали «Основание» (рис. 11.10).

4. Подключите объект спецификации к детали «Основание». Для этого выделите номер позиции «1» и вызовите правой кнопкой мыши контекстное меню, в котором выберите **Добавить объект спецификации** (рис. 11.11).

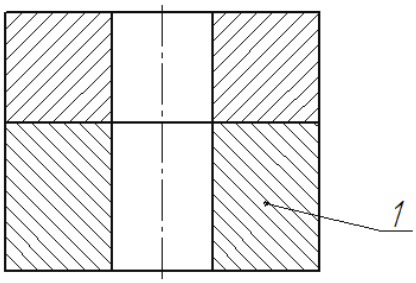


Рис. 11.10. Расположение номера позиции для детали «Основание»

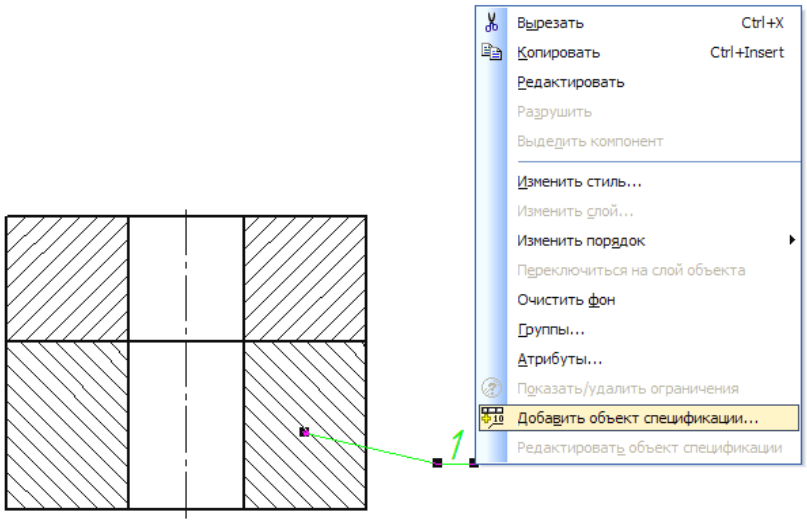


Рис. 11.11. Добавление объекта спецификации к номеру позиции

В появившемся окне **Выберите раздел и тип объекта** укажите:

- **Раздел – Детали;**
- **Тип объекта – Базовый объект спецификации** (рис. 11.12).

Нажмите **Создать**.

На экране появиться окно **Объект спецификации**. Заполните графы:

- **Формат** – БЧ,
- **Наименование** – основание.
- **Обозначение** – КНГиГ 04.03.15.01.01 (рис. 11.13).

Нажмите **ОК**.

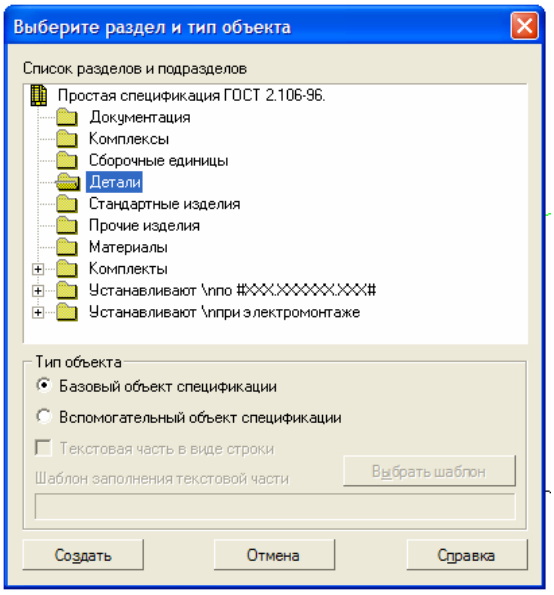


Рис. 11.12. Окно **Выберите раздел и тип объекта**

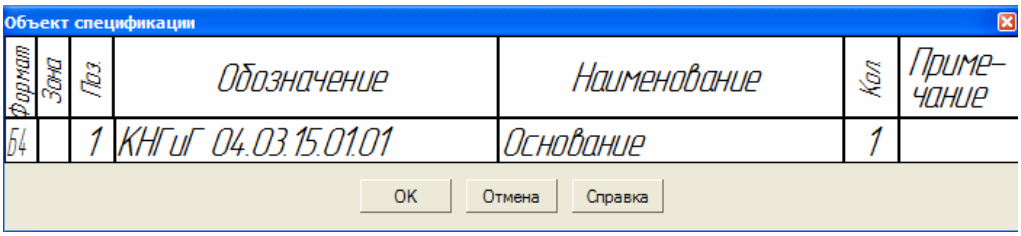


Рис. 11.13. Окно **Объект спецификации**

5. Аналогично нанесите номер позиции и подключите объект спецификации для детали «Крышка». Результат выполнения операции представлен на рис. 11.14. Обратите внимание, что номера позиций должны располагаться по одной вертикали, т.е. одна под другой.

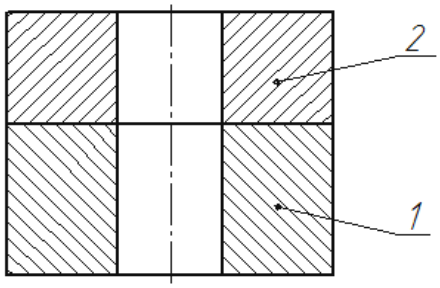


Рис. 11.14. Нанесение номера позиции для детали «Крышка»

6. Используя команду **Менеджер библиотек**, активизируйте библиотеку **Машиностроение.** Из предложенных в правой части окна библиотек выберите **Конструкторскую библиотеку** (рис. 11.15), т.е. установите галочку напротив названия. После выполнения операции в окне **Менеджер библиотек** появится еще одна вкладка «**Конструкторская библиотека**».

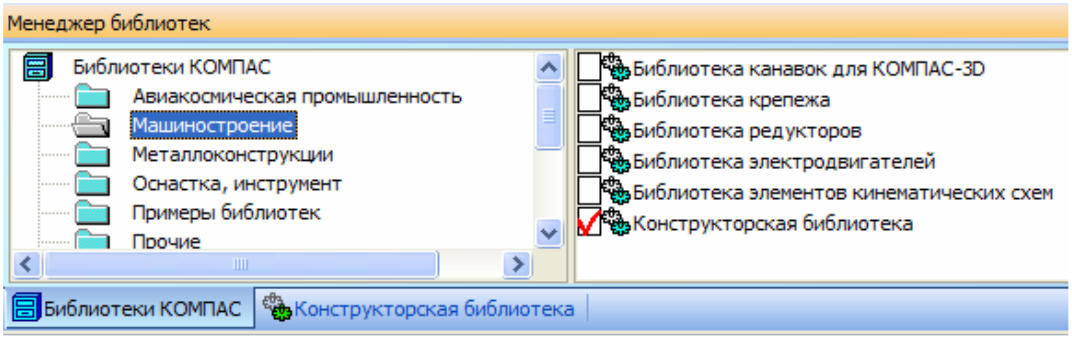


Рис. 11.15. Выбор библиотеки **Машиностроение** и **Конструкторской библиотеки**

7. Откройте вкладку **Конструкторская библиотека** и в появившемся окне откройте папку **Болты**, в которой выберите **Болты нормальные** (рис. 11.16).

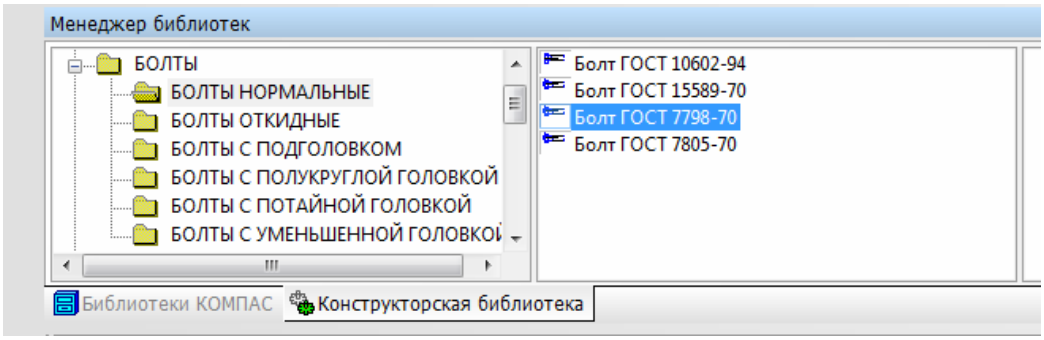


Рис. 11.16. Выбор болта

8. Из предложенных вариантов двойным щелчком мыши выберите нужный (согласно варианту). Например, Болт ГОСТ 7798-70. В появившемся окне укажите нужные параметры – **Диаметр**, **Длина**, **Вид**, **Ось рисовать**, **Создать объект спецификации** (рис. 11.17). При необходимости укажите и другие параметры. Нажмите **ОК**. На экране появится фантом болта.

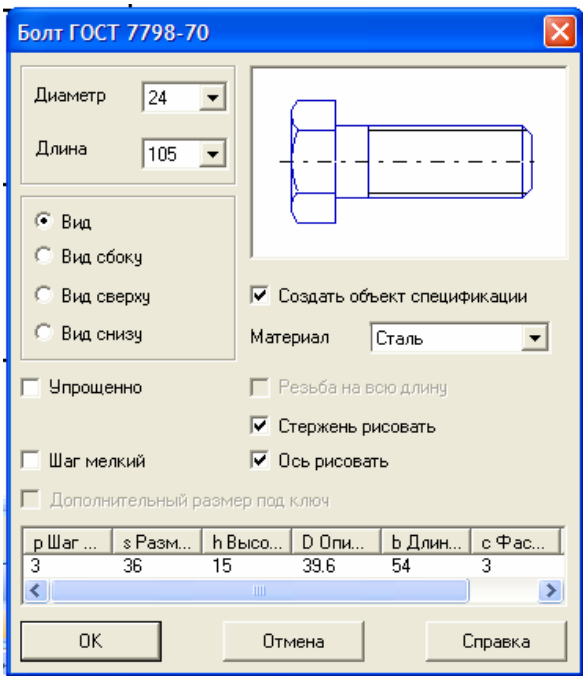


Рис. 11.17. Окно **Болт ГОСТ 7798-70**

9. Для того чтобы правильно расположить болт на чертеже, укажите мышкой последовательно первую и вторую точки (рис. 11.18).

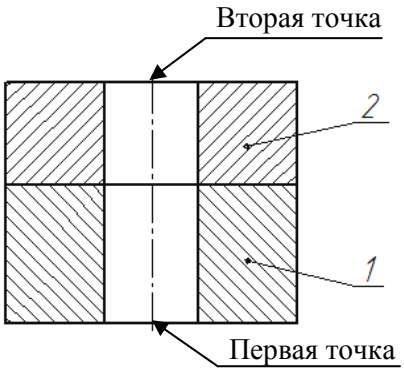


Рис. 11.18. Указание точек для расположения болта

10. После указания точек на экране болт займет правильное расположение относительно деталей «Основание» и «Крышка», а также появится окно **Объект спецификации** (рис. 11.19), в котором указываются номер позиции, наименование и количество болтов. Нажмите **ОК**.

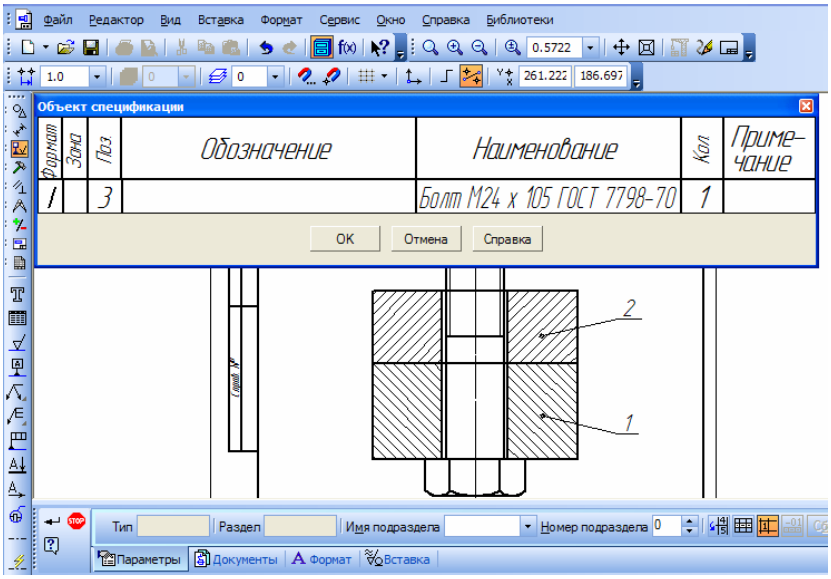


Рис. 11.19. Окно **Объект спецификации**

11. Так как номер позиции для болта не проставлен, в следующем окне укажите **Проставить новую** (рис. 11.20). После простановки номера позиции нажмите **Прервать команду**.

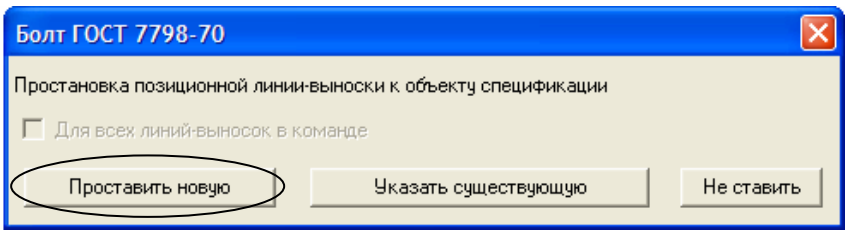


Рис. 11.20. Выбор команды **Проставить новую** для простановки номера позиции болта

12. После создания болта осевые линии (одна – ось болта, вторая – ось деталей «Основание» и «Крышка») наложились друг на друга и вместо штрихпунктирной линии получилась сплошная тонкая. Чтобы

этого избежать, удалите ось деталей. Если вы создали болт без осевой линии, необходимо продлить (растянуть) ось деталей «Основание» и «Крышка» так, чтобы она выходила за контур болта на 2 – 3 мм.

Результат преобразований представлен на рис. 11.21.

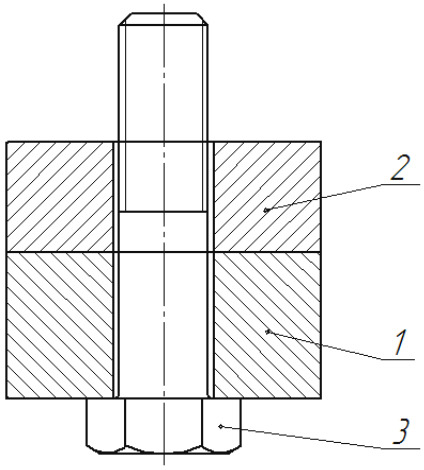


Рис. 11.21. Чертеж, полученный после добавления болта и простановки номера позиции

13. Аналогично выберите из библиотеки нужную шайбу (Плоская шайба) и гайку. Обратите внимание, что для гайки и шайбы осевые линии изображать не нужно, иначе осевые линии будут накладываться и получится сплошная тонкая линия. Результат преобразований представлен на рис. 11.22.

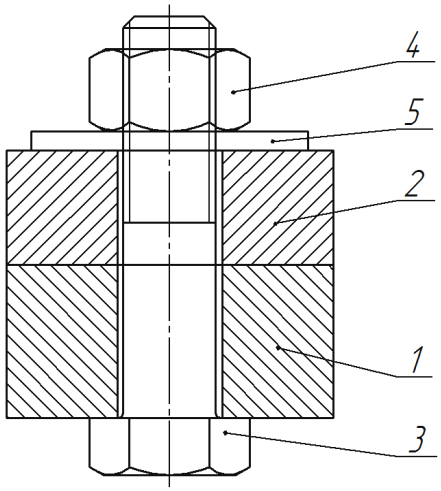


Рис. 11.22. Чертеж, полученный после добавления гайки и шайбы

14. Используя команду **Усечь кривую**, удалите лишние линии. Результат преобразований представлен на рис. 11.23.

15. Начертите проекцию болта, гайки и шайбы на виде сверху. Используйте способ, который вам больше нравится:
    - выберите из библиотеки нужную шайбу, гайку, болт (вид сверху), после чего удалите лишние линии при помощи команды **Усечь кривую**;
    - используя панель инструментов **Геометрия** и команды **Вертикальная прямая**, **Горизонтальная прямая**, **Параллельная прямая**, **Окружность**, **Многоугольник**, по размерам вычертите проекции шайбы, гайки и болта на виде сверху. Используя команду **Усечь кривую**, удалите лишние линии.
16. Результат преобразований представлен на рис. 11.24.

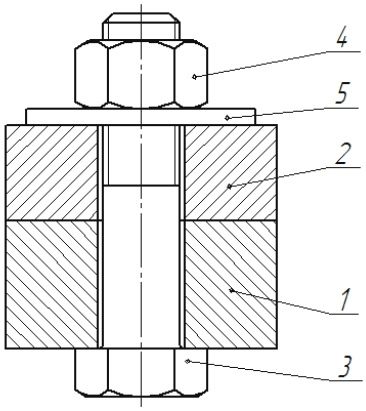


Рис. 11.23. Результат удаления лишних линий

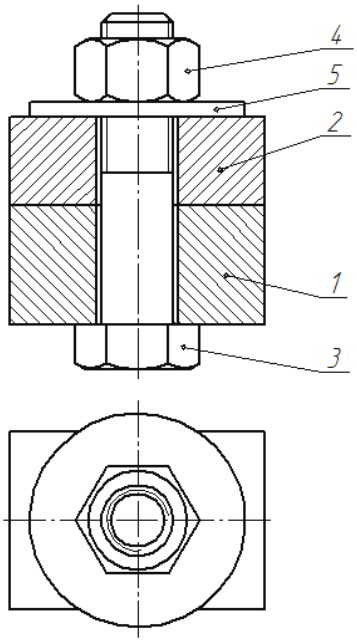


Рис. 11.24. Результат построения вида сверху соединения болтом

17. Используя панель инструментов **Размеры** и команду **Линейный размер**, нанесите размеры.
18. Заполните основную надпись.
19. Выполненный чертеж представлен на рис. 11.6.

11.4. Методические указания по составлению спецификации

11.4.1. Создание документа Спецификация

1. Чтобы создать спецификацию, активизируйте команду **Создать** и в появившемся окне выберите **Спецификация**. На экране появится таблица спецификации. В ней можно создавать объекты спецификации. В левой части экрана появится набор команд для создания и редактирования спецификации. Первые три команды являются основными, то есть представляют собой раскрывающиеся списки.
2. Сохраните этот документ под именем **Соединение болтом**.

11.4.2. Настройка спецификации

Перед заполнением спецификации необходимо выполнить ее настройку. Для этого выполните следующие действия:

1. Последовательно активизируйте команду **Формат** и команду **Настройка спецификации** (рис. 11.25).

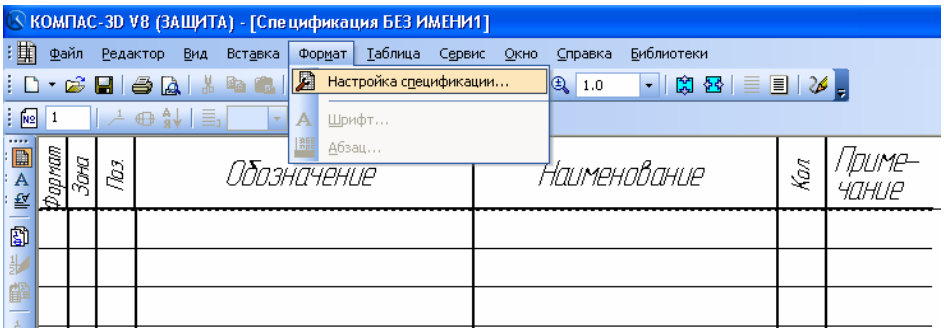


Рис. 11.25. Выбор команды **Настройка спецификации**

2. На экране появится окно **Настройка спецификации**. В этом окне перейдите на вкладку **Разделы** и отредактируйте стиль нужных разделов спецификации (документация, детали, стандартные изделия) (рис. 11.26). Например, выбираем раздел **Документация** и команду **Редактировать стиль раздела**. В появившемся окне **Настройка раздела спецификации** устанавливаем: **Количество резервных строк в разделе** – 0 (рис. 11.27).

3. Аналогично произведите настройку разделов **Детали** и **Стандартные изделия**.

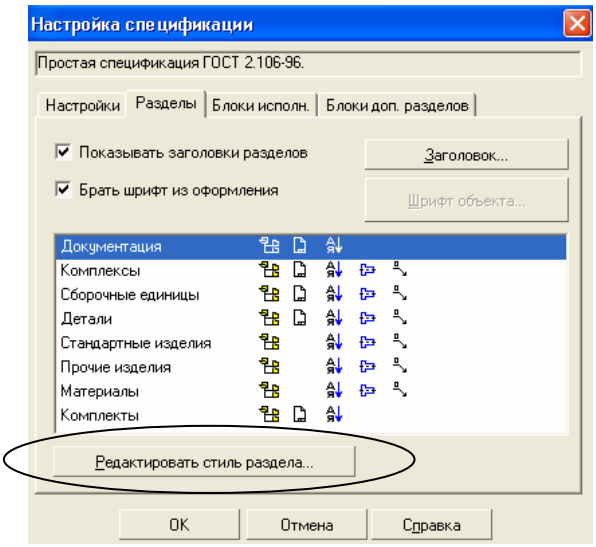


Рис. 11.26. Окно **Настройка спецификации**

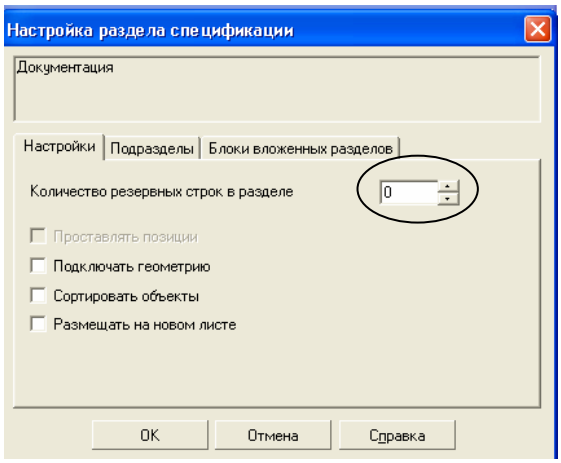


Рис. 11.27. Окно **Настройка раздела спецификации**

11.4.3. Заполнение спецификации

Спецификация заполняется путем создания в ней новых разделов и объектов (как базовых, так и вспомогательных). Так как объекты спецификации были созданы при выполнении сборочного чертежа «Соединение болтом», необходимо подключить к спецификации этот сборочный чертеж:

1. В меню выберите команду **Сервис** – **Управление сборкой** (рис. 11.28).

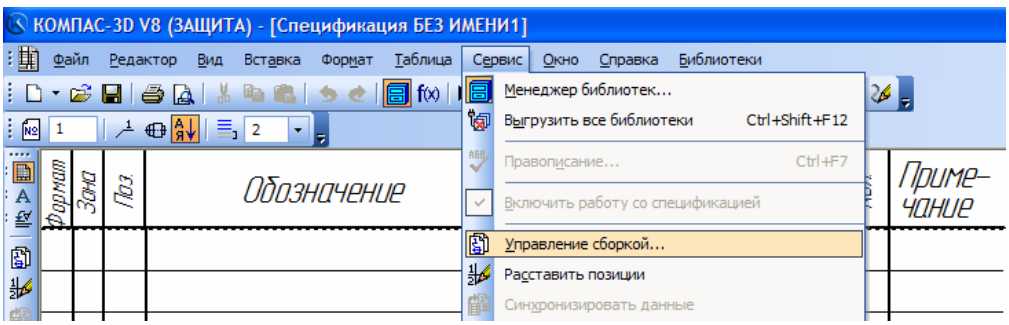


Рис. 11.28. Выбор команды **Управление сборкой**

2. В появившемся окне **Управление сборкой** выберите команду **Подключить документ** (рис. 11.29). Подключите документ «Соединение болтом». В окне **Управление сборкой** нажмите **Выход**.

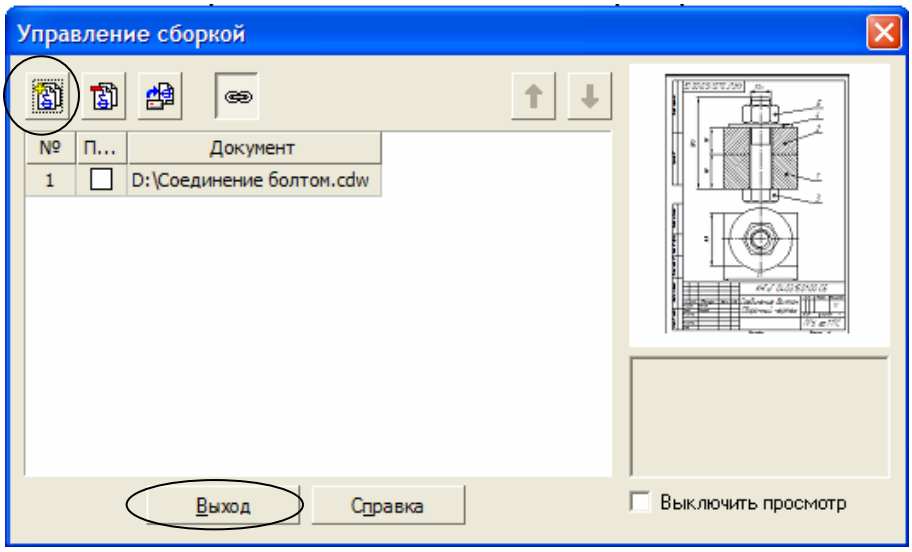


Рис. 11.29. Окно **Управление сборкой**

3. В результате выполнения предыдущей операции в таблицу спецификации будут внесены детали «Основание» и «Крышка», а также стандартные изделия «Болт», «Гайка» и «Шайба» (рис. 11.30).

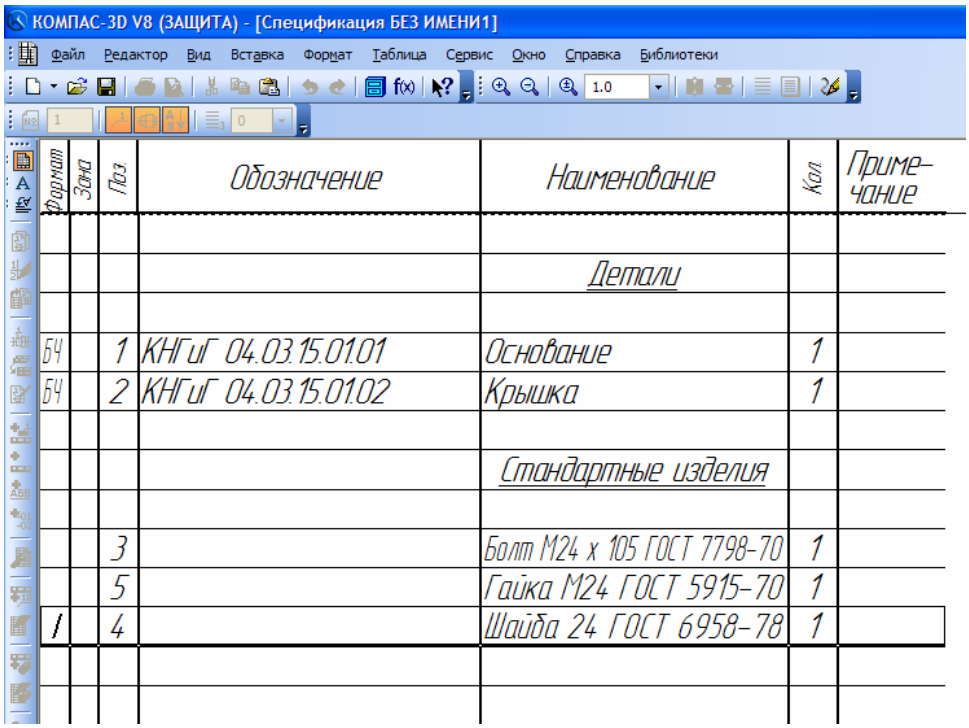


Рис. 11.30. Таблица спецификации

4. Кроме разделов «Детали» и «Стандартные изделия», в спецификации «Соединение болтом» должен присутствовать раздел «Документация». Для его добавления в спецификацию установите курсор в первую или вторую строку сверху. Активизируйте команду **Добавить раздел –** откроется окно «Выберите раздел и тип объекта» (рис. 11.31). Активизируйте раздел, который требуется создать, – **Документация.** Укажите тип нового объекта, например, **Базовый объект спецификации**. Нажмите **Создать**.

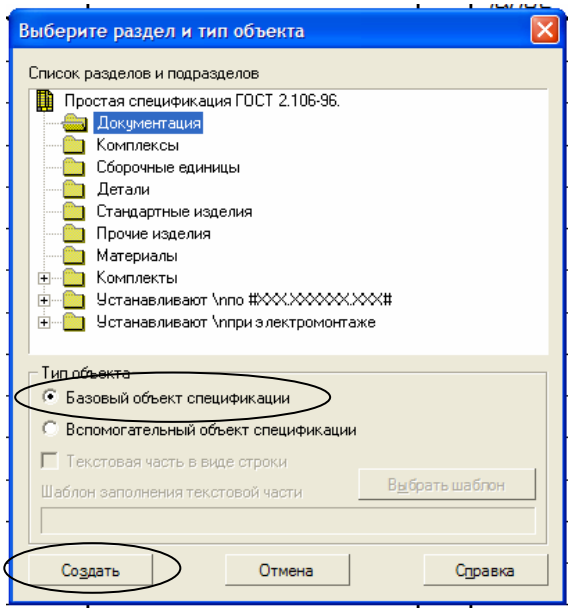


Рис. 11.31. Окно **Выберите раздел и тип объекта**

На экране появится название раздела **Документация** и выделенная строка, в которую нужно ввести следующие данные об объекте:

- В столбце **Формат** – А4;
- В столбце **Обозначение** – КНГиГ.03.01.12.00.00.СБ (03 – номер семестра, 01 – номер работы и 12 – номер варианта);
- В столбце **Наименование** – Сборочный чертеж.

Активизируйте команду **Создать объект.** Результат преобразований показан на рис. 11.32.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А4			КНГиГ. 03.01.12.00.00.СБ	Сборочный чертеж		

Рис. 11.32. Добавление объекта «Сборочный чертеж» в спецификацию

11.4.4. Редактирование текстовой части объекта спецификации

Для входа в режим редактирования текстовой части объекта спецификации нужно выполнить следующие действия:

1. Дважды щелкните по редактируемой надписи – появится выделение строки и мигающий курсор. Произведите редактирование.
2. Активизируйте команду **Создать объект.**

Для удаления объекта спецификации выполните следующие действия:

1. Выберите удаляемый объект, щелкнув по нему мышкой (вся строка подсветится черным цветом).
2. Последовательно активизируйте команду **Редактор** и команду **Удалить объект** (рис. 11.33).

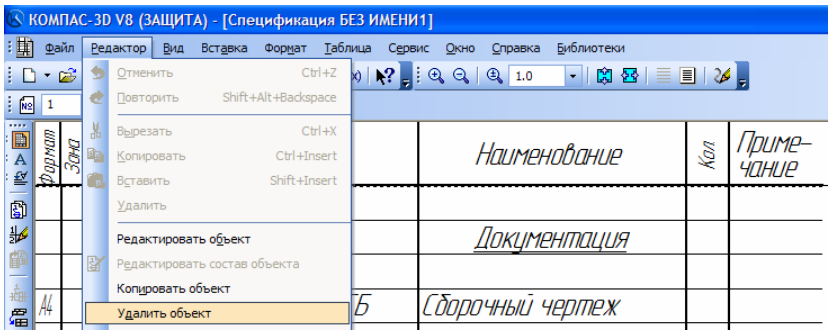


Рис. 11.33. Выбор команды **Удалить объект**

Для удаления раздела необходимо, чтобы все объекты этого раздела были удалены. Удаление раздела производится так же, как и удаление объекта.

11.4.5. Оформление спецификации

1. Для оформления спецификации последовательно активизируйте команду **Вид** и команду **Разметка страниц** (рис. 11.34).

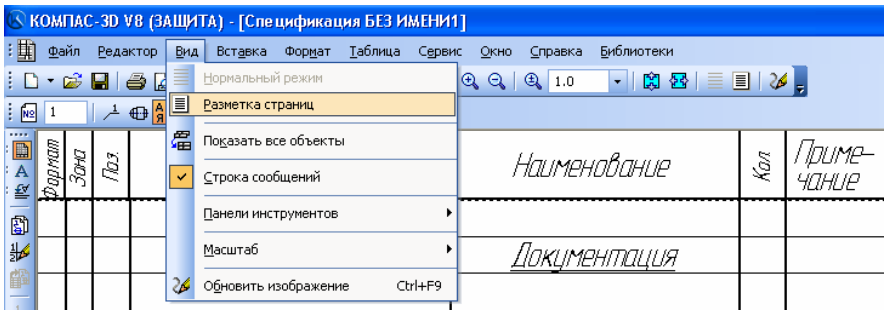


Рис. 11.34. Выбор команды **Разметка страниц**

2. Двойным щелчком мыши сделайте активными графы основной надписи и заполните их. Активизируйте команду Создать объект.
3. Выполненная спецификация представлена на рис. 11.7.

ГЛАВА 12. ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ И ИХ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ «ВАЛ»

12.1. Краткие теоретические сведения

В этой главе рассматривается построение тел вращения на примере детали «Вал». Перед тем, как начать построения, напомним основные понятия, которые относятся к детали «Вал» и будут использованы в этой главе.

Вал – вращающаяся деталь машины, предназначенная для поддержания насаженных на нее деталей, передачи вращающих моментов и восприятия растягивающих или сжимающих сил. Валы передают вращающий момент вдоль своей оси. Валы вращаются в подшипниках.

