

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т. М. Иудина, Т. В. Кирилловых, К. Л. Черноталова, И. А. Ширшова

ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

КОМПЛЕКС УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Рекомендовано Ученым советом Нижегородского государственного технического университета в качестве учебно-методического пособия для студентов технических вузов заочной и дистанционной форм обучения

Н.Новгород 2006

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	7
3.1. Запуск системы AutoCAD.....	7
3.2. Пользовательский интерфейс <i>AutoCAD</i>	7
3.3. Ввод координат точек	11
3.4. Настройка рабочей среды	12
3.5. Организация свойств объектов чертежа по слоям	14
3.6. Построение объектов.....	15
3.7. Выбор объектов.....	23
3.8. Штриховка.....	24
3.9. Редактирование объектов.....	25
3.10. Нанесение размеров.....	36
3.11. Блоки и атрибуты.....	49
3.11.2 Подготовка чертежа к печати.....	56
4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	61
4.1. «Алгоритм построения криволинейного замкнутого контура».....	61
4.2. «Алгоритм построения двумерной модели «Штуцер».....	66
5. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....	73
6. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	77
6.1. Построения криволинейного замкнутого контура I степени сложности.....	77
6.2. Построения криволинейного замкнутого контура II степени сложности.....	87
6.3. Построение двумерной модели «Втулка» I степени сложности.....	97
6.4. Построение двумерной модели «Штуцер» II степени сложности.....	107
7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	117
ГЛОССАРИЙ.....	118
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	120

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Научно-техническую базу закладывают фундаментальные дисциплины, классическими представителями которых являются графические дисциплины – начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. Они составляют основу инженерного образования.

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, необходимы для изучения общеинженерных и специальных технических дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности.

При разработке программы курса «Инженерная компьютерная графика» базой являлись положения стандарта по специальности. Курс «Инженерная компьютерная графика» реализует общеуниверситетскую графическую подготовку на первой ступени технического университета. В целом такая подготовка должна дать знания и выработать умения и навыки выполнения чертежей.

Задачей дисциплины «Инженерная компьютерная графика» является обучение студентов умению составлять и пользоваться конструкторской документацией, овладевать чертежом как конструкторским, производственным, эксплуатационным документом. Курс «Инженерная компьютерная графика» рассматривается как единая графическая дисциплина, изучающая способы, алгоритмы и средства визуального представления и обработки графической информации. Программа курса ориентирована на формирование у студентов графической и пользовательской культуры, включающей знание принципов работы с графическими изображениями, принцип функционирования графических пакетов, умение выбрать необходимый инструмент для решения задач различного класса.

В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести следующие основные знания, умения и навыки:

- знание основных правил и норм оформления и выполнения чертежей, установленных Государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- умение представить сложный пространственный объект по его плоскому изображению;
- умение построения плоских изображений (чертежей) различных пространственных форм;
- умение самостоятельно составлять и читать технические чертежи различных изделий;
- развитие навыков техники выполнения чертежей (ручных и компьютерных);
- знание принципов работы отдельных графических пакетов.

2. РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Инженерная компьютерная графика» читаются лекции и проводятся лабораторные занятия в компьютерном классе. В конце семестра все выполненные работы оформляются в альбом чертежей. Оценка выводится на основании проверочного задания и ответов на вопросы, а также качества выполненных работ во время обучения.

Самостоятельная работа студентов состоит в проработке лекционного курса, подготовке к текущим лабораторным работам и зачетной работе.

Специальность	Всего часов	Аудиторные	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	Курсовой проект	Курсовая работа	Контрольные или расчетно-графические работы	Форма контроля знаний студента
190601	110	24	12	12						Зачет
280102	70	24	12	12						Экзамен
140211	110	24	12	12				1		Экзамен
210106	100	28	10	18				2		Экзамен

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ЛЕКЦИОННЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ТЕМАМ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» (специальности 190601, 280102, 140211)

№ п/п	Наименование темы	24 часа	
		Лекции	Лаб. занятия
1	Введение. Краткие сведения. Интерфейс AutoCAD. Ввод команд Режимы рисования. Задание координат. Графические примитивы. Объектная привязка	4	3
2	Команды редактирования и модификации чертежа. Управление изображением	4	4
3	Нанесение размеров и выполнение текстовых надписей.	2	4
4	Блоки. Атрибуты. Пространство модели и пространство листа	2	1
Всего часов		12	12

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ЛЕКЦИОННЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ
ПО ТЕМАМ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»
(специальность 210106)

№ п/п	Наименование темы	28 часов	
		Лекции	Лаб. занятия
1	Введение. Краткие сведения. Интерфейс AutoCAD. Ввод команд. Режимы рисования. Задание координат. Графические примитивы. Объектная привязка	3	5
2	Команды редактирования и модификации чертежа. Управление изображением	3	6
3	Нанесение размеров и выполнение текстовых надписей	2	5
4	Блоки. Атрибуты. Пространство модели и пространство листа	2	2
Всего часов		10	18

3. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

3.1. Запуск системы AutoCAD

Запуск *AutoCAD* осуществляется следующими способами:

- через строку задач: Пуск → Программы → *AutoCAD 2002*;
- на рабочем столе Windows двойным щелчком левой кнопкой мыши указать ярлык *AutoCAD 2002*.

3.2. Пользовательский интерфейс AutoCAD

Пользовательский графический интерфейс системы *AutoCAD 2002* полностью соответствует стандартам, применяемым в приложениях *Windows*. Взаимодействие с программой *AutoCAD* обеспечивается командами, вводимыми с клавиатуры или выбираемыми из различных меню и панелей инструментов.

