

Федеральное агентство связи

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ**

ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

Самара

**Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования**

**Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики**

Кафедра Экономические и информационные системы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к лабораторным работам по дисциплине Инженерная и компьютерная
графика.**

Раздел: Компьютерная графика.

Практическое руководство работы в КОМПАС

Часть 2

Самара, 2011

Богданова, Е.А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине Инженерная и компьютерная графика. Раздел: Компьютерная графика. Практическое руководство работы в КОМПАС. Часть 2 [Текст]/ Е.А.Богданова, Ж.И.Бородина. – Самара: ПГУТИ, 2011. – 48с.: ил.

Методические указания предназначены для студентов 1 курса дневной формы обучения специальностей 210400, 210401, 210402, 210403, 210404, 210405, 210406, 230302, 220201, 220601, 200600, 080801, а также для студентов 1 и 1у курса заочной формы обучения специальностей 210404, 210406, 080801.

Методические указания служат практическим руководством работы в графическом пакете КОМПАС в рамках лабораторных работ по дисциплинам Инженерная и компьютерная графика, Компьютерная графика.

Методические указания рекомендованы к изданию методическим Советом ПГУТИ

Редактор – к.т.н., доцент Матвеева Е.А.

Рецензент – заведующий кафедрой инженерной графики ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)» к.т.н., доцент В.И.Иващенко

© ГОУ ВПО ПГУТИ

© Богданова Е.А.

© Бородина Ж.И.

2011

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа №4. Простановка размеров.....	5
Самостоятельная работа.....	17
Контрольные вопросы.....	18
Лабораторная работа №5. Штриховка областей. Построение фасок и скруглений.....	19
Самостоятельная работа.....	34
Контрольные вопросы.....	35
Лабораторная работа №6. Симметрия и усечение объектов. Типовой чертеж детали. Построение плавных кривых.....	36
Самостоятельная работа.....	46
Контрольные вопросы.....	47
Список источников информации.....	48

Введение

Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС – 3D V9 предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Она успешно используется в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем - везде, где необходимо разрабатывать и выпускать графические и текстовые документы.

КОМПАС - графический редактор, позволяющий разрабатывать и выпускать различные документы - эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т.д. КОМПАС позволяет работать со всеми типами графических примитивов, необходимыми для выполнения любого построения. Модель чертежа КОМПАС ориентирована на ЕСКД, что позволяет безо всяких дополнительных оболочек и надстроек выпускать полностью соответствующую стандартам документацию. При работе с текстовым документом доступны все основные возможности: работа с растровыми и векторными шрифтами Windows, выбор параметров шрифта (размер, наклон, начертание, цвет и т.д.), выбор параметров абзаца, ввод специальных знаков и символов, надстрочных и подстрочных символов, индексов, дробей, вставка рисунков и графических файлов КОМПАС.

Данные методические указания содержат ряд лабораторных работ, которые позволяют ознакомиться с возможностями и практическими основами построения геометрических объектов в графическом редакторе КОМПАС.

Указания состоят из двух частей. Вторая часть (лабораторные работы №№4-6) посвящена правилам простановки размеров на детали; построению деталей и их элементов, таких как фаски и скругления.

Лабораторная работа №4

Простановка размеров

Цель работы





- 1) Научиться проставлять линейные размеры на чертеже.
- 2) Научиться управлять размерной надписью.
- 3) Научиться вводить линейные размеры с заданием параметров.
- 4) Научиться проставлять диаметральные и радиальные размеры.

Редактор КОМПАС предусматривает нанесение размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68 ЕСКД (Единой системы конструкторской документации).

Замечание: Если при построении размера его значение не соответствует ожидаемому, Вам необходимо проверить, нет ли ошибок в геометрических построениях.

Упражнение 1. Ввод линейных размеров

Откройте документ 4-01.

- 1) Включите страницу «*Размеры*»  на «*Панели инструментов*».
- 2) Для простановки горизонтального линейного размера 40 мм активизируйте кнопку «*Линейный размер*» .
- 3) В «*Строке параметров*» при активизации команды простановки линейных размеров отображаются поля и кнопки, с помощью которых можно вводить характерные точки размера, менять ориентацию размера и содержание размерной надписи.
- 4) Выполните щелчок на кнопке «*Выбор базового объекта*»  на «*Панели специального управления*». При этом курсор изменит свой вид и превратится в мишень.
- 5) В «*Строке сообщений*» появилась надпись «Укажите отрезок, дугу или сплайн для простановки размера». Щелкните мишенью в любой точке отрезка $p1 - p2$ (цвет базового отрезка при выполнении команды изменится на красный).
- 6) Перемещая плавно курсор в вертикальном направлении, Вы увидите строящийся фантом горизонтального размера. Щелкните мышью на таком расстоянии от контура, которое приблизительно соответствует «*Образцу*». Размер построен.
- 7) Самостоятельно проставьте вертикальный размер 22,5 мм. Не забудьте воспользоваться кнопкой «*Выбор базового объекта*».
- 8) Щелкните на кнопке «*Выбор базового объекта*» для простановки наклонного размера 25,5 мм.
- 9) Щелкните на кнопке «*Параллельно объекту*»  в поле «*Тип ориентации линейного размера*» в «*Строке параметров*» (рис. 1) и укажите мишенью любую точку на отрезке $p3 - p4$.

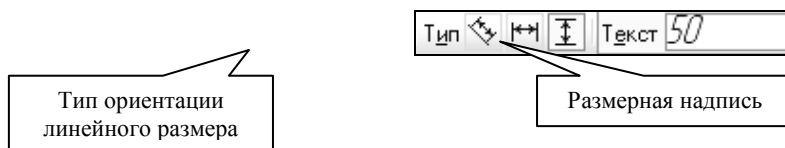




Рис. 1

- 10) Щелчком мыши задайте положение размерной линии.
- 11) Для построения вертикального размера 10 мм придется указать базовые точки р6 и р7, так как они принадлежат разным объектам.
- 12) В ответ на запрос системы **«Укажите первую точку привязки размера или введите ее координаты»** выполните привязку вручную и зафиксируйте точку р6.
- 13) В ответ на запрос системы **«Укажите вторую точку привязки размера или введите ее координаты»** выполните привязку вручную и зафиксируйте точку р7.
- 14) Щелчком мыши задайте положение размерной линии.
- 15) Самостоятельно проставьте вертикальный размер 35 мм с помощью фиксирования его базовых точек р1 и р5.
- 16) Завершите работу команды **«Линейный размер»** щелчком на кнопке **«Прервать команду»**  на **«Панели специального управления»**.
- 17) Сверните документ.

Упражнение 2. Ввод линейных размеров с управлением размерной надписью

При простановке линейных размеров система автоматически выполняет размерную надпись с параметрами по умолчанию. Однако содержимым размерной надписи можно управлять с помощью поля **«Размерная надпись»** в **«Строке параметров»** или команды **«Текст надписи»** из **«Контекстного меню»**.

Откройте документ 4-02.

- 1) Активизируйте кнопку **«Линейный размер»** .
- 2) Для простановки горизонтального размера 10 мм включите кнопку **«Горизонтальный»** в **«Строке параметров»**.
- 3) С помощью глобальной привязки **«Ближайшая точка»** последовательно укажите точки р8 и р9.
- 4) Плавное перемещение курсора вправо и влево - система предлагает различное положение размерной надписи (справа, слева от выносных линий или между ними). Задайте положение размерной надписи в соответствии с **«Образцом»**.
- 5) Построение размера внешнего диаметра детали 50мм начните с указания точек р1 и р2.
- 6) Щелкните мышью в поле **«Размерная надпись»** в **«Строке параметров»** (рис. 1). На экране появится диалоговое окно **«Задание размерной надписи»**.

7) Включите кнопку значка диаметра в группе «Символ» и флажки «Включить» в группах «Квалитет» и «Отклонения» (рис. 2). Посмотрите на поле просмотра в нижней части диалогового окна. В размерной надписи уже имеются все необходимые элементы.