Элементы конструкции. На рис. 12.1 показаны различные элементы и наименования этих элементов на трехмерных моделях валов.

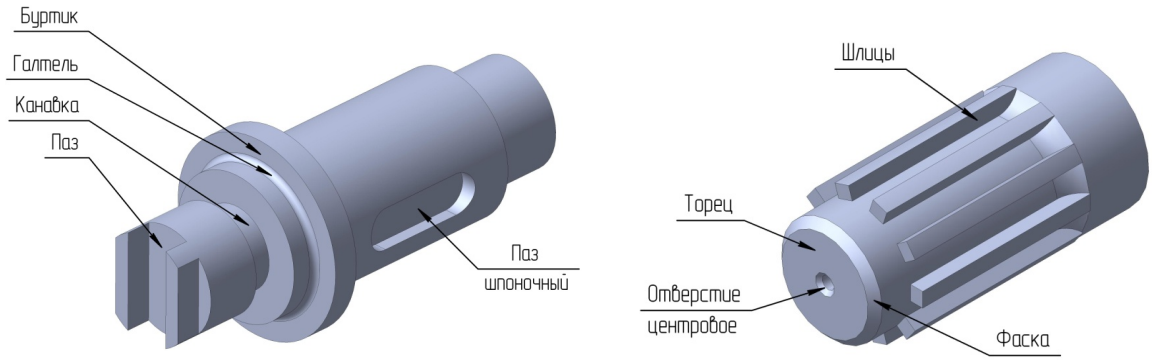


Рис. 12.1. Элементы и наименования этих элементов на трехмерных моделях валов

На рис. 12.2 показано выполнение элементов конструкции вала на чертеже.

Торцы валов для облегчения постановки на них деталей и в целях безопасности делают с фасками.

Фаски – конические или плоские срезы (притупления) острых кромок деталей. Размеры фасок выбирают согласно ГОСТ 2.307-68 из следующего ряда чисел: 0,1; (0,12); 0,16; (0,2); 0,25; (0,3); 0,4; (0,5); 0,6; (0,80); 1; (1,2); 1,6; (2,0); 2,5; (3,0); 4; 6; (8); 10; 12; 16.

Поверхность плавного перехода от одной ступени вала к другой называется *галтелью*. Применяют галтели для облегчения изготовления деталей литьем, штамповкой и для повышения прочностных свойств валов (снятия концентрации напряжения); радиусы галтелей берут из того же типового ряда чисел, что и для величины фаски.

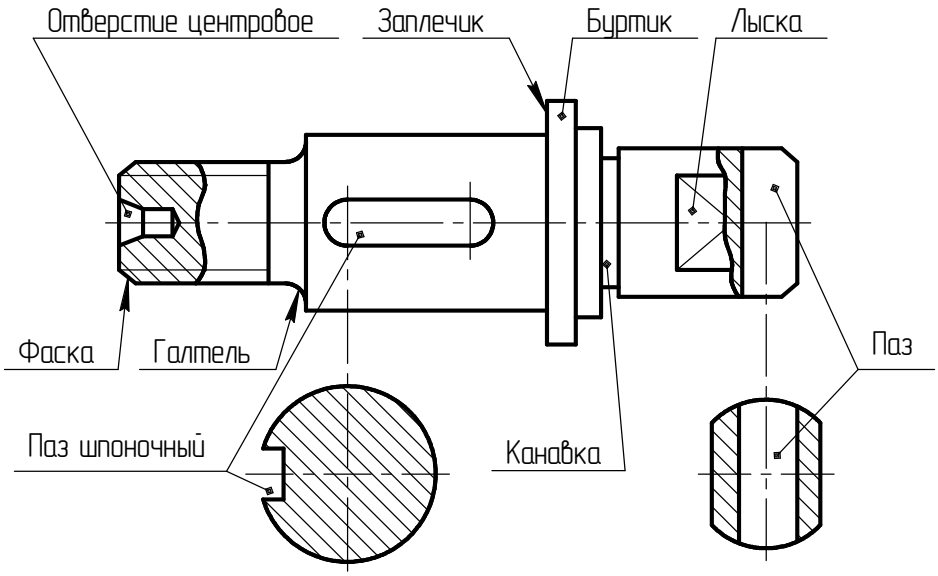


Рис. 12.2. Выполнение элементов конструкции вала на чертеже

Пазы, буртики, приливы применяют по конструктивным соображениям.

Проточки (канавки) применяют для «выхода» режущих инструментов при нарезании резьбы, шлифовании, для установки уплотняющих прокладок и др.

Лыски (плоские срезы) служат для удержания детали от проворачивания, например, при наворачивании гайки на другой ее конец.

Буртики применяют для упора деталей в неподвижных соединениях и для ограничения осевого перемещения деталей в подвижных соединениях.

Центровые отверстия детали служат для крепления ее в центрах станка, на которых удерживается и вращается деталь (рис. 12.3).

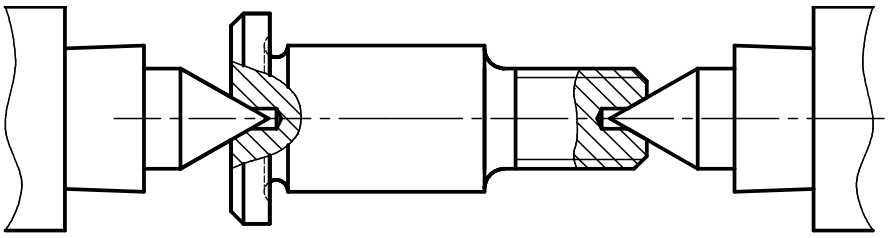


Рис. 12.3. Центровые отверстия детали

Центровые отверстия на чертеже отмечают условным знаком с указанием на полке формы отверстия (А) и диаметра отверстия (4 мм) по ГОСТ 14034-74 (рис. 12.4).

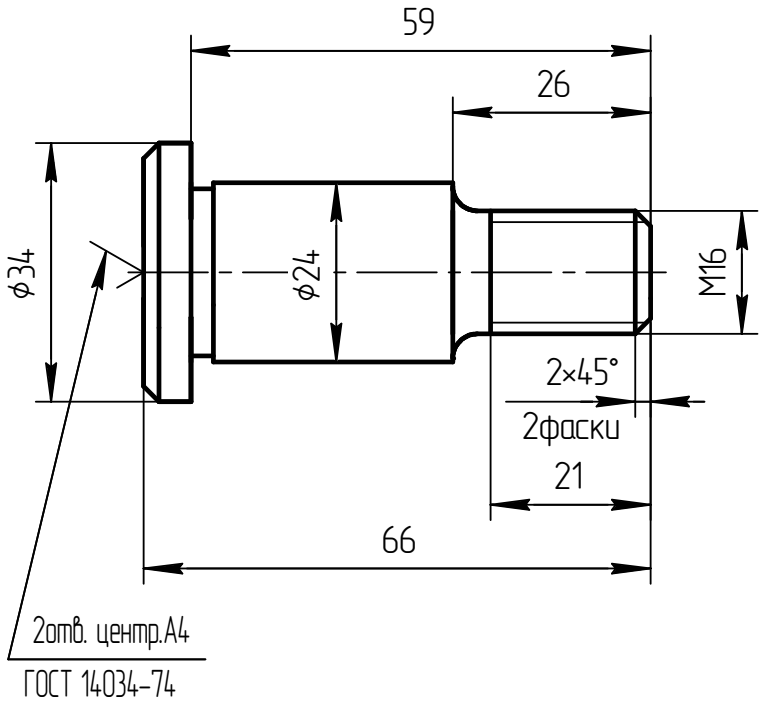


Рис. 12.4. Обозначение центровых отверстий на чертеже

На рис. 12.5 показан вид центрового отверстия с обозначением его элементов.

Опорные участки валов называют *цапфами* (рис. 12.6).

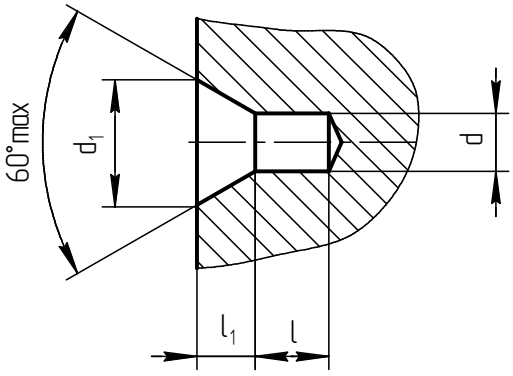


Рис. 12.5. Обозначение элементов центрового отверстия на чертеже

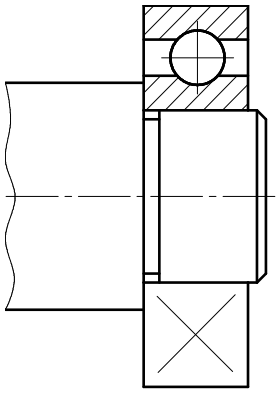


Рис. 12.6. Опорный участок вала

Цапфы, расположенные на концах валов и нагруженные преимущественно радиальными силами, называются *шипами* (рис. 12.7, *1*), а промежуточные – *шейками* (см. рис. 12.7, *2*).

Опорные участки валов, воспринимающие осевые нагрузки, называются *пятами* (рис. 12.8).

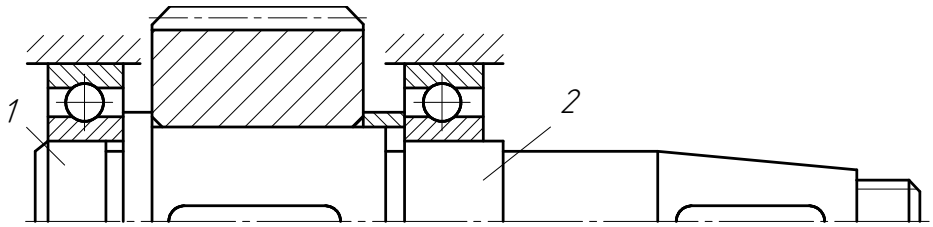


Рис. 12.7. Элементы вала: 1 – шип; 2 – шейка

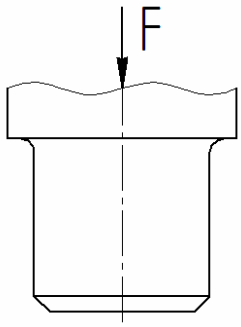


Рис. 12.8. Пята

12.2. Индивидуальное задание

На формате А4 выполнить чертеж вала.

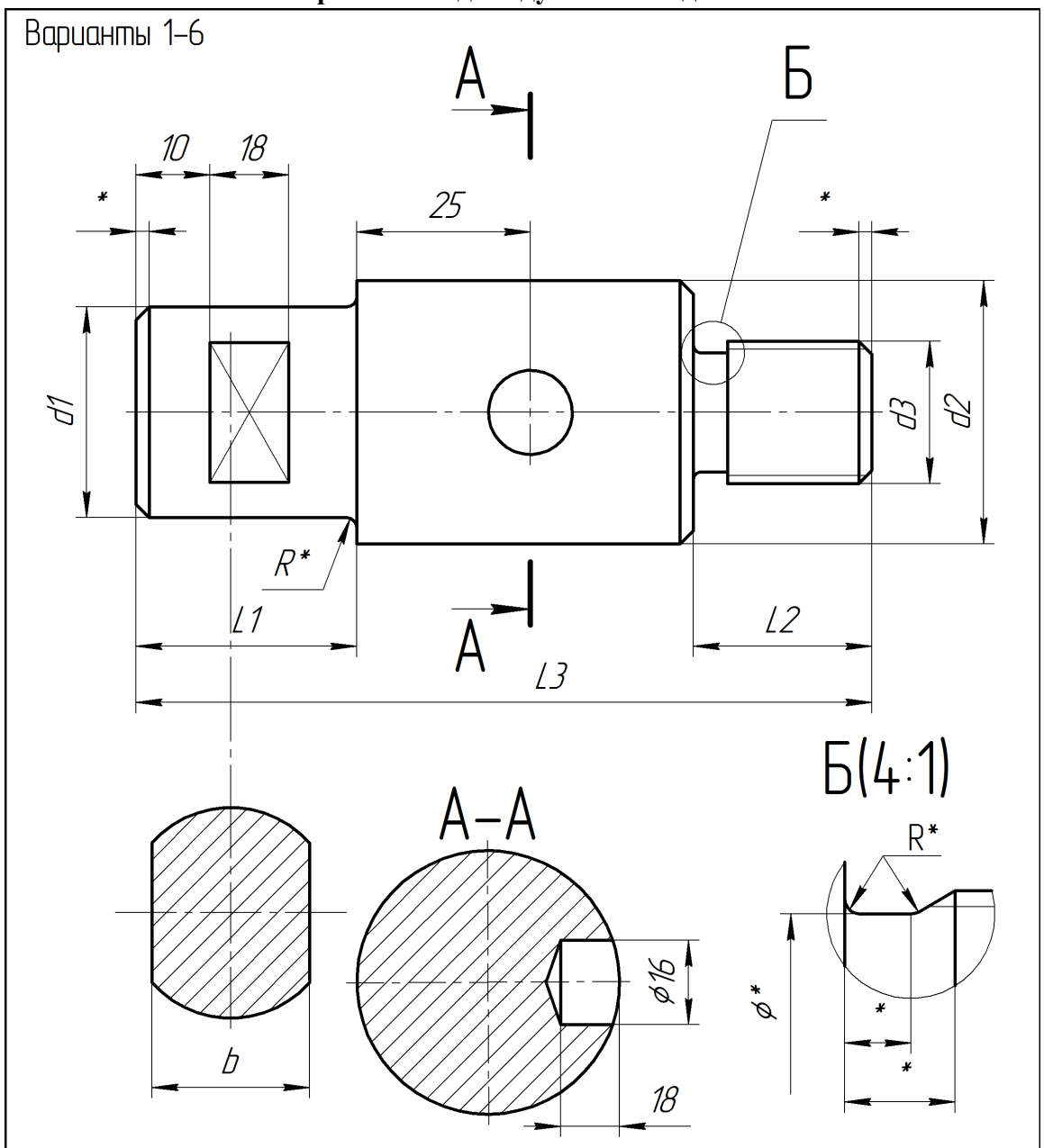
Номер варианта соответствует списочному номеру студента в журнале группы. Основные размеры вала выбирают по табл. 12.1 в соответствии с номером варианта. Справочные размеры (отмеченные знаком «*») выбирают по табл. 12.2, 12.3, 12.4.

Для выполнения чертежа детали «Вал» необходимо создать трехмерную модель вала и связанный с ней ассоциативный вид. При выполнении этого задания можно использовать способ построения трехмерной модели, описанный ниже, или другие способы построения. Прежде чем приступить к созданию трехмерной модели детали «Вал», необходимо внимательно ознакомиться с содержанием задания своего варианта, приведенного в табл. 12.1. Необходимо также подсчитать длину каждого элемента вала, если их длина не указана в задании; уточнить размеры стандартных элементов – шпоночного паза, галтели, проточки для выхода резьбы, воспользовавшись табл. 12.2, 12.3, 12.4. Затем необходимо проанализировать предполагаемую последовательность создания трехмерной модели и чертежа, и только после этого приступать к выполнению задания.

Готовый чертеж в электронном виде проверяет преподаватель с последующей распечаткой чертежа.

Таблица 12.1

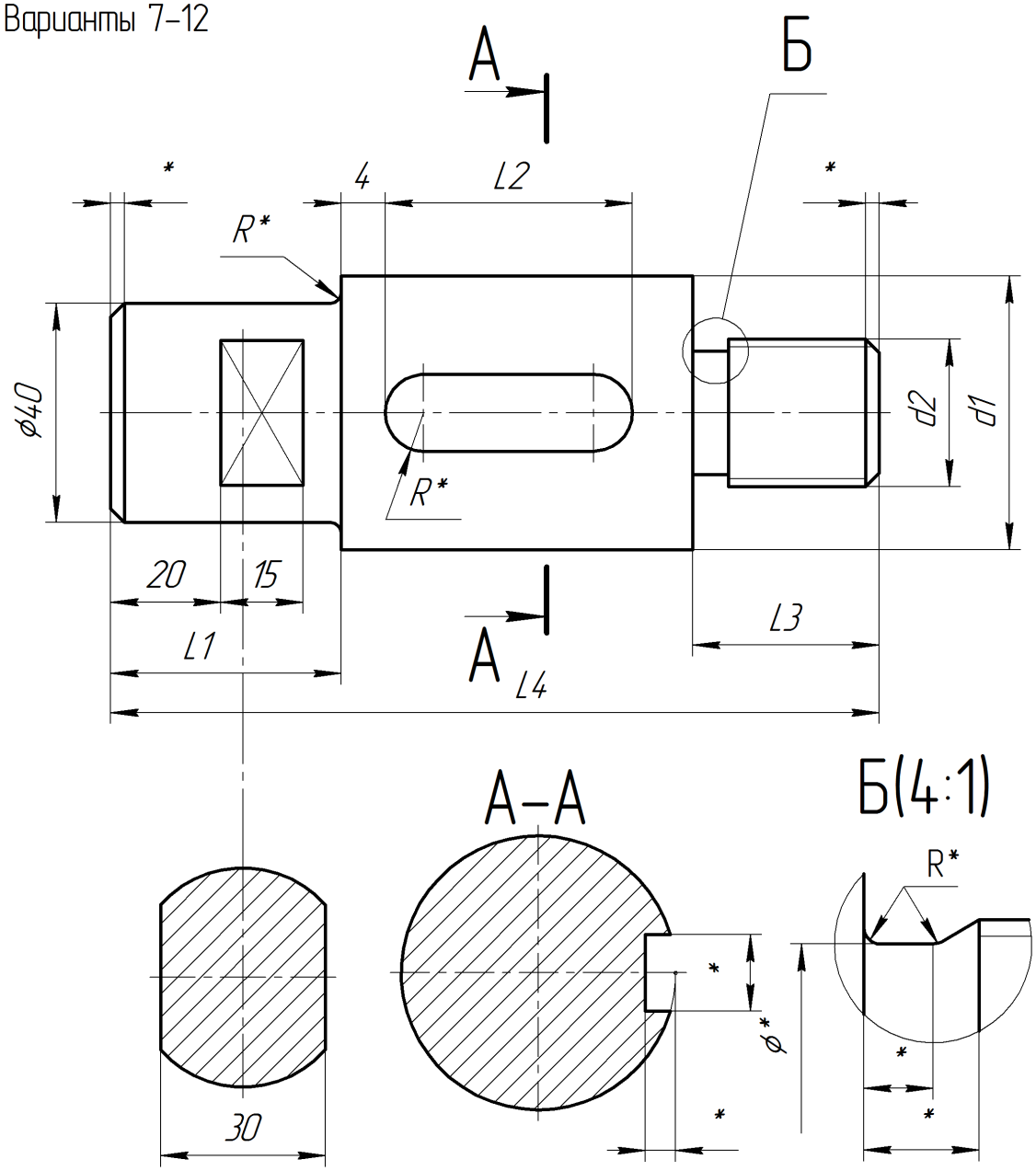
Варианты индивидуальных заданий



Вариант	d1	d2	d3	L1	L2	L3	b
1	40	53	M27	50	34	150	32
2	45	56	M24	43	36	145	36
3	42	53	M30	40	30	140	32
4	48	63	M36	45	40	142	36
5	38	50	M30	36	38	140	30
6	40	56	M24	43	36	150	32

Продолжение табл.12.1

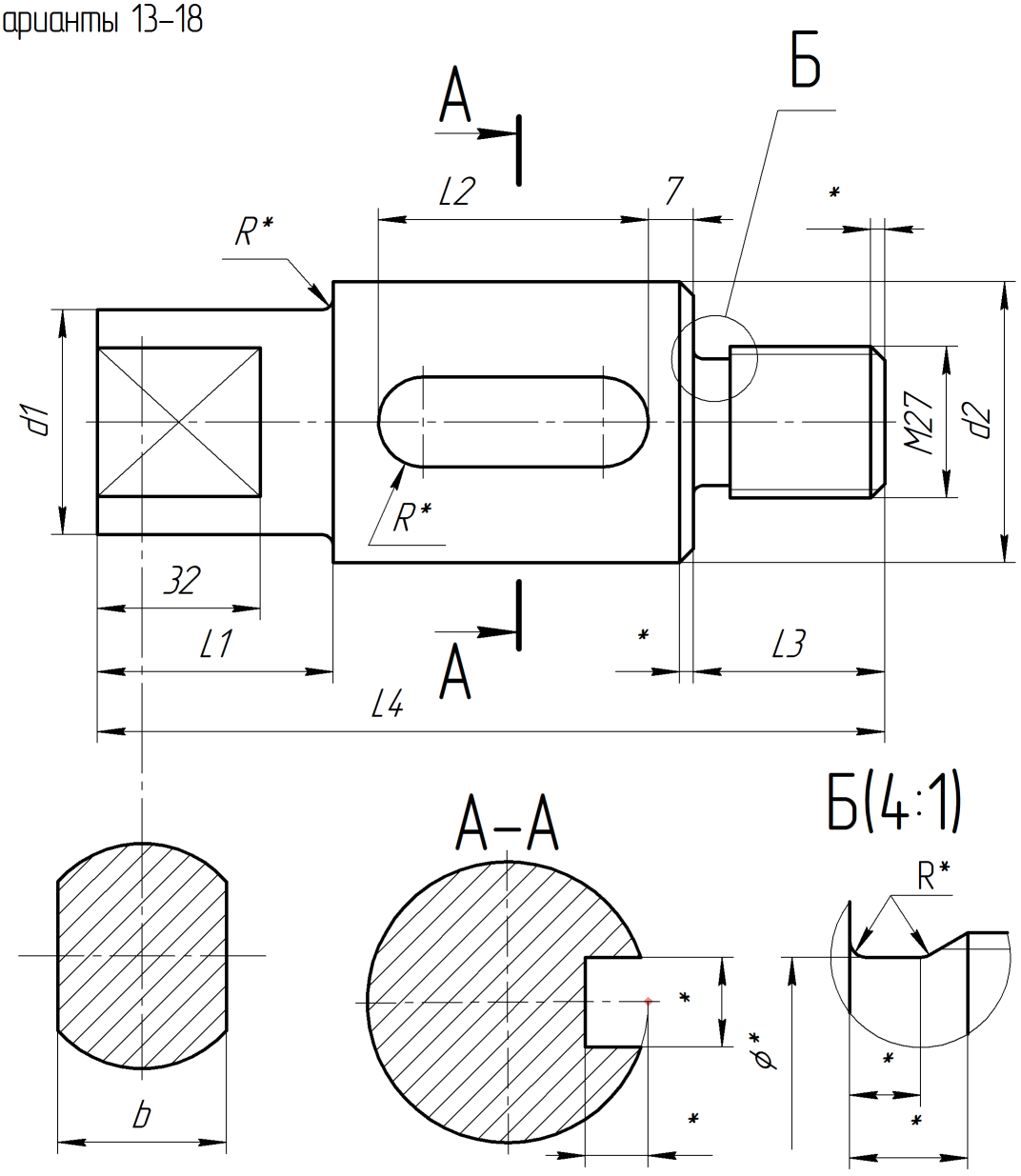
Варианты 7–12



Вариант	d1	d2	L1	L2	L3	L4
7	50	M27	42	45	34	140
8	53	M33	44	45	32	150
9	56	M36	48	50	32	150
10	55	M33	45	50	30	145
11	48	M27	44	36	36	140
12	53	M30	42	45	42	150

Продолжение табл. 12.1

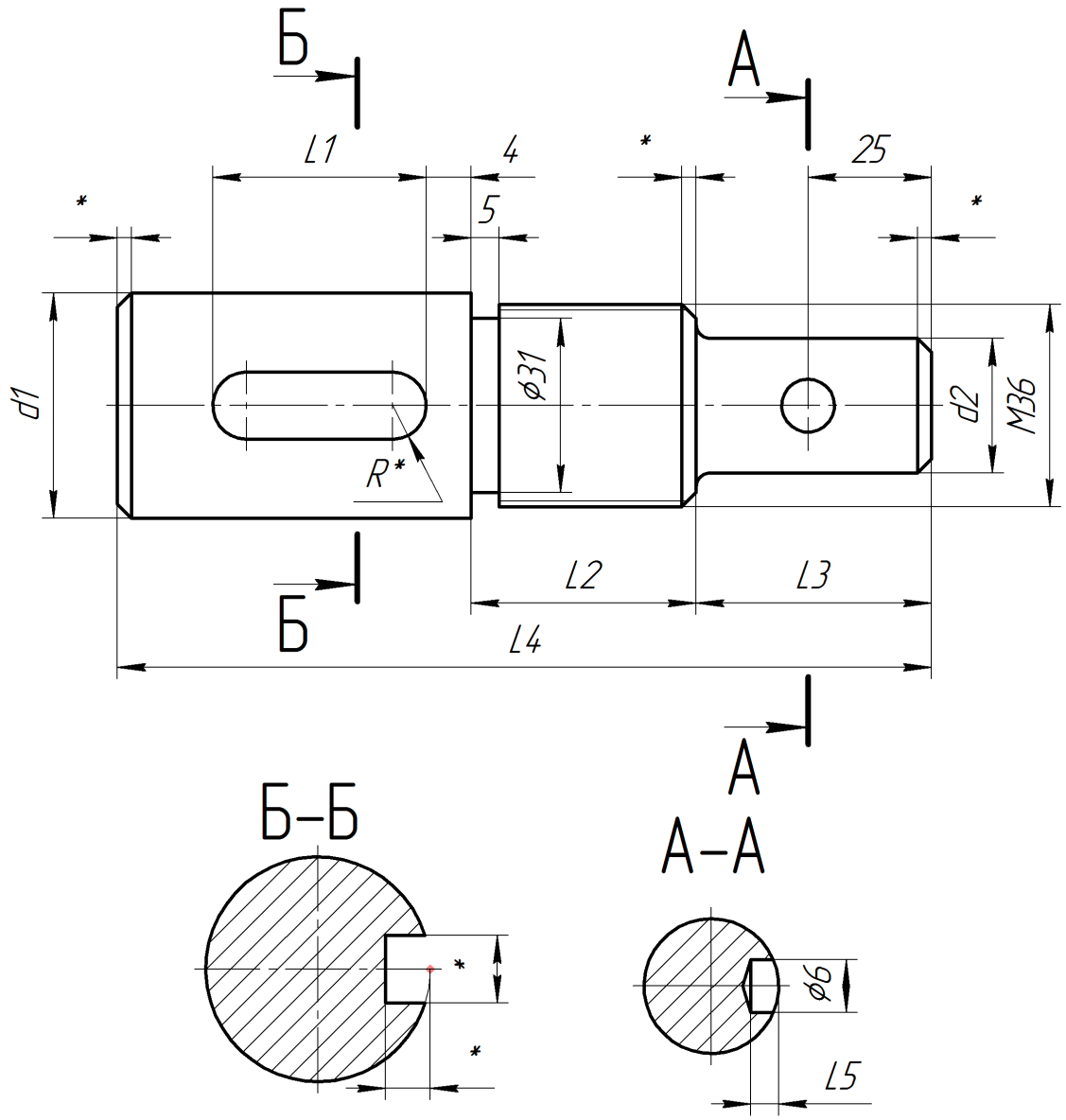
Варианты 13–18



Вариант	d1	d2	L1	L2	L3	L4	b
13	30	48	40	36	32	140	24
14	38	44	48	36	36	150	32
15	36	50	42	45	38	135	30
16	32	44	46	30	28	130	24
17	40	48	40	36	36	140	32
18	38	50	42	45	40	145	32

Продолжение табл. 12.1

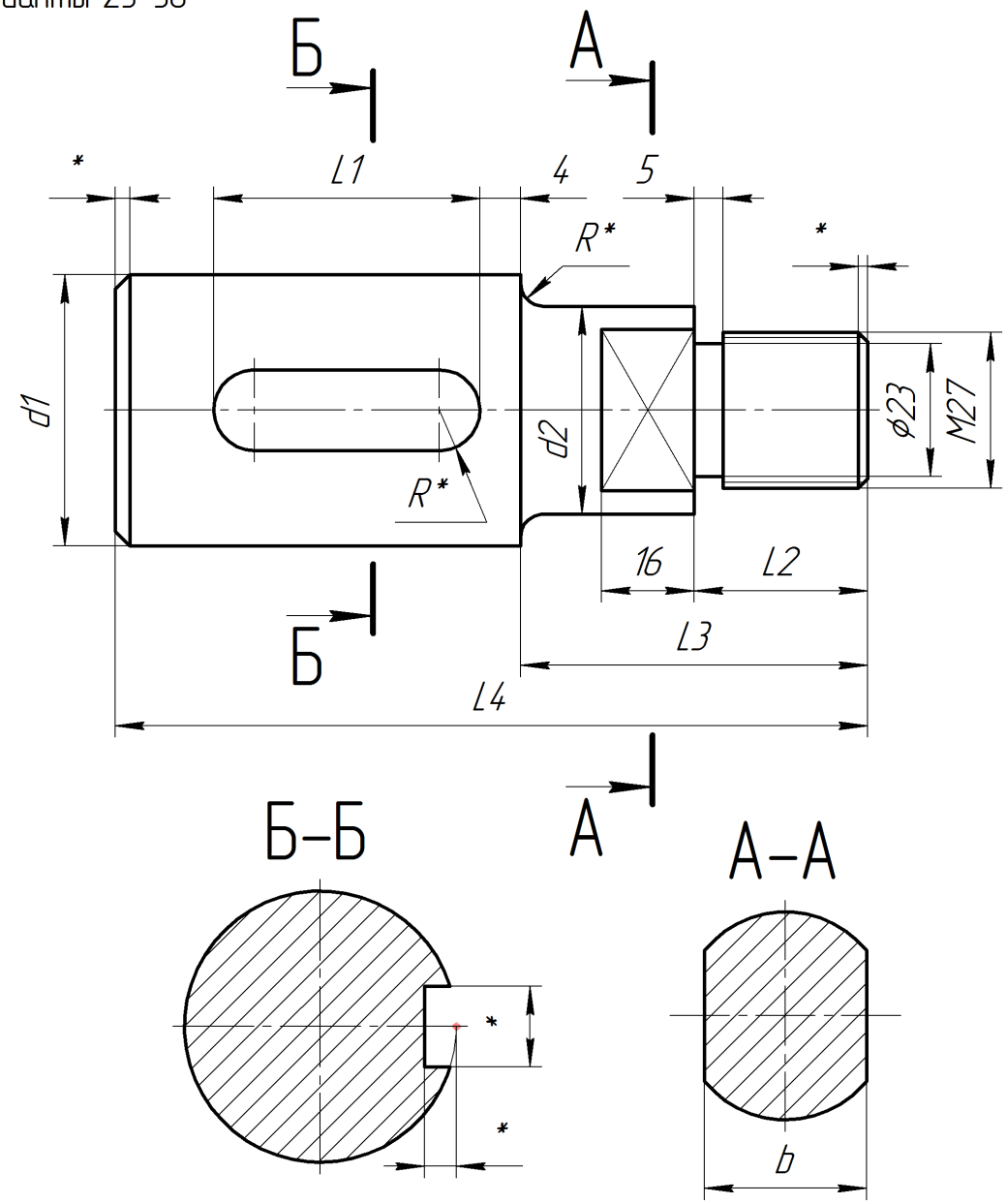
Варианты 19–24



Вариант	d1	d2	L1	L2	L3	L4	L5
19	40	24	28	40	42	145	10
20	42	22	32	42	48	140	8
21	40	24	32	48	52	150	8
22	42	27	36	36	46	135	12
23	45	24	40	38	50	150	16
24	50	27	45	40	42	140	18

Окончание табл. 12.1

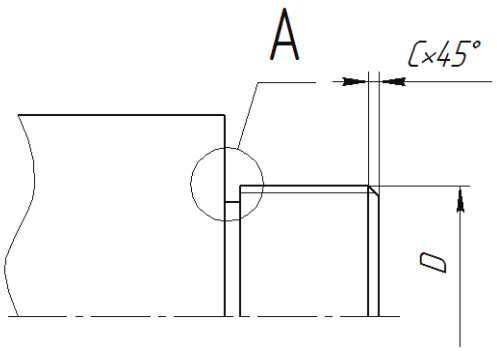
Варианты 25–30

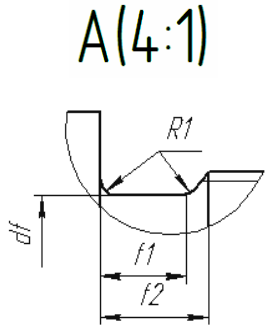


Вариант	d1	d2	L1	L2	L3	L4	b
25	47	36	28	30	60	130	30
26	48	38	36	36	63	140	32
27	50	36	40	42	67	150	30
28	52	39	45	36	65	145	32
29	54	36	45	36	70	145	30
30	48	38	40	40	63	130	32

Таблица 12.2

Рекомендуемые значения размеров фасок и проточек для резьбовых шеек валов с метрической резьбой

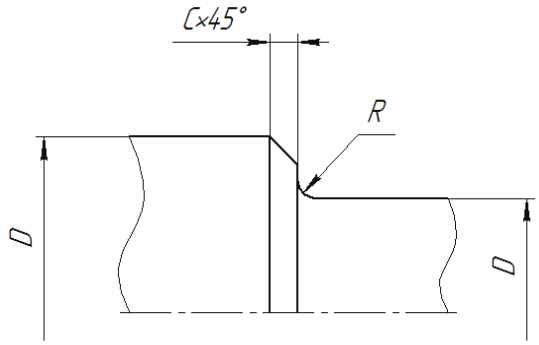




Номинальный диаметр резьбы d, мм	Шаг резьбы P, мм	f_{1min}, мм		f_{2min}, мм		d_f, мм	R_1	C_1, мм
		норм.	узкая	норм.	узкая			
6	1,0	2,1	1,1	3,5	2,5	d-1,6	0,5	1,0
8	1,25	2,7	1,5	4,4	3,2	d-2,0	0,6	1,6
10	1,5	3,2	1,8	5,2	3,8	d-2,3	0,75	1,6
12	1,75	3,9	2,1	6,1	4,3	d-2,6	0,9	1,6
14, 16	2,0	4,5	2,5	7,0	5,0	d-3,0	1,0	2,0
18, 20, 22	2,5	5,6	3,2	8,7	6,3	d-3,6	1,25	2,5
24, 27	3,0	6,7	3,7	10,5	7,5	d-4,4	1,5	2,5
30, 33	3,5	7,7	4,7	12,0	9,0	d-5,0	1,75	2,5
36, 39	4,0	9,0	5,0	14,0	10,0	d-5,7	2,0	3,0
42, 45	4,5	10,5	5,5	16,0	11,0	d-6,4	2,25	3,0
48, 52	5,0	11,5	6,5	17,5	12,5	d-7,0	2,5	4,0
56, 60	5,5	12,5	7,5	19,0	14,0	d-7,7	2,75	4,0
64, 68	6,0	14,0	8,0	21,0	15,0	d-8,3	3,0	4,0

Таблица 12.3

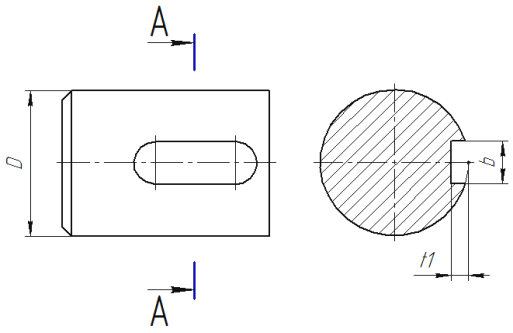
Рекомендуемые значения размеров фасок и радиусов галтелей для валов



D, мм	*C*, мм	*R*, мм
Св. 6 до 10	1,0	0,6
Св. 10 до 18	1,6	1,0
Св. 18 до 28	2,0	1,6
Св. 28 до 46	2,5	2,0
Св. 46 до 68	3,0	2,5
Св. 68 до 100	4,0	3,0
Св. 100 до 150	5,0	4,0

Таблица 12.4

Размеры шпоночных пазов под призматические шпонки



D, мм	*b*, мм	t_1, мм
Св. 6 до 8	2,0	1,2
Св. 8 до 10	3,0	1,8
Св. 10 до 12	4,0	2,5
Св. 12 до 17	5,0	3,0
Св. 17 до 22	6,0	3,5
Св. 22 до 30	8,0	4,0
Св. 30 до 38	10,0	5,0
Св. 38 до 44	12,0	5,0
Св. 44 до 50	14,0	5,5
Св. 50 до 58	16,0	6,0
Св. 58 до 65	18,0	7,0
Св. 65 до 75	20,0	7,5
Св. 6 до 10	22,0	9,0

12.3. Методические указания к выполнению задания «Вал»

В этой главе показан процесс построения трехмерной модели детали «Вал» и создания на ее основе чертежа с размерами (рис. 12.9):
*D*1 = 48 мм; *D*2 = 38 мм; *D*3 = 27 мм; *L*1 = 40 мм; *L*2 = 40 мм; *L*3 = 63 мм; *L*4 = 130 мм; *B* = 32 мм.