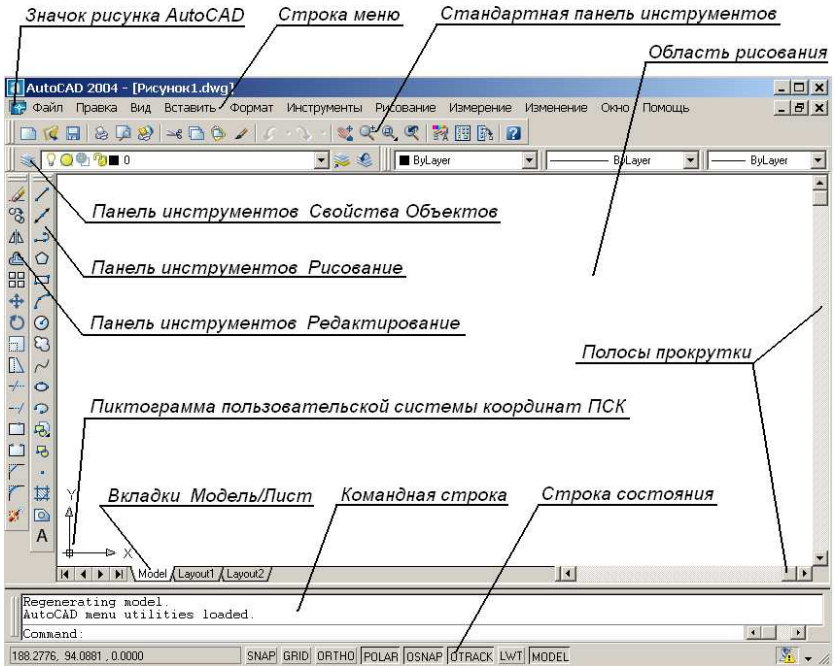


Рис. 1. Рабочий экран *AutoCAD*

В строке заголовка высвечено имя файла (по умолчанию *Drawing1*).

Рабочая графическая зона - это большая область в середине экрана, в которой и выполняется чертеж. Одновременно могут быть открыты окна для нескольких чертежей. В левом нижнем углу зоны находится пиктограмма пользовательской системы координат. Направление стрелок совпадает с положительным направлением осей. Внизу рабочей зоны находятся заголовки вкладок *Model* (Модель) и *Layout* (Лист), предназначенные для оперативного переключения пространства модели и пространства листа.

Зона окна команд располагается в нижней части экрана. Окно служит для

отображения команд, заданных пользователем, а также запросов и ответов, выданных программой.

Необходимо внимательно следить за выводимыми в окне команд сообщениями, поскольку таким образом поддерживается связь пользователя с системой AutoCAD.

Статусная строка расположена в нижней части экрана. В ней отображаются координаты положения курсора X, Y, Z и состояния таких режимов, как SNAP (Шаг), GRID (Сетка), ORTHO (Орто), POLAR (Угловое отслеживание), OSNAP (Объектная привязка), OTRACK (Объектное отслеживание), LWT (Отображение толщины линий) и выбор рабочего пространства: MODEL (Пространство модели) или LIST (Пространство листа). Отображением координат положения перекрестья курсора управляет кнопка F6.

Система меню

Строка падающих меню содержит названия меню, в которых по функциональному признаку сгруппированы часто используемые команды AutoCAD. Команды в таких меню могут располагаться на нескольких уровнях (отличительный признак — сплошной треугольник в конце строки с именем команды). Если за именем команды идет многоточие, это означает, что параметры команды определяются в диалоговом окне.

Далее перечислены падающие меню:

- *File* (Файл) – меню работы с файлами: открытие, сохранение, печать, экспорт файлов в другие форматы и пр.;
- *Edit* (Правка) – меню редактирования частей чертежа в рабочей зоне;
- *View* (Вид) – меню управления экраном, установки точки зрения, тонирования, управления параметрами дисплея, установка нужных панелей инструментов и пр.;
- *Insert* (Вставка) – меню команд вставки блоков, внешних объектов, объектов других приложений;
- *Format* (Формат) – обеспечивает работу со слоями, цветом, типами линий, управляет стилями текста, размерами, установкой единиц измерения, границами чертежа;
- *Tools* (Сервис) – меню средств управления системой, экраном пользователя, установки параметров черчения, привязок, пользовательской системы координат;
- *Draw* (Рисование) – содержит команды создания примитивов;
- *Dimension* (Размеры) – содержит команды простановки размеров и управления параметрами размеров;
- *Modify* (Редакт) – включает команды редактирования элементов чертежа;
- *Window* (Окно) – обеспечивает многооконный режим работы с чертежами;
- *Help* (справка) – содержит мощную систему гипертекстовых подсказок.

Экранное (боковое) меню по умолчанию не загружено. Для вызова меню на экран:

TOOLS (СЕРВИС) → Options (Настройка) → Display (Экран) → Display screen menu (Экранное меню).

Оно содержит список наименований подменю. В момент выполнения команды опции становятся активными, что позволяет выбрать нужную левой кнопкой мыши, не прибегая к помощи клавиатуры.

Контекстное меню вызывается нажатием правой кнопкой мыши. В зависимости от местоположения курсора и состоянии задачи меню имеет различное содержание и форму; например, обеспечивает быстрый доступ к опциям, необ-

ходимым для текущей команды.

Панели инструментов

На панелях инструментов команды AutoCAD графически представлены кнопками, снабженными значками (пиктограммами). Вызвать команду при помощи панелей с инструментами – щелкнуть левой кнопкой мыши на нужной пиктограмме. Панели инструментов могут быть плавающими (*float*) и закрепленными (*dock*) с фиксированным местоположением. Для перемещения панели на новое место следует буксировать ее с помощью левой нажатой кнопки мыши за синюю область с наименованием. Буксировка панели на один из четырех краев графического экрана позволяет вернуть ее к фиксированному положению (и наоборот). При первой загрузке *AutoCAD* на экране присутствуют всего четыре панели инструментов: **Standard Toolbar** (Стандартная), **Object Properties** (Свойства объектов), **Draw** (Рисование) и **Modify** (Редактирование).

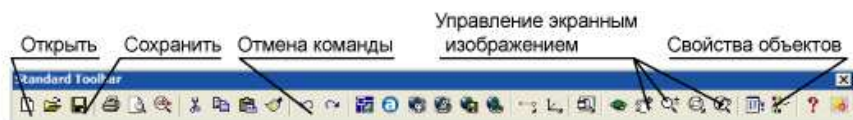


Рис. 2. Стандартная панель инструментов

AutoCAD располагает большим количеством других панелей. Вызвать панель на экран можно следующими способами:

- щелкнуть правой кнопкой мыши на поле любой ранее открытой панели. Из появившегося списка щелчком левой кнопки мыши выбрать панель;
- использовать падающее меню *View* (Вид) → *Toolbars...* (Панели...). Установить флажок в соответствующей строке списка диалогового окна *Customize* (Адаптация);
- ввести команду *TOOLBAR* (Панель), которая открывает диалоговое окно *Customize*.