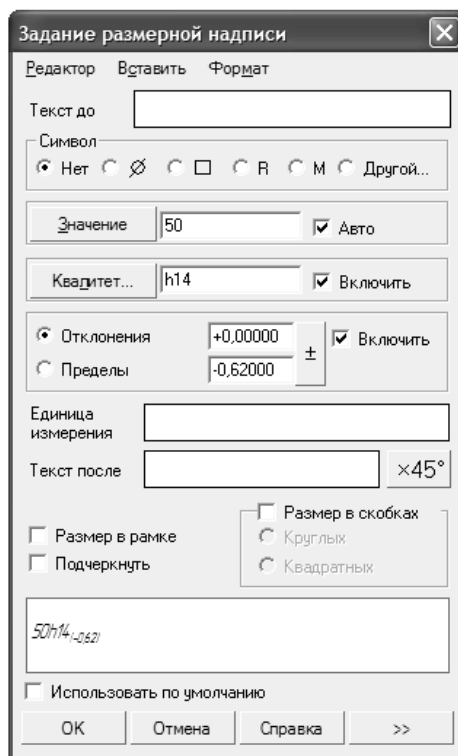


Рис. 2

- 8) Щелкните на кнопке и диалоговое окно закроется.
- 9) Передвигая фантом, задайте положение размерной линии и размерной надписи с таким расчетом, чтобы осталось место для размера диаметра 34 мм.
- 10) Для построения диаметра проточки 34 мм на левом торце детали укажите точки p3 и p4.
- 11) Щелчком правой клавиши мыши вызовите «Контекстное меню». Выберите команду «Текст надписи» и щелкните левой клавишей мыши для вызова диалогового окна «Задание размерной надписи».
- 12) Включите кнопку значка диаметра в группе «Символ» и флажки «Включить» в группах «Квалитет» и «Отклонения».
- 13) Для задания квалитета H8 щелкните на кнопке «Квалитет» - на экране появится диалоговое окно «Выбор квалитета».
- 14) Включите переключатель «Отверстия» в группе «Показать квалитет для...» в нижнем левом углу окна.
- 15) В группе «Предпочтительные» в верхней части окна щелчком мыши сделайте текущим квалитет H8.
- 16) Щелкните на кнопке . Диалоговое окно «Выбор квалитета» закроется, и Вы вернетесь в диалоговое окно «Задание размерной надписи».
- 17) Убедитесь, что в поле просмотра в нижней части окна текст размерной надписи сформирован правильно.

- 18) Щелкните на кнопке , и диалоговое окно закроется.
- 19) Задайте положение размерной линии.
- 20) Самостоятельно постройте размер отверстия диаметром 22 мм. Учтите, что Вам нужен будет флажок «**Включить**» только в группе «**Квалитет**». Значение квалитета Н11 наберите с клавиатуры.
- 21) Для построения размера фаски 2,5 мм на 45 градусов включите кнопку «**Горизонтальный**» в «**Строке параметров**».
- 22) Затем последовательно укажите первую и вторую (p7 и p1) точки привязки размера.
- 23) Вызовите диалоговое окно «**Размерная надпись**».
- 24) Щелкните на кнопке задания угла фаски справа от текстового поля «**Текст после**».
- 25) Убедитесь, что в поле просмотра текст размерной надписи сформирован правильно.
- 26) Щелкните на кнопке , и диалоговое окно закроется.
- 27) Щелчком мыши задайте положение размерной линии по «**Образцу**».
- 28) Для построения размера резьбы М42×1,5 g6 самостоятельно задайте положение базовых точек размера.
- 29) В диалоговом окне «**Задание размерной надписи**» Включите кнопку обозначения метрической резьбы в поле «**Символ**».
- 30) Активизируйте текстовое поле «**Текст после**».
- 31) Введите в поле обозначение шага и поля допуска резьбы – ×1,5 g6.
- 32) Убедитесь, что введенные Вами символы добавлены к текстовой части размерной надписи.
- 33) Щелкните на кнопке .
- 34) Задайте положение размерной надписи по «**Образцу**».
- 35) Завершите работу команды «**Линейный размер**».
- 36) Сверните документ.

Упражнение 3. Ввод линейных размеров с заданием параметров

При простановке размеров «**Строка параметров**» состоит из двух страниц: «**Размеры**» (в ней Вы работали в предыдущих упражнениях) и «**Параметры**».

С помощью кнопки «**Параметры**» можно выполнить индивидуальную надпись каждого размера, проставляемого на чертеже: отменить простановку любой из выносных линий, сменить размерные стрелки на засечки, задать расположение размерной надписи на полке и т.д.

Откройте документ 4-03.

- 1) Для простановки горизонтального размера 8 мм включите кнопку «**Линейный размер**».
- 2) Активизируйте кнопку «**Выбор базового объекта**» на «**Панели специального управления**».

3) В ответ на запрос системы в «*Строке сообщений*» «*Укажите отрезок, дугу или сплайн для простановки размера*» щелкните мишенью в любой точке отрезка p1 – p2.

4) При необходимости откажитесь от простановки качества и предельных отклонений.

5) Щелкните мышью на кнопке «*Параметры*» внизу «*Строки параметров*». «*Строка параметров*» изменила вид (рис. 3).

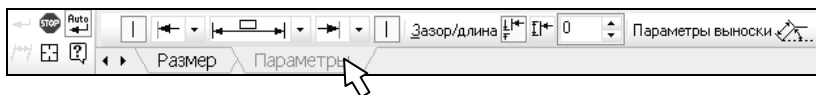


Рис. 3

6) В раскрывающемся окне «*Вид первой стрелки*» выберите «*Засечка*» (рис. 4). Аналогично измените вид второй стрелки.



Рис. 4

7) Плавно перемещая курсором строящийся фантом, задайте размерную линию по «*Образцу*».

8) Для построения вертикального размера 18 мм укажите базовые точки размера p3 и p4.

9) Для расположения размерной надписи на полке щелчком мыши выберите «*На полке, вправо*» в раскрывающемся окне «*Размещение размерной надписи*» (рис. 5).



Рис. 5

10) В ответ на запрос системы «*Укажите положение размерной линии и начала линии-выноски...*» щелкните в точке p9.

11) В ответ на запрос системы «*Укажите точку начала полки...*» щелкните в точке p10 и система построит вертикальный размер 18 мм.

12) **Замечание:** При реальном черчении точки положения размерной линии и начала выносной линии полки определяются «на глаз».

13) Нажмите кнопку **«Выбор базового объекта»** на **«Панели специального управления»** для построения горизонтального размера 30 мм (базовым является отрезок p7 – p8).

14) В раскрывающемся окне **«Размещение размерной надписи»** выберите значение **«Ручное»**.

15) В ответ на запрос системы **«Укажите положение размерной линии и надписи...»** перемещайте курсор вертикально вниз, задавая положение размерной линии, и несколько влево, задавая положение размерной надписи. Щелкните мышью, чтобы зафиксировать построенный размер.

16) Самостоятельно постройте горизонтальный размер 40 мм, сместив размерное число несколько вправо.

17) Завершите работу команды **«Линейный размер»**.

18) Сверните документ.

Упражнение 4. Ввод диаметральных размеров

Откройте документ 4-04.

1) На странице **«Размеры» «Панели инструментов»** активизируйте кнопку **«Диаметральный размер»** .

2) Для простановки диаметра 25 мм, в ответ на запрос системы **«Укажите окружность или дугу для простановки размера»** щелкните мишенью в любой точке окружности o1.

3) Плавно перемещая курсор, Вы увидите строящийся фантом диаметрального размера. Как и в случае линейного размера, можно выбрать одно из трех стандартных положений размерной надписи: слева от окружности, внутри нее и справа от окружности. Если зафиксировать размерное число внутри окружности, оно наложится на осевые линии, а это противоречит требованиям стандарта.

4) В параметрах размера в раскрывающемся окне **«Размещение текста»** установите **«Ручное»**.

5) Задайте положение размерной надписи в соответствии с **«Образцом»** и зафиксируйте его щелчком мыши.


6) Для построения диаметрального размера 16 мм щелкните мишенью в любой точке окружности o2.

7) Вызовите диалоговое окно **«Задание размерной надписи»**.

8) Для ввода значения верхнего отклонения щелкните мышью в верхнем текстовом поле в группе **«Отклонения»**, сделав его активным. Введите в поле текст +0,1.

9) Для оформления симметричного предельного отклонения щелкните на кнопке  справа от текстового поля.

10) Установите флажок **«Включить»** в группе **«Отклонения»**. Убедитесь, что в поле просмотра размерная надпись сформирована правильно.

11) Щелкните на кнопке , и диалоговое окно закроется.

12) Задайте параметр размещения текста «*На полке, влево*».


13) Расположите размерную надпись в соответствии с «*Образцом*» и зафиксируйте ее.

14) Для построения диаметрального размера 10 мм (выполните самостоятельно) в параметрах размера выберите значение «*Стрелка наружи*».

15) Сверните документ.

Упражнение 5. Ввод радиальных размеров

Откройте документ 4-05.

1) Для простановки радиального размера R7.5 мм на странице «*Размеры*» «*Панели инструментов*» активизируйте кнопку «*Радиальный размер*» .

2) В ответ на запрос системы «Укажите окружность или дугу для простановки размера» щелкните мишенью в любой точке соответствующей дуги окружности.

3) Добейтесь положения размерной линии, как это показано на Образце, и зафиксируйте его щелчком мыши.

4) Для построения радиального размера R8 мм задайте параметр размещения текста «*На полке, вправо*».

5) Расположите фантом размерной линии как на «*Образце*» и зафиксируйте.