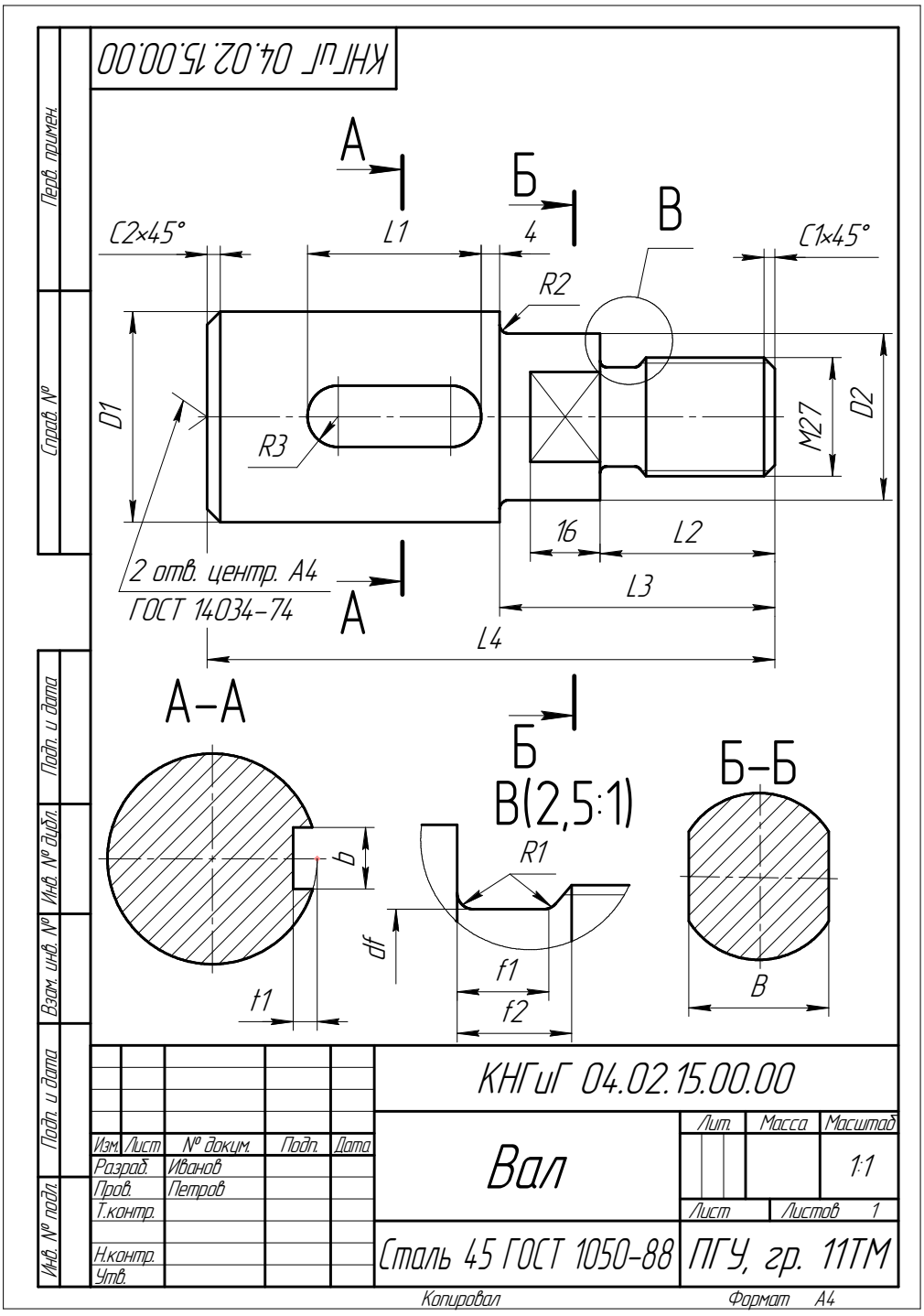


Рис. 12.9. Чертеж вала

Для создания чертежа вала построим его трехмерную модель. Построение трехмерной модели будем проводить поэтапно (рис. 12.10).

1 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром $D1 = 48$ мм.

2 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром $D2 = 38$ мм.

3 этап. Построение проточки.

4 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром 27 мм.

5 этап. Построение галтели радиусом 2 мм.

6 этап. Построение фасок и галтелей.

7 этап. Построение лыски.

8 этап. Построение шпоночного паза.

9 этап. Построение центровых отверстий.

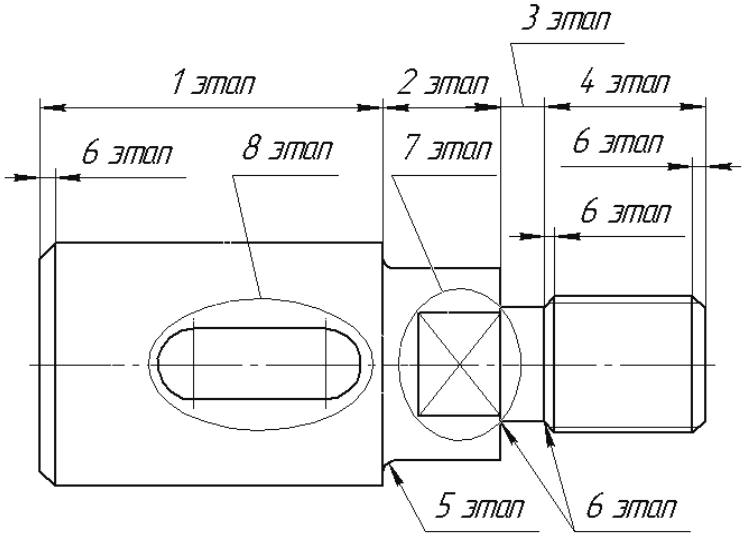


Рис. 12.10. Этапы создания модели вала

На основании модели вала создадим ассоциативный главный вид вала на чертеже, а также сечения и выносной элемент.

10 этап. Создание ассоциативного чертежа.

11 этап. Создание сечений.

12 этап. Создание выносного элемента.

13 этап. Построение осевых линий.

14 этап. Нанесение размеров.

15 этап. Оформление чертежа.

Рассмотрим более подробно этапы создания модели вала.

1 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром D1 = 48 мм *(рис. 12.11)*

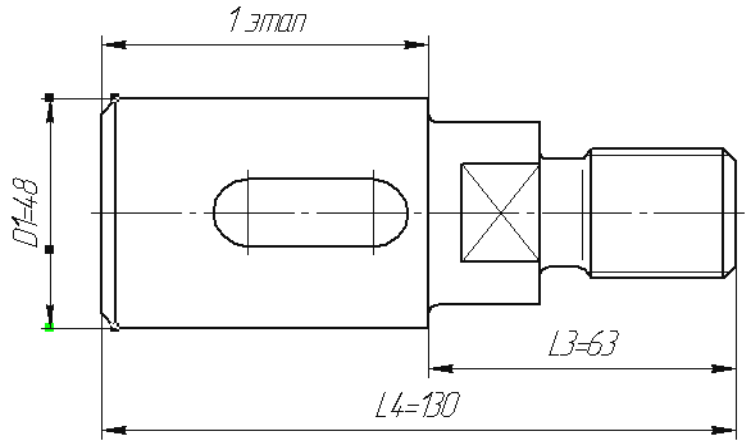


Рис. 12.11. Первый этап

1. Последовательно активизируйте команду **Создать** и команду **Деталь**. Сохраните этот документ под именем «Вал».
2. Выберите в окне построений **Плоскость ZY** для размещения эскиза (рис.12.12). В результате появится условное изображение выбранной плоскости (рис. 12.13).
3. Активизируйте команду **Эскиз** – система перейдет в режим редактирования эскиза, т.е. трехмерная система координат превратится в двумерную и откроются соответствующие инструменты черчения.
4. Постройте окружность диаметром *D*1 = 48 мм так, чтобы центр находился в начале координат (рис. 12.14).

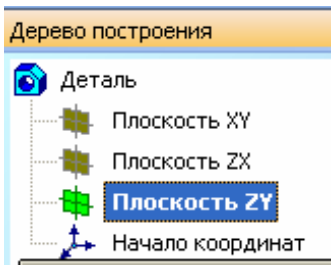


Рис. 12.12. Выбор плоскости ZY

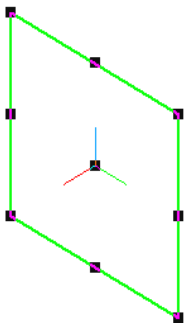


Рис. 12.13. Плоскость ZY на эскизе

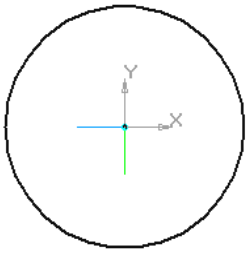


Рис. 12.14. Окружность диаметром 48 мм

5. Завершите команду **Эскиз** – система вернется в режим трехмерного проектирования (рис.12.15). В окне **Дерево построения** появится сообщение Эскиз: 1.

6. Активизируйте команду **Операция выдавливания.** По умолчанию сохраняется последняя используемая толщина выдавливания. На панели свойств задайте необходимую величину выдавливания L4 – L3 = 130 – 63 = 67 мм. По появившемуся фантому выдавливания объекта определите направление выдавливания и при необходимости измените его (выберите **Прямое направление** или **Обратное направление** выдавливания так, чтобы выдавливание происходило от эскиза к наблюдателю) (рис. 12.16). Активизируйте команду **Создать объект**. По умолчанию модель отображается в режиме **Каркас.** Для придания плоскостям цвета активизируйте команды **Полутоновое** и **Полутоновое с каркасом** (рис. 12.17).

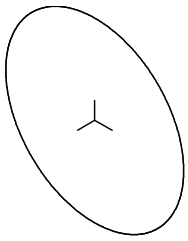


Рис. 12.15. Окружность в режиме трехмерного проектирования

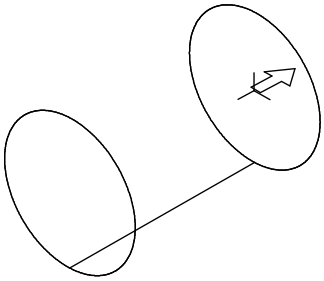


Рис. 12.16. Операция **Выдавливание**

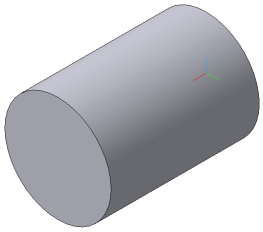


Рис. 12.17. Придание плоскостям цвета

2 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром D2 = 38 мм *(рис. 12.18)*

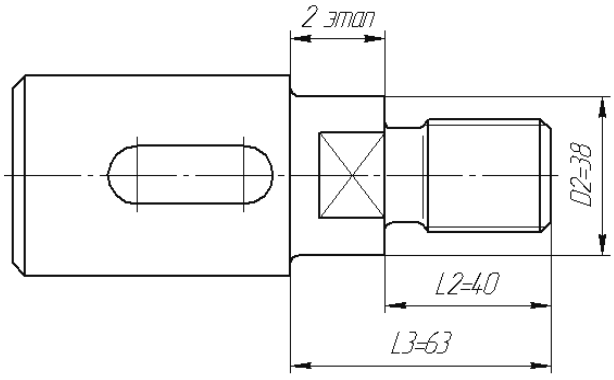


Рис. 12.18. Второй этап

1. Укажите грань (в данном случае – плоскость торца, расположенного ближе к наблюдателю) для построения эскиза. Цвет грани станет зеленым.
2. Вызовите команду **Эскиз**. Система перейдет в режим плоского черчения.
3. Начертите в центре основания окружность диаметром *D*2 = 38 мм (рис. 12.19).
4. Завершите команду **Эскиз**. Система вернется в режим трехмерных построений.
5. Активизируйте команду **Операция выдавливания**. На панели состояний введите данные:
   - **Направление выдавливания** – выберите **Прямое направление** или **Обратное направление** так, чтобы выдавливание проходило от эскиза к наблюдателю;
   - в поле **Расстояние** установите значение L3 – L2 = 63 – 40 = 23 мм.
6. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис. 12.20.

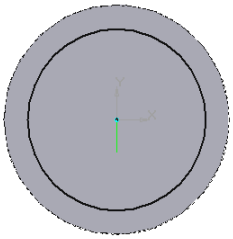


Рис. 12.19. Построение окружности диаметром 38 мм

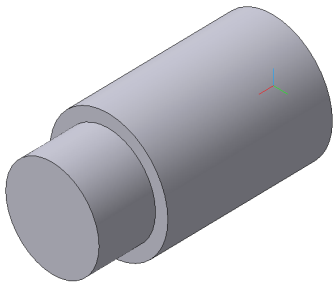


Рис. 12.20. Результат построения трехмерной модели элемента вала диаметром *D*2 = 38 мм

3 этап. Построение проточки (рис. 12.21)

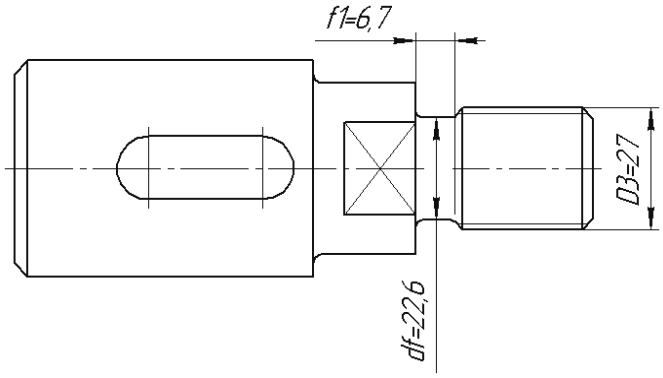


Рис. 12.21. Третий этап

1. Укажите плоскость торца, расположенного ближе к наблюдателю.
2. Активизируйте команду **Эскиз**.
3. Начертите в центре основания окружность диаметром $d_f = D3 - 4{,}4 = 27 - 4{,}4 = 22{,}6$ мм. Для вычисления диаметра проточки d_f см. табл. 12.2.
4. Завершите команду **Эскиз**.
5. Активизируйте команду **Операция выдавливания**.

На панели состояний введите данные:

- **Направление выдавливания** – выберите **Прямое направление** или **Обратное направление**;
- в поле **Расстояние** установите значение $f_1 = 6{,}7$ (расстояние выбирают в зависимости от диаметра, см. табл. 12.2).

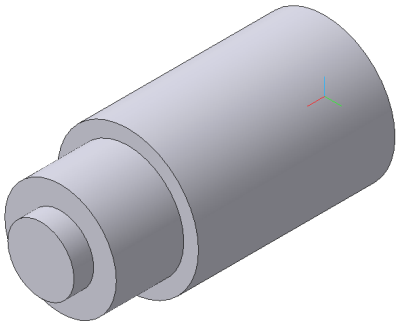


Рис. 12.22. Результат построения проточки

6. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис. 12.22.

4 этап. Построение трехмерной модели элемента вала диаметром 27 мм (рис. 12.23)

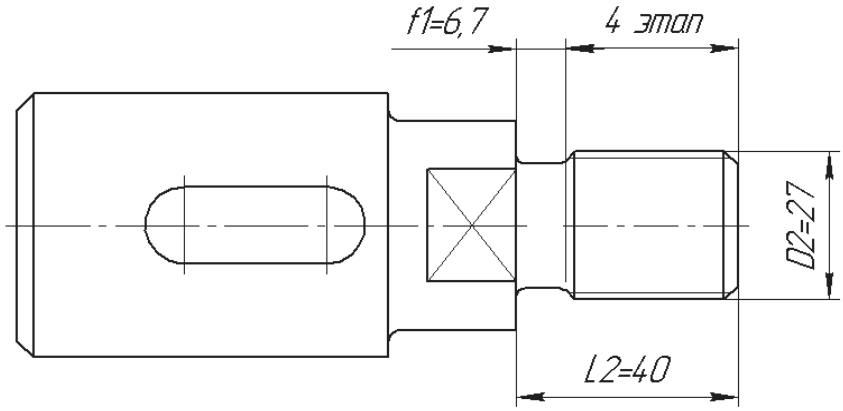


Рис. 12.23. Четвертый этап

1. Укажите плоскость торца, расположенного ближе к наблюдателю.
2. Вызовите команду **Эскиз**.
3. Начертите в центре основания окружность диаметром 27мм.
4. Завершите команду **Эскиз**.

5. Активизируйте команду **Операция выдавливания**. На панели состояний введите данные:
   - **Направление выдавливания** – выберите **Прямое направление** или **Обратное направление**;
   - в поле **Расстояние** установите значение $L2 - f_1 = 40 - 6{,}7 = 33{,}3$ мм.
6. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис. 12.24.

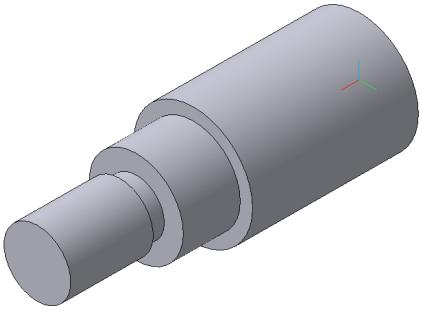


Рис. 12.24. Результат построения трехмерной модели элемента вала диаметром 27 мм

5 этап. Построение галтели радиусом 2 мм *(рис. 12.25)*

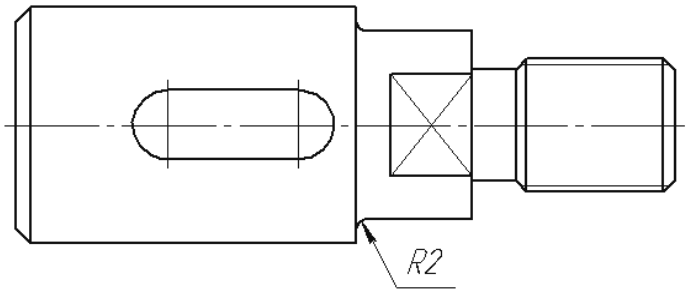


Рис. 12.25. Пятый этап

1. Выделите ребро, на котором необходимо создать галтель (рис. 12.25, галтель *R*2). Для этого установите курсор на ребро и щелкните мышью. Ребро подсветится зеленым цветом.
2. Активизируйте команду **Скругление**. *Возможно, на панели инструментов активна команда* ***Фаска****. Если нажать и удерживать клавишу мыши на команде* ***Фаска****, из раскрывающегося списка можно выбрать команду* ***Скругление*** (рис. 12.26).
3. На панели свойств установите значение скругления, равное 2 мм (значение радиуса галтели *R* выбирают по табл. 12.3).

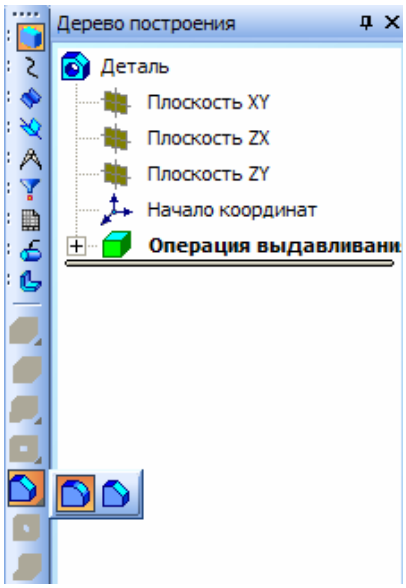


Рис. 12.26. Выбор команды **Скругление**

4. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис.12.27 (галтель показана белой стрелкой).

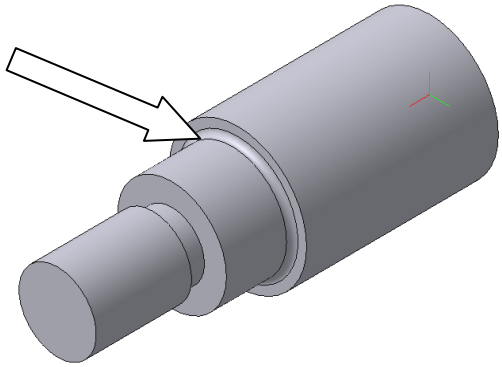


Рис. 12.27. Результат создания галтели

6 этап. Построение фасок и галтелей (рис.12.28)

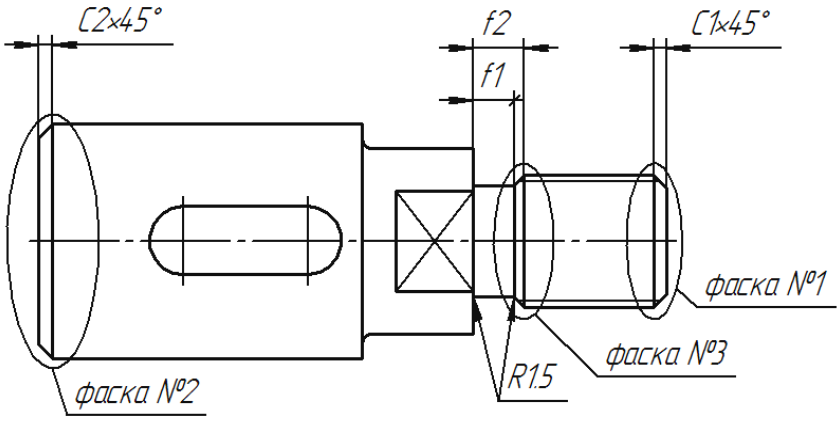


Рис. 12.28. Шестой этап

Построение фаски №1 (см. рис. 12.28)

1. Выделите ребро, находящееся на торце ближе к наблюдателю (диаметр 27), на котором необходимо создать фаску.
2. Активизируйте команду **Фаска**.
3. На панели состояния настройте данные:
   - **Построение по стороне и углу**;
   - **Длина** C1 – 2,5 мм;
   - **Угол** – 45 градусов.

Значение длины фаски С1 выбирают в зависимости от номинального диаметра резьбы (см. табл. 12.2).

4. Активизируйте команду **Создать объект**.

Построение фаски №2 (см. рис. 12.28)

1. Вторую фаску на ребре (диаметр 48) создайте аналогично. Длина фаски С2 = 3 мм. Значение длины С2 выбирают в зависимости от номинального диаметра резьбы (см. табл. 12.3).
2. Результат преобразований показан на рис.12.29.

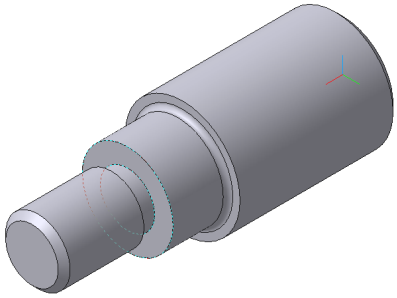


Рис. 12.29. Результат построения фасок №1 и №2

Построение фаски №3 (см. рис. 12.28)

1. Выделите ребро, находящееся на проточке (диаметр 27), на котором необходимо создать фаску.
2. Активизируйте команду **Фаска**.
3. На панели состояния настройте данные:
   - **Построение по двум сторонам**;
   - **Длина 1** – $f_2 - f_1 = 10{,}5 - 6{,}7 = 3{,}8$ мм;
   - **Длина 2** – $(D3 - d_f)/2 = 4{,}4/2 = 2{,}2$ мм.

   Значения d_f, f_1 и f_2 выбирают в зависимости от номинального диаметра резьбы (см. табл. 12.2).
4. Активизируйте команду **Создать объект**.

Построение галтелей радиусом 1,5 мм (см. рис. 12.28)

1. Выделите поверхность проточки (диаметр 22.6). Активизируйте команду **Скругление**. На панели свойств установите значение скругления, равное 1,5 мм. Значение радиуса скругления выбирают в зависимости от номинального диаметра резьбы (см. табл. 12.2).

2. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис. 12.30.

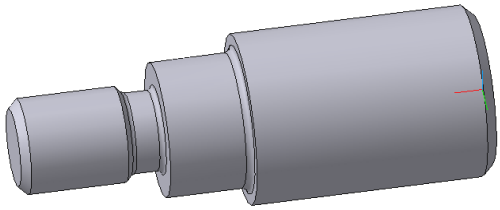


Рис. 12.30. Результат построения фаски №3 и галтелей радиусом 1,5 мм

7 этап. Построение лыски (рис. 12.31)

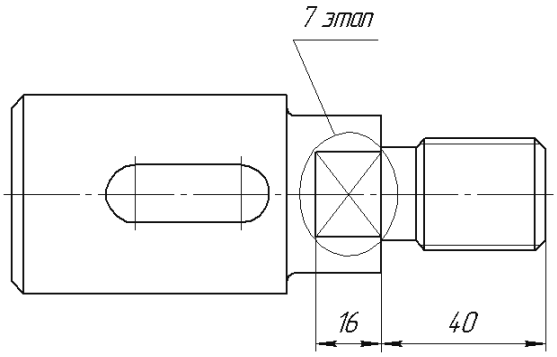


Рис. 12.31. Седьмой этап

1. Укажите плоскость торца, расположенного ближе к наблюдателю.
2. Вызовите команду **Эскиз**.
3. Активизируйте команду **Горизонтальная прямая** на панели инструментов **Геометрия**. Начертите горизонтальную прямую, проходящую через ось X (рис. 12.32).
4. Активизируйте команду **Параллельная прямая**. Проведите прямые, параллельные горизонтальной, на расстоянии $B/2 = 32/2 = 16$ мм (рис. 12.33).
5. Активизируйте команду **Прямоугольник**. Постройте два прямоугольника. Одна из сторон каждого прямоугольника должна совпадать с проведенной параллельной прямой, а другие должны выходить за контур вала на произвольное расстояние (рис. 12.34).

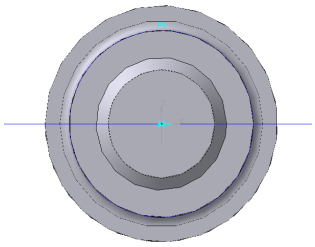


Рис. 12.32. Построение вспомогательной горизонтальной прямой на эскизе

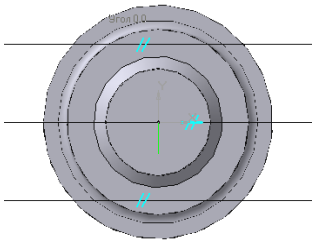


Рис. 12.33. Построение параллельных прямых на эскизе

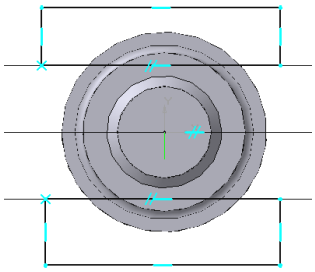


Рис. 12.34. Построение прямоугольников на эскизе

6. Завершите команду **Эскиз**. Результат преобразований показан на рис. 12.35.
7. Активизируйте команду **Вырезать выдавливанием.** На панели свойств задайте необходимую величину выдавливания $L2 + 16 = 40 + 16 = 56$ мм и выберите направление выдавливания.
8. Активизируйте команду **Создать объект** (рис.12.36).

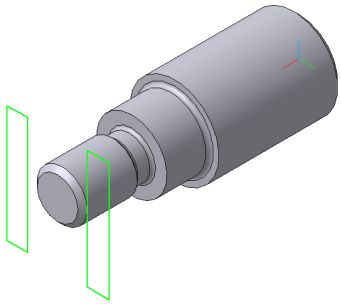


Рис. 12.35. Результат построения прямоугольников на трехмерном изображении

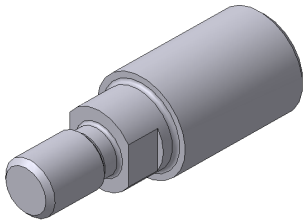


Рис. 12.36. Результат построения лыски

8 этап. Построение шпоночного паза (*рис. 12.37*)

1. Активизируйте панель инструментов **Вспомогательная геометрия** и команду **Плоскость смещения**. Выберите в окне построений **Плоскость XZ**.
2. На панели состояния настройте данные:
   - **Расстояние** $D1/2 = 48/2 = 24$ мм.
   - **Направление смещения** – **Прямое направление**.
3. Активизируйте команду **Создать объект**.
4. Для создания эскиза шпоночного паза выделите построенную смещенную плоскость. Цвет плоскости станет зеленым. Вызовите команду **Эскиз**.

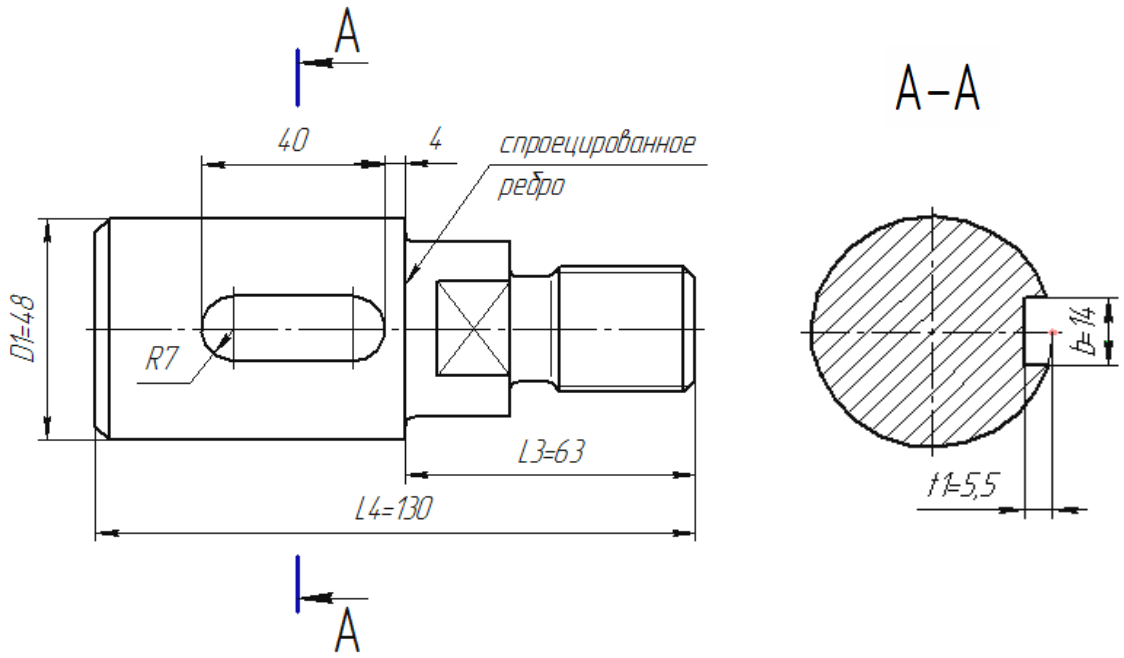


Рис. 12.37. Восьмой этап

5. Активизируйте панель инструментов **Геометрия** и команду **Горизонтальная прямая**. Начертите горизонтальную прямую, проходящую через ось X.
6. Активизируйте команду **Параллельная прямая**. Проведите две прямые, параллельные горизонтальной, на расстоянии $b/2 = 14/2 = 7$ мм. Значение b выбирается по табл. 12.4.
7. Активизируйте команду **Спроецировать объект**. Выделите ребро вала (диаметр $D1 = 48$ мм), от которого ведется отсчет размера 4 мм (см. рис. 12.37). Завершите команду . Спроецированное ребро отобразится на экране отрезком синего цвета.
8. Активизируйте команду **Параллельная прямая**. Проведите две прямые, параллельные спроецированному ребру, на расстоянии от этого ребра 4 + 7 = 11 мм, 4 + 40 – 14 = 30 мм. Результат построений показан на рис. 12.38.
9. Активизируйте команду **Непрерывный ввод объектов**. Используя по очереди команды **Отрезок** и **Сопряженная дуга**, обведите контур шпоночного паза (рис. 12.39).
10. Выделите спроецированное ребро и удалите его.