Рис. 3. Диалоговое окно *Drafting settings* (Режимы рисования)

Диалоговые окна

Реализуют удобную среду, представляющие значения параметров в табличной форме, что позволяет охватить взглядом связанные параметры и за один сеанс работы с диалоговым окном изменить значения нескольких переменных.

Функции двухкнопочной мыши

Функции двухкнопочной мыши следующие:

- левая кнопка служит для выбора объектов, пунктов меню или пиктограмм панелей инструментов;
- правая кнопка служит для вызова контекстного меню.

стного меню или по своему действию соответствует нажатию кнопки *ENTER* клавиатуры. Режим функционирования кнопки выбирает пользователь.

Специальные кнопки *CTRL* и *SHIFT* могут изменять эффект, вызываемый стандартными действиями мыши. Например, одновременное нажатие кнопки *SHIFT* и правой кнопки мыши приводит к появлению на экране монитора контекстного меню режимов объектной привязки.

Функциональные кнопки

F1 - вызов справочной системы AutoCAD;

F2 - переключение между текстовым и графическим окнами;

F3 - включение/отключение текущих режимов объектной привязки;

F4 - переключение режима Планшет;

F5 - переключение плоскости изометрии;

F6 - включение/отключение отображения текущих координат;

F7 - включение/отключение режима Сетка;

F8 - включение/отключение режима Орто;

F9 - включение/отключение режима Шаг;

F10 - включение/отключение режима Полярное отслеживание;

F11 - включение/отключение режима Объектное отслеживание;

Enter - подтверждает ввод, завершает выполнение команды, перевод строки в текстовых командах;

Esc - прерывает выполнение команды.

Сохранение чертежа

Для сохранения рисунка можно использовать одну из следующих возможностей:

- из меню *File* (Файл) выбрать команду *Save* (Сохранить);
- в панели меню **Стандартная** выбрать пиктограмму сохранения рисунка;
- если необходимо сохранить рисунок под другим именем, или сохранить его в другом формате, следует в меню *File* (Файл) выбрать кнопку *Save as* (Сохранить как).

Техника работы с командой

В *AutoCAD* практически все действия, выполняемые пользователем, в конечном итоге сводятся к вызову команд. Вводя команду, пользователь сообщает системе, какое действие необходимо выполнить; система реагирует на команду и выводит свои сообщения (подсказки) в командной строке. Сообщения предназначены для того, чтобы информировать пользователя о состоянии текущей операции, либо выбрать возможные варианты дальнейших действий.

Команда может быть вызвана следующими способами:

- выбором команды из падающего, экранного или контекстного меню;
- выбором на панели инструментов соответствующей пиктограммы;
- набором полного имени команды с клавиатуры.

После вызова команды система выводит либо подсказку в командной строке, либо диалоговое окно. Формат подсказок следующий:

инструкция или [опции]<текущее значение>.

Многие команды предлагают выбрать варианты дальнейших действий (опции); в подсказках они отображаются заключенными в квадратные скобки, для выбора опции достаточно ввести ее часть, выделенную прописными буквами, причем регистр здесь значения не имеет.

После ввода имен команд и ответов на подсказки необходимо выполнить одно из следующих равнозначных действий:

- нажать ENTER;
- нажать пробел;
- щелкнуть правой кнопкой мыши в любом месте области чертежа и выбрать «Enter» из контекстного меню.

Если в ответ на запрос: *Command (Команда)* нажать клавишу <Enter>, то AutoCAD повторит вызов предыдущей команды.

Прервать любую команду, уже начавшую работу, можно, нажав на клавишу <Esc>.

Пример. Построить окружность с центром в точке (65,120) и диаметром 35мм.
Command: Circle (Круг): Specify center point for circle or [3P/2P/Tr (tan/ tan/ radius)]:
65,120 ↵

Specify radius of circle or [Diameter] <15.0000>: d ↵

Specify diameter of circle <30.0000>: 35 ↵

Команда **Окружность** вначале запрашивает указать центр окружности. В скобках [] приведены опции команды. Чтобы вызвать нужную опцию, достаточно набрать выделенные прописными буквы опции, или, вызвав контекстное меню (нажатием правой кнопки мыши), выбрать нужную опцию (в примере – d). В скобках < > выводится значение параметра, предлагаемое компьютером, если оно вас устраивает, достаточно нажать <Enter>, другое значение надо набрать в командной строке (диаметр окружности – 35). Ответив на каждый запрос команды, надо нажимать клавишу *Enter*.

3.3. Ввод координат точек

Задание координат точек с помощью курсора устройства указания

Для ввода точки необходимо поместить перекрестье графического курсора в нужное место чертежа и нажать левую кнопку мыши. При этом для увеличения точности и быстроты задания точки используют режимы *Snap*, *Ortho*, *Tracking*, координатные фильтры, объектной привязки, а в рабочей зоне графического окна отображена фоновая вспомогательная сетка.

Задание координат точек в двумерном пространстве с помощью клавиатуры

Координаты точек могут быть абсолютными и относительными:

...*point: 3,7.5* - абсолютные декартовы координаты, сначала вводится координата X, затем Y от точки начала текущей системы координат;

...*point: 10 < 45* - абсолютные полярные координаты, сначала нужно ввести расстояние от начала координат, затем - специальный символ < и угол в градусах (за положительное направление изменения угла принято вращение против часовой стрелки от положительного направления оси X);

...*point: @ 4,7,5* - относительные декартовы координаты задаются смещением по осям X и Y от предыдущей введенной точки чертежа;

...*point: @ 4 < 45* - относительные полярные координаты определяют положение точки по расстоянию и углу от предыдущей введенной точки чертежа.