6) Постройте радиальный размер R4 мм, задав направление полки «*Влево*».

7) Постройте радиальный размер R25 мм.

8) Для построения радиального размера R50 мм, линия которого не должна проходить через центр дуги, выполните щелчок мишенью в любой части соответствующей дуги.

9) В «*Строке параметров*» в активном режиме «*Размер*» измените тип радиального размера на «*Радиальный размер не от центра окружности*» (рис. 6).

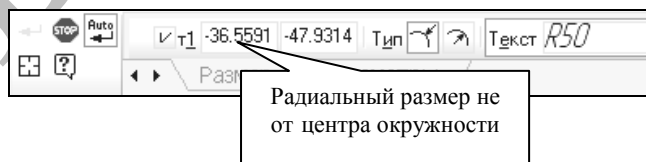


Рис. 6

10) С помощью мыши добейтесь положения размерной линии по «*Образцу*» и щелчком мыши зафиксируйте размер.

11) Для построения радиального размера R30 мм не от центра дуги окружности воспользуйтесь предыдущей командой, которая осталась активной. На чертеже появится фантом размерной линии аналогичный для R50 мм.

12) Для того чтобы вынести размерную надпись за пределы детали установите параметр размещения текста «*Ручное*» и зафиксируйте размер (см. «*Образец*»).

13) Завершите работу команды «*Радиальный размер*».


14) Сверните документ.

Упражнение 6. Простановка размеров на чертеже

Самостоятельно проставьте размеры по «*Образцу*» в задании 4-06 (рис. 7).

Замечания:

1) Для простановки углового размера 104° воспользуйтесь командой «*Угловой размер*» на «*Панели инструментов*».

2) Для простановки диаметрального размера отверстий диаметром 8 мм воспользуйтесь кнопкой «*Текст под размерной надписью*» , расположенной в нижнем правом углу диалогового окна «*Задание размерной надписи*».

3) Покажите все выполненные работы преподавателю.

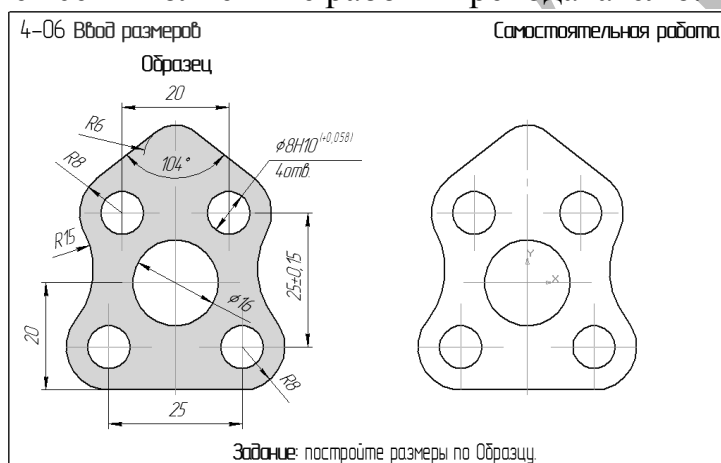


Рис. 7

Самостоятельная работа

1) Откройте «*Новый лист*».

2) Выполните чертёж детали (рис. 8).

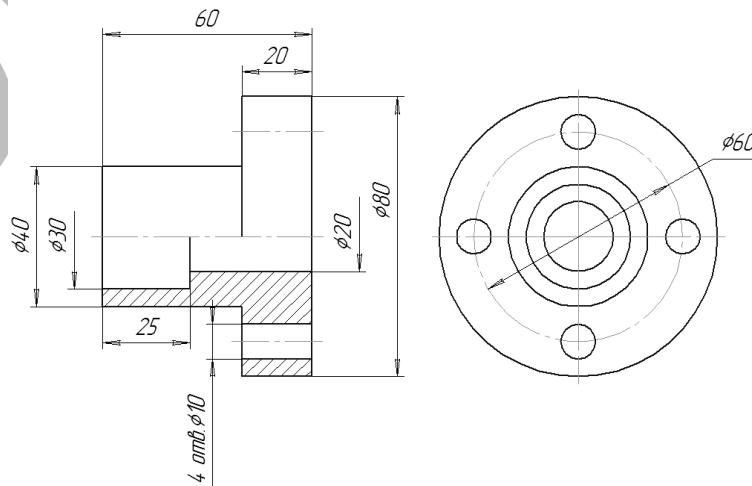


Рис. 8

Контрольные вопросы

- 1) Какой режим должен быть установлен при нанесении размеров на чертеже?
- 2) Что делать, если размер не соответствует ожидаемому? (Например, 25,4 вместо 25)
- 3) Какой инструмент (кнопку) необходимо выбрать при простановке линейных размеров?
- 4) Какие способы простановки линейных Вы знаете?
- 5) Где находятся кнопки управления ориентацией размерной линии? Какие это кнопки?
- 6) Какие способы вызова диалога «*Задание размерной надписи*» для ее редактирования Вы знаете?
- 7) Как проставлять размеры без указания квалитетов и предельных отклонений или с ними?
- 8) Каким образом можно задать значение квалитета?
- 9) Какие действия необходимо выполнить, чтобы показать линейный размер диаметра?
- 10) Какие действия необходимо выполнить для простановки размера фаски под углом 45° ?
- 11) Какие функции можно выполнить с помощью кнопки «*Параметры размера*» и где она находится?
- 12) Как построить размер на полке?
- 13) Какой инструмент необходим для нанесения диаметральных размеров?
- 14) С помощью какого инструмента проставляются радиальные размеры?

Лабораторная работ №5

Штриховка областей. Построение фасок и скруглений

Цель работы

- 1) Научиться наносить штриховку замкнутых областей с изменением шага и стиля штриховки.
- 2) Научиться строить фаски по катету и по двум катетам.
- 3) Научиться строить скругление дугой окружности между двумя геометрическими примитивами.

1 Штриховка областей

Упражнение 1. Штриховка областей указанием точки внутри области

Откройте документ 5-01.

Задание 1. Заштриховать области 1 и 2 с шагом штриховки 1,5 мм.

- 1) Включите кнопку **«Штриховка»** на странице **«Геометрия» «Инструментальной панели»**.
- 2) В ответ на запрос системы **«Укажите точку внутри области»** последовательно щелкните в областях 1 и 2. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых лежат указанные точки и построит фантомное изображение штриховки.
- 3) Двойным щелчком мыши или с помощью клавиатурной команды **<Alt> + <S>** активизируйте поле **«Шаг штриховки»** и введите значение 1,5.
- 4) После проверки правильности задания области штриховки и ее параметров, щелчком на кнопке **«Создать объект»** на **«Панели специального управления»** создайте штриховку.
- 5) Завершить выполнение команды щелчком на кнопке **«Прервать команду»**.

Упражнение 2. Штриховка областей с построением области штриховки

Откройте документ 5-02.

Задание 1. Построить линию местного разреза и заштриховать область 1 с шагом штриховки 2 мм под углом 45° . Построить два отрезка, принадлежащих фаске.


- 1) Включите кнопку **«Ввод кривой Безье»**.
- 2) Щелчком мыши в поле **«Текущий стиль»** установите для построения кривой стиль линии **«Для линии обрыва»**.
- 3) Начальную точку p_1 и конечную точку p_2 обязательно зафиксируйте с помощью привязки **«Точка на кривой»**. Промежуточные точки достаточно указать произвольно.
- 4) Щелчком на кнопке **«Создать объект»** на **«Панели специального управления»** создайте построенную кривую.

5) С помощью команды «**Ввод отрезка**» постройте недостающую линию фаски стилем линии «**Основная**».

6) С помощью команды «**Усечь кривую двумя точками**» удалите участок построенного отрезка внутри области разреза. Начальную и конечную точки участка усечения зафиксируйте с помощью локальной привязки «**Пересечение**».

7) Включите кнопку «**Штриховка**», укажите точку внутри области, в поле «**Шаг штриховки**» введите значение 2, создайте штриховку щелчком на кнопке «**Создать объект**».



2 Построение фасок

Команда «**Фаска**»  на странице «**Геометрия**» «**Панели инструментов**» позволяет построить одну или несколько фасок между геометрическими элементами.


Для построения фаски необходимо последовательно указать курсором на два элемента, между которыми необходимо строить фаску. Значение длин и углов фаски можно ввести непосредственно в соответствующие поля «**Строки параметров**» или выбрать из списка стандартных значений (рис. 9).



Рис. 9

Возможны два варианта задания параметров для построения фаски. В первом случае необходимо в полях «**Строки параметров**» ввести длину фаски на первом элементе и ее угол. Во втором случае задаются значения длин фаски на первом и втором элементах. Для переключения на нужный вариант используйте кнопки «**Фаска по двум длинам**»  и «**Фаска по длине и углу**»  свойства «**Задание параметров фаски**» (рис. 9).