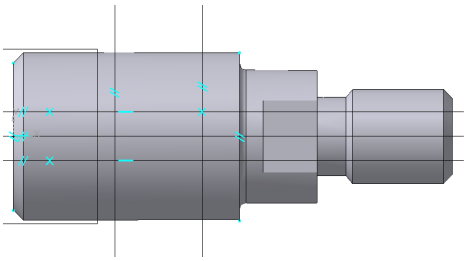


Рис. 12.38. Построение параллельных прямых

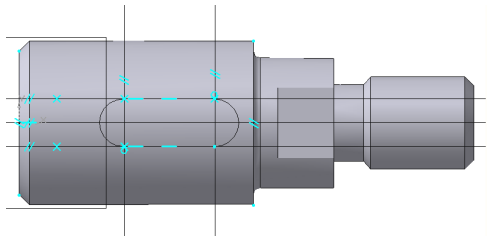


Рис. 12.39. Контур шпоночного паза

11. Завершите команду **Эскиз**.
12. Активизируйте команду **Вырезать выдавливанием**. На панели свойств задайте необходимую величину выдавливания t_1 = 5,5 мм и выберите направление выдавливания. Величина выдавливания определяется глубиной шпоночного паза – значением t_1, которое выбирается по табл. 12.4.
13. Активизируйте команду **Создать объект**.
14. Выберите смещенную плоскость. Цвет плоскости станет зеленым. Правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню. Выберите команду **Скрыть.** Плоскость не будет отображаться на экране. Результат преобразований показан на рис. 12.40.

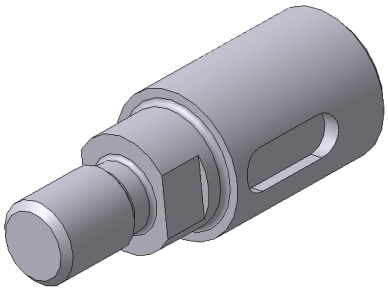


Рис. 12.40. Результат построения шпоночного паза

9 этап. Построение центровых отверстий

1. Укажите плоскость торца, расположенного ближе к наблюдателю.
2. Нажмите кнопку **Отверстие** на панели **Редактирование детали**.
3. В окне **Библиотека отверстий** откройте папку *Центровые отверстия* и укажите отверстие *Форма А*.

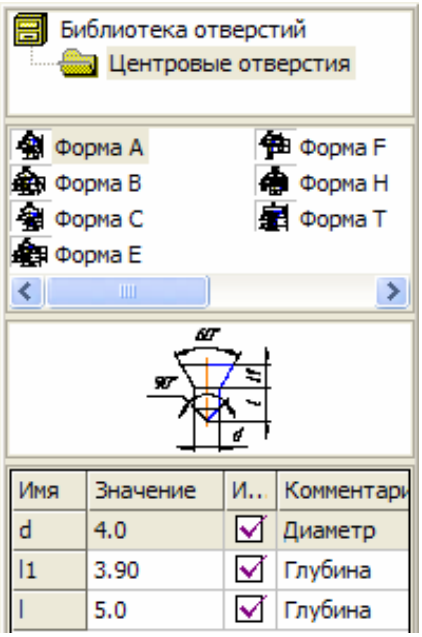


Рис. 12.41. Таблица параметров центровых отверстий

4. В таблице параметров задайте (рис. 12.41):
   - **Диаметр отверстия** *D* – 4 мм.
   - **Глубина конической части** *l*1 – 3,9 мм.
   - **Глубина цилиндрического участка** – 5 мм.
5. Активизируйте команду **Создать объект**. Система выполнит построение центрового отверстия (рис. 12.42).
6. Аналогично постройте центровое отверстие на противоположном торце вала.

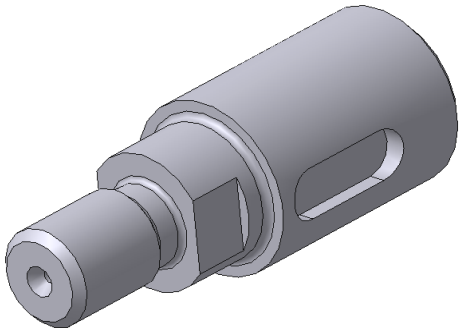


Рис. 12.42. Трехмерная модель детали «Вал»

7. Сохраните построенную модель детали «Вал».

После создания трехмерной модели вала создадим чертеж вала.

10 этап. Создание ассоциативного чертежа

На основании модели можно получить стандартные виды двухмерных чертежей. Модель и созданные на ее основе чертежи являются ассоциативно связанными – если внести изменения в модель, то это автоматически приведет к изменениям в чертежах, созданных на ее основе.

1. Для размещения стандартных видов создайте документ **Чертеж конструкторский А4. Первый лист.** Сохраните этот документ под именем «Вал».

2. Последовательно активизируйте команды **Виды** и **Произвольный вид.** На экране появится окно **Выберите модель** (рис. 12.43). В окне отобразится список имен открытых на данный момент 3D-документов.
3. Выберите документ «Вал» и для его открытия нажмите **ОК**. Введите параметры на панели свойств (рис. 12.44):
   - в поле **Ориентация главного вида** установите # **Сверху**.
   - в поле **Масштаб вида** установите значение 1:1.

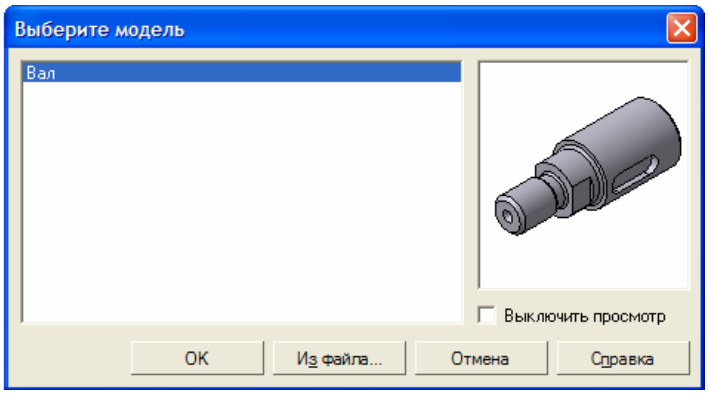


Рис. 12.43. Окно **Выберите модель**

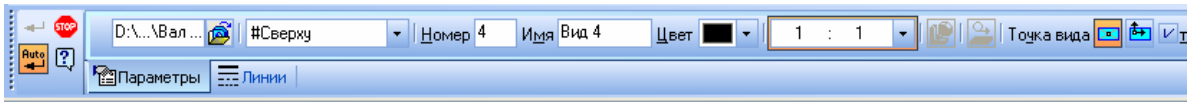


Рис. 12.44. Панель свойств

4. Выведите курсор на экран – появится прямоугольник, символизирующий вид. Перемещая курсор, установите прямоугольник на листе формата. Щелкните мышью. В текущий чертеж будет вставлен выбранный вид (рис. 12.45).

11 этап. Создание сечений

1. Активизируйте команду **Ортогональное черчение**.
2. Активизируйте панель инструментов **Обозначение** и **Линия разреза**. Последовательно укажите мышью начальную и конечную точки линии разреза (рис. 12.46). На экране появится фантом обозначения разреза. Перемещая курсор, выберите направление взгляда – слева (направление стрелок), щелкнув левой клавишей мышки слева от линии разреза.

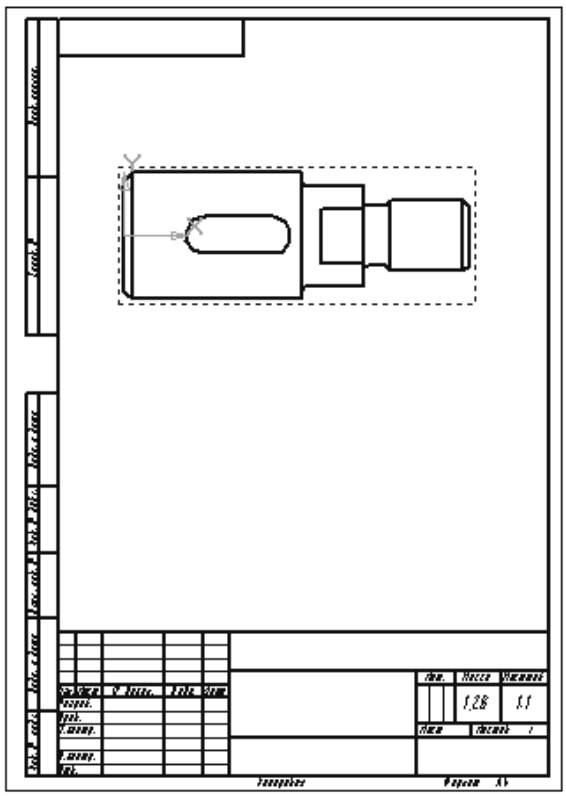


Рис. 12.45. Вставка выбранного вида в текущий чертеж

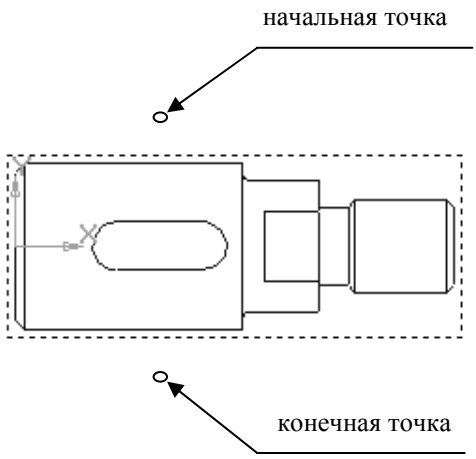


Рис. 12.46. Указание начальной и конечной точек линии разреза

Результат преобразований показан на рис. 12.47.

На экране появится прямоугольник, символизирующий сечение. Отключите опцию **Проекционная связь**, переместите прямоугольник и установите его в произвольном месте на чертеже.

4. В данный момент активным является вновь созданный разрез А-А. Для продолжения работы с проекционным видом 1 (рис. 12.47) его необходимо назначить текущим. Для этого сделайте двойной щелчок левой клавишей мышки по любой из линий контура вала на виде 1. Это действие вызовет подсветку вида синим цветом, т.е. вид 1 будет назначен текущим.

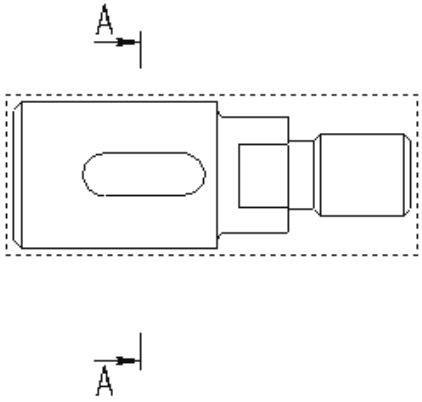


Рис. 12.47. Результат обозначения разреза

Перед тем, как начать работу с любым из ранее созданных видов, его нужно назначить текущим.

5. Аналогично построению сечения А-А постройте сечение вала плоскостью Б-Б, проходящей через лыски. Результат преобразований представлен на рис. 12.48.

12 этап. Создание выносного элемента

1. Назначьте проекционный вид 1 текущим.
2. Активизируйте панель инструментов **Обозначение** и команду **Выносной элемент**. Укажите точку размещения центра контура на проточке на виде 1. Выберите диаметр окружности первым нажатием левой кнопки мыши и расположение полочки для обозначения выносного элемента – вторым нажатием левой кнопки мыши. На экране появится прямоугольник, символизирующий выносной элемент. Введите в строке параметров значение масштаба – 2,5:1. Укажите щелчком мышки свободное место на чертеже, где будет располагаться выносной элемент.
3. Результат преобразований представлен на рис. 12.49.

13 этап. Построение осевых линий

1. Активизируйте панель инструментов **Обозначение** и **Осевая линия**. Постройте ось вала, осевые линии для шпоночного паза, а также осевые линии для сечений А-А и Б-Б.
2. Нанесите условное изображение резьбы и лыски, используя панель инструментов **Геометрия** и команды **Параллельная прямая**, **Отрезок.**
3. Исправьте изображение шпоночного паза, используя команды **Точка** (панель инструментов **Геометрия**) и **Усечь прямую** (панель инструментов **Редактирование**).
4. Результат преобразований представлен на рис. 12.50.

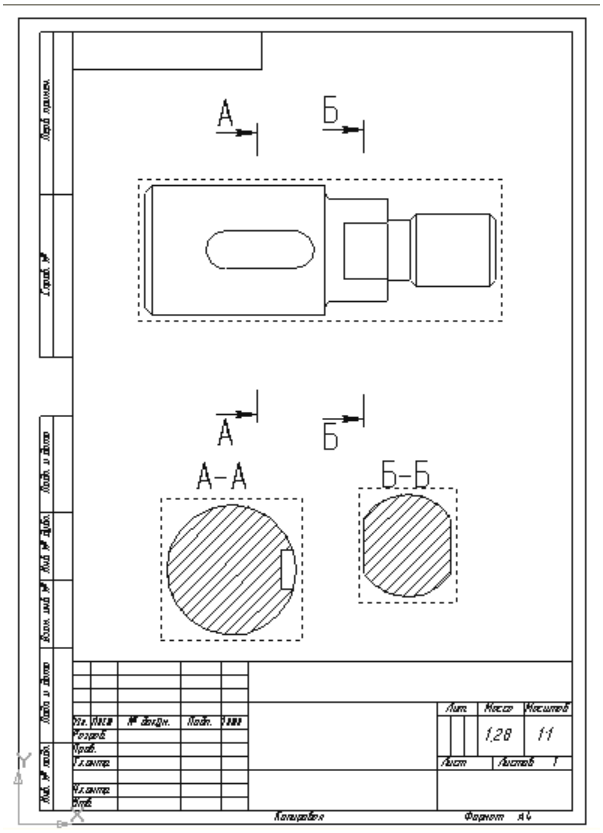


Рис. 12.48. Результат построения разреза вала плоскостью, проходящей через лыски (Б-Б)

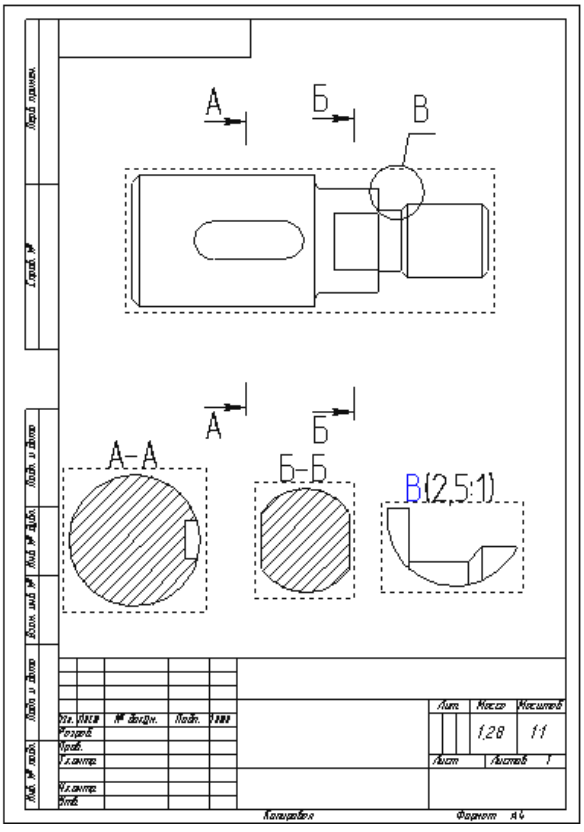


Рис. 12.49. Результат создания выносного элемента (В)

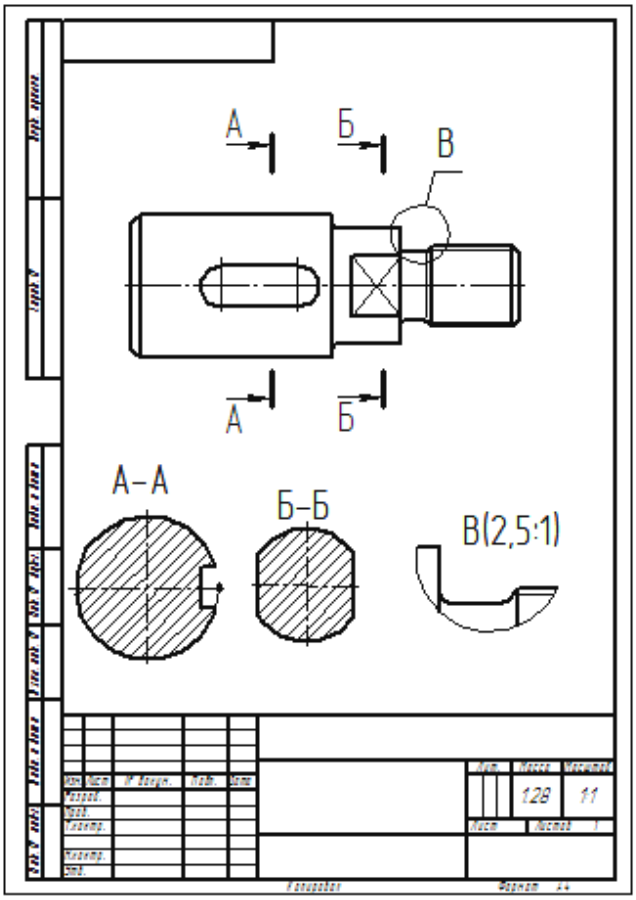


Рис. 12.50. Результат нанесения осевых линий, изображения резьбы, лыски и оформления шпоночного паза

14 этап. Нанесение размеров

1. Перед тем, как наносить размеры, назначьте проекционный вид 1 текущим.
2. Используя команды панели инструментов **Размеры**, нанесите размеры на проекционный вид 1.
3. Аналогично нанесите размеры на сечения и на выносной элемент, предварительно сделав нужный вид активным.

15 этап. Оформление чертежа

1. Двойным щелчком мыши сделайте активными поля в основной надписи и заполните их.
   Выполненный чертеж вала представлен на рис. 12.51.

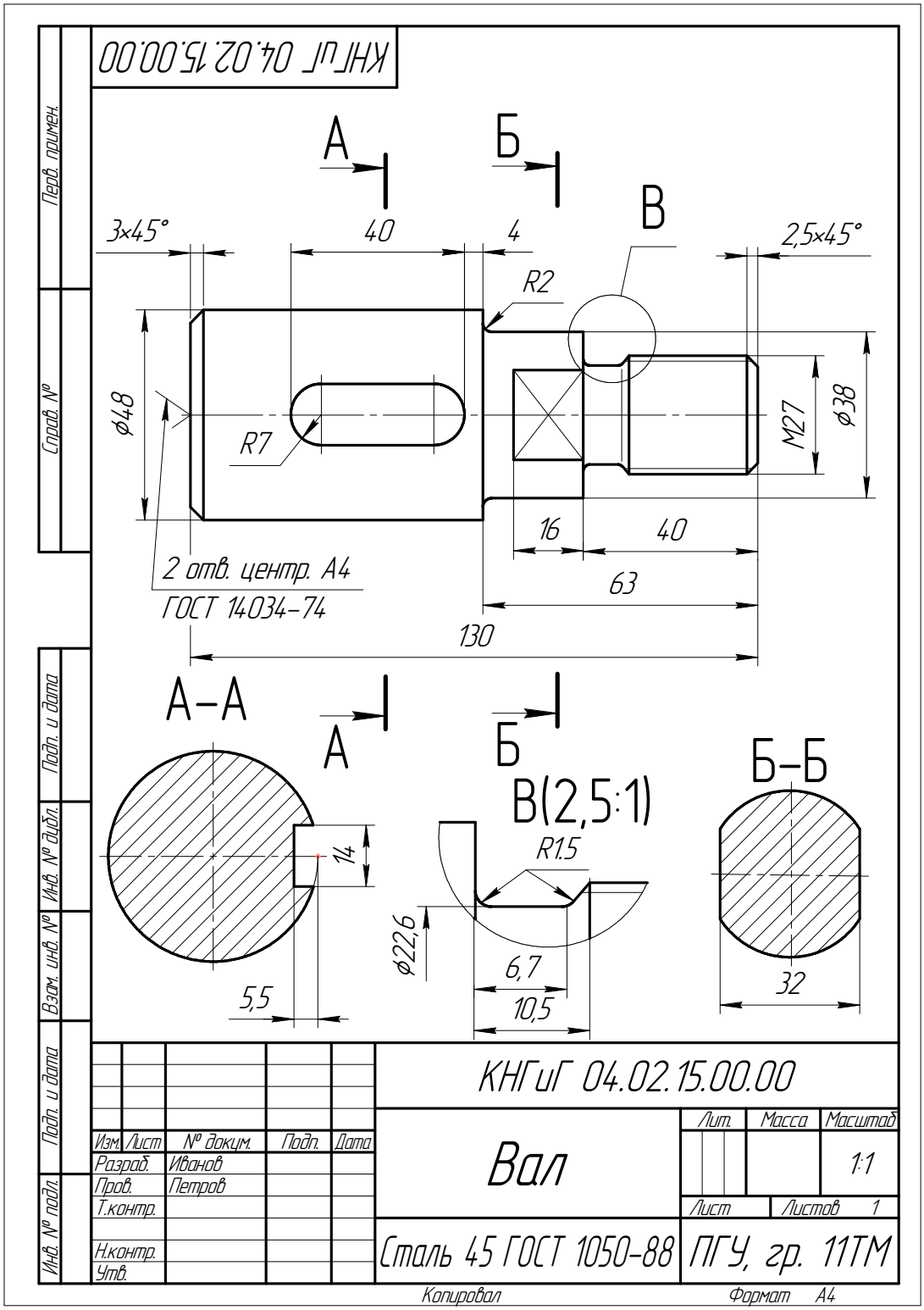


Рис. 12.51. Выполненный чертеж вала

12.4. Использование способа вращения для создания трехмерной модели тела вращения

Кроме вышеописанного способа построения трехмерной модели вала существуют и другие способы. Например, один из наиболее распространенных способов создания трехмерных моделей тел вращения:

1. Создайте эскиз на **Плоскости ZX.** Контур будет располагаться справа от точки начала координат.
2. Используя панель инструментов **Геометрия** и команду **Непрерывный ввод объектов**, постройте очертания контура по размерам варианта, учитывая стиль линии (рис. 12.52).

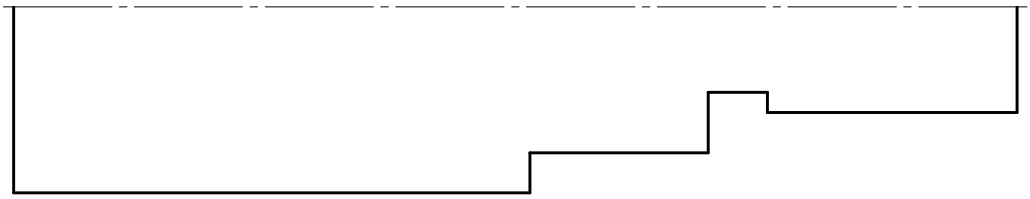


Рис. 12.52. Очертания контура вала на эскизе

3. Завершите команду **Эскиз**. Результат преобразований показан на рис.12.53.

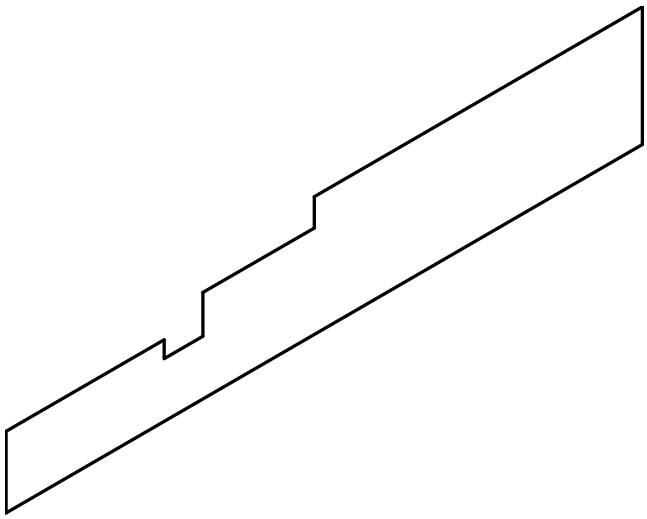


Рис. 12.53. Трехмерное изображение контура вала

4. Активизируйте команду **Операция вращения** на панели **Редактирование детали** (рис. 12.54).

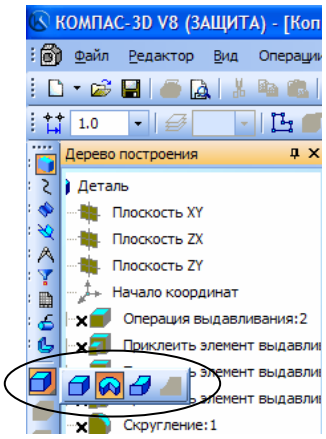


Рис. 12.54. Выбор команды **Операция вращения**

Если эскиз не замкнут, как в данном случае, система выполнит построение тонкостенного элемента. Для построения сплошного тела нажмите кнопку **Сфероид** на вкладке **Параметры** (рис. 12.55).

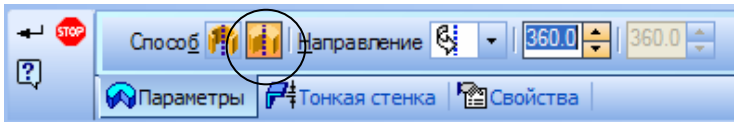


Рис. 12.55. Выбор кнопки **Сфероид** на вкладке **Параметры**

5. Откройте вкладку **Тонкая стенка**. В списке **Тип построения тонкой стенки** укажите вариант **Нет** (рис. 12.56).

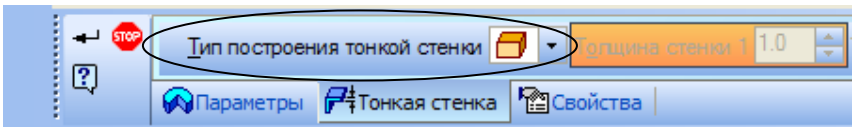


Рис. 12.56. Выбор типа построения тонкой стенки

6. Активизируйте команду **Создать объект**. Результат преобразований показан на рис. 12.57.

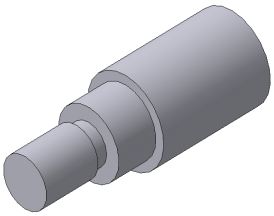


Рис. 12.57. Результат создания трехмерной модели вала способом вращения

Остальные элементы вала создаются точно так же, как это было описано выше.

ГЛАВА 13. ПОСТРОЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕЧЕНИЯМ

13.1. Краткие теоретические сведения

Операция **Кинематическая** позволяет создать основание детали, представляющее результат перемещения эскиза-сечения вдоль выбранной траектории.

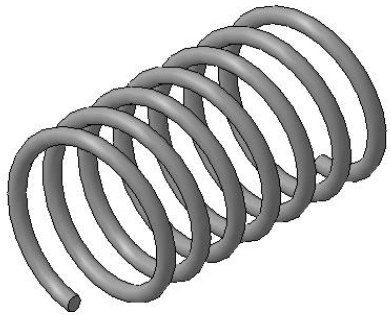


Рис. 13.1. Пружина

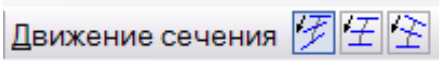
На рис. 13.1 представлена модель пружины, которая выполнена при помощи операции **Кинематическая**. В качестве эскиза-сечения выбрана окружность, а в роли траектории выступает цилиндрическая спираль. Результатом перемещения окружности по спирали является пружина.

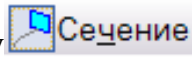
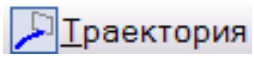
При выполнении кинематической операции или построении кинематической поверхности используются как минимум два эскиза: на одном из них изображено сечение кинематического элемента (кинематической поверхности), на остальных – траектория движения сечения. В эскизе-сечении может быть только один контур, который может быть разомкнутым или замкнутым. Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия: в эскизе-траектории может быть только один контур, который может быть разомкнутым или замкнутым; если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения, а замкнутый контур должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:

- на каждом эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры на эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);
- если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;
- если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

13.2. Примеры использования кинематической операции

Для вызова команды нажмите кнопку **Кинематическая операция** на инструментальной панели **Редактирование детали** или выберите ее название из меню **Операции**. Группа переключателей  **Движение сечения** позволяет выбрать один из трех типов перемещения сечения вдоль траектории: **Сохранять угол наклона**, **Параллельно самому себе** и **Ортогонально траектории**.

Для того чтобы выбрать объекты выполнения операции, следует нажать кнопку  **Сечение** и указать требуемый эскиз в дереве построения модели или в окне модели указать изображение эскиза. Затем необходимо определить траекторию, нажав кнопку  **Траектория**, и выбрать эскиз в дереве построения модели либо в окне модели.

Рассмотрим пример построения трехмерной модели отвода при помощи кинематической операции.