Задание точек методом «направление-расстояние»

На экране при помощи мыши перемещают курсор в нужном направлении относительно последней заданной точки, с клавиатуры в командной строке вводят числовое значение расстояния:

...point: 45 ↵.

При применении данного метода необходимо предварительно настроить и включить режим черчения *Polar*, при котором система проводит линии построения под углами, заданными пользователем. Метод также прекрасно работает в ортогональном режиме *Ortho*.

3.4. Настройка рабочей среды Установка лимитов чертежа

Команда *LIMITS* (*Лимиты*) позволяет задать границы рабочего поля чертежа в виде прямоугольной области, задаваемой двумя точками: левой нижней и правой верхней вершинами прямоугольника.

Падающее меню: *Format* (*Формат*) → *Drawing Limits* (*Лимиты чертежа*)

Command: _limits

Reset Model space limits:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: левый нижний угол или [вкл/откл]: <0.0000,0.0000> ↵

Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: верхний правый угол: 210,297↵

Установки единиц измерения

Команда *UNIT* (*Единицы*) позволяет установить формат и точность представления линейных и угловых единиц, направление отсчета положительных углов (по умолчанию – против часовой стрелки от положительного направления оси X мировой системы координат).

Режимы рисования

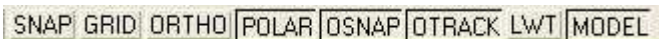


Рис. 4. Статусная строка

Под командной строкой находится статусная строка с прямоугольными кнопками режимов. Режим включен, если включена (нажата) соответствующая ему кнопка. Включение и выключение соответствующего режима осуществляется щелчком левой кнопкой мыши.

Кнопки статусной строки:

SNAP (ШАГ) включает / выключает шаг перемещения курсора;

GRID (СЕТКА) включает / выключает сетку;

ORTHO (ОРТО) включает / выключает режим ортогональности;

POLAR (ОТС-ПОЛЯР) включает /выключает режим полярного отслеживания;

OSNAP (ПРИВЯЗКА) включает / выключает режим объектной привязки;

OTRACK (ОТС-ПРИ) включает / выключает режим отслеживания привязки (позволяет использовать полярное отслеживание от промежуточной точки, указываемой с применением объектной привязки);

LWT (ВЕС) включает / выключает режим отображения весов (*вес линии* — это ширина, с которой линия будет выводиться на внешнее устройство);

MODEL (МОДЕЛЬ) позволяет переключаться между пространствами модели и листа.

Настройка режимов может быть выполнена с помощью диалогового окна *Drafting Settings* (Режимы рисования), которое вызывается либо с помощью пунк-

та *Drafting Settings...* (Режимы рисования...) падающего меню *Tools* (Сервис), либо с помощью пункта *Settings...* (Настройка...) контекстного меню, вызываемого с помощью щелчка правой кнопкой мыши, если вы ставите ее указатель на одну из кнопок режимов (кроме кнопок *ORTHO*, *LWT*, *MODEL*).

Объектная привязка







Объектная привязка (*Osnap*) позволяет строить новые точки на чертеже, привязываясь к характерным точкам существующих объектов или относительно них. Режим работает только тогда, когда требуется указать точку на экране.

Существуют два режима объектной привязки:

- постоянный режим объектной привязки, включать и настраивать режим удобно из статусной строки (кнопка *OSNAP*);
- разовый режим объектной привязки, удобно использовать панель инструментов *Object Snap* или вызвать список опций объектной привязки путем нажатия правой кнопки мыши с одновременным удерживанием кнопки *Shift*.

Далее приведен список опций объектной привязки, расположенных в том же порядке, что и на панели *Object Snap*:

	<i>Temporary Track point</i> (ОТслеживание)	Привязывает к временной линии, проведенной из указанной точки параллельно одной из координатных осей
	<i>From</i> (СМЕещение)	Привязывает к точке, находящейся на заданном расстоянии и направлении от указанной точки
	<i>ENDpoint</i> (КОНточка)	Привязывает к конечной точке объекта
	<i>MIDpoint</i> (СЕРедина)	Привязывает к середине отрезка, дуги, полилинии или мультилинии
	<i>INTersection</i> (ПЕРесечение)	Привязывает к точке пересечения двух объектов, захваченных прицелом объектной привязки
	<i>APParent Intersection</i> (КАЖущееся пересечение)	Привязывает к воображаемой точке пересечения двух скрещивающихся объектов, лежащих в разных плоскостях
	<i>EXTension</i> (ПРОдолжение)	Привязывает к точке, лежащей на продолжении линейных объектов или сегментов
	<i>CENter</i> (ЦЕНтр)	Привязывает к центру окружности, дуги или эллипса
	<i>QUAdrant</i> (КВАдрант)	Привязывает к вершине эллипса или точке, расположенной на окружности или дуге под центральным углом кратным 90° , относительно оси X текущей системы координат
	<i>TANgent</i> (КАСательная)	Строит объект по касательной к дуге, окружности или эллипсу
	<i>PERpendicular</i> (НОРмаль)	Строит объект перпендикулярно другому объекту

	PARallel (ПАРаллельно)	Строит объект параллельно другому
	INSErtion (ТВСтавки)	Привязывает к точке вставки блока или текстовой строки
	NODE (УЗЕл)	Привязывает к объекту точка
	NEArest (БЛИжайшая)	Привязывает к ближайшей к перекрестью курсора точке, расположенной на захваченном прицелем объекте
	NONE (НИЧего)	Отключает все текущие объектные привязки, используемые в постоянном режиме
	Object Snap Setting (Режимы объектной привязки)	Вызывает диалоговое окно настроек режима постоянной объектной привязки (команда OSNAP)

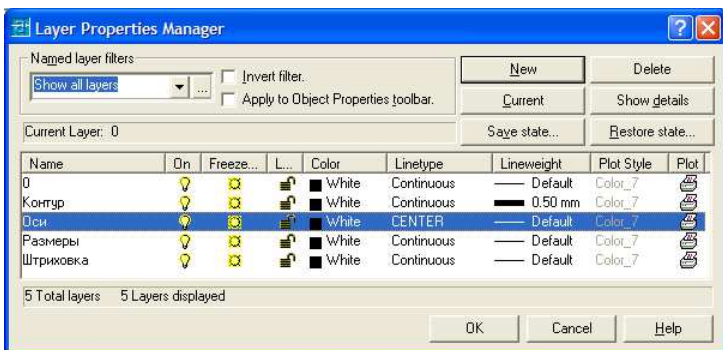
3.5. Организация свойств объектов чертежа по слоям