Командами «**Способ усечения первого элемента**» и «**Способ усечения второго элемента**» можно управлять способом построения фаски, т.е. нужно ли выполнять усечение остающихся частей первого и второго элемента.

За один вызов команды можно построить произвольное количество фасок. Завершают ввод фасок можно, нажав клавишу <Esc> или кнопку «**Прервать команду**»  на «**Панели специального управления**».

Упражнение 3. Построение фасок по катету и углу

Откройте документ 5-03 (рис. 10).

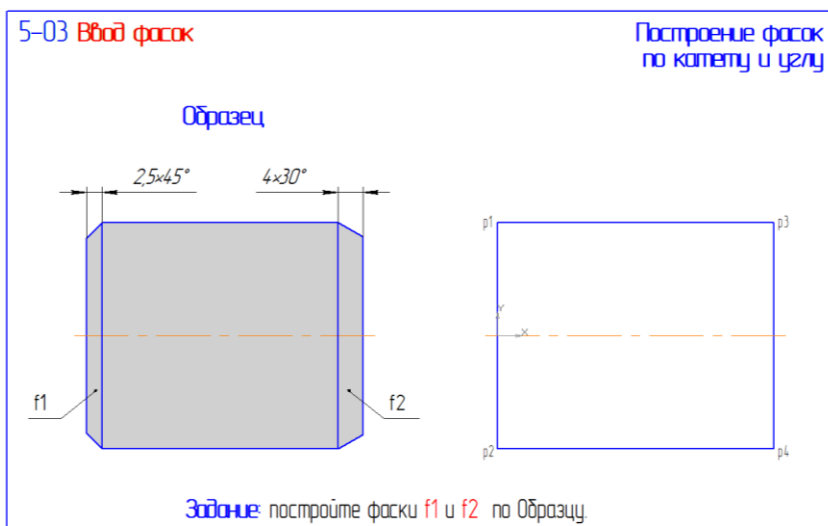



Рис. 10

Задание 1. Построение фаски f1

- 1) Для построения фаски $2,5 \times 45^\circ$ включите кнопку «Фаска» .
- 2) Щелчком мыши активизируйте поле «Длина фаски на первом объекте» и введите значение 2,5.
- 3) В ответ на запрос системы «Укажите первую кривую для построения фаски» укажите мишенью на отрезок p1 – p2, но ближе к тому его концу, где предполагается выполнять операцию. Если вы выбрали отрезок p1 – p2, то есть к точке p1 (рис. 11).

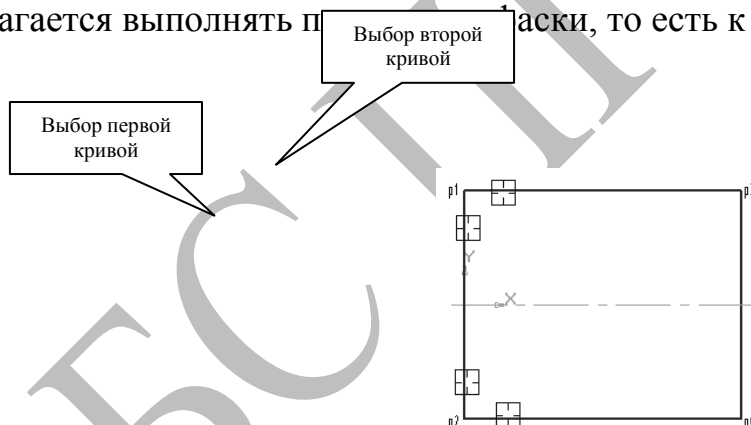



Рис. 11

- 4) В ответ на запрос системы «Укажите вторую кривую для построения фаски» укажите курсором любую точку отрезка p1 – p3 – фаска построена. Команда остается в активном состоянии.
- 5) Аналогичным образом и с теми же параметрами постройте фаску между отрезками p1 – p2 и p2 – p4.
- 6) С помощью команды «Ввод отрезка» постройте недостающий отрезок фаски со стилем линии «Основная».

Задание 2. Построение фаски f2

- 1) Для построения фаски $4 \times 30^\circ$ вновь нажмите кнопку «Фаска» .
- 2) Щелчком мыши откройте список поля «Длина фаски на первом объекте» и выберите из списка значение 4 мм.


3) Щелчком мыши откройте список поля «Угол фаски» и выберите значение 30°.

4) Укажите мишенью любую точку отрезка p1 – p3, но ближе к тому его концу, где предполагается выполнять построение фаски, то есть к точке p3.

5) Укажите курсором любую точку отрезка p3 – p4. Фаска построена. Команда остается в активном состоянии.

6) Аналогично постройте фаску между отрезками p3 – p4 и p2 – p4.

7) Постройте недостающий отрезок фаски.

8) С помощью команды «Линейный размер»  проставьте размеры фасок.

Упражнение 4. Построение фасок по двум катетам

Откройте документ 5-04 (рис. 12).

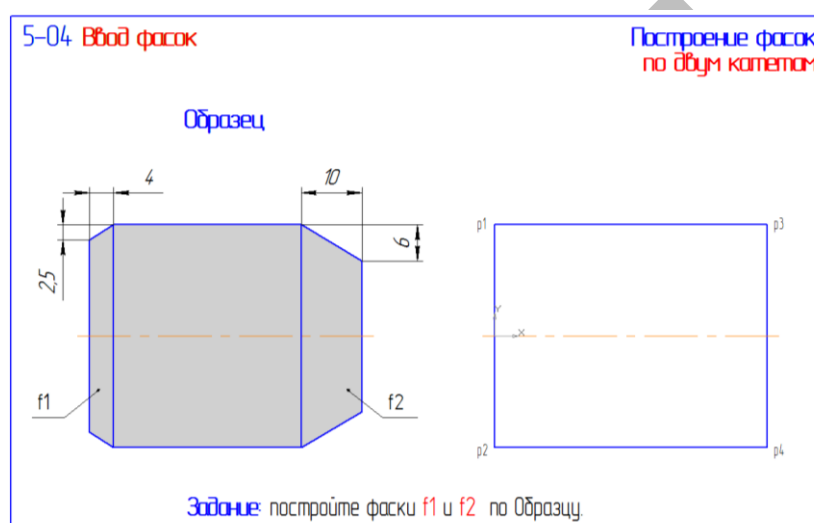



Рис. 12

Задание 1. Построение фаски f1

4) Активизируйте кнопку построения фасок.

5) В окне «Задание параметров фаски» в «Строке параметров» щелчком мыши включите команду «Фаска по двум длинам» . Обратите внимание на изменение строки параметров. В ней исчезло поле «Угол фаски», зато появилось поле «Длина фаски на втором объекте».

Замечание: Перед выполнением данной операции очень полезно, глядя на пару отрезков, между которыми предполагается построить фаску, мысленно присвоить им номера 1 и 2. Это поможет правильно указать на нужные отрезки при выполнении команды. Например, отрезок p1 – p2 – первый, отрезок p1 – p3 – второй.

6) Для построения фаски f1 в раскрывающемся списке стандартных длин поля «Длина фаски на первом объекте» выберите значение 2,5 мм (рис. 13).

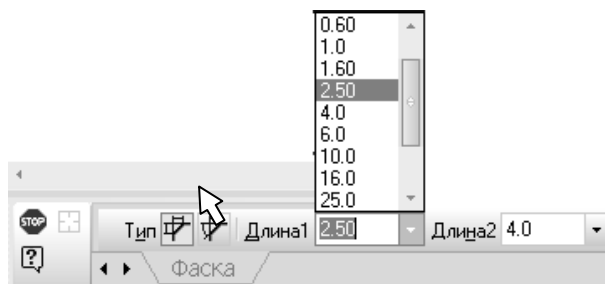


Рис. 13

7) Аналогично задайте длину фаски на втором объекте – 4 мм.

8) В ответ на запрос системы «**Укажите первую кривую для построения фаски**» укажите мишенью на отрезок p1 - p2. Этот отрезок обязательно должен быть указан первым, так как именно он будет подвергаться усечению на величину 2,5 мм.

9) В ответ на запрос системы «**Укажите вторую кривую для построения фаски**» укажите на отрезок p1 – p3. Фаска построена. Команда остается в активном состоянии.

10) Самостоятельно с теми же параметрами постройте фаску между отрезками p1 - p2 и p2 – p4. Обратите внимание на последовательность указания отрезков.

Задание 2. Построение фаски f2

1) Самостоятельно постройте фаску f2 с параметрами, заданными на «**Образце**».

2) Постройте недостающие отрезки фасок.

3) Проставьте размеры.

Упражнение 5. Построение фасок с усечением объектов

Откройте документ 5-05 (рис. 14).