Этапы построения модели отвода:

1. В дереве построения модели или в окне модели выбираем координатную плоскость ZX, в которой будет находиться эскиз-траектория (рис. 13.2);

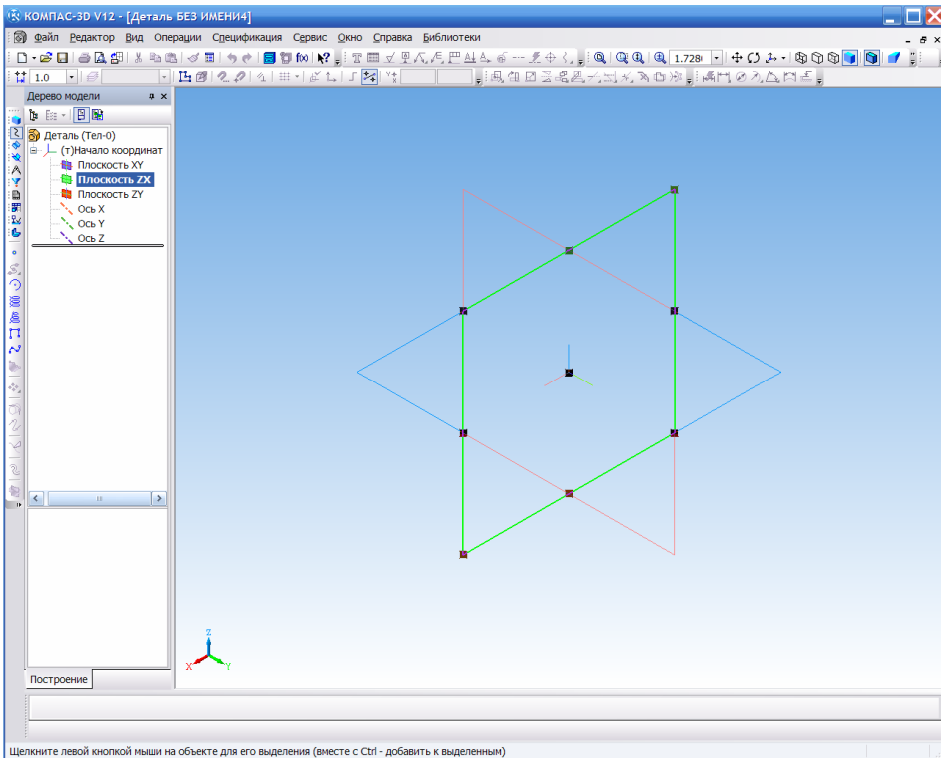


Рис. 13.2. Выбор координатной плоскости эскиза-траектории

2. Нажимаем на кнопку **Эскиз** и из начала координат строим траекторию (рис. 13.3). После вычерчивания траектории для завершения команды снова нажимаем кнопку **Эскиз**;

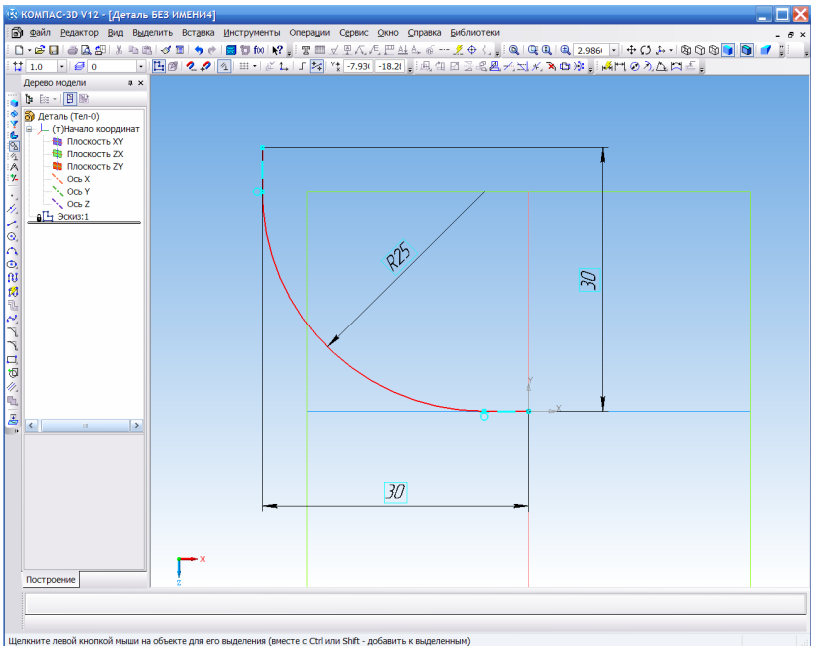


Рис. 13.3. Построение эскиза-траектории

3. В дереве построения модели или в окне модели выбираем координатную плоскость ZY, в которой будет находиться эскиз-сечение (рис. 13.4)

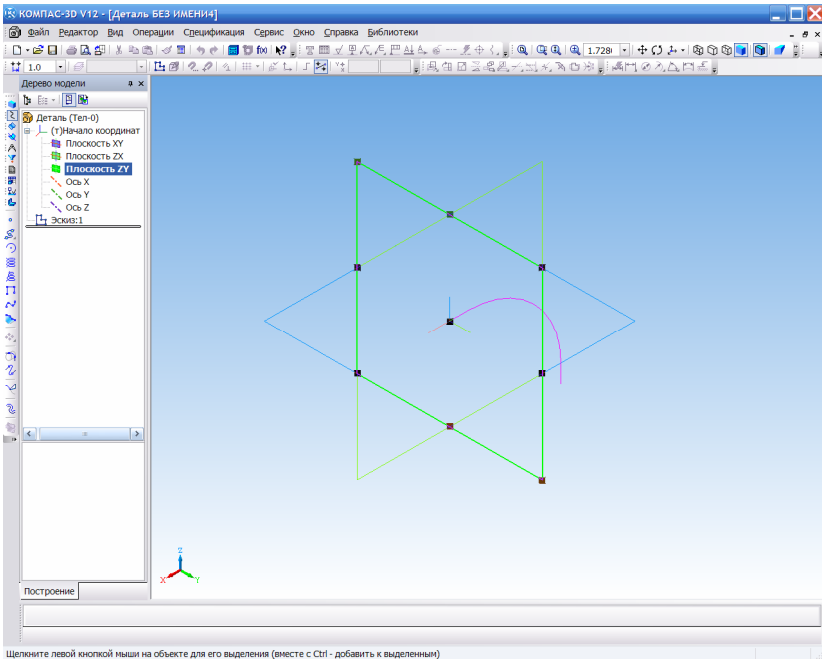


Рис. 13.4. Выбор координатной плоскости эскиза-сечения

4. Нажимаем на кнопку **Эскиз** и из начала координат строим эскиз-сечение (рис. 13.5). Для завершения команды нажимаем **Эскиз**;

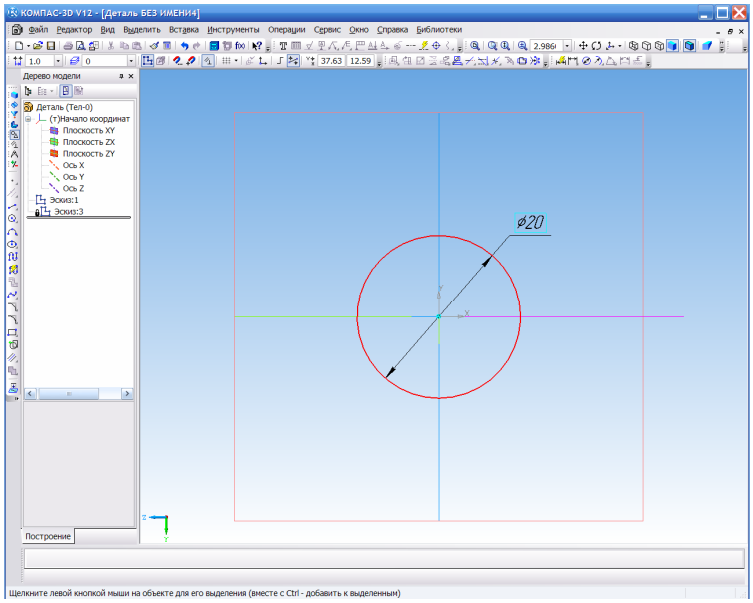


Рис. 13.5. Построение эскиза сечения

5. Выбираем **Кинематическую операцию** на инструментальной панели **Редактирование детали** или из меню **Операции**. В дереве модели или в окне модели указываем эскиз для образующего сечения, а затем – траекторию (рис. 13.6). Для успешного выполнения операции необходимо обратить внимание на информацию в строке сообщений (внизу окна).

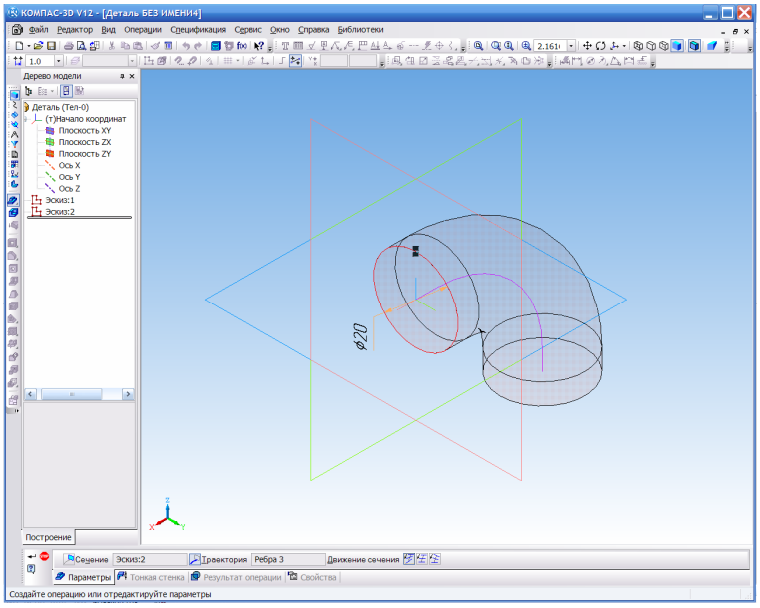
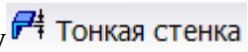
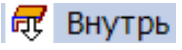
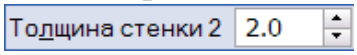


Рис. 13.6. Кинематическая операция

6. Выбираем закладку 

Тонкая стенка, устанавливаем тип построения тонкой стенки 

Внутрь и задаем параметр 

толщина стенки 2 равным 2 мм (рис. 13.7).

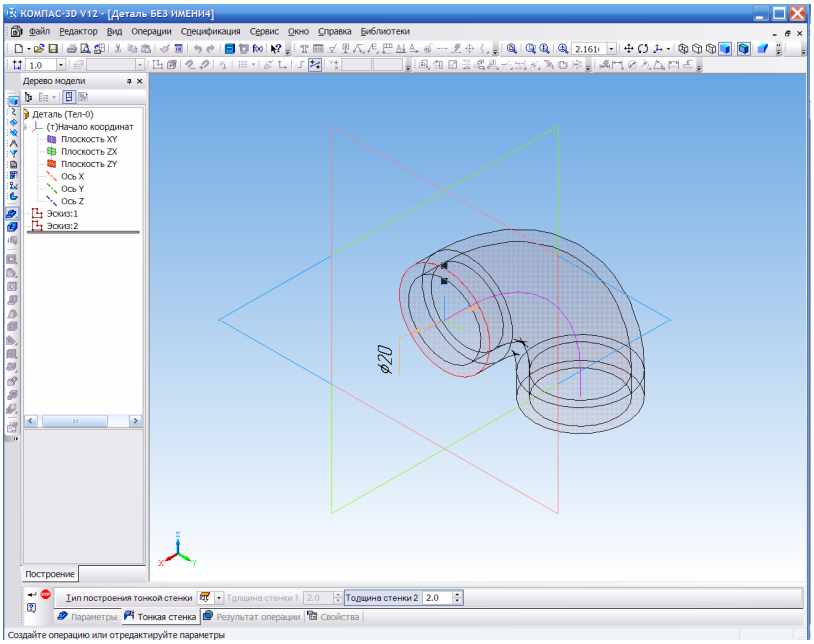


Рис. 13.7. Настройка параметров тонкой стенки.

7. Завершаем команду **Кинематическая операция** нажатием кнопки **Создать объект**. Результат выполнения операции представлен на рис. 13.8.

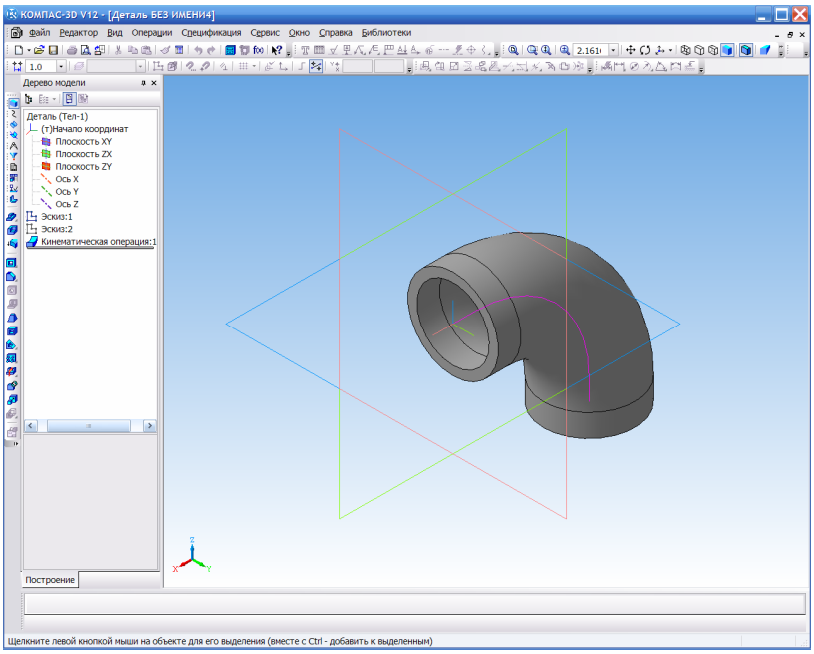


Рис. 13.8. Результат выполнения кинематической операции

13.3. Операции Приклеить и Вырезать кинематически

Если создано основание детали, причем неважно, при помощи какой операции, то к нему можно добавить или вырезать кинематический элемент. Рассмотрим пример добавления ручки (кинематический элемент) к строительной терке (основание детали) (рис. 13.9).

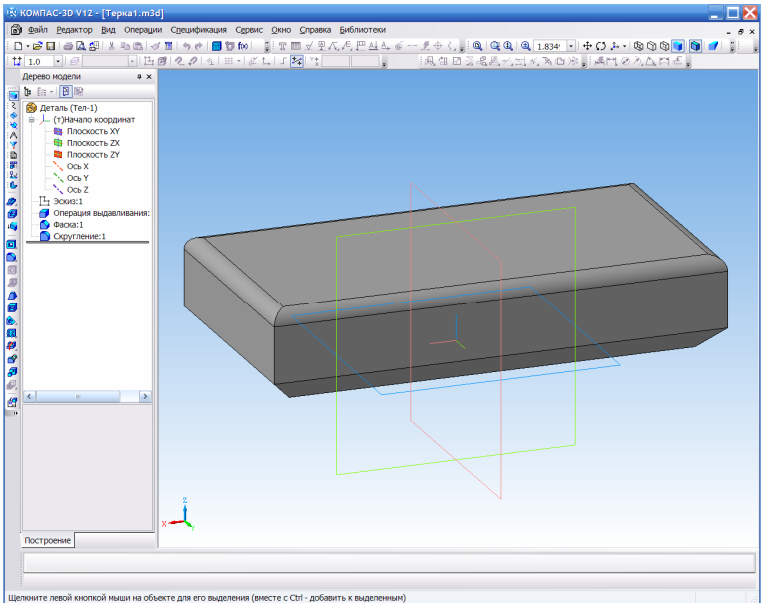


Рис. 13.9. Основание детали

Приклеим к верхней плоскости рукоятку, для чего выделяем плоскость ZX, в которой будем строить траекторию, и нажимаем кнопку **Эскиз** (рис. 13.10).

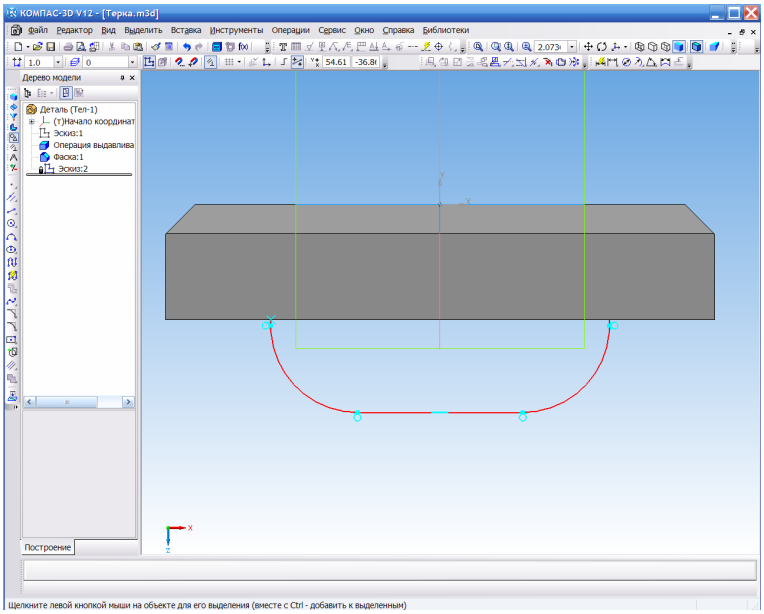


Рис. 13.10. Построение траектории

После построения траектории переходим к построению эскиза-сечения, для чего выделяем верхнюю плоскость детали и нажимаем кнопку **Эскиз**. В качестве эскиза-сечения выступает окружность, центр которой находится в точке начала траектории. Для добавления рукоятки к основанию выбираем команду **Кинематическая операция** из инструментальной панели **Редактирование детали** или из меню **Операции**. Далее указываем эскиз-сечение, траекторию и завершаем операцию нажатием кнопки **Создать объект**. В результате получаем трехмерную модель изделия (рис. 13.11).

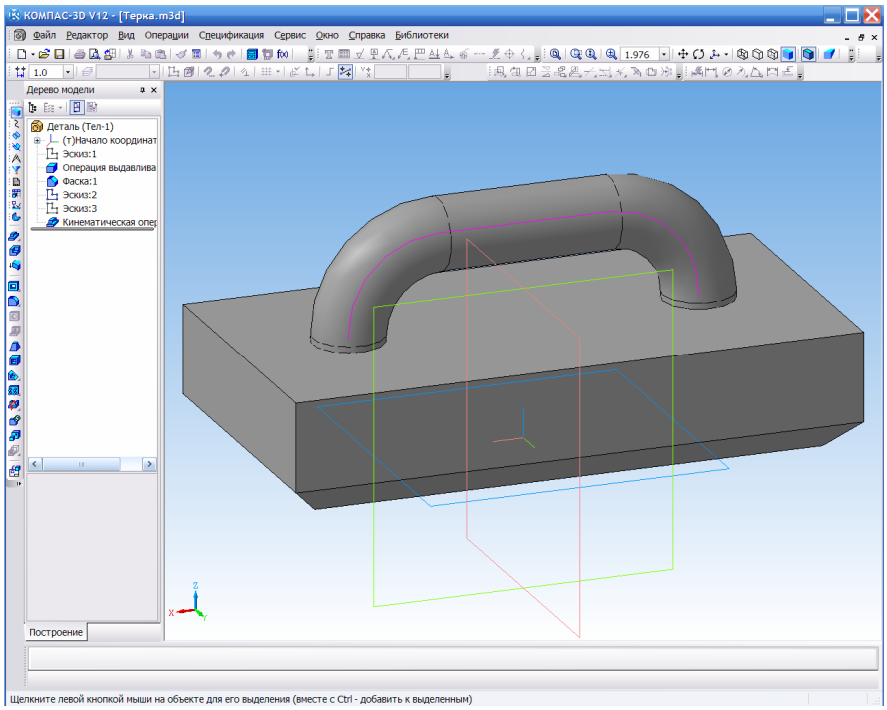


Рис. 13.11. Трехмерная модель строительной терки

Операция **Вырезать кинематически** вызывается из инструментальной панели **Редактирование детали** нажатием соответствующей кнопки или из меню **Операции**.

В качестве примера операции **Вырезать кинематически** рассмотрим получение резьбы на детали «Болт». Основание детали получено при помощи операций **Вращение** и **Вырезание выдавливанием** (рис. 13.12). Для выполнения резьбы на цилиндрической поверхности болта в качестве траектории будет выступать цилиндрическая спираль, а в качестве эскиза-сечения – треугольник, по форме повторяющий впадину резьбы. Для построения траектории выбираем торец болта и вызываем из инструментальной панели **Пространственные кривые** команду **Спираль цилиндрическая**. В **Панели свойств** указываем тип построения **По числу витков**

и шагу, необходимое **Число витков**, **Шаг**, равный шагу резьбы, **Направление спирали**. В закладке **Диаметр** указываем значение диаметра, равное номинальному диаметру резьбы, и завершаем команду нажатием кнопки **Создать объект** (рис. 13.13).

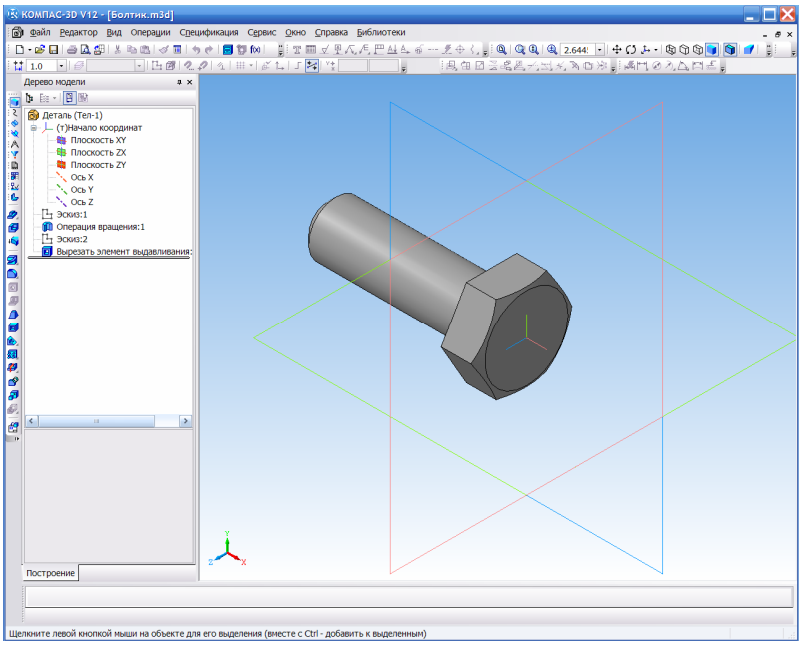


Рис. 13.12. Основание детали болт

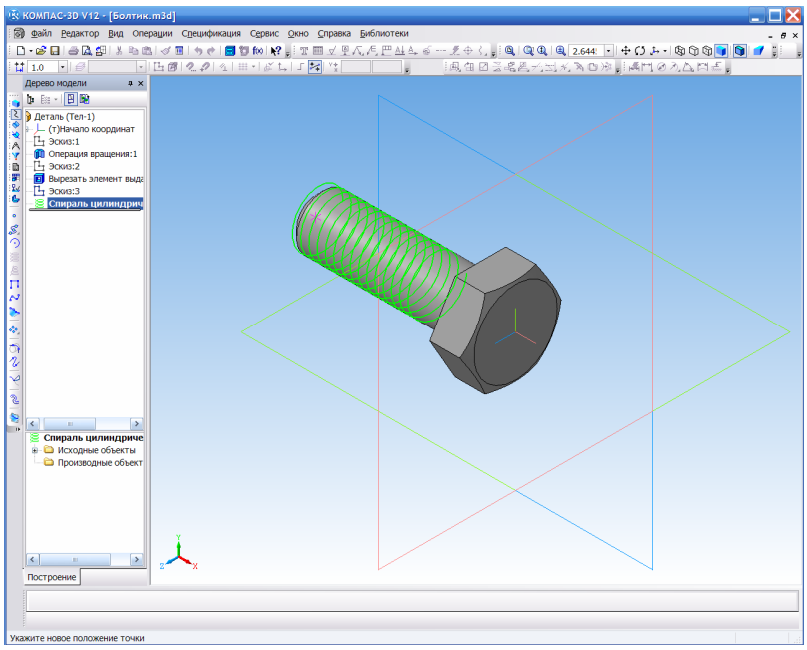


Рис. 13.13. Построение цилиндрической спирали

Для построения эскиза-сечения строим в плоскости ZX треугольник, по форме повторяющий впадину метрической резьбы для данного номинального диаметра и шага (рис. 13.14).

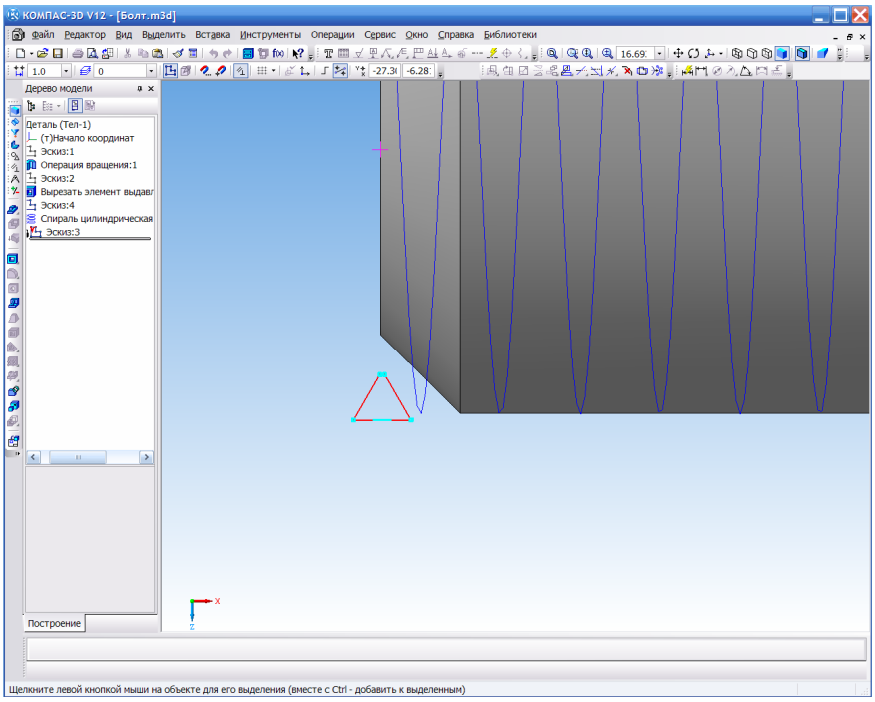


Рис. 13.14. Построение эскиза-сечения

Для вырезания кинематического элемента вызываем команду **Вырезать кинематически** и далее, как и в предыдущих случаях, указываем эскиз-сечение и траекторию и завершаем команду нажатием кнопки **Создать объект**; результат выполнения операции представлен на рис. 13.15.

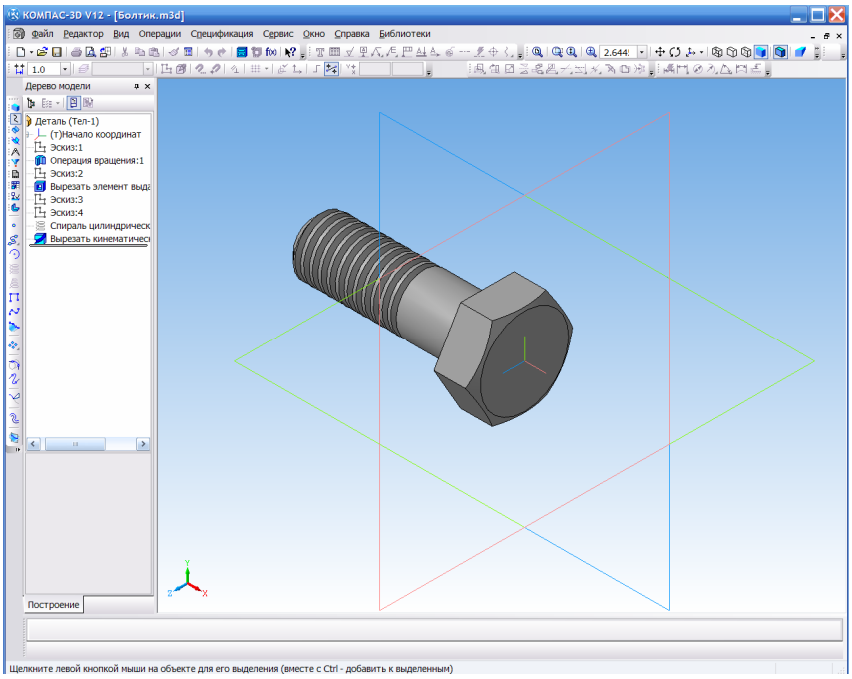


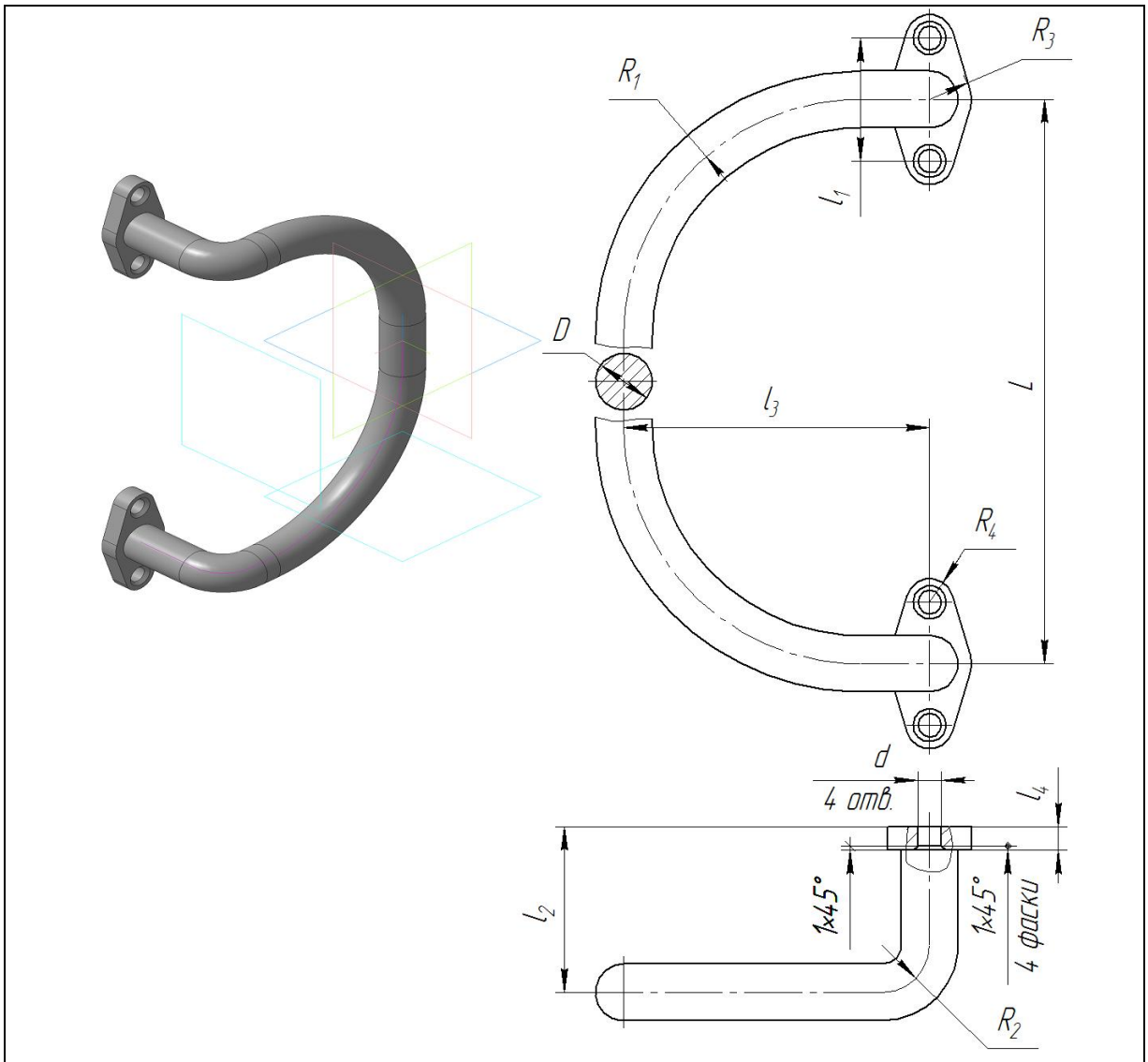
Рис. 13.15. Результат выполнения операции **Вырезать кинематически**

13.4. Индивидуальное задание

Построить трехмерную модель изделия типа «Ручка» и далее создать по модели чертеж с нанесением необходимых размеров. Варианты индивидуальных заданий представлены в табл. 13.1.