Все объекты в *AutoCAD* обладают различными свойствами: общими (цвет, тип линии и т.д.) и специфическими, присущими каждому объекту (например, у окружности – координаты центра и радиус). Свойства объектов могут быть постоянными и переменными. Для организации графической информации в системе *AutoCAD* применяется полезный и удобный способ, основанный на технике слов. *Layer* (Слой) – это определенный объем памяти, в котором сгруппированы элементы чертежа по некоторому функциональному признаку. Слои чертежа можно сравнивать с листами прозрачной кальки, на каждом из которых отображены отдельные элементы чертежа, например, на первом листе – осевые линии, на втором – вспомогательные линии, на третьем – размеры, на четвертом – штриховка и т.д.

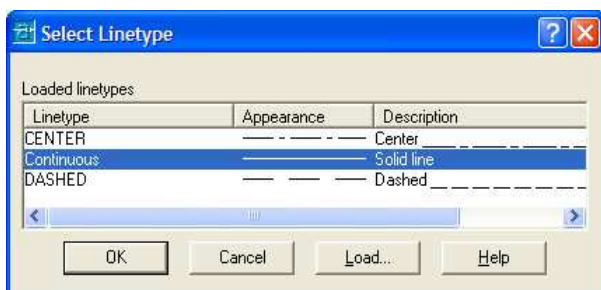
Сложив эти прозрачные листы, получим чертеж детали с размерами и штриховкой. Добавляя и убирая листы (слои), можно быстро получать различные модификации чертежа.

Каждый слой имеет свое имя (*name*) и характеризуется цветом (*color*), типом линий (*linetype*) и толщиной (*lineweight*). По умолчанию при создании чертежа в него уже входит слой по имени 0. Он имеет белый цвет и тип линии Сплошная (*Continuous*). В отличие от других слой 0 нельзя переименовать и удалить из чертежа. Число вновь созданных слоев и количество объектов на одном чертеже - неограничены. Все параметры слоя отображаются в диалог – окне *Layer Properties Manager* (Диспетчер свойств слоев), которое выводится на экране командой *Layer* (Слой) (рис.5), вызванной различными способами:

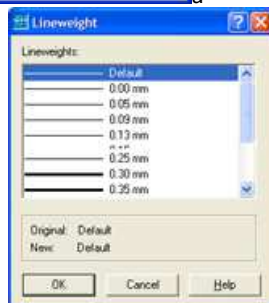
а - из падающего меню: *Format* (Формат) → *Layer* (Слой), б - из строки свойств объектов.



а



б



в

Рис. 5. Организация свойств объектов:
а - по слоям, **б** - выбор типа линий, **в** - выбор веса линий

New (Новый) – создание нового слоя.

Delete (Удалить) – удаление слоя, если на нем нет объектов.

Current (Текущий) – сделать слой текущим.

On / Off (Вкл / Откл) – включение и отключение слоя. Отключение слоя делает невидимыми объекты, принадлежащие этому слою.

Freeze / Thaw (Заморозить / Разморозить) – замороженный слой невидим и не может быть отредактирован.

Locked / Unlocked (Блокировать / Разблокировать) – заблокированный слой видим, но не может быть отредактирован.

Color (Цвет) – установка и корректировка цвета объектов, принадлежащие этому слою.

Linetype (Тип линии) - по умолчанию устанавливается Continuous (Сплошная).

Lineweight (Толщина или Вес) - по умолчанию устанавливается значение 0, 25 (*Default*) . При изменении толщины (веса) необходимо нажать кнопку *LWT* в строке состояния для отображения изменения толщины линии при вычерчивании.

3.6. Построение объектов

С помощью команд рисования *AutoCAD* можно создавать различного рода объекты: от простейших отрезков до сплайновых кривых, эллипсов и заштрихованных областей.

Любую команду рисования можно выбрать из падающего меню, панели инструментов либо вызвать ее из командной строки. Очень удобным и гибким

инструментом для вызова команд рисования являются панели инструментов **DRAW (Рисование)** (рис.6).



Рис. 6. Панель инструментов **DRAW (Рисование)**

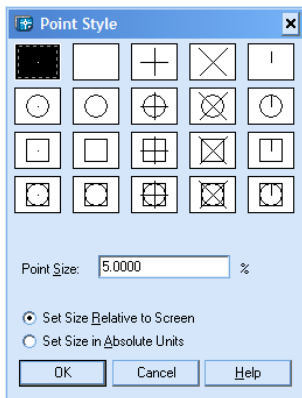


Рис. 7. Диалоговое окно **Point Style (Отображение точек)**

Точка

Точки могут пригодиться, например, в качестве узлов или ссылок для объектной привязки и отсчета расстояний.

Команда *Point* (Точка).

Если вам нужно построить одну точку, в подменю выберите опцию *Single* (Одиночная), если несколько, то в подменю выберите опции *Multiple* (Несколько).

В процессе рисования можно присваивать точкам различную форму, для этого удобно использовать диалоговое окно *Point Style* (Отображение точек) (рис. 7).

Линейные объекты

Для создания линейных объектов в *AutoCAD* служат такие команды, как *Line* (Отрезок), *Xline* (Прямая), *Ray* (Луч), *Trace* (Полоса), *Sketch* (Эскиз).



Команда *Line* (Отрезок)

Для построения отрезков применяется команда *Line* (Отрезок). Отрезки могут быть одиночными или объединенными в ломаную линию, каждый из них представляет собой отдельный объект (рис. 8,а).