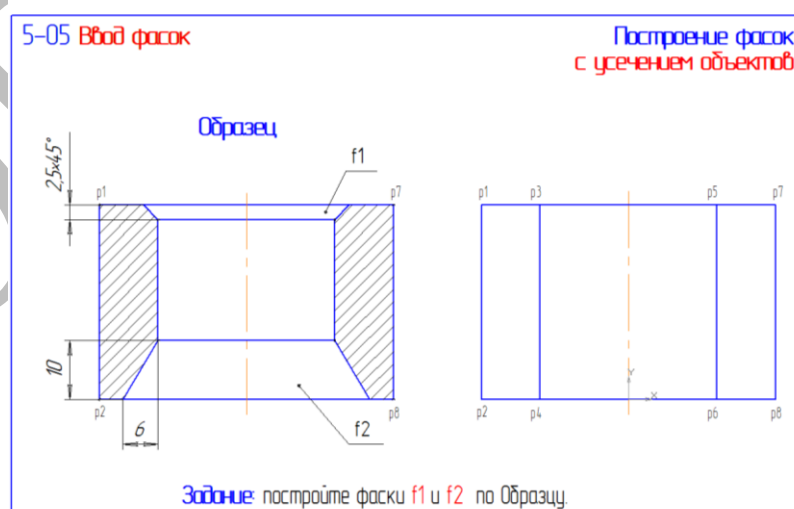


Рис. 14

Задание 1. Построение фаски f1

1) Активизируйте кнопку «**Фаска**» на странице «**Геометрия**» «**Панели инструментов**».

2) При необходимости в окне «**Задание параметров фаски**» включите команду построения фаски по катету и углу.

3) В поле «**Длина фаски на первом объекте**» введите значение 2,5 мм, в поле «**Угол фаски**» - значение 45°.

4) Теперь необходимо определить порядок выделения усекаемых отрезков. По «**Образцу**» видно, что первым будет отрезок p1 – p7, но усекать его не нужно. Вторым является отрезок p3 – p4, именно он должен подвергнуться усечению на величину 2,5 мм.

Поэтому для параметра «**Способ усечения первого элемента**» необходимо активизировать кнопку «**Не усекать первый элемент**» (рис. 15), а для параметра «**Способ усечения второго элемента**» - «**Усекать второй элемент**».

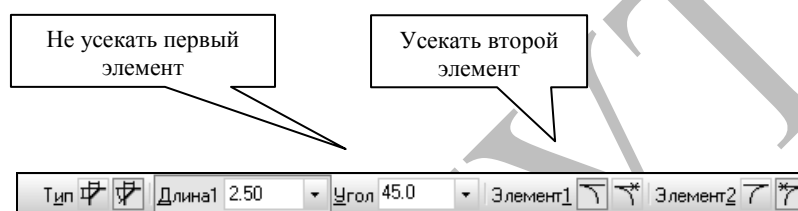


Рис. 15

5) В ответ на запрос системы «**Укажите первую кривую для построения фаски**» щелкните мишенью на отрезке p1 – p7 между точками p1 и p3 (рис. 16).

6) В ответ на запрос системы «**Укажите вторую кривую для построения фаски**» щелкните мишенью на отрезке p3 – p4. Фаска построена. Команда остается в активном состоянии.

7) Аналогичным образом и с теми же параметрами постройте фаску между отрезками p1 – p7 (первый отрезок) и p5 – p6 (второй отрезок).

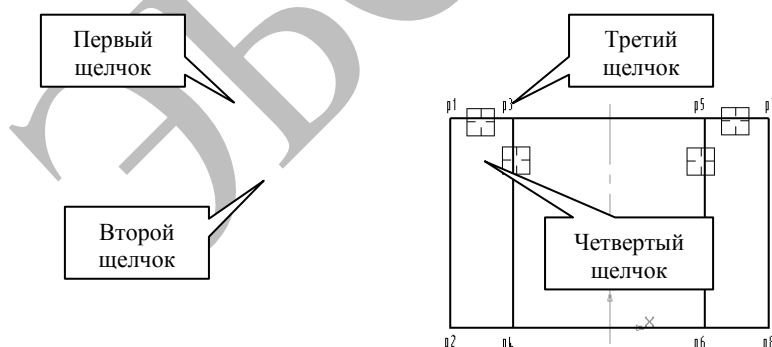


Рис. 16


Задание 2. Построение фаски f2

1) Активизируйте режим построения фаски по двум катетам.

2) Посмотрите на эскизы «**Образца**» и «**Задания**». Предположим, первым отрезком является отрезок p2 – p8. Он не должен подвергаться усечению.

- 3) В поле «*Длина фаски на первом объекте*» введите значение 6 мм.
- 4) Выберите режим «*Не усекают первый элемент*» для отрезка p2 – p8.
- 5) Вторым отрезком является отрезок p3 – p4. Он будет усечен на величину 10 мм.
- 6) В поле «*Длина фаски на втором объекте*» введите значение 10.
- 7) Включите режим «*Усекают второй элемент*».
- 8) Самостоятельно укажите курсором на отрезки в необходимой последовательности.
- 9) Постройте недостающие отрезки фасок по «*Образцу*».

Задание 3. Выполнение штриховки

1) Активизируйте кнопку «*Штриховка*»  на странице «*Геометрия*» «*Панели инструментов*».

2) Щелкните мышью внутри тех областей детали, которые необходимо заштриховать, как показано на рис. 17.

3) В поле «*Шаг штриховки*» в «*Строке параметров*» введите значение 1,5.

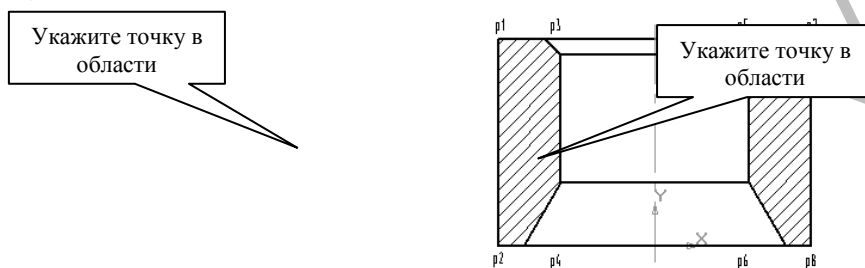





Рис. 17

4) Завершите задание штриховки щелчком на кнопке «*Создать объект*»  на «*Панели специального управления*».

5) Проставьте размеры фасок по «*Образцу*».

Упражнение 6. Построение фасок

Самостоятельно выполните задание **5-06** (рис. 18) по «*Образцу*».

Замечание: Фаски f1, f2 и f3 строятся по катету и углу. Фаска f4 – по двум катетам. Фаска f5 – по катету и углу с управлением усечением объектов. Если при построении очередной фаски Вы допустили ошибку, щелкните на кнопке «*Отменить*»  и выполните построение заново. Если Вы испытываете трудности при указании объектов мишенью, увеличьте область построения командой «*Увеличить масштаб*»  на «*Панели управления*». После выполнения построения вернитесь к исходному масштабу с помощью команды «*Показать все*» .

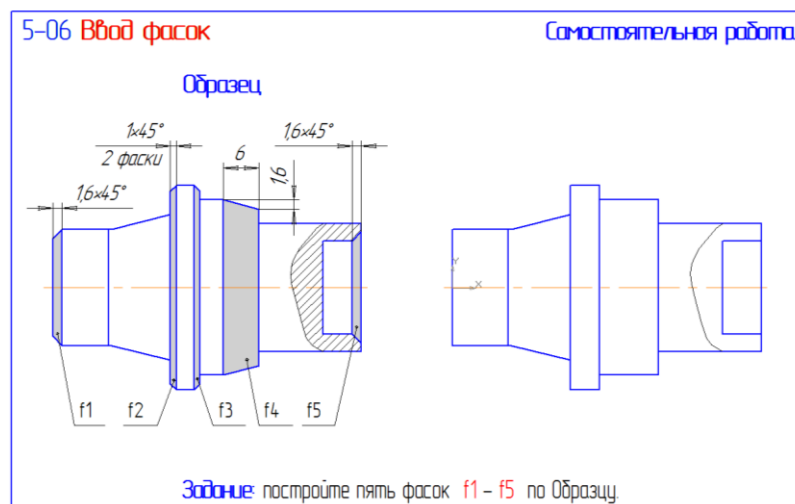


Рис. 18

3 Построение скруглений

Команда «Скругление» очень похожа на команду построения фасок и позволяет построить скругление дугой окружности между двумя геометрическими примитивами.

Для построения скругления нужно последовательно указать курсором на два элемента, между которыми необходимо построить скругление. Значение радиуса скругления вводится в соответствующее поле «Строки параметров».

Упражнение 7. Построение скруглений

Откройте документ 5-05 (рис. 19).

Задание 1. Построение скругления R4

1) Нажмите кнопку «Скругление»  на странице «Геометрия» «Панели инструментов».