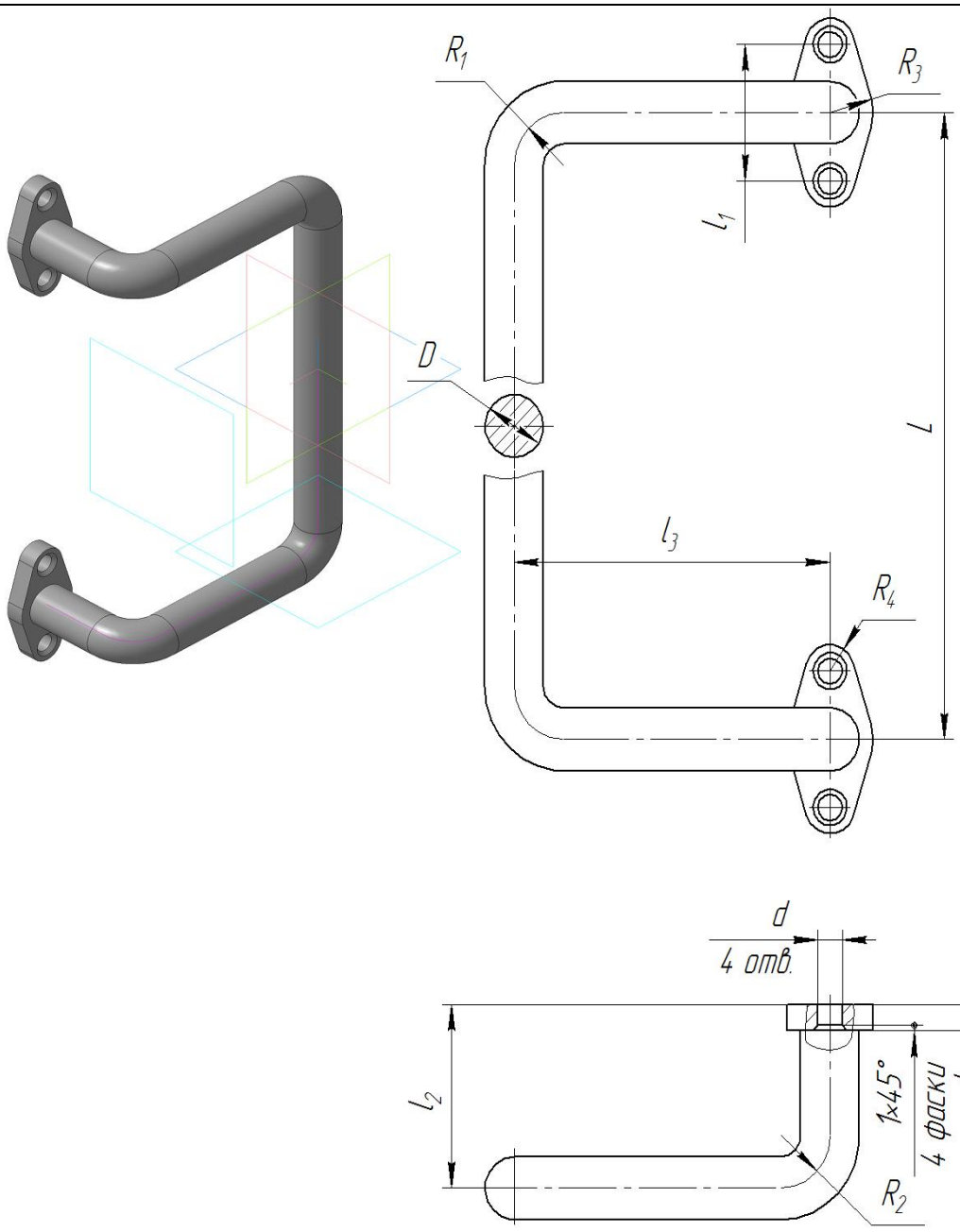
Таблица 13.1

Варианты индивидуальных заданий



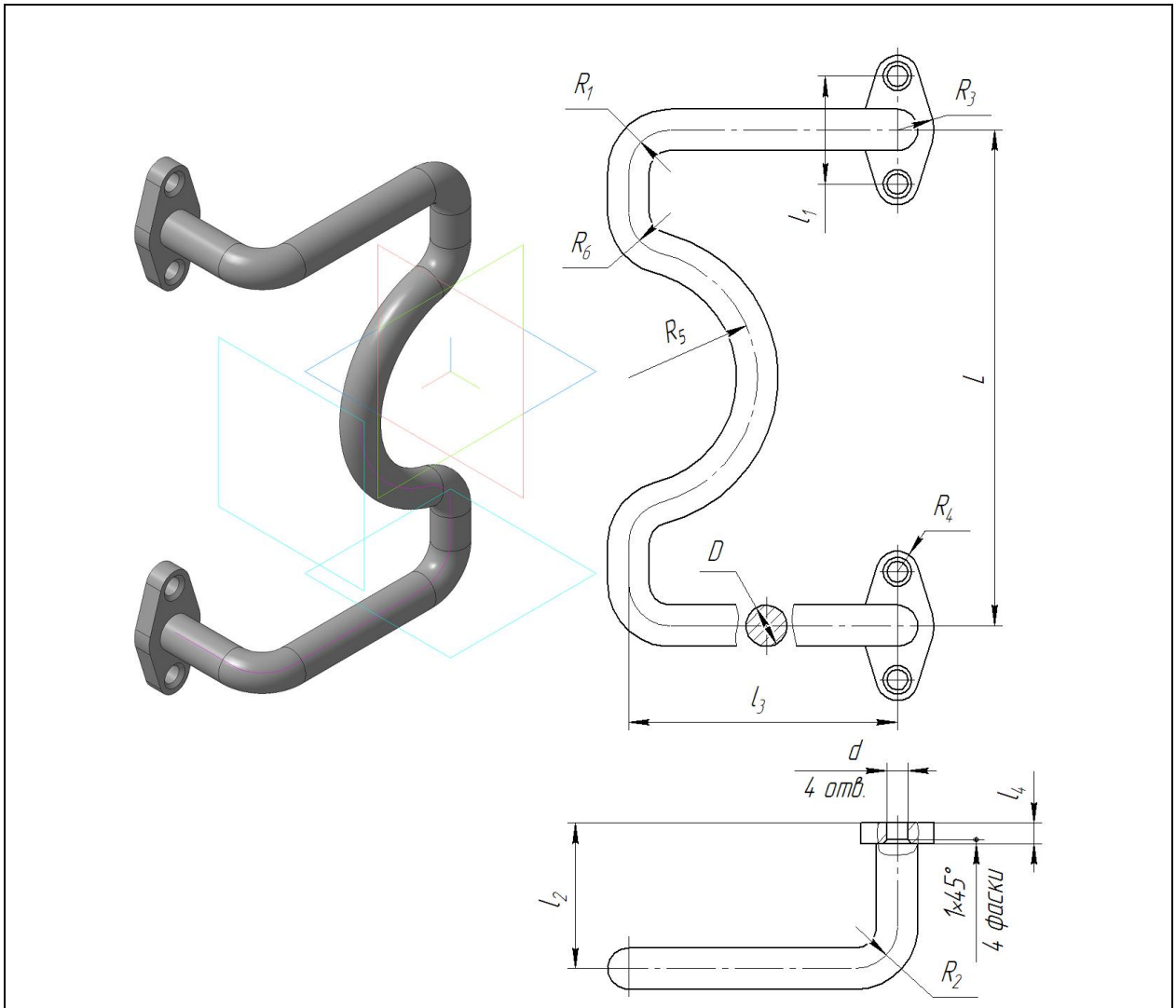
	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1	R_2	R_3	R_4	d
1	90	8	20	25	50	3	40	8	7	4	4,5
2	100	9	22	27	55	4	42	10	8	5	4,8
3	110	10	25	30	60	5	45	12	9	6	5
4	120	11	28	32	65	6	47	15	10	7	6
5	130	12	30	35	70	8	50	17	12	8	8

Продолжение табл. 13.1



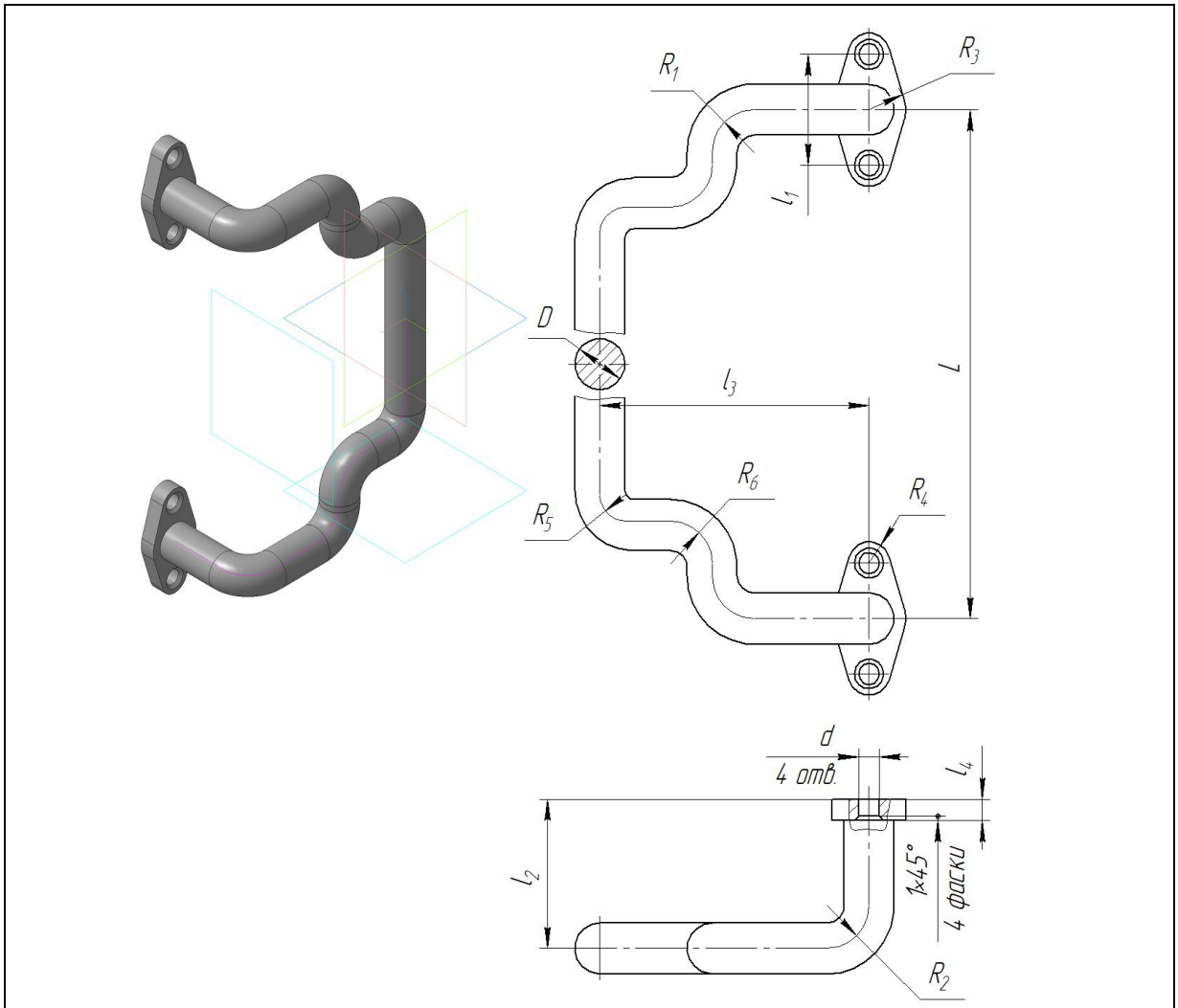
№ варианта	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1	R_2	R_3	R_4	d
6	92	8	18	28	40	5	7	6	5	5	4
7	95	10	20	30	45	4	8	5	6	4	3
8	100	12	22	32	50	6	9	8	7	6	5
9	105	15	25	35	55	8	10	12	8	8	7
10	110	18	28	38	60	10	12	10	10	10	9

Продолжение табл. 13.1



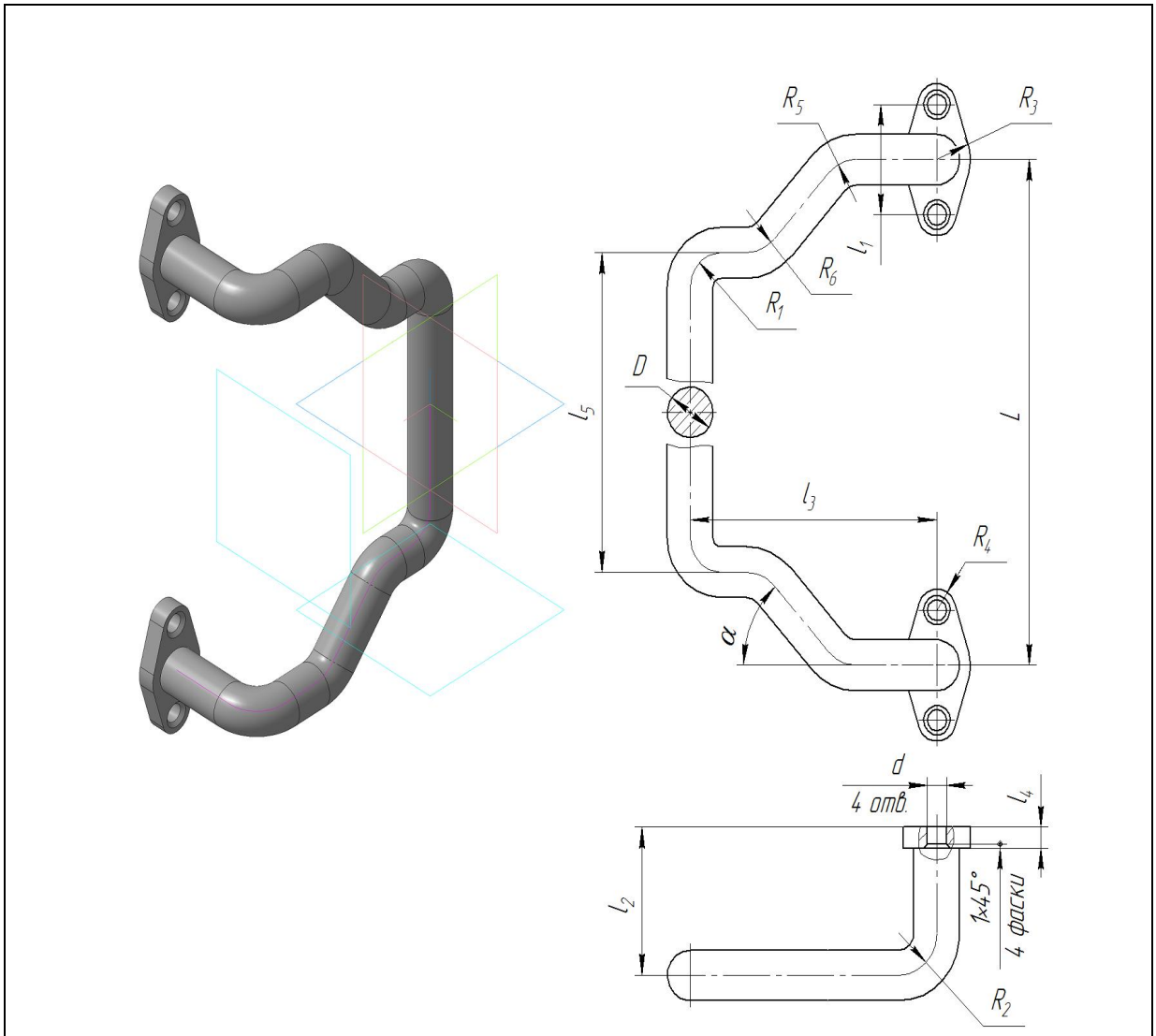
№ варианта	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	d
11	95	8	20	20	48	8	6	8	10	5	25	10	5
12	98	10	18	22	50	10	7	9	12	8	30	12	6
13	100	12	22	25	55	12	8	10	15	10	32	14	7
14	110	14	24	30	60	14	9	12	18	12	35	15	8
15	120	15	25	35	65	16	10	15	20	14	40	18	10

Продолжение табл. 13.1



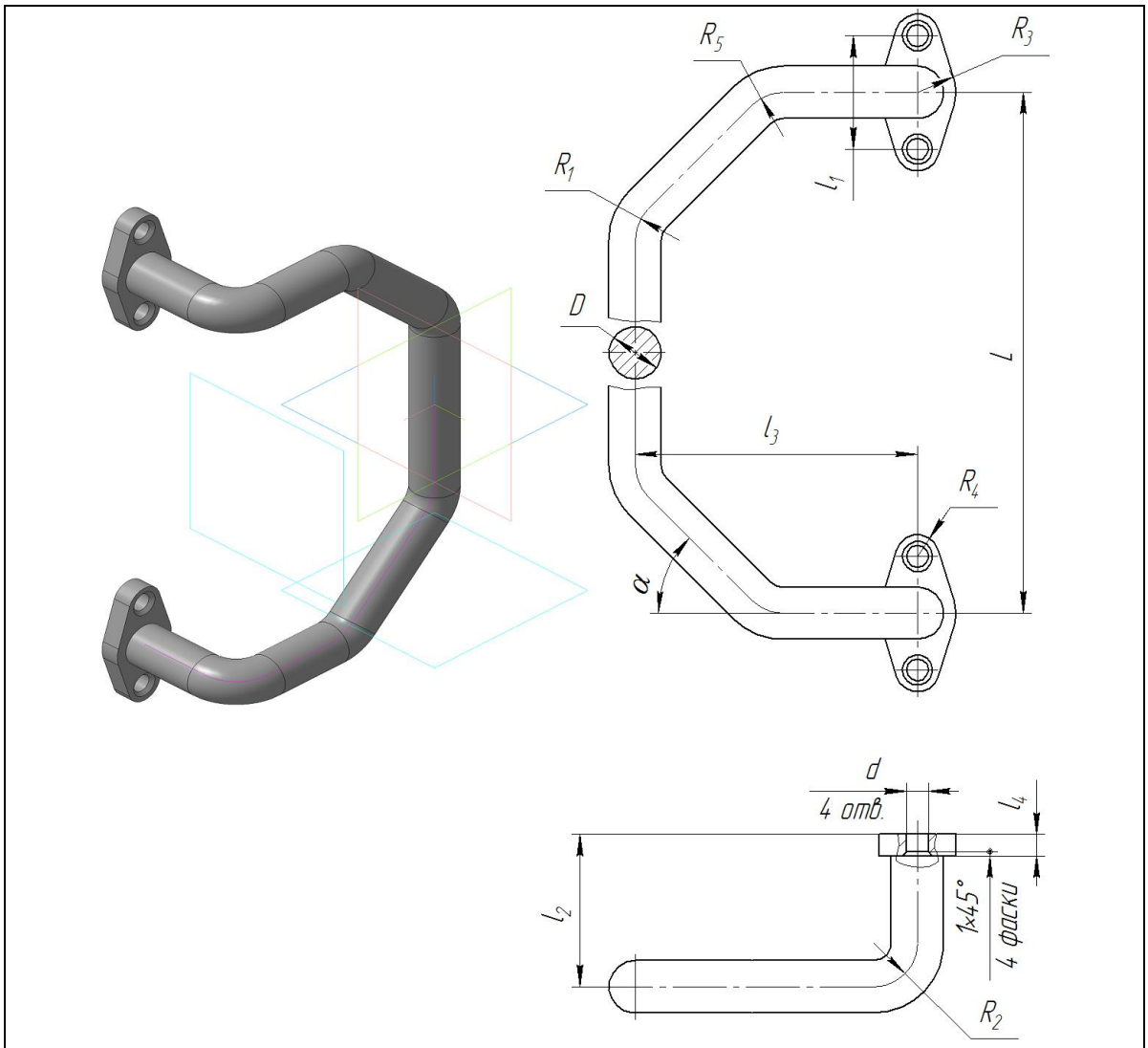
№ варианта	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	d
16	110	10	22	20	45	7	6	8	6	5	5	7	5
17	120	12	20	25	48	8	8	9	7	8	6	8	6
18	125	14	18	30	50	12	10	10	8	10	7	10	7
19	130	15	24	35	55	10	12	12	10	12	8	12	6
20	135	18	25	40	60	15	15	14	12	14	10	15	7

Продолжение табл. 13.1



№ варианта	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5, R_6	$\alpha°$	d
21	110	10	20	30	55	8	65	6	8	7	5	7	35	5
22	115	12	24	32	50	10	70	8	9	8	4	8	40	6
23	120	14	26	35	65	12	75	10	10	9	5	10	45	7
24	125	15	30	38	70	14	80	12	12	10	6	12	50	8
25	130	16	32	40	75	16	85	14	15	10	7	14	55	9

Окончание табл. 13.1



№ варианта	L	D	l_1	l_2	l_3	l_4	R_1, R_5	R_2	R_3	R_4	α°	d
26	108	12	18	28	65	8	10	10	8	5	60	5
27	110	10	22	34	60	10	8	8	8	6	30	6
28	112	12	20	30	55	12	10	10	9	5	45	7
29	115	10	25	32	60	14	12	12	10	6	30	6
30	120	12	26	35	65	15	10	10	8	5	45	5

13.5. Методические указания по созданию чертежа «Ручка»

Рассмотрим на примере этапы выполнения индивидуального задания:

1. Выбираем координатную плоскость ZX и в ней вычерчиваем траекторию для первого изгиба ручки (рис. 13.16).

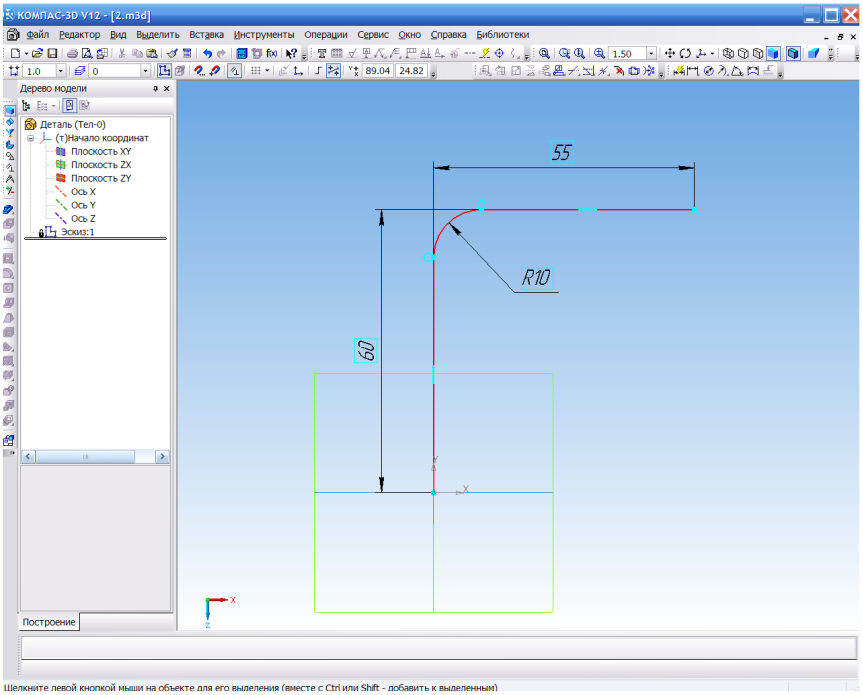


Рис. 13.16. Построение траектории для первого изгиба ручки

2. В плоскости XY строим эскиз-сечение (рис. 13.17).

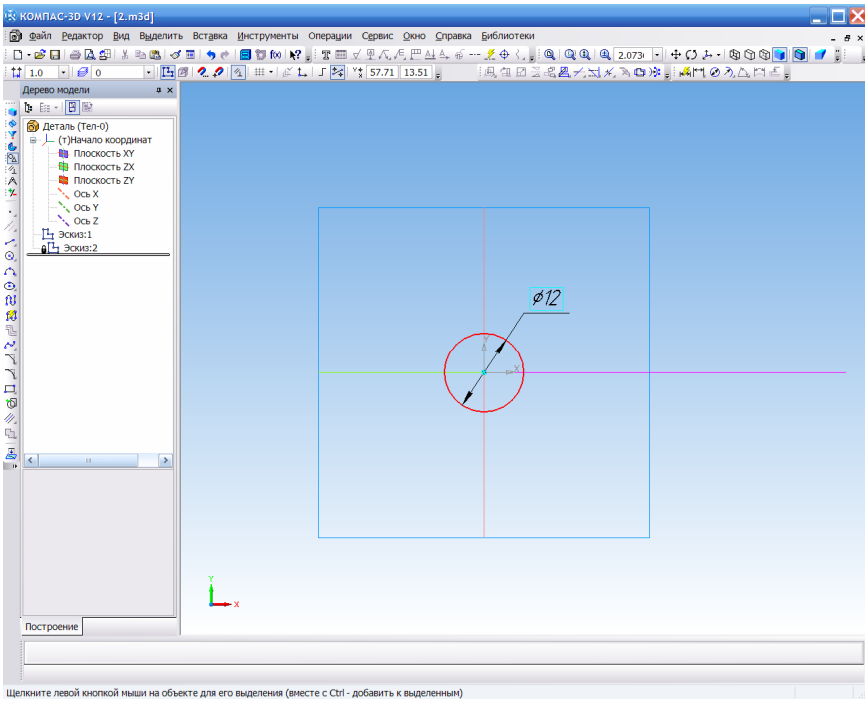


Рис. 13.17. Построение эскиза-сечения

3. Выполняем кинематическую операцию (рис. 13.18).

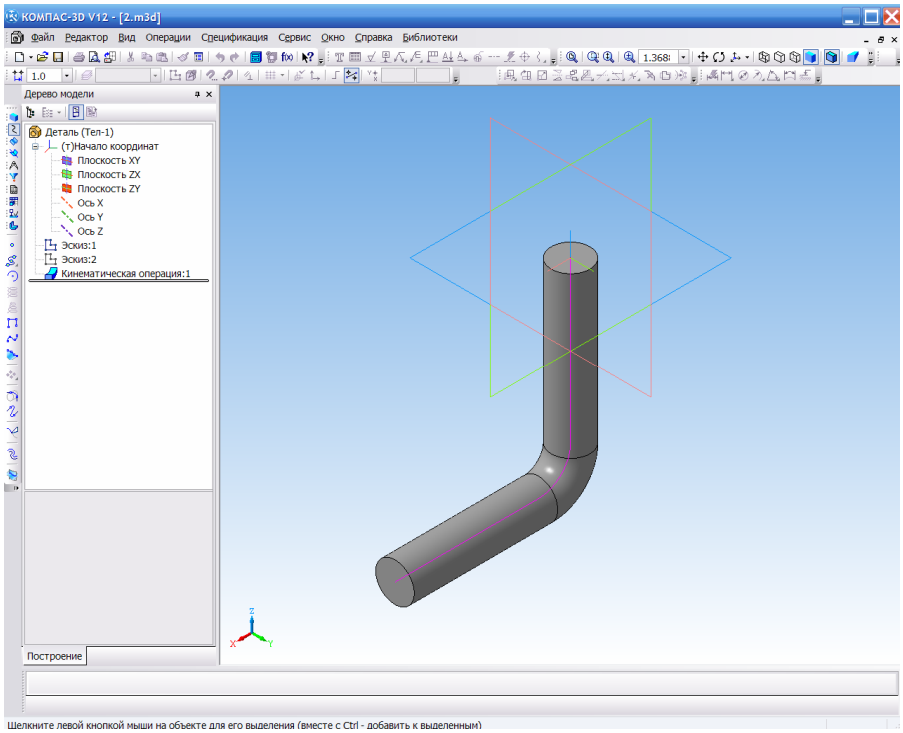


Рис. 13.18. Результат выполнения кинематической операции

4. Параллельно координатной плоскости XY создаем смещенную плоскость на расстоянии 60 мм (рис. 13.19).

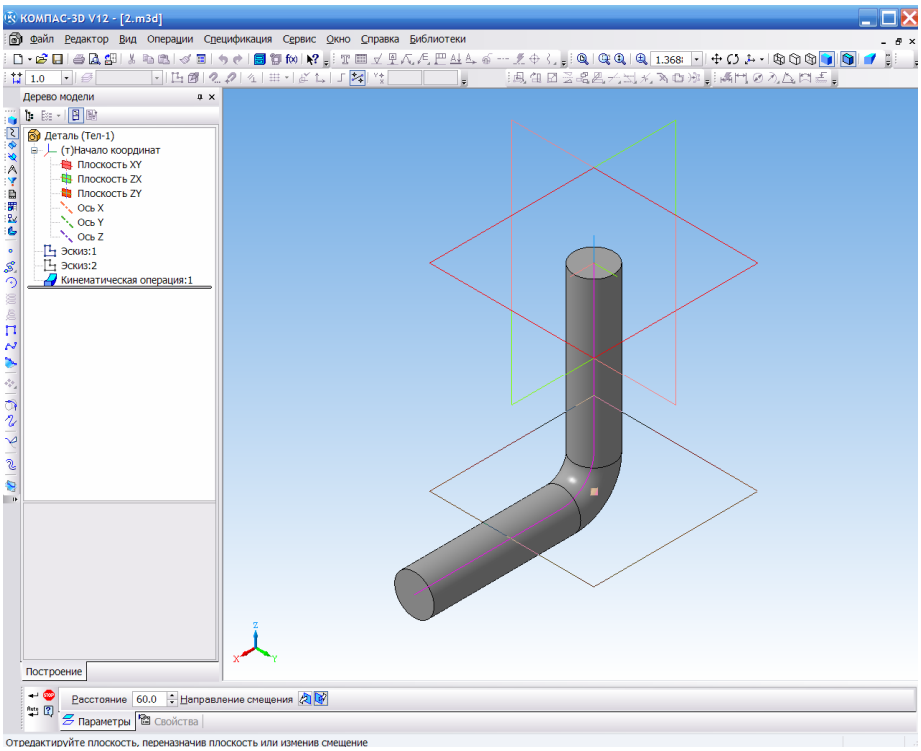


Рис. 13.19. Построение смещенной плоскости

5. Выделяем смещенную плоскость и в ней при помощи команды **Спроецировать объект** строим траекторию для второго изгиба ручки (рис. 13.20).

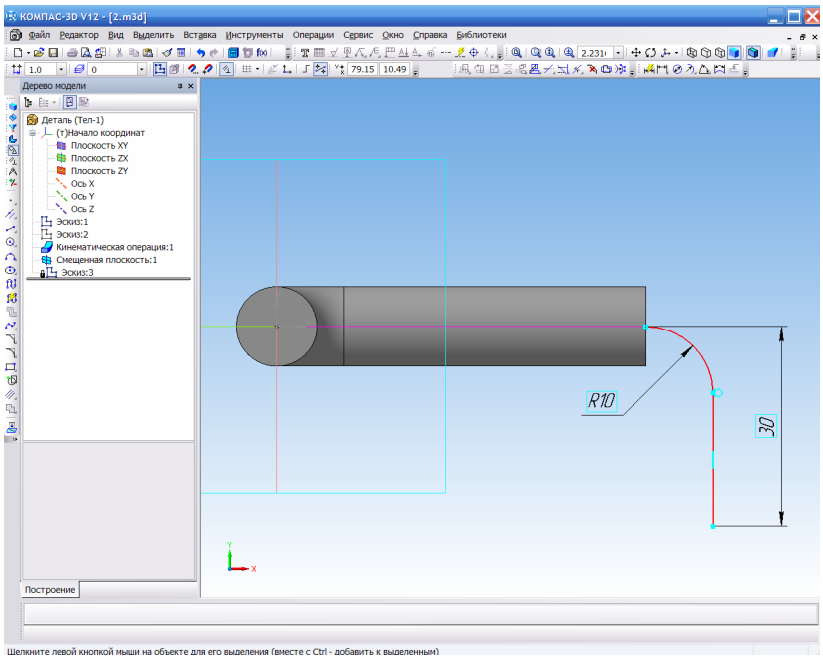


Рис. 13.20. Построение траектории для второго изгиба ручки

6. Строим эскиз-сечение для выполнения кинематической операции. Для этого выделяем нижний торец, нажимаем кнопку **Эскиз** и строим с помощью команды **Спроецировать объект** окружность диаметром 12 мм (рис. 13.21).

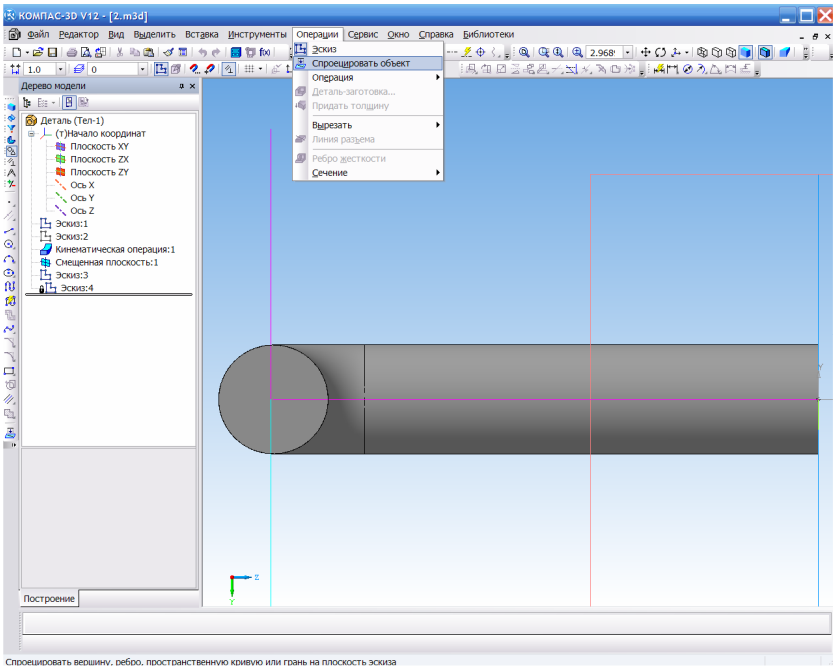


Рис. 13.21. Проецирование окружности для эскиза-сечения

7. Выполняем кинематическую операцию (рис. 13.22).

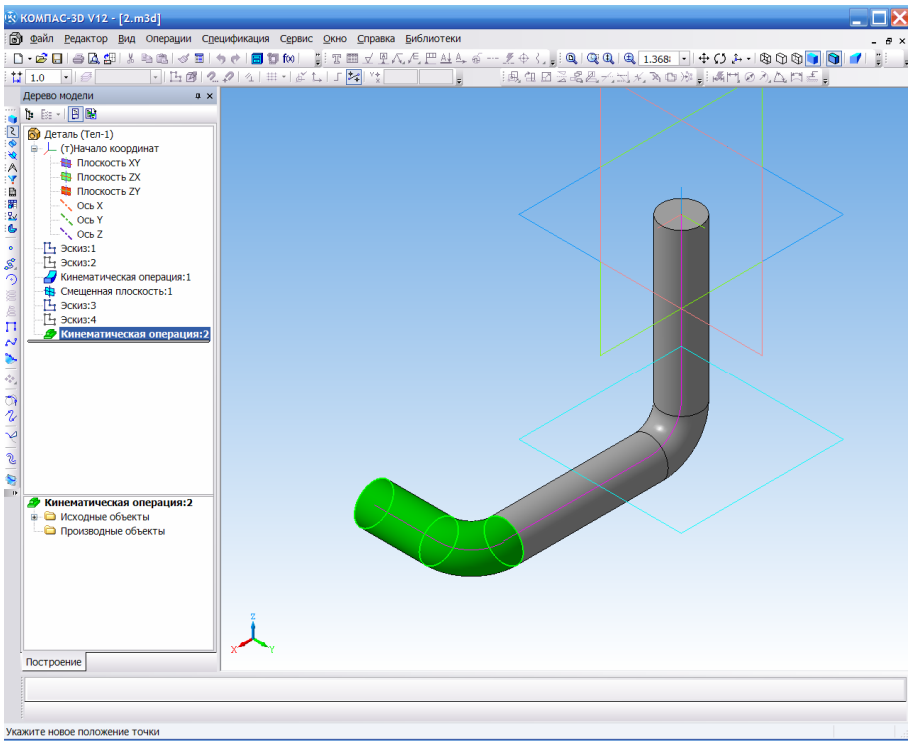


Рис. 13.22. Выполнение кинематической операции

8. Выделяем нижний торец ручки и строим эскиз для операции **Выдавливание** (рис. 13.23).

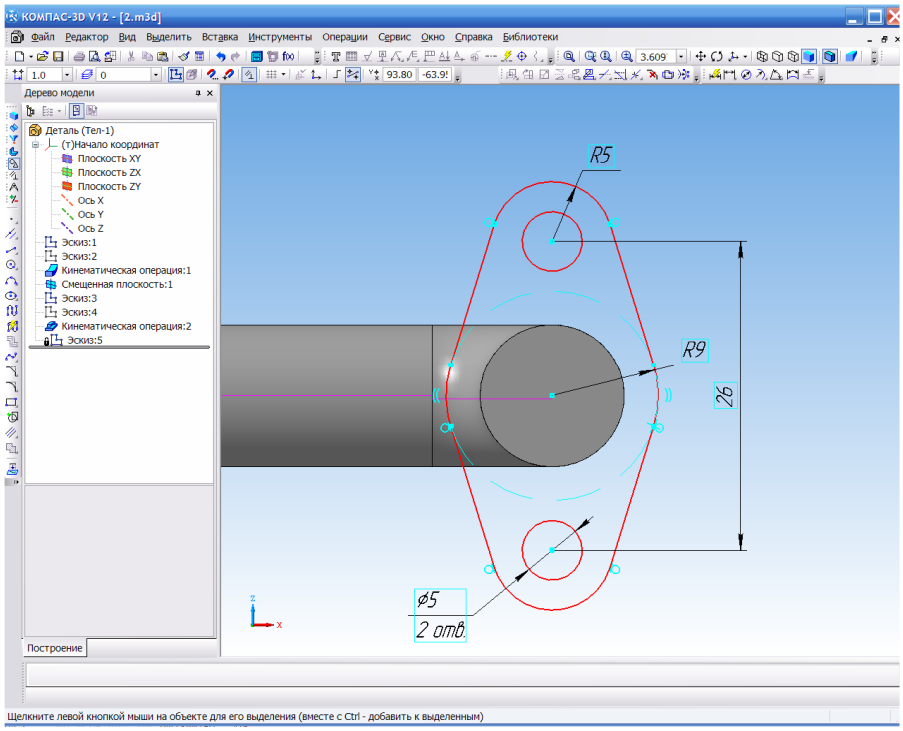


Рис. 13.23. Эскиз для операции выдавливания

9. Выдавливаем на расстояние 5 мм построенный эскиз (рис. 13.24).