Команда: *Line* (Отрезок)

Specify first point: Первая точка: - Укажите точку ↵

Specify next point or [Undo]: Следующая точка или [Отменить]:

Specify next point or [Close/Undo]: Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: ↵

Опции команды *Line* (Отрезок):

- указание точки — указывать первую и все последующие точки отрезков можно с помощью мыши на экране или путем ввода абсолютных или относительных координат с клавиатуры;

C(Close) – З (Замкнуть) — замыкает ломаную линию в первую точку;

- *U*(Undo) - O (Отменить) — отменяет последний нарисованный отрезок.

Для завершения команды нажмите клавишу *ENTER* .



Команда *XLine* (Прямая)

В *AutoCAD* существует возможность построения линий, у которых нет конца в одном или в обоих направлениях. Такие линии называются соответственно лучами и прямыми; их можно использовать в качестве вспомогательных при построении других объектов. Для построения прямой используется команда *XLine* (Прямая).

Команда: *Xline* (Прямая)

Specify a point or [Hor / Ver / Ang / Bisect / Offset]: Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/ Биссект/Смещение]:

Specify through point: Через точку - указать опорную точку ↵

Specify through point: Через точку - задать вторую точку ↵

Опции команды *Xline* (Прямая) (рис. 8, б):

- *H(Hor)* - Г (Гор) — проводит горизонтальные вспомогательные линии
- *V(Ver)* - В (Вер) --- проводит вертикальные
- *A (Ang)* - У (Угол) --- задает угол поворота относительно оси X.
- *B (Bisect)* - Б (Биссект) — методом биссектрисы создается прямая.
- *O (Offset)* - С (Смещение) — создает прямую, параллельную какой-либо базовой линии на заданном расстоянии или проходящую через заданную точку.



Команда *Ray* (Луч)

В качестве второго типа вспомогательных линий применяются лучи. Для построения лучей применяется команда *Ray* (Луч) (рис. 8, в).

Команда: *Ray* (Луч)

Specify start point: Начальная точка - следует указать вершину луча ↵

Specify through point: Через точку: ↵

Specify through point: Через точку: ↵

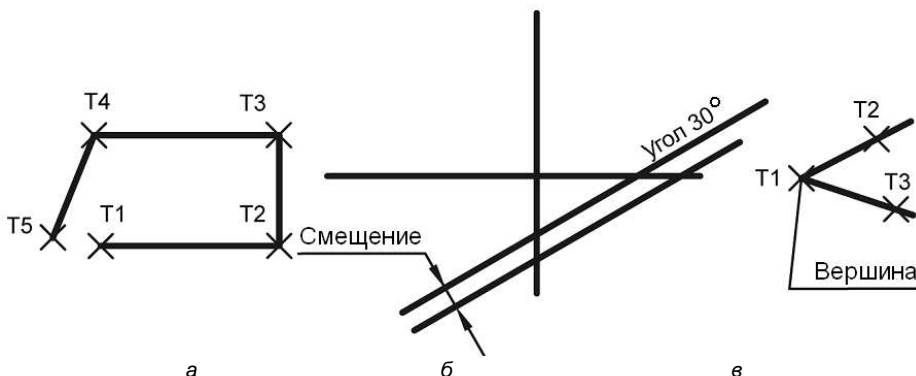


Рис. 8. Пример выполнения команд:
а – Отрезок, б – Прямая, в - Луч

Команда *Trace* (Полоса)

Команда *Trace* (Полоса) позволяет рисовать закрашенные полосы заданной ширины. Вызов команды можно осуществить из командной строки.

Команда: *Trace* (Полоса).

Specify trace width <1.0000>: 1 - Ширина полосы <текущее значение >: 1.↵

Specify start point: Начальная точка: ↵

Specify next point: Следующая точка: ↵

Команда *Fill* (Закрасить)

В AutoCAD существует возможность включать и отключать режим закрашки полосы, двумерных широких полилиний, фигур, закрашенных и заштрихованных контуров.

Команда: *Fill* (Закрасить).

Enter mode [ON/OFF]<ON>: Состояние [Вкл/Откл] <текущее состояние>

Опции команды ЗАКРАСИТЬ

ON (Вкл) - включает режим закрашки.

OFF (Откл) - отключает режим закрашки.

Команда *Sketch* (Эскиз)

Эскизное рисование используется при рисовании линий неправильной формы.

Команда: *Sketch* (Эскиз).

Record increment <1.0000>: Приращение <1.0000 >:

Sketch. / Pen /eXit /Quit /Record/ Erase /Connect:

Эскиз / Перо /выход /покинуть /Записать /Стереть/ продолжить:

Окружности и дуги

Окружности можно строить различными способами. По умолчанию построение производится путем задания центра и радиуса (рис. 9, а).



Команда *Circle* (Окружность)

Команда: *Circle* (Окружность).

Specify center point for circle or [3P/2P/ Ttr (tan / tan/radius)]:

Центр окружности или [3Т/2Т/ККР (кас/ кас /радиус)]: - Укажите точку центра окружности

Specify radius of circle or [Diameter] <5.0000>: затем ввести величину радиуса <5.0000> (по умолчанию)

Опции команды окружность:



3P (3Т) – строит окружность по трем указанным точкам (рис. 9, в);



2P (2Т) - строит окружность по двум указанным точкам на диаметре (рис. 9, з);



TTR (ККР) — строит окружность по двум касательным к существующим объектам и радиусу (рис. 9, д).

Примечание: AutoCAD предоставляет дополнительный сервис в виде опции 3P (3Т) – 3 точки касания (рис. 9, е).

Команда: *Circle* (Окружность)

Центр Окружности или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: 3Т ↵

Первая точка Окружности: кас к ↵

Вторая точка Окружности: кас к ↵

Третья точка Окружности: кас к ↵

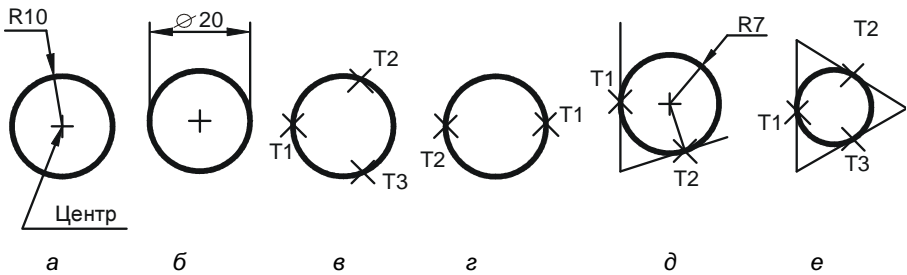


Рис. 9. Пример выполнения команды *Окружность*



Команда *Arc* (Дуга)

Дуги можно строить различными способами. По умолчанию построение производится путем указания трех точек: начальной, промежуточной и конечной.