2) В поле «Радиус скругления» из списка стандартных радиусов выберите значение 4.

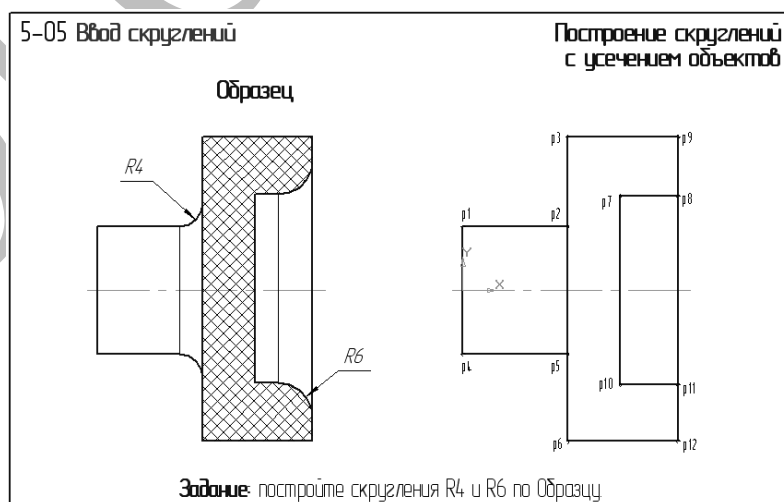


Рис. 19

3) Так же как и при построении фасок необходимо определить порядок выделения отрезков для скругления. В нашем случае (см. **Образец**) первым является отрезок $p1 - p2$. Он должен подвергнуться усечению на величину радиуса скругления. Вторым отрезком будет отрезок $p3 - p6$. Он не должен подвергнуться усечению.

4) Для второго элемента включите режим **«Не усекать второй элемент»**.

5) В ответ на запрос системы **«Укажите первую кривую для построения скругления»** укажите курсором на отрезок $p1 - p2$ ближе к точке $p2$ (рис. 20, мишень 1).

6) В ответ на запрос системы **«Укажите вторую кривую для построения скругления»** укажите курсором на отрезке $p3 - p6$ немного выше точки $p2$ (рис. 20, мишень 2). Скругление построено. Команда остается в активном состоянии.

7) Аналогично постройте скругление между отрезками $p4 - p5$ (мишень 3) и $p3 - p6$ (мишень 4).

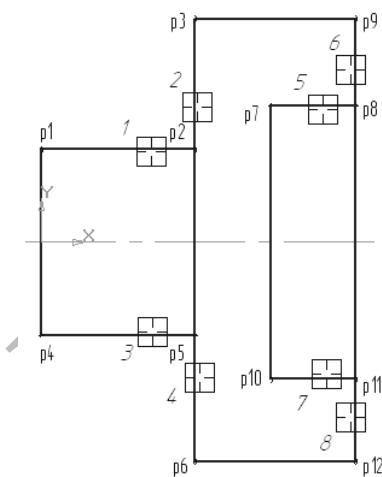


Рис. 20

Задание 2. Построение скругления R6

1) Самостоятельно постройте скругление R6 радиусом 6 мм между парами отрезков $p7 - p8$ (мишень 5) и $p9 - p12$ (мишень 6), $p10 - p11$ (мишень 7) и $p9 - p12$ (мишень 8).

2) Постройте недостающие линии перехода поверхностей стилем линии **«Тонкая»**.

3) Проставьте радиусы скруглений.

Задание 3. Выполнение штриховки

1) Задайте значение шага штриховки 1,5.

2) Для смены стиля штриховки в поле **«Текущий стиль»** выберите стиль **«Неметалл»** (рис. 21).

3) Выполните штриховку по **«Образцу»**.

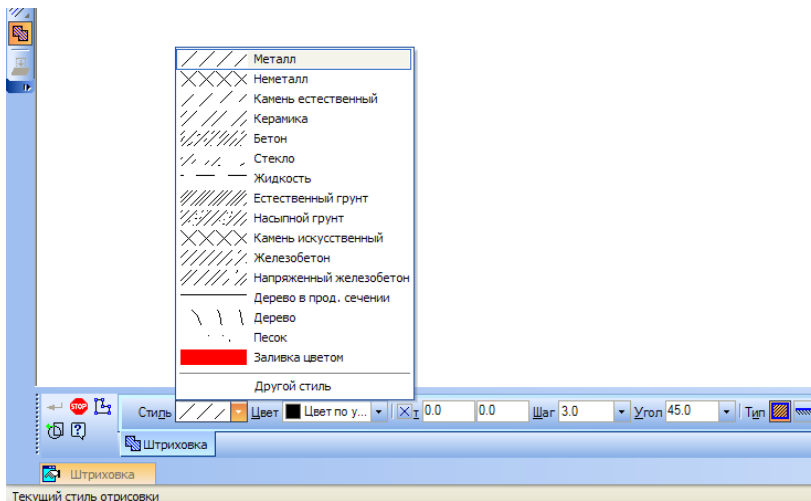



Рис. 21

Упражнение 8. Построение сопряжений

Команда «Скругление» чрезвычайно широко применяется в машиностроительных чертежах при выполнении сопряжений между отдельными элементами деталей. Несмотря на то, что в КОМПАС для построения дуг предусмотрена специальная команда «Ввод дуги» , использование команды «Скругление» является в большинстве случаев предпочтительным, так как обеспечивает более высокую степень автоматизации построений.

Откройте документ 5-08 (рис. 22).

Самостоятельно постройте сопряжения элементов детали. Обратите внимание на то, что радиусы скруглений R6, R10 мм относятся к стандартным, их можно выбрать из списка, а значение радиуса R4,5 необходимо задать.

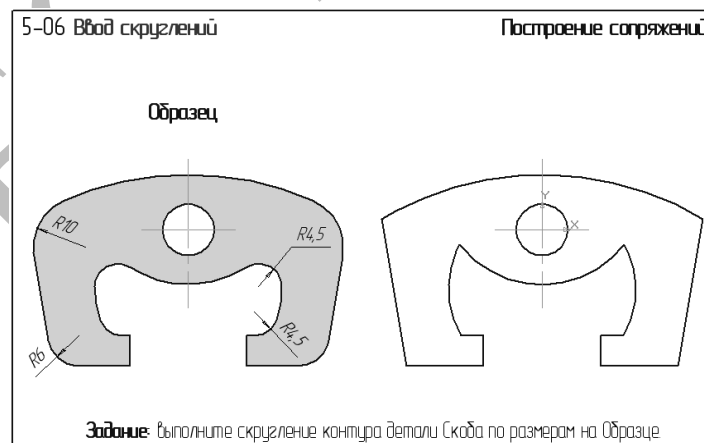


Рис. 22

Самостоятельная работа

- 1) Откройте «Новый лист».
- 2) Выполните чертёж детали без простановки размеров (рис. 23).

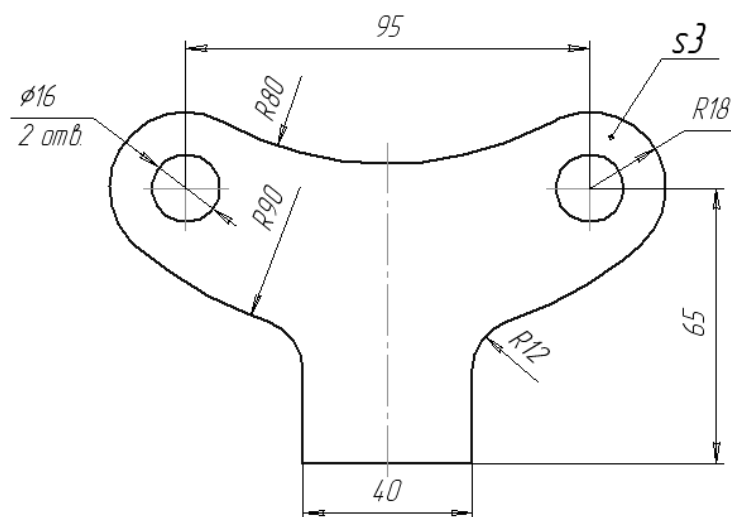


Рис. 23

Контрольные вопросы

- 1) Как задается штриховка на чертеже?
- 2) Каким образом можно сменить шаг штриховки?
- 3) Что такое стиль штриховки и как его задать?
- 4) Опишите механизм построения фаски под углом 45° .
- 5) Как задать фаску по двум размерам?
- 6) Каким образом можно построить скругление?

Лабораторная работа №6

Симметрия и усечение объектов. Типовой чертеж детали. Построение плавных кривых

Цель работы

- 1) Изучить различные способы частичного усечения и симметричного отображения объектов.
- 2) Научиться создавать чертеж тел вращения.
- 3) Научиться строить линии разрыва.