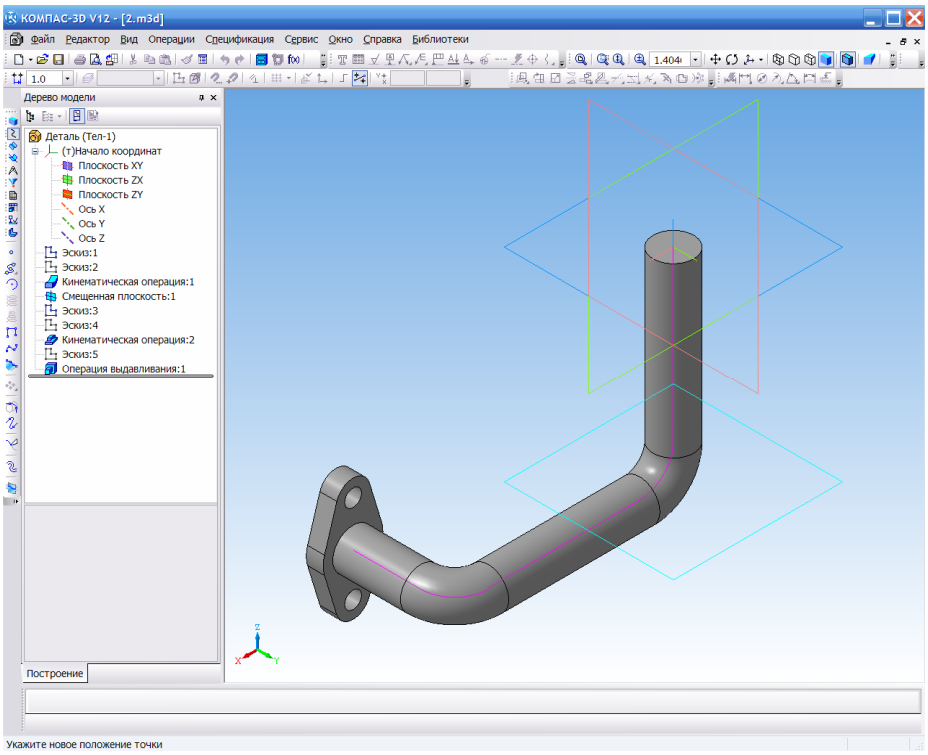


Рис. 13.24. Результат операции **Выдавливание**

10. При помощи команды **Фаска** строим фаски в отверстиях диаметром 5 мм размером 1×45° (рис. 13.25).

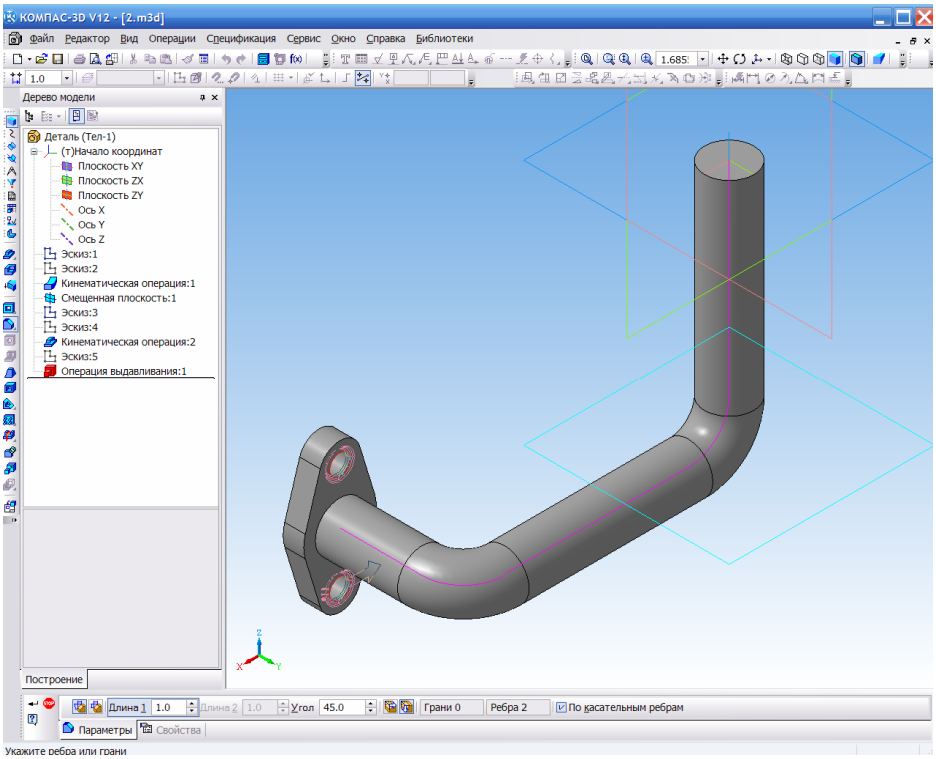
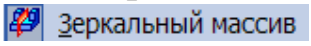
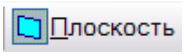


Рис. 13.25. Выполнение операции **Фаска**

11. Выполняем операцию **Зеркальный массив**. В панели **Операции** нажимаем кнопку 

Зеркальный массив. В дереве модели либо в окне модели указываем все операции, которые необходимо отразить, затем нажимаем на кнопку 

Плоскость и указываем плоскость XY, подтверждаем выполнение операции нажатием кнопки **Создать объект** (рис. 13.26).

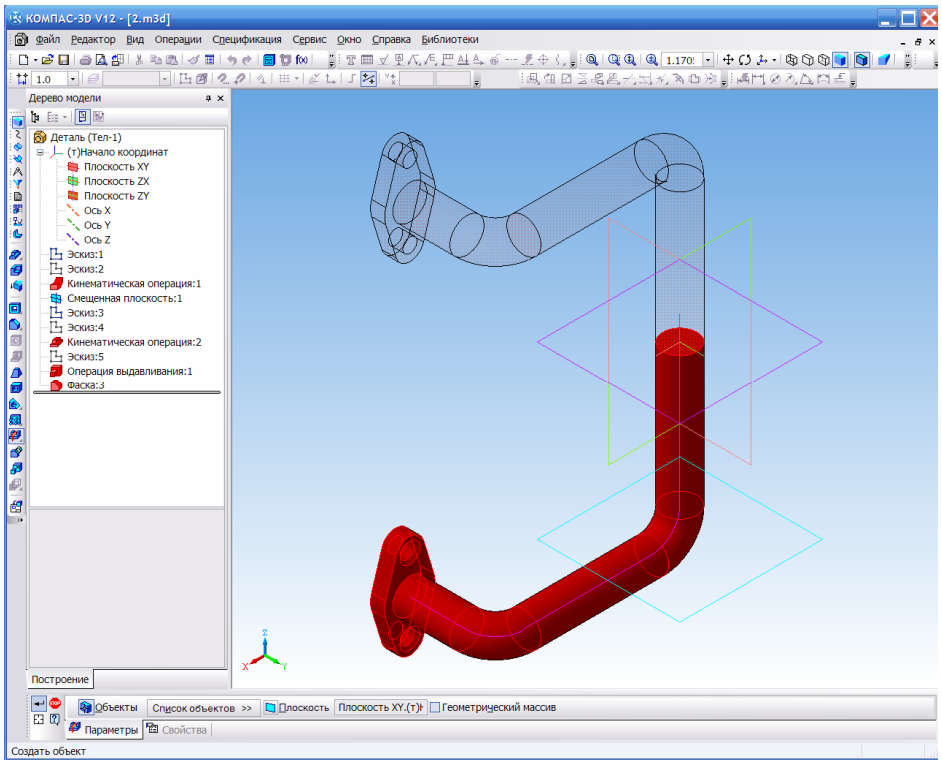
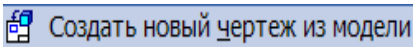


Рис. 13.26. Выполнение операции **Зеркальный массив**

12. Сохраняем модель и при помощи команды 

Создать новый чертеж из модели создаем чертеж ручки с выполнением полезных разрезов и нанесением всех необходимых размеров. Пример выполненного чертежа представлен на рис. 13.27.

13.6. Операция по сечениям

Команда **Операция по сечениям** позволяет создать основание детали, указав несколько его сечений, изображенных на разных эскизах. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям. На рис. 13.28 показана деталь, полученная при помощи операции **По сечениям**. В качестве сечений здесь выступают окружность и прямоугольник.

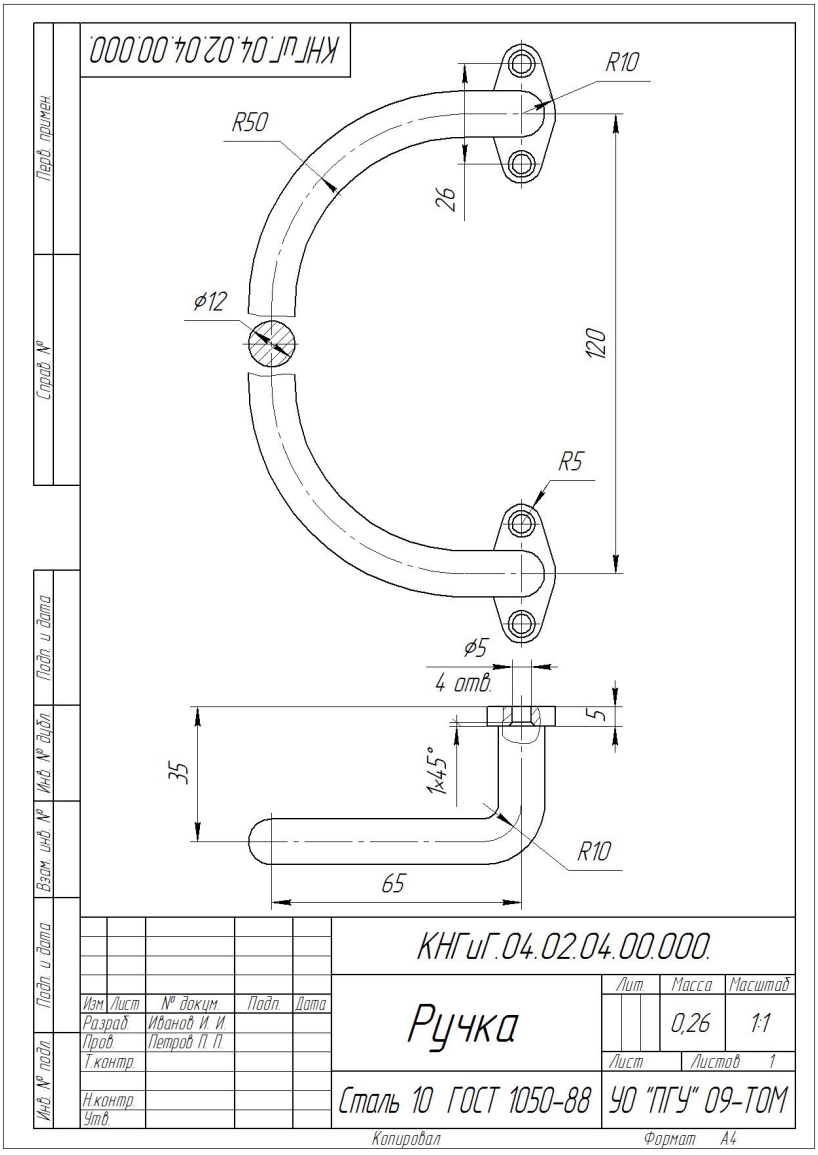


Рис. 13.27. Пример выполнения индивидуального задания

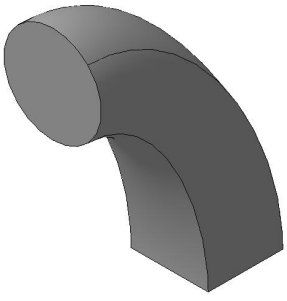


Рис. 13.28. Деталь, полученная с помощью **Операции по сечениям**

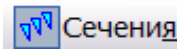
Для выполнения команды необходимо, чтобы для детали было выполнено хотя бы два эскиза. Требования к эскизам элемента по сечениям следующие:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального (конечного) сечения может содержать контур или точку;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- контур в эскизе может быть только один;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии следующие:

- на эскизе может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- контур должен пересекать плоскости всех эскизов;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Для вызова команды необходимо нажать кнопку **Операция по сечениям** на инструментальной панели **Редактирование детали** или выбрать ее название из меню **Операции**.

Чтобы задать сечения элемента, требуется нажать кнопку 

Сечения на вкладке **Параметры Панели свойств** и указать нужные эскизы в **Дереве модели** или в окне модели. Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне **Список сечений**. В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента. Изменить порядок следования сечений или удалить какие-либо из них можно при помощи кнопок над списком (рис. 13.29).

Чтобы задать осевую линию – линию, задающую общее направление построения элемента, необходимо нажать кнопку на вкладке **Параметры** и выбрать нужным объект. В качестве осевой линии может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например, криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе.

Если осевая линия выбрана неверно, ее можно указать повторно, не выходя из команды. Просто щелкните мышью на нужном объекте. Выделение с ранее указанной кривой будет снято, выбранной для выполнения операцией окажется заново указанная кривая. Операция по сечениям может быть выполнена и без указания осевой линии.

В **Списке сечений** начальное и конечное сечения служат для управления способом построения тела у их границы. Построить тело у граничных сечений можно тремя способами:

– **По умолчанию** – элемент будет построен обычным образом – вершины сечений будут соединены сплайнами третьего порядка;

– **По нормали** – элемент будет построен так, чтобы плоскость, касательная к поверхности элемента вблизи начального или конечного эскиза, была перпендикулярна к плоскости построенного элемента;

– **По объекту** – элемент будет построен так, чтобы плоскость, касательная к поверхности элемента вблизи начального или конечного эскиза, была параллельна указанному прямолинейному объекту (ребру, вспомогательной оси или прямолинейному отрезку в эскизе) или нормали к указанному плоскому объекту (плоской грани детали или вспомогательной плоскости).

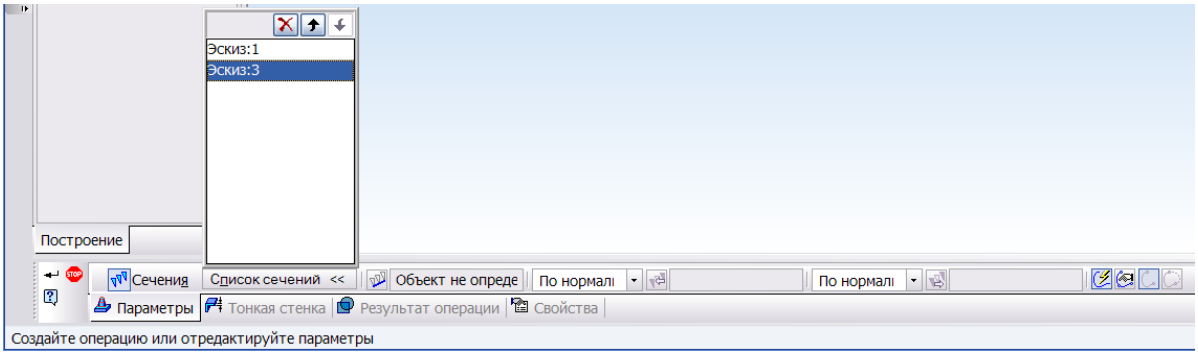


Рис. 13.29. Выбор сечений для создания модели

Способ построения начального и конечного элементов выбирается отдельно на соответствующей панели.

В случае построения элемента **По объекту** название указанного объекта отображается в поле

Вектор построения элемента у начального сечения, аналогично выполняется построение тела и для конечного элемента.

Группа переключателей **Траектория** позволяет выбрать способ определения порядка соединения сечений. Активизация переключателя **Автоматическая генерация траектории** означает, что система автоматически определит, какие точки сечений соединять при построении элемента.

Активизация переключателя **Генерация траектории по указанным точкам** означает, что эскизы будут соединены по точкам, ближайшим к точкам их указания. Если эскизы указываются в **Дереве модели**, срабатывает алгоритм автоматической генерации пути.

С помощью группы переключателей **Режим** можно указать, требуется ли построение замкнутого тела по сечениям.

При необходимости можно к основанию детали приклеить или вырезать элемент по сечениям. Эти операции производятся аналогично самой операции по сечениям путем указания сечений, изображенных в разных плоскостях. Если необходимо, можно указать направляющую – контур, задающий направление построения элемента по сечениям.

Для вызова команды **Приклеить по сечениям** необходимо нажать кнопку **По сечениям** на инструментальной панели **Редактирование детали** или выбрать ее из меню **Операции**.

Для вызова команды **Вырезать по сечениям** необходимо нажать кнопку **Вырезать по сечениям** на инструментальной панели **Редактирование детали** или выбрать ее из меню **Операции**.

ГЛАВА 14. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА И СОЗДАНИЕ СБОРОК

14.1. Этапы чтения и деталирования чертежей общего вида

Завершающим этапом изучения машиностроительного черчения является чтение и деталирование чертежа общего вида. Рекомендуется следующая последовательность чтения чертежа общего вида:

- ознакомиться с содержанием основной надписи, выяснить наименование и обозначение изделия, масштаб чертежа;
- ознакомиться с содержанием спецификации и установить наименование каждой детали;
- ознакомиться с техническим описанием изделия и определить назначение и принцип его работы;
- изучить конструкцию деталей и сборочных единиц (если они имеются). Последовательно найти изображение каждой детали на всех видах, разрезах и сечениях и уяснить ее геометрические формы, учитывая проекционную связь и штриховку чертежей деталей, которая на всех разрезах и сечениях для одной и той же детали выполнена с одинаковым наклоном под углом 45° и одинаковой частотой. Для смежных деталей штриховка выполняется в противоположном направлении или со сдвигом штрихов, либо с изменением расстояния между штрихами;
- выяснить взаимодействие деталей и сборочных единиц, входящих в изделие, установить характер их соединения (сварные, клепаные, резьбовые);
- выяснить последовательность разборки и сборки изделия.

При чтении чертежей общего вида целесообразно неоднократно обращаться и к описанию конструкции, и к спецификации.

Основной задачей чтения чертежа является изучение форм отдельных деталей с целью выполнения чертежей деталей.

Ознакомившись предварительно с чертежом общего вида изделия, можно приступать к его деталированию, при котором приобретается более полное представление об изделии.

Деталированием называется выполнение чертежей деталей по чертежам общих видов.

Деталирование – это одна из заключительных операций проектирования машин, станков, аппаратов и т.п.

Обычно сначала разрабатываются конструктивные чертежи общих видов изделий (машин, станков и др.) или их частей, которые необходимо

изготовить. После чего по ним выполняются чертежи каждой детали, которые затем используются при изготовлении деталей на производстве.

Деталирование включает следующие этапы:

- выбор масштаба и формата чертежа для каждой детали;
- определение главного вида, числа проекций и необходимых разрезов и сечений;
- выполнение чертежа детали, простановка размеров и шероховатости поверхности;
- согласование размеров сопрягаемых деталей;
- контролирование размерных цепей.

Предпочтительно, чтобы детали были вычерчены в натуральную величину, т.е. в масштабе 1:1. Однако крупные детали можно выполнять в уменьшенном масштабе, а мелкие – в увеличенном. По габаритным размерам детали подбирают формат чертежа.

При выборе главного изображения необходимо, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме детали и ее размерах. Число изображений должно быть минимальным, но достаточным для однозначного чтения чертежа. В зависимости от формы детали чертежи могут располагаться по-разному относительно основной надписи. Например, чертежи деталей, ограниченных сложными поверхностями, располагают так, чтобы их оси занимали горизонтальное положение относительно основной надписи. Чертежи деталей, изготовленных литьем, целесообразно располагать так, чтобы их основные базовые плоскости занимали горизонтальное положение.

При нанесении размеров на чертеж детали необходимо строго выдерживать все размеры, приведенные на чертеже общего вида. Остальные размеры определяют непосредственно обмером на чертеже общего вида. Полученные размеры необходимо округлить до миллиметра.

На чертежах деталей наносятся только действительные размеры, т.е. такие размеры, которые деталь будет иметь после ее изготовления независимо от принятого масштаба.

14.2. Индивидуальное задание

Цель задания – привить студентам навыки чтения и деталирования чертежей общего вида.

В учебных целях в условиях ограниченного времени вместо чертежа общего вида студент получает карточку-чертеж узла механизма с описанием.

Карточка-чертеж для выполнения задания выдается преподавателем. Задание включает выполнение чертежей трех деталей после построения 3D-моделей каждой. Номера позиций деталей, которые нужно начертить, называет преподаватель. Формат и масштаб подбираются студентом самостоятельно, в зависимости от размеров детали. Размеры, которые не указаны, студент измеряет линейкой на карточке (с учетом масштаба). Количество видов, разрезов, сечений и выносных элементов для конкретной детали студент выбирает также самостоятельно, основываясь на знаниях, полученных при изучении раздела «Машиностроительное черчение».

14.3. Методические указания по выполнению деталирования чертежа общего вида

Получив карточку от преподавателя (рис. 14.1) и следуя всем вышеизложенным рекомендациям, последовательно выполняем чертежи всех трех деталей. В данном случае необходимо выполнить чертежи корпуса, крышки и штуцера.

Порядок выполнения чертежа детали:

1. Изучив конструкцию конкретной детали, произведя замеры ее размеров с помощью линейки и с учетом масштаба, выполняем 3D-модель.
2. Создаем ассоциативные виды с модели.
3. Создаем чертеж детали.

Рассмотрим более подробно создание чертежа штуцера:

1. Согласно описанию штуцер обозначен позицией 3. Эту деталь мы видим на главном виде и виде сверху. Начнем построение трехмерной модели без учета шестигранной поверхности, как тела вращения. Произведем измерение размеров контура штуцера (наружной и внутренней поверхностей) линейкой с учетом масштаба.

- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Создать**. Появится диалоговое окно **Новый документ**.
- Щелкните по вкладке **Новые документы**, а затем дважды – по пиктограмме **Деталь**. Появится главное окно системы в режиме работы с **Деталью**.
- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Сохранить**. Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**.

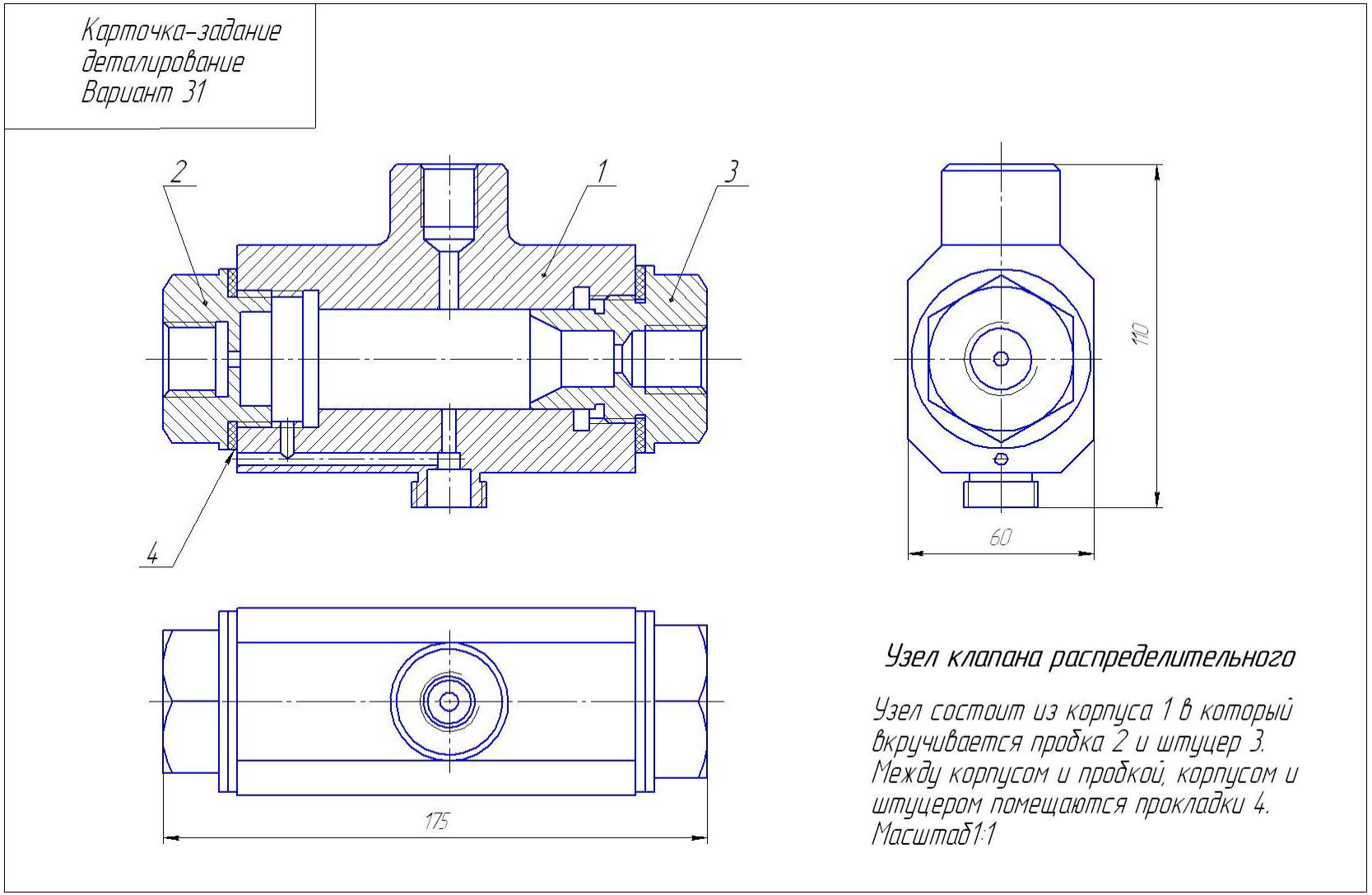


Рис. 14.1. Карточка-чертеж узла механизма с описанием

- Введите в поле **Имя файла** имя нового файла **Штуцер** и щелкните по кнопке **ОК**.
- Выберите плоскость XOZ (она подсветится зеленым цветом). На панели инструментов или на контекстной панели выберите кнопку **Эскиз** (рис. 14.2).

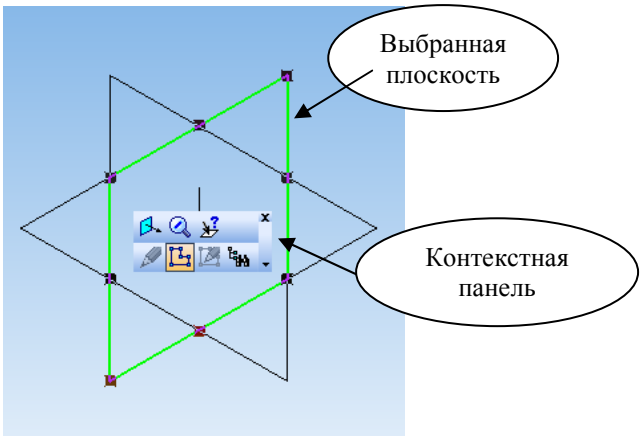


Рис. 14.2. Выбор плоскости XOZ

- Выбрав на панели команд кнопку **Геометрия**, чертим контур поверхностей штуцера и ось вращения (рис.14.3). Закончим выполнение эскиза, повторно нажав кнопку .

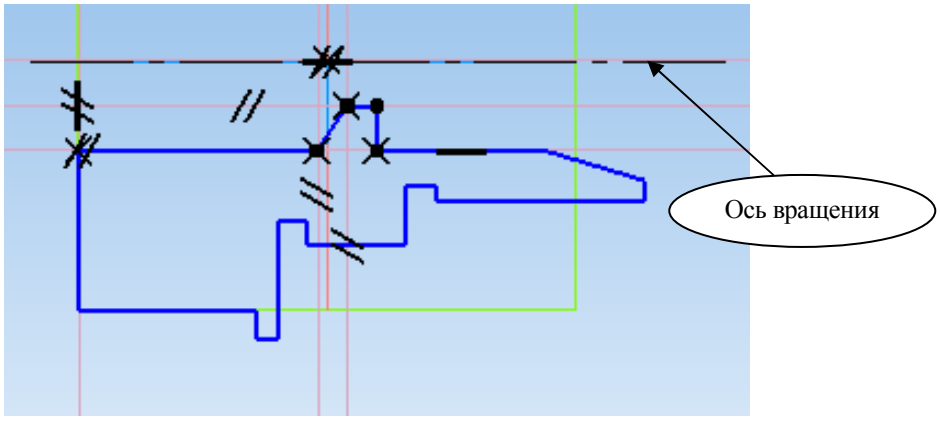


Рис. 14.3. Контур поверхностей штуцера и ось вращения

- На компактной панели выбираем **Редактирование детали** → **Операция вращения** (рис. 14.4). На панели свойств во вкладке **Тонкая стенка** выбираем НЕТ и выполняем операцию вращения, нажав на панели специального управления **Создать объект** (рис. 14.5).

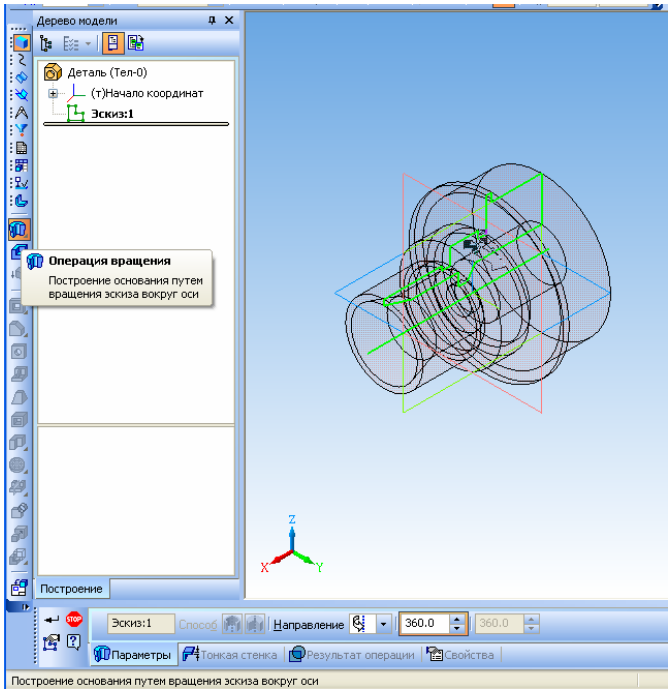


Рис. 14.4. Выбор **Редактирование детали → Операция вращения**

- Выполним фаску для последующего построения шестигранника. Повернем деталь, нажав на панели инструментов **Повернуть**, и выделим нужное ребро нажатием левой кнопки мыши (ребро подсветится зеленым цветом) (рис. 14.6). На компактной или на контекстной панели выберем **Фаска**. На панели свойств выбираем построение по катету и углу. Вводим значение катета 3,5 мм и угол 30° (выбрав второе направление). Выполняем операцию, выбрав на панели команд (рис. 14.7). *Не забываем периодически сохранять выполненные построения.*

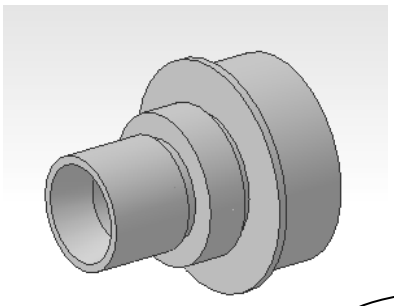


Рис. 14.5. Трехмерная модель штуцера

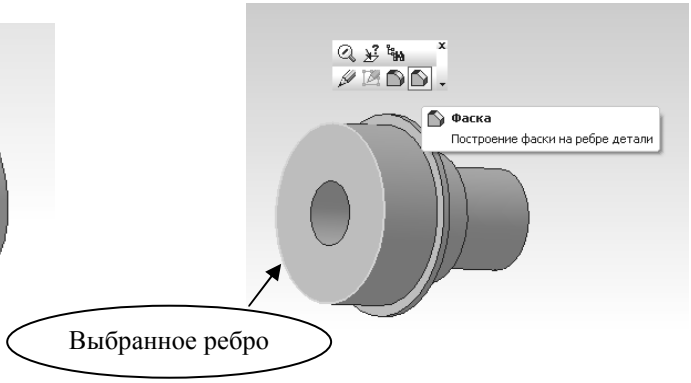


Рис. 14.6. Выбор ребра для создания фаски

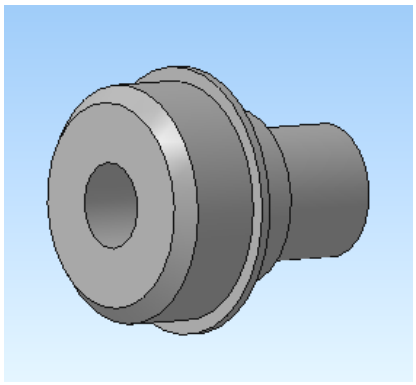


Рис. 14.7. Результат создания фаски

- Построим шестигранную поверхность. Для этого выделим левый торец и выберем операцию **Эскиз** (рис. 14.8). С помощью кнопки **Многоугольник** (панель инструментов **Геометрия**) вписываем в цилиндрическую поверхность шестигранник, а посредством **Окружность** обозначим некую окружность несколько большим диаметром, чем наша цилиндрическая поверхность (центр общий с шестигранником) (рис. 14.9). Закончим выполнение эскиза, повторно нажав кнопку .
- Перейдем к выполнению шестигранной поверхности, используя команду **Вырезать выдавливанием.** На панели свойств во вкладке **Тонкая стенка** выбираем НЕТ и вводим нужное расстояние – 18 мм (длина шестигранника). Выполняем операцию выдавливания, создав объект – (рис. 14.10).