Дуги строятся при помощи команды *Arc* (Дуга).

Команда: *Arc* (Дуга).

Specify start point of arc or [Center]: Начальная точка дуги или [Центр]: ↵

Specify second point of arc or [Center/End]: Вторая точка дуги или

[Центр/Конец]: ↵

Specify end point of arc: Конечная точка дуги: ↵

Методы построения дуг.

Дугу можно также определить заданием центрального угла, радиуса, направления или длины хорды. По умолчанию рисование дуги производится против часовой стрелки.



3 точки — строит дугу по трём последовательно указанным точкам на окружности (рис. 10, а).



Начало-Центр-Конец — строит дугу путем указания начальной точки, центра и конечной точки (рис. 10, б).



Начало-Центр-Угол — строит дугу путем указания начальной точки, центра и заданием величины центрального угла (рис. 10, в).



Начало-Центр-Длина — строит дугу путем указания начальной точки, центра и заданием длины хорды (рис. 10, г).



Начало-Конец-Радиус — строит дугу путем указания начальной и конечной точек и задания величины радиуса (рис. 10, д).



Начало-Конец-Угол — строит дугу путем указания начальной и конечной точек и задания величины центрального угла (рис. 10, е).



Начало-Конец-Направление — строит дугу путем указания начальной и конечной точек направления касательной от начальной точки (рис. 10, ж).



Центр-Начало-Конец — строит дугу по центру, начальной и конечной точкам дуги.



Центр-Начало-Угол — строит дугу по центру, начальной точке и центральному углу.



Центр-Начало-Длина — строит дугу по начальной и конечной точкам и длине хорды, соединяющей начало и конец.



Продолжить — строит дугу от последней указанной вами точки (рис. 10, з).

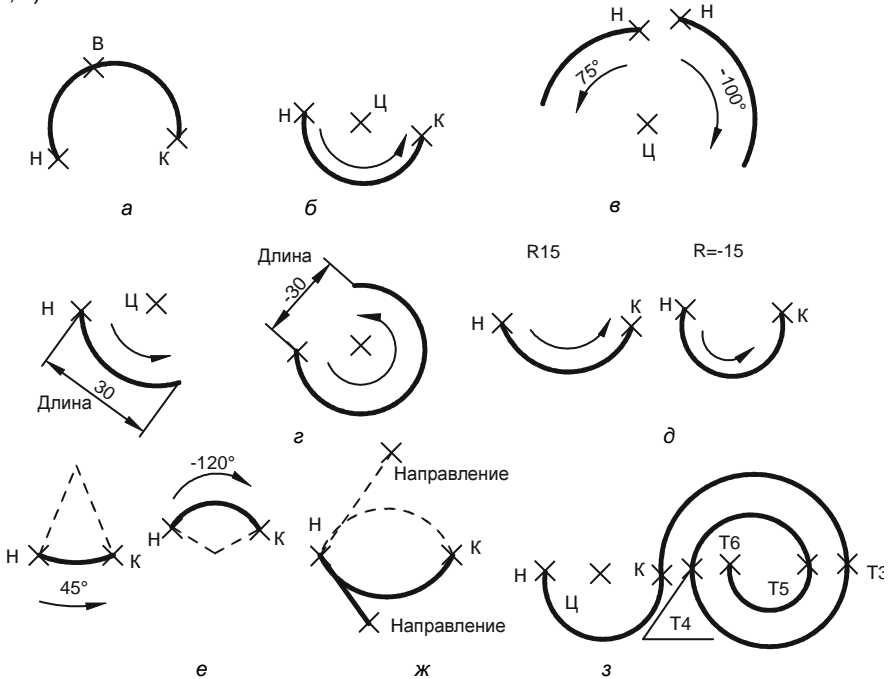


Рис. 10. Пример выполнения команды **Дуга**

Сплайны

Сплайн представляет собой гладкую кривую, проходящую через набор управляющих точек. Сплайны применяются при рисовании кривых произвольной формы и строятся путем задания координат определяющих точек.



Сплайны в *AutoCAD* строятся с помощью команды **Spline** (Сплайн).

Двумерные полилинии

Полилиния представляет собой связанную последовательность линейных и дуговых сегментов. Каждому из сегментов двумерной полилинии может быть присвоено отдельное значение ширины. Полилиния может быть замкнута или разомкнута.

Полилинии могут быть созданы при помощи команд: **PLine** (Плиния), **Donut** (Кольцо), **Ellips** (Эллипс), **Polygon** (Многоугольник) и **Rectang** (Прямоугольник).



Команда **PLine** (Плиния)

Specify start point: Указать точку начала построения полилинии

Current line-width is 0.0000 Текущая ширина полилинии равна 0.0000.

В результате этого в командной строке появится перечень опций текущей команды:

Specify next point or [Arc/ Halfwidth / Length / Undo / Width]:

Следующая точка или [Дуга /Замкнуть / Полуширина /длина /Отменить / Ширина]:

Завершить построение полилинии нажатием кнопки [ENTER], или выбором опции Close (Замкни).

Опции команды Плиния:

- next point - следующая точка — указание положения следующей вершины полилинии.

- Arc - Д (Дуга) - строит дуговые сегменты полилинии.
- Close - З (Замкни) - строит замыкающий прямолинейный сегмент.
- Halfwidth - П (Полуширина) — задает начальную и конечную полуширину.
- Undo - О (ОТМени) - отменяет последний нарисованный сегмент.
- Width - Ш (Ширина) - определяет ширину вновь создаваемых сегментов.

Команда PLine (Плиния) с опцией Arc (Дуга) (рис. 11, б).