1 Симметрия объектов

В машиностроительном черчении довольно часто деталь или отдельные ее элементы имеют симметричные участки относительно вертикальной, горизонтальной или наклонной оси симметрии. В подобных случаях конструктор должен тщательно начертить один элемент, а симметричные участки строятся с помощью команды **«Симметрия»** на странице **«Редактирование» «Инструментальной панели»**. Эту команду можно успешно использовать и тогда, когда ось симметрии отсутствует на чертеже в явном виде. В таких случаях ее можно легко построить с помощью вспомогательных построений.

Упражнение 1. Полная симметрия

Откройте документ 6-01.

Задание 1. Построение второй половины детали

1) С помощью команды **«Выделить» «Секущей рамкой»** выделите верхнюю половину детали за исключением осевой линии. Осевую линию включать в группу выбора не нужно, так как в противном случае после выполнения симметричного отображения произойдет наложение линий друг на друга. Пример формирования рамки выбора показан на **Образце**.

2) Вызовите на экран страницу **«Редактирование» «Инструментальной панели»** и нажмите кнопку **«Симметрия»**.

3) Поскольку ось симметрии присутствует на чертеже в явном виде, нажмите кнопку **«Выбор объекта»** на **«Панели специального управления»**.

4) Укажите мишенью  на горизонтальную ось симметрии детали в любой ее точке – система выполнила построение симметричного изображения.

5) Щелчком на кнопке **«Прервать команду»** прекратите работу команды.

6) Щелчком на любом свободном месте чертежа снимите выделения с исходных объектов.

2 Усечение и выравнивание объектов

При редактировании чертежа очень часто нужно удалить не весь элемент, а только какую-то его часть. КОМПАС позволяет легко удалить любую часть геометрических объектов, усекая их по точкам пересечения с другими объектами, по двум точкам на объекте, по произвольной границе и т.д.

Упражнение 1. Простое усечение объектов

Откройте документ 6-02.

Задание 1. Построить чертеж детали «Ушко» по «Образцу».

1) Включите кнопку «**Ввод окружности**» на странице «**Геометрия**» «**Инструментальной панели**».

2) Для указания центра окружности в точке начала координат выполните клавиатурную команду <Ctrl> + <0> и нажмите клавишу <Enter>.

3) В «**Строке параметров**» в поле «**Радиус окружности**» введите значение радиуса 15 мм и нажмите клавишу <Enter>. Включите кнопку «**Прямоугольник**». В полях «**Строки параметров**» задайте высоту – 30 и ширину – 35 прямоугольника.

4) Для указания угловой точки прямоугольника с помощью глобальной привязки «**Ближайшая точка**» выполните привязку к точке p1 (точка нижнего квадрата окружности) и зафиксируйте точку щелчком мыши.

5) Щелчком на кнопке «**Прервать команду**» на «**Панели специального управления**» выключите команду «**Ввод прямоугольника**».

6) Активизируйте команду «**Усечь кривую**» на странице «**Редактирование**» «**Инструментальной панели**». Данная команда позволяет удалить часть какого-либо объекта.

7) В ответ на запрос системы «**Укажите участок кривой, который нужно удалить**» последовательно щелкните мишенью на прямоугольнике и окружности в той части, которую нужно удалить. Щелчком на кнопке «**Прервать команду**» на «**Панели специального управления**» завершите работу команды «**Усечь кривую**».

8) Щелчком на кнопке «**Обновить изображение**» на «**Панели специального управления**» выполните процедуру регенерации экрана для устранения временных искажений.

9) Постройте окружность диаметром 20 мм с осями координат. Положение центра укажите с помощью привязки «**Ближайшая точка**» в центре получившейся дуги.

10) Для построения горизонтальной оси симметрии отредактируйте системный значок «**Обозначение центра**», принадлежащий построенной окружности. Для этого щелкните мышью на значке «**Обозначение центра**». Система выделит значок цветом и сгенерирует на нем четыре узелка управления. Щелкните мышью на правом узелке и, не отпуская клавишу мыши, переместите его вправо за пределы контура детали. Отпустите клавишу. Таким же образом переместите левый узелок. После этого щелчком в любом свободном месте чертежа снимите выделение со значка.

11) Самостоятельно постройте две окружности диаметром 5 мм и проставьте на **Образце** размеры.

12) Замечание. Для определения положения центров окружностей воспользуйтесь командой «**Параллельная прямая**».

Упражнение 2. Усечение объектов по двум указанным точкам

Откройте документ 6-03.

Задание 1. Закончите построение детали «Ручка» по «Образцу».

1) Активизируйте команду **«Усечь кривую двумя точками»** на **«Панели расширенных команд усечения и выравнивания объектов»** страницы **«Редактирование»**.

2) В ответ на запрос системы **«Укажите кривую для операции»** щелкните в любой точке окружности. Окружность выделилась цветом.

3) В ответ на запрос системы **«Укажите начальную точку участка»** пометите курсор в точку p_1 – точку пересечения окружности с дугой. После срабатывания глобальной привязки **«Пересечение»** щелчком мыши зафиксируйте точку.

4) В ответ на запрос системы **«Укажите конечную точку участка»** поместите курсор в точку p_2 и после срабатывания глобальной привязки зафиксируйте точку.

5) В ответ на запрос системы **«Укажите точку внутри участка»** щелкните мышью в любой точке малой дуги p_1 – p_2 . Система удалит часть окружности между точками p_1 и p_2 . Команда остается в активном состоянии.

6) Самостоятельно удалите участок дуги между точками p_3 и p_4 .

7) Завершите работу команды **«Усечь кривую двумя точками»**.

Задание 2. Удалите участок горизонтальной осевой линии в области вертикального линейного размера 10 мм.

1) Включите кнопку **«Усечь кривую двумя точками»**.

2) Для указания объекта усечения щелкните мишенью на горизонтальной осевой линии в любой ее точке.

3) Для указания участка усечения последовательно щелкните курсором на осевой до и после размера (например, точки p_5 и p_6 на **«Образце»**). Завершите работу команды усечения.

3 Типовой чертеж детали Вал

Упражнение 1. Построение тел вращения. Непрерывный ввод объектов

Откройте документ 6-04.

Задание 1. Из точки начала координат постройте изображение вала по размерам на «Образце».

Деталь Вал, как и любое другое тело вращения, имеет выраженную симметрию относительно оси вращения. Поэтому выполним построение одной из ее половин, а другую построим с помощью команды **«Симметрия»**.

Построение осевой линии.

1) Включите кнопку **«Отрезок»** на панели **«Геометрия»**. Для указания начальной точки отрезка в точке начала координат выполните клавиатурную команду **«Ctrl + 0»** и нажмите клавишу **«Enter»**.

2) Установите в качестве текущего стиль линии «**Осевая**». В поле «**Длина отрезка**» в «**Строке параметров**» введите значение 85, в поле «**Угол наклона**» введите значение 0.

3) Завершить работу команды щелчком на кнопке «**Прервать команду**». Проверить правильность построения осевой линии. Выполните двойной щелчок мышью на осевой в любой ее части, на экране появится «**Строка параметров**» - система перешла в режим редактирования параметров отрезка. Проверьте значения полей: «**Начальная точка**», «**Конечная точка**», «**Длина отрезка**», «**Угол наклона отрезка**», «**Текущий стиль**». Щелчком на кнопке «**Создать объект**» на «**Панели специального управления**» завершите сеанс редактирования.

Построение верхней половины детали.

1) Включите кнопку «**Непрерывный ввод объектов**» на странице «**Геометрические построения**» «**Инструментальной панели**».

2) В «**Строке параметров**» установите стиль линии «**Основная**».

3) Для построения отрезка $p1 - p2$ (рис. 24), с помощью глобальной привязки «**Ближайшая точка**» укажите точку $p1$. В «**Строке параметров**» в поле «**Длина отрезка**» введите значение 7,5; в поле «**Угол наклона**» - значение 90.

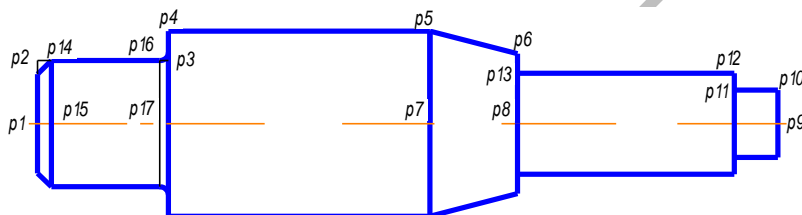


Рис. 24

4) Для построения отрезка $p2 - p3$ введите значение длины 15 и угла наклона 0.

5) Самостоятельно постройте оставшиеся два отрезка $p3 - p4$, $p4 - p5$.

Построение отрезков, составляющих конический участок вала.

1) Через точку $p5$ постройте вспомогательную прямую под углом -15° и вертикальную прямую.