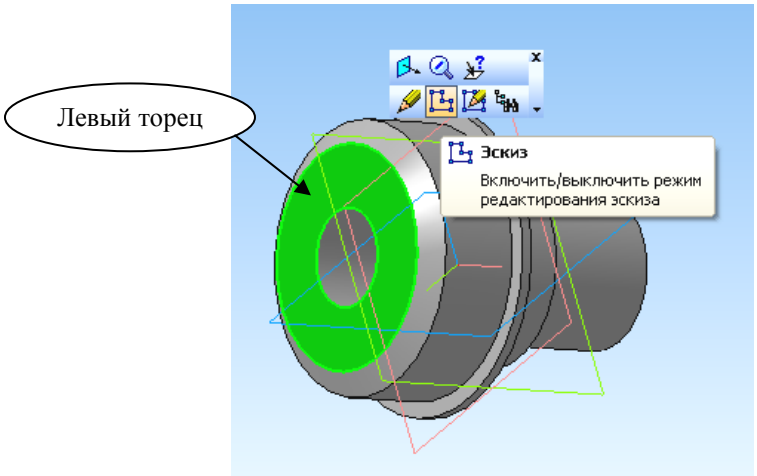


Рис. 14.8. Выбор поверхности для построения шестигранника

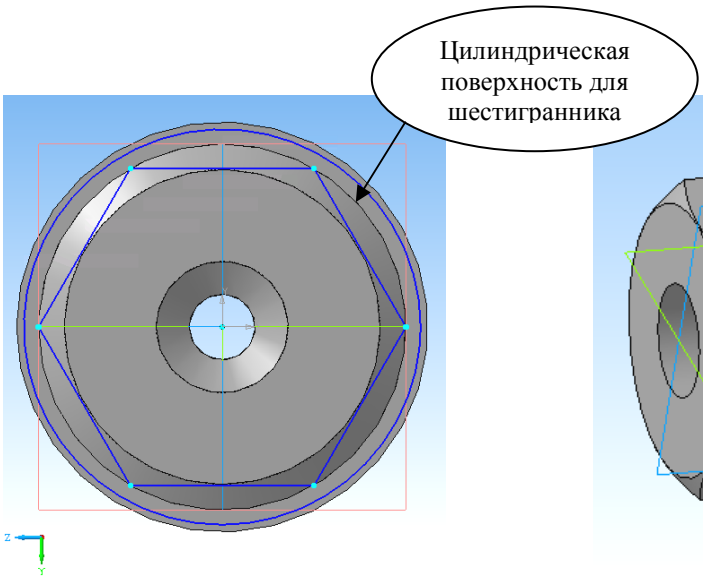


Рис. 14.9. Построение шестигранника на эскизе

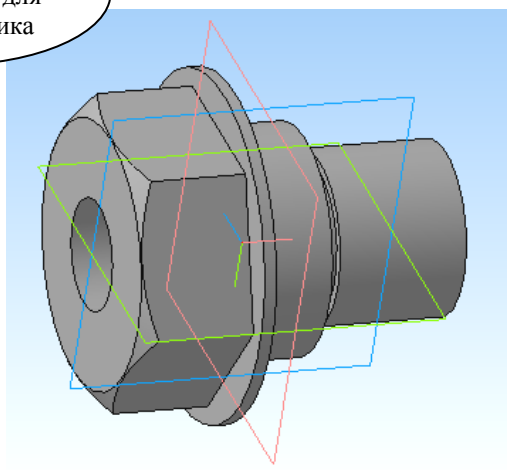


Рис. 14.10. Построение шестигранной поверхности на трехмерной модели штуцера

- Создаем фаску в отверстии под резьбу, предварительно указав ребро и выбрав соответствующую команду (рис. 14.11). На панели свойств введем значение катета – 2 мм и угла – 45°. Создадим фаску, выбрав на панели специального управления (рис. 14.12).

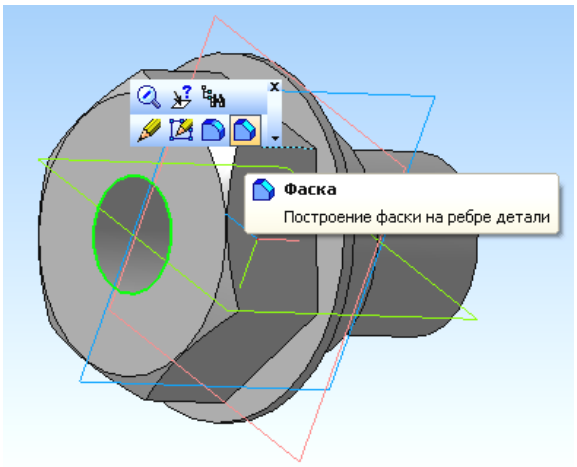


Рис. 14.11. Указание ребра и выбор команды **Фаска**

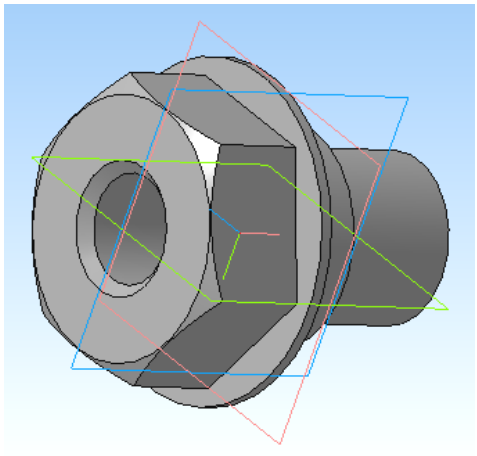


Рис. 14.12. Результат создания фаски

- На заключительном этапе создадим резьбу. В программе КОМПАС-3D (как и в некоторых других системах проектирования) введено условное изображение резьбы, которая при модели-

ровании отображается цилиндрическим контуром (оранжевого цвета), а на ассоциативном чертеже – по всем правилам ГОСТа. На компактной панели выбираем **Элементы оформления→** **Условное изображение резьбы** (рис. 14.13). Указываем поверхность, шаг и длину. Выполняем операцию, создав объект – . Таким образом получаем резьбу на двух поверхностях (рис. 14.14). *Сохранить*.

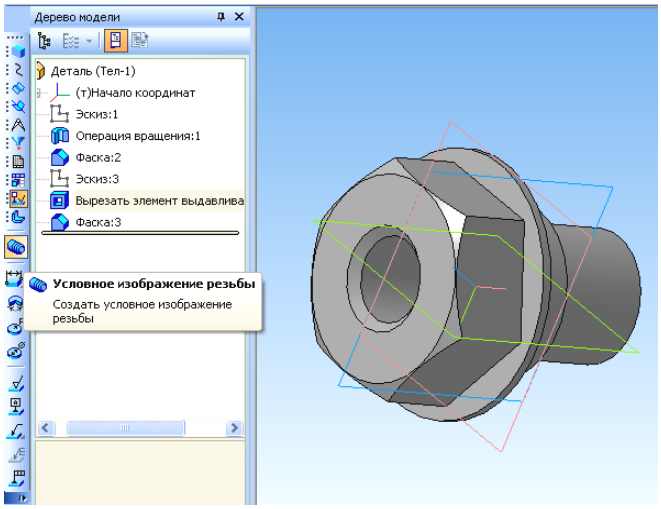


Рис. 14.13. Выбор команды **Условное изображение резьбы**

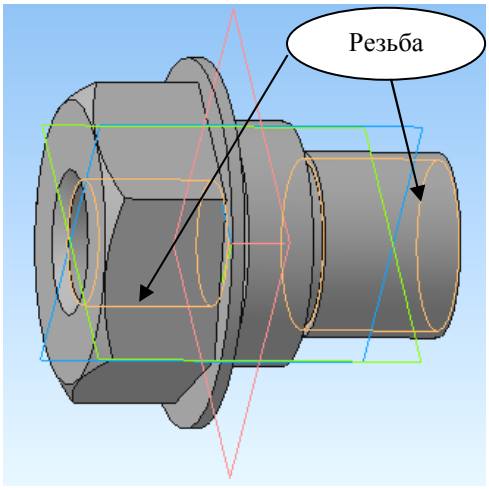


Рис. 14.14. Результат построения условного изображения резьбы

- Для удобства последующего выполнения разреза на чертеже выполним вырез четверти детали. Для этого сначала укажем эскиз, по которому будет происходить последующее отсечение. Указываем левый торец и выбираем операцию **Эскиз**. Проводим

два отрезка произвольной длины из центра детали, как показано на рис.14.15. Повторно нажав кнопку , закончим выполнение эскиза. На компактной панели выбираем **Редактирование детали →** **Сечение по эскизу** (рис.14.16). Указываем обратное направление и выполняем операцию (рис. 14.17). Сохраняем этот файл под новым именем, например, «Штуцер сечение».

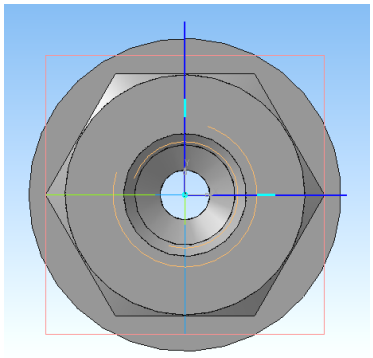


Рис. 14.15. Построение на эскизе отрезков, определяющих положение сечения

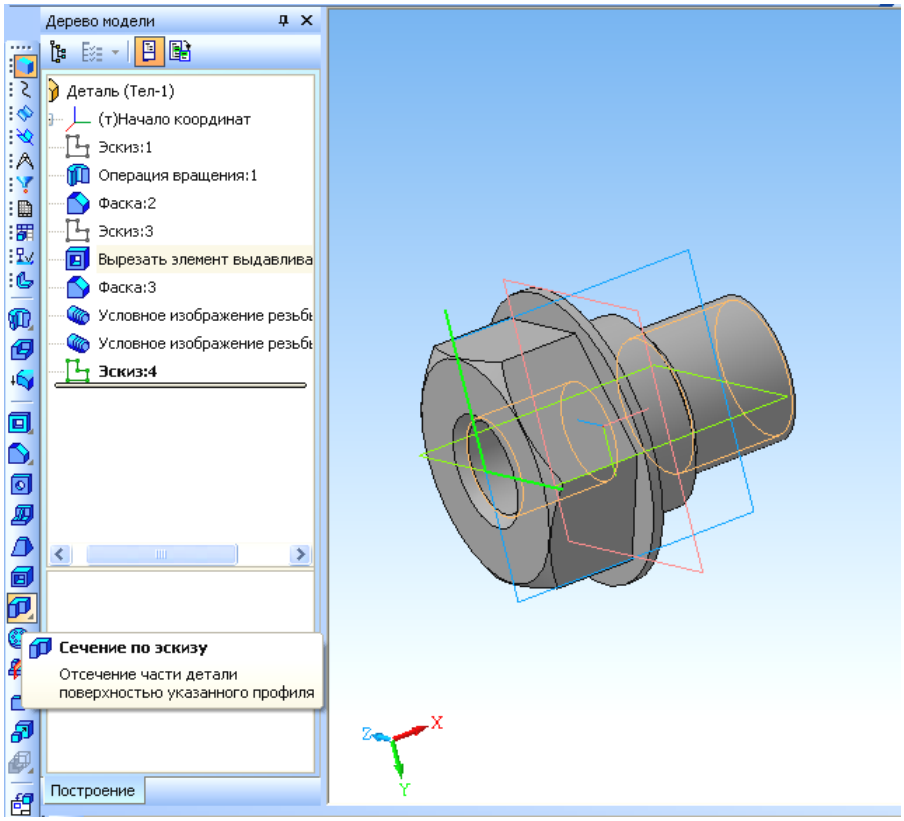


Рис. 14.16. Выбор команды **Сечение по эскизу**

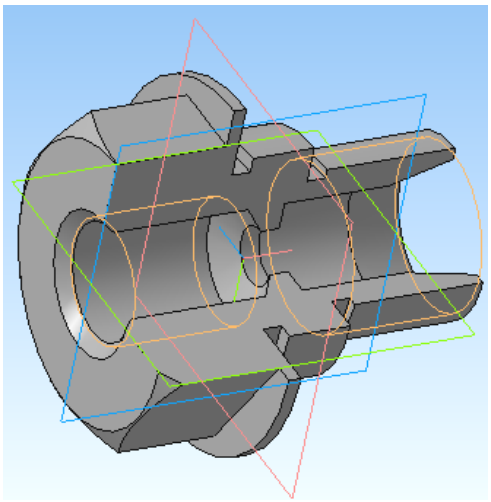


Рис. 14.17. Результат выполнения операции сечение по эскизу

2. Создадим ассоциативные виды с модели: можно воспользоваться кнопкой **Новый чертеж из модели** либо просто создать новый чертеж с помощью кнопки **Виды** на компактной панели вставить необходимое количество видов. Пойдем по второму пути. Анализируя деталь, выберем формат А3 (горизонтальный) и будем задавать масштаб 2:1.

- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Создать**. Появится диалоговое окно **Новый документ**.
- Щелкните по вкладке **Шаблоны**, а затем выберите нужный формат – Констр. чертеж А3 гориз. перв. лист.cdt. Подтвердите выбор нажатием кнопки **ОК**. Появится главное окно системы в режиме работы с **Чертежом**.
- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Сохранить**. Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**.
- Введите в поле **Имя файла** имя нового файла **Чертеж Штуцера** и щелкните по кнопке **ОК**.
- Для данной детали достаточно двух видов. Один вид получим из файла **Штуцер**, второй – из файла **Штуцер сечение**. Выберем **Виды→ Произвольный вид (**откроется окошко, рис. 14.18)

и выберем файл для открытия **Штуцер сечение**, нажав кнопку **Открыть**. На экране появится прямоугольник, ограничивающий вид, а внизу появится панель свойств, где мы меняем масштаб на 2:1 и указываем ориентацию главного вида – **Сверху** (рис. 14.19). Указываем точку привязки вида и щелчком мыши показываем его местоположение (рис. 14.20).

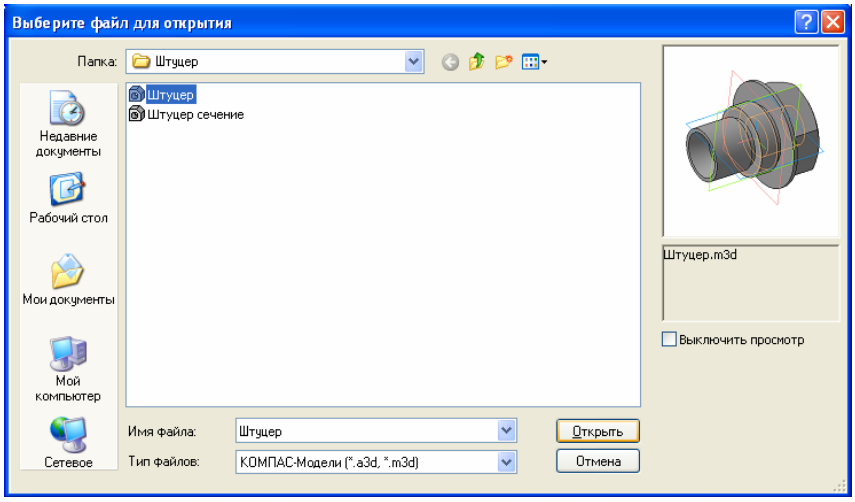


Рис. 14.18. Окно **Выберите файл для открытия**

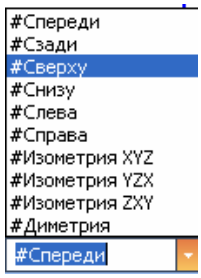


Рис. 14.19. Выбор ориентации главного вида

- Для удобства последующего редактирования разрушим виды. Для этого последовательно нажмем левой кнопкой мыши на пунктирный прямоугольник (весь вид подсветится зеленым), затем, наведя курсор на зеленое поле, нажмем правую кнопку мыши и из появившегося списка выберем **Разрушить вид**. Подтверждаем выбор кнопкой **ОК** (в результате ограничивающий прямоугольник исчезает).
- Второй вид получаем аналогично, только уже из другого файла (разрез нам больше не нужен). Выберем **Виды** → **Произвольный вид** → файл для открытия **Штуцер** (нажав кнопку **Открыть**). Меняем масштаб на 2:1 и указываем ориентацию вида – **Слева**. Указываем точку привязки вида и щелчком мыши показываем его местоположение (рис. 14.21).

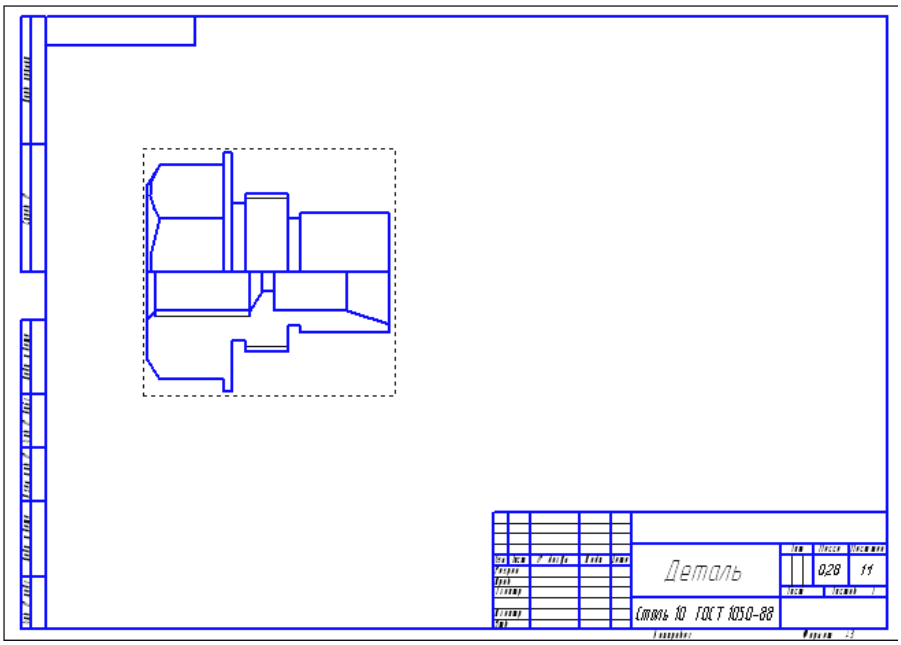


Рис. 14.20. Создание главного вида

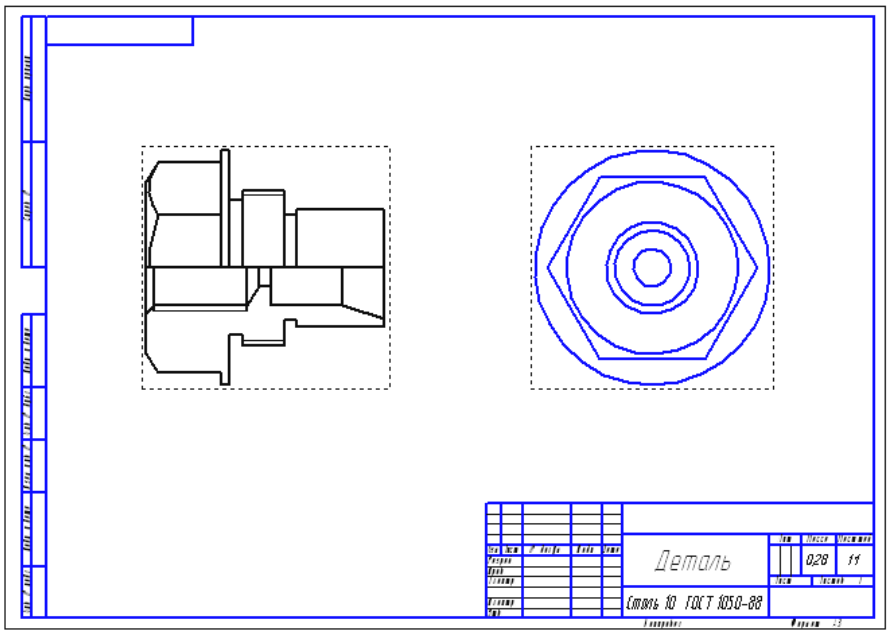


Рис. 14.21. Создание вида слева

3. Создаем чертеж штуцера, используя все полученные ранее знания: проводим оси (на главном виде заменяем центральную сплошную основную линию на осевую), выполняем штриховку разреза, наносим размеры и в заключение заполняем основную надпись (рис. 14.22). *Сохраняем.*

Таким же образом поступаем с остальными двумя деталями, каждый раз выбирая нужный масштаб, формат и количество видов.

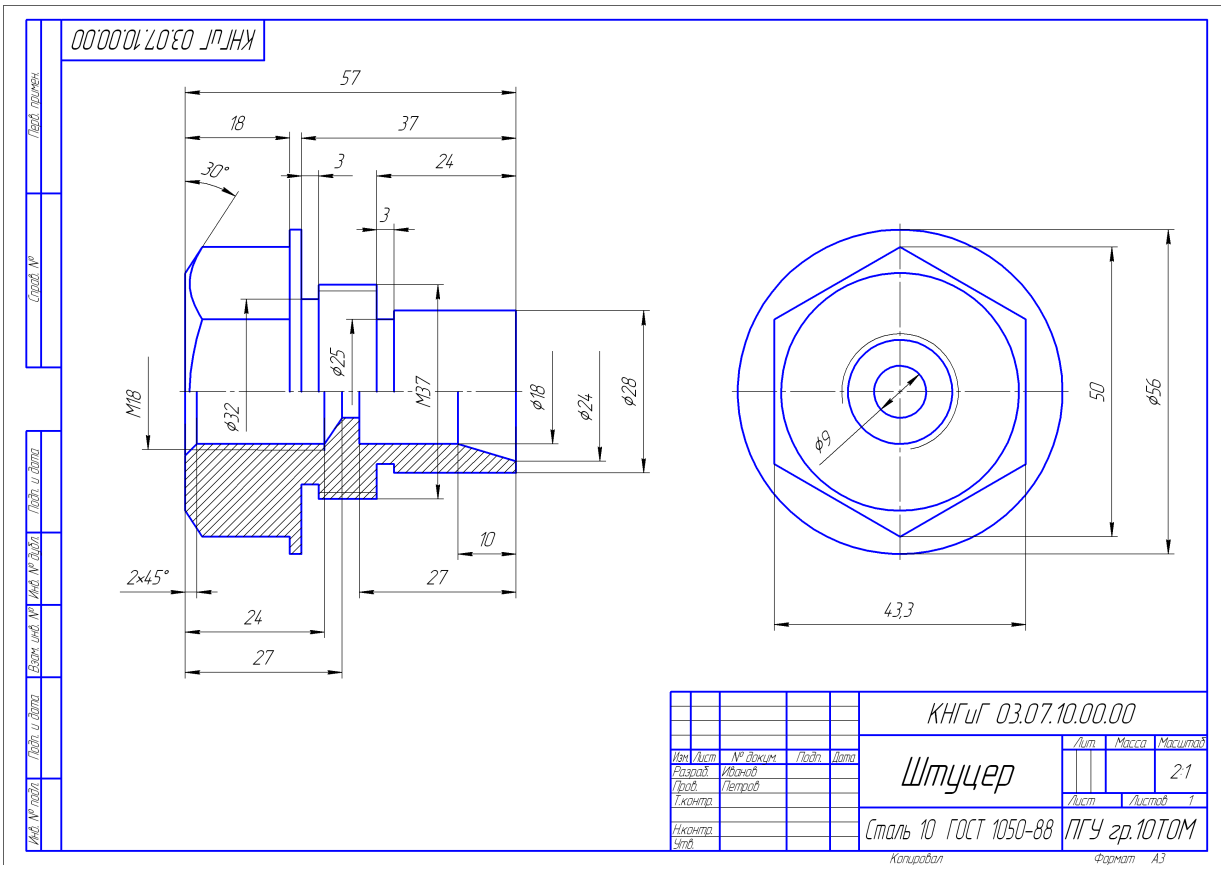


Рис. 14.22. Оформленный чертеж с нанесенными размерами

14.4. Создание сборок

После создания всех сборочных единиц, указанных в карточке-задании, можно приступить к созданию сборки изделия (предварительно изучив главу 9).

- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Создать**. Появится диалоговое окно **Новый документ** (см. рис.9.1).
- Щелкните по вкладке **Новые документы**, а затем дважды – по пиктограмме **Сборка**. Появится главное окно системы в режиме работы со **Сборкой**.
- Щелкните на панели инструментов **Стандартная** по кнопке **Сохранить**. Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**.
- Введите в поле **Имя файла** имя нового файла **Узел клапана** и щелкните по кнопке **ОК**.

- Установите ориентацию **Изометрия YZX**.
- Используя команду **Добавить из файла** , добавьте в сборку первый компонент – деталь **Корпус**. При размещении укажите точку начала координат модели (рис. 14.23).

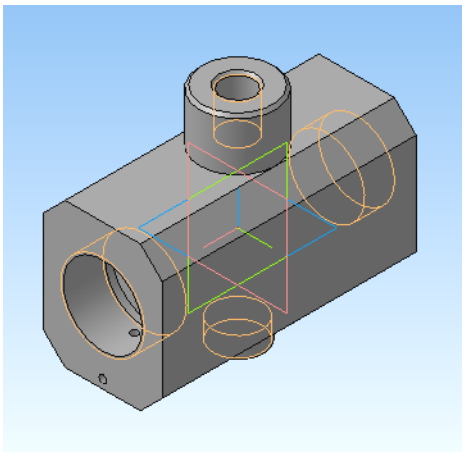


Рис. 14.23. Добавление в сборку детали **Корпус**

- Добавьте в сборку второй компонент – **Прокладку**. Расположите ее рядом с **Корпусом** (рис.14.24).

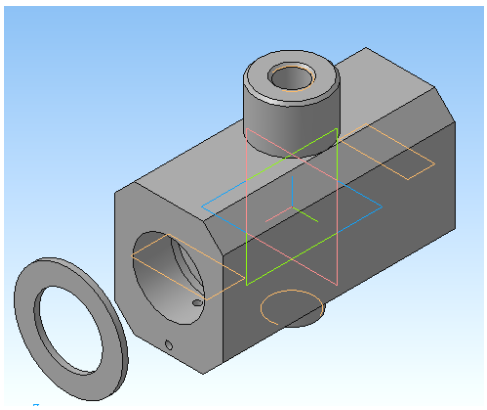


Рис. 14.24. Добавление в сборку **Прокладки**

- Нажмите кнопку **Соосность** на инструментальной панели **Сопряжения** .
- Укажите внутреннюю цилиндрическую поверхность **Прокладки** и цилиндрическую поверхность горизонтального отверстия **Корпуса** (грани подсвечиваются красным цветом) – прокладка расположится строго соосно требуемой поверхности.

- Нажмите кнопку **Совпадение объектов** на инструментальной панели **Сопряжения**, указав поочередно плоскости, которые должны соприкоснуться (они подсветятся красным цветом). Сборочная единица **Корпус – Прокладка** займет правильное положение в сборке (рис. 14.25). При необходимости можно поменять ориентацию вида для удобства выбора поверхностей.

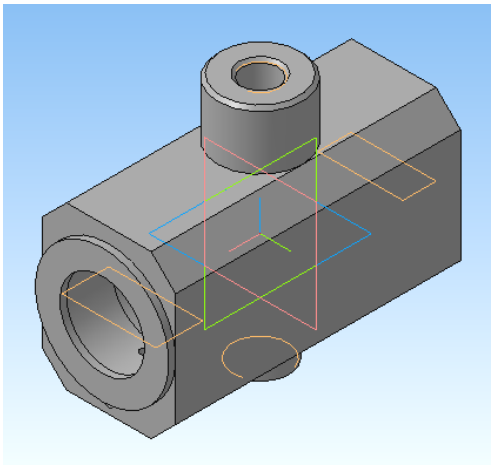


Рис. 14.25. Результат правильного расположения **Прокладки** в сборке

- Добавьте в сборку третий компонент – деталь **Пробка**. Расположите ее рядом с **Корпусом** (рис. 14.26).
- Нажмите кнопку **Соосность** на инструментальной панели **Сопряжения**.
- Укажите цилиндрические поверхности **Прокладки** и отверстия **Корпуса**.

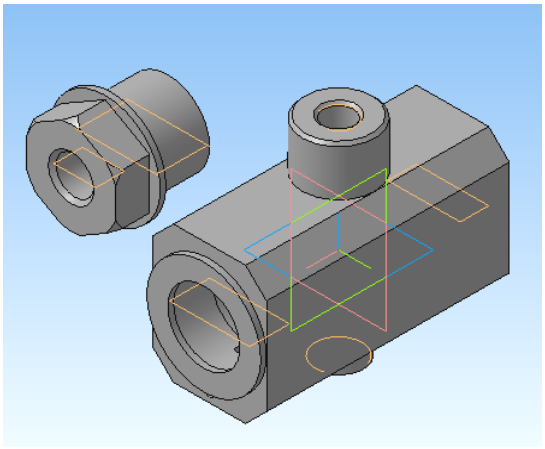


Рис. 14.26. Добавление в сборку детали **Пробка**

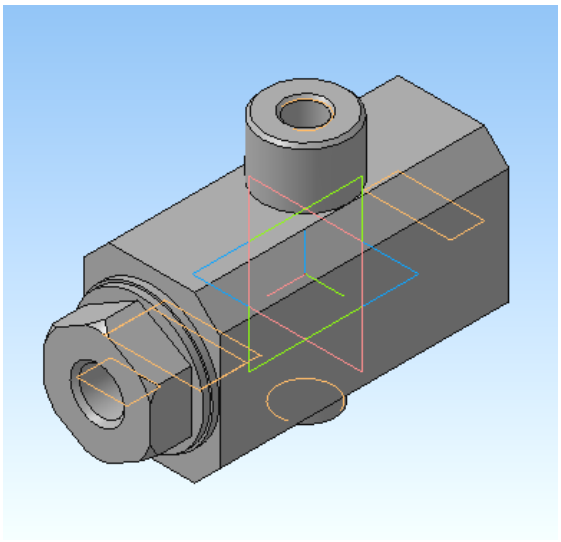


Рис. 14.27 Результат правильного расположения **Пробки** в сборке

- Нажмите кнопку **Совпадение объектов** на инструментальной панели **Сопряжения**, указав поочередно плоскости, которые должны соприкоснуться (они подсветятся красным цветом). Сборочная единица **Корпус – Прокладка – Пробка** займет правильное положение в сборке (рис. 14.27).
  Аналогично выполняем сборку с другой стороны **Корпуса** – **Корпус – Прокладка – Штуцер** (рис. 14.28).

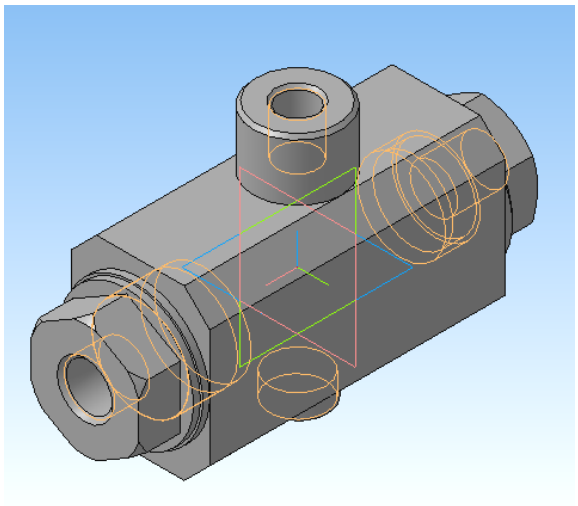


Рис. 14.28. Результат выполнения сборки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом комплексе содержится достаточно полная информация о функциональных возможностях графической системы КОМПАС-3D с описанием эффективных способов выполнения чертежей. При этом следует отметить, что представленные здесь способы выполнения чертежей являются далеко не единственными и для любой из задач можно применить различные варианты решения, что оставляет место для творческой инициативы.

В УМК подробно рассказывается о графическом интерфейсе, приводится обширный перечень команд, поясняется работа разных функций, рассматриваются способы создания и редактирования геометрических примитивов, содержатся примеры использования библиотек для выполнения чертежей, описывается построение трехмерных моделей тел вращения и создание чертежей на их основе, рассматривается построение кинематических элементов и элементов по сечениям.

Кроме вышеназванных примеров в учебно-методическом комплексе представлены примеры выполнения деталирования чертежей общего вида и создания сборок. Каждое действие в примерах сопровождается рисунком – копией экрана КОМПАС-3D. В целях закрепления изученного материала приводятся индивидуальные задания для самостоятельной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азбука КОМПАС-График V11: руководство пользователя. – М: ИТАР ТАСС, 2009. – 148 с.
2. Азбука КОМПАС-3D V11: руководство пользователя. – М: ИТАР ТАСС, 2009. – 288 с.
3. Ганин, И.Б. Проектирование в системе КОМПАС-3D. Учебный курс / И.Б. Ганин. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 448 с.
4. Герасимов, А.А. Компас-3D V10. / А.А. Герасимов – СПб: БХВ-Петербург, 2009. – 976 с.
5. Дубко, А.В. Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. специальностей. Ч. 5: Машинная графика / сост. и общ. ред. А.В. Дубко. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 164 с.
6. Шестопалов, Е.М. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: учеб.-метод. комплекс для студентов спец. 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» / Е.М. Шестопалов. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 272 с.
7. Ярмолович, С.В. Инженерная графика: учеб.-метод. комплекс. В 2 ч. Ч. 2: Машиностроительное черчение. В 2 кн. Кн. 1 / сост. С.В. Ярмолович, В.Н. Баженов, А.Н. Селицкий; под общ ред. С.В. Ярмоловича. – Новополоцк: ПГУ, 2009.

Учебное издание

МАШИННАЯ ГРАФИКА
КОМПАС-3D

Учебно-методический комплекс
для студентов машиностроительных специальностей

Редактор *Т. В. Булах*

Дизайн обложки *В. А. Виноградовой*

Подписано в печать 20.01.2012. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 12,76. Уч.-изд. л. 11,7. Тираж 50 экз. Заказ 2031.

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009 ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.