2) Справа от вертикальной прямой на расстоянии 10 м постройте параллельную вспомогательную прямую.

3) С помощью команды «**Отрезок**» постройте три отрезка $p5 - p6$, $p5 - p7$ и $p6 - p8$. Для точки $p5$ используйте привязку «**Ближайшая точка**», для точек $p6, p7$ и $p8$ – «**Пересечение**».

4) С помощью команды «**Удалить вспомогательные кривые и точки**» удалите вспомогательные построения.

5) С помощью команды «**Непрерывный ввод объектов**» постройте отрезки $p9 - p10$, $p10 - p11$ и $p11 - p12$ на правом торце вала. Длину и угол наклона отрезков рассчитайте по размерам на образце. Не прерывайте команду.

Построение отрезка $p12 - p13$.

1) В поле *«Угол наклона»* в *«Строке параметров»* введите значение 180° . Положение его конечной точки p13 поможет определить привязка *«Пересечение»*.

2) С помощью команды *«Фаска»* постройте на левом торце вала фаску $1,6 \times 45^{\circ}$.

3) С помощью команды *«Скругление»* постройте скругление радиусом 1 мм.

Построение отрезков p14 – p15 и p16 – p17.

1) Включите кнопку *«Перпендикулярный отрезок»* на панели расширенных команд ввода отрезков страницы *«Геометрия»*.

2) В ответ на запрос системы *«Укажите кривую для построения перпендикулярного отрезка»* щелкните мишенью на осевой линии в любой ее точке. Все отрезки будут строиться перпендикулярно осевой.

3) Постройте отрезок фаски p14 – p15. В качестве начальной точки укажите точку p14. Определить положение конечной точки p15 с помощью привязки *«Пересечение»*. После построения не прерывайте команду.


4) Постройте линию перехода поверхностей p16 – p17. Вначале установите в качестве текущего стиль линии *«Тонкая»*. Так как объект для построения перпендикуляра уже определен при построении фаски, необходимо лишь указать начальную и конечную точки отрезка.

5) Вызовите на экран страницу *«Редактирование»*. С помощью кнопки *«Выровнять по границе»* на *«Панели расширенных команд усечения и выравнивания объектов»* продлите до осевой линии два небольших вертикальных отрезка. В качестве границы выравнивания укажите мишенью осевую линию. Далее укажите выравниваемые отрезки p3 – p4, p12 – p11.

Построение нижней половины детали.

1) С помощью команды *«Выделить»* *«Секущей рамкой»* выделите верхнюю половину детали за исключением осевой линии.

2) Вызовите на экран страницу *«Редактирование»* *«Инструментальной панели»* и нажмите кнопку *«Симметрия»*.

3) Поскольку ось симметрии присутствует на чертеже в явном виде, нажмите кнопку *«Выбор объекта»*  на *«Панели специального управления»*.

4) Укажите мишенью на горизонтальную ось симметрии детали в любой ее точке – построение симметричного изображения выполнено.

5) Щелчком на кнопке *«Прервать команду»* прекратите работу команды и снимите выделение с объектов.

Восстановление нормальной длины осевой линии.

1) В *«Строке текущего состояния»* установите текущий шаг курсора равным 2 мм.

2) Щелкните мышью на осевой линии в любой ее точке. Система выделит объект цветом и сгенерирует в его конечных точках два узелка управления.

3) Мышью поместите курсор рядом с правым узелком.

4) Нажатием на клавишу <5> на дополнительной клавиатуре выполните клавиатурную привязку к узелку. При этом курсор примет вид четырехнаправленной стрелки.

5) Нажатием на клавишу «*Enter*» зафиксируйте точку – узелок будет выделен цветом. Теперь характерная точка будет перемещаться вместе с курсором.

6) Нажмите клавишу «→» - узелок переместится на 2 мм вправо. Нажатием на клавишу «*Enter*» зафиксируйте новое положение узелка.

7) Таким же образом переместите на 2 мм влево за контур детали левый узелок.

8) Щелчком в свободном месте чертежа снимите выделение с осевой.

Задание 2. Самостоятельно проставьте на чертеже все необходимые размеры по «Образцу».

Замечание. После простановки размеров не забудьте с помощью команды «*Усечь кривую двумя точками*» удалить участки осевой линии в тех местах, где она пересечет линейные и угловые размеры.

Упражнение 2. Построение линии разрыва при помощи команды «Ввод кривой Безье»

Откройте документ 6-05.

Задание 1. На чертеже детали «*Пластина*» постройте две линии разрыва, удалите участок контура между линиями и проставьте линейный размер 200 мм.

Удаление вертикальной оси симметрии.

1) Выделите щелчком мыши системный значок «*Обозначение центра*» и выполните команду «*Операции*» - «*Разрушить*». После этого системный макроэлемент (оси симметрии) распадется на два независимых отрезка.

2) Выделите вертикальный осевой отрезок щелчком мыши и нажатием клавиши «*Delete*» удалите его.

Построение линии разрыва.

1) Включите кнопку «*Ввод кривой Безье*».

2) Щелчком мыши в поле «*Текущий стиль*» установите для построения кривой стиль линии «*Тонкая*».

3) В ответ на запрос системы «*Укажите начальную точку кривой*» с помощью локальной привязки «*Точка на кривой*» укажите точку p1 на верхнем горизонтальном отрезке детали.

4) Далее в ответ на запрос системы «*Укажите следующую точку кривой*» введите произвольно несколько промежуточных точек.

5) Конечную точку p2 вновь укажите с помощью локальной привязки «*Точка на кривой*».

6) Щелчком на кнопке «*Создать объект*» на «*Панели специального управления*» создайте построенную кривую.

7) Самостоятельно постройте линию разрыва p4 – p3.

Замечание. Вторую кривую можно быстро построить с помощью команды «Копирование» на странице «Редактирование» «Инструментальной панели».

8) С помощью команды «Усечь кривую» на странице «Редактирования» удалите мишенью участки отрезков между кривыми.

Построение горизонтального линейного размера, определяющего длину детали.

1) Включите кнопку «Линейный размер» на странице «Размеры и технологические обозначения».

2) В верхних углах детали укажите точки начала выносных линий. Система вернет реальное значение размера 55 мм.

3) Для изменения значения размера щелкните в поле «Размерная надпись» в «Строке параметров».

4) В диалоговом окне «Задание размерной надписи» отключите флажок «Авто». В поле «Значение» вручную введите нужное значение размера 200 и щелкните на кнопке «Enter».

5) Задайте положение размерной линии, как это показано на «Образце».

6) Завершите работу команды щелчком на кнопке «Прервать команду».

Самостоятельная работа

Задание. Выполните чертеж объекта по «Образцу» (рис. 25).

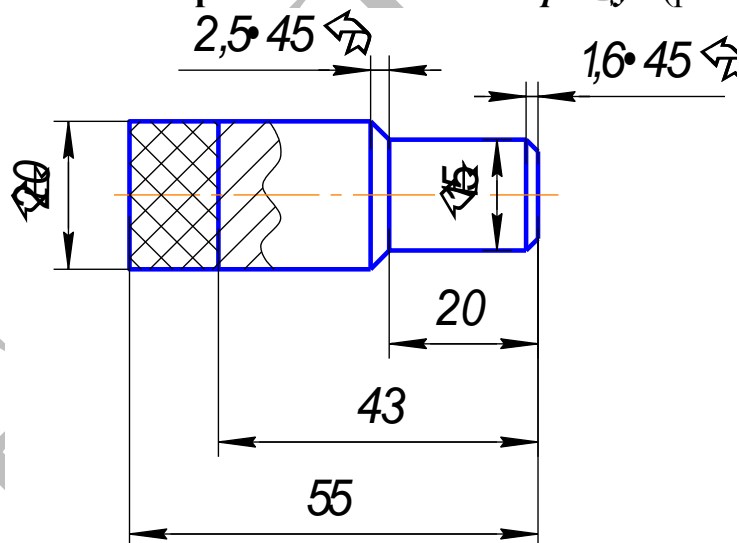


Рис. 25

Контрольные вопросы

- 1) Для построения каких деталей используется команда «Симметрия».
- 2) Назовите известные Вам способы усечения части элемента чертежа.
- 3) Поясните назначение опции «Исходные объекты» при работе с командой «Симметрия».
- 4) Назовите тип линии построения, линии разрыва, при помощи команды «Ввод кривой Безье».
- 5) Назовите локальную привязку, используемую для построения начальной и конечной точек линии разрыва.

Список источников информации

- 1) Потемкин, А. Инженерная графика [Текст]/ А.Потемкин. – М.: Лори, 2000. – 492 с.
- 2) Талалай, П.Г. Компас-3D V9 на примерах [Текст]/ П.Г.Талалай. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 592с.

ЭБС ШТУТИ