Команда: PLine (Плиния)

Spec next point or [Arc/ Halfwidth / Length / Undo / Width]: A ↵

Следующая точка или [Дуга / Замкнуть / Полуширина /длина /Отменить / Ширина]: Д ↵

Specify end point of arc or [An-

gle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius /Second pt/Undo/Width]:

Конечная точка дуги или [Угол / Центр /Замкнуть / Направление / Полуширина / Линейный / Радиус / Вторая / Отменить /Ширина]:

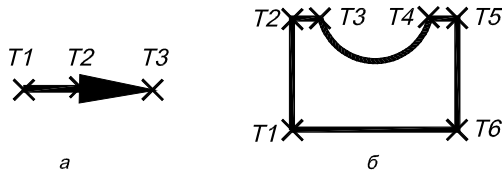


Рис. 11. Пример выполнения команды Плиния



Команда POlygon (Многоугольник)

При помощи команды POlygon (Многоугольник) можно строить замкнутые полилинии в виде правильных многоугольников.

Способы построения многоугольника.

Многоугольник может быть вписанным в окружность или описанным вокруг нее (рис. 12, а и рис. 12, б).

Команда: POlygon (Многоугольник).

Enter number of sides <4>: Число сторон <текущее значение>:

Specify center of polygon or [Edge]: Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:

Задайте опцию размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности <текущее значение>:

Specify radius of circle: Радиус окружности: ввести значние радиуса.

Опции команды *POlygon* (Многоугольник):

- *I Inscribed* В (Вписанный) - задает радиус окружности, на которой лежат вершины многоугольника.
- *C Circumscribed* О (Описанный) - задает расстояние от центра многоугольника до середин его сторон.

Многоугольник также может быть построен путем задания его стороны (рис.12, в и рис. 12,г). В этом случае после задания числа сторон многоугольника следует выбрать опцию *Edge (E)* - Сторона (С) и указать длину стороны.

Команда: *Polygon* (Многоугольник).

Enter number of sides <4>: Число сторон <текущее значение>:

Specify center of polygon or [Edge]: Укажите центр многоугольника или [Сторона]: *E (C)*

Specify first endpoint of edge: Первая конечная точка стороны:

Specify second endpoint of edge: Вторая конечная точка стороны:

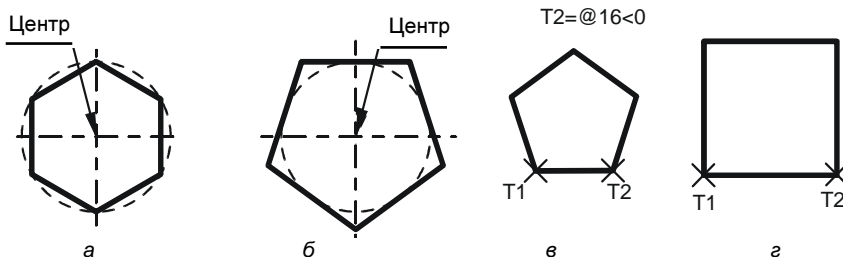


Рис. 12. Пример выполнения команды **Многоугольник**



Команда *Donut* (Кольцо) Кольцо представляет собой полилинию имеющую вид кольца (рис. 13). Для построения кольца следует выбрать команду *Donut* (Кольцо).

Команда: *Donut* (Кольцо).

Specify inside diameter of donut <0.5000>: Внутренний диаметр кольца <текущее значение>:

Specify outside diameter of donut <1.0000>: Внешний диаметр кольца <текущее значение>:

Specify center of donut or <eXit>: Центр кольца или <выход>:

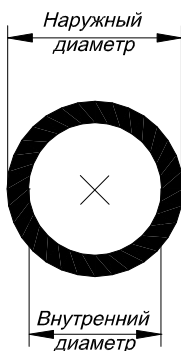


Рис. 13. Пример выполнения команды **Кольцо**



Команда *Rectang* (Прямоугольник)

При помощи команды *Rectang* (Прямоугольник) *AutoCAD* позволяет строить замкнутую полилинию в виде прямоугольника. Прямоугольники могут быть построены с скругленными или со срезанными углами (рис. 14).

Команда: *Rectang* (Прямоугольник).

Specify first corner point or [Chamfer / Elevation / Fillet / Thickness / Width]:

Первый угол или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Высота / Ширина]:

Specify other corner point or [Dimensions]: Второй угол или [размеры]:

Опции команды *Rectang* (Прямоугольник):

- Указание первого и второго углов прямоугольника: две точки, определяющие диагональ прямоугольника (рис.15, а).
- *Chamfer* Ф (Фаска) - задает величину первой и второй фаски, срезающей угол прямоугольника (рис.15, б).
- *Elevation* У (Уровень) - задает уровень, на котором будут создаваться прямоугольники.
- *Fillet* С (Сопряжение) - задает радиус сопряжения сторон (рис.15, в).
- *Thickness* В (Высота) - задает высоту выдавливания прямоугольника.
- *Width* Ш (Ширина) – задает ширину полилинии.

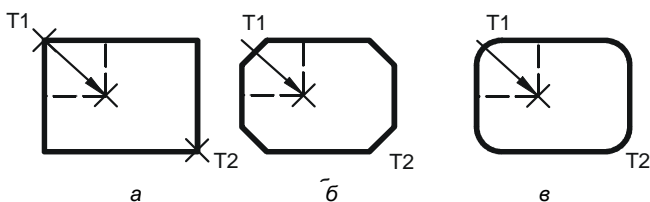


Рис. 14. Пример выполнения команды *Прямоугольник*

Построение закрашенных фигур

AutoCAD позволяет строить закрашенные треугольные и четырехугольные фигуры. Для этого можно применить команду *Solid* (Фигура). Затем последовательно указать вершины двумерной фигуры.

3.7. Выбор объектов

Перед тем как приступить к редактированию, необходимо создать набор, включающий в себя редактируемые объекты. Это может быть как один объект, так и их сочетание. При вызове команды редактирования следует запрос о выборе объектов (*Select objects*), при этом перекрестье курсора заменяется на прицел выбора (*Pickbox*) (рис. 15, а). Объекты можно выбирать явным указанием, т.е., поместив прицел выбора на нужный объект, нажать кнопку выбора устройства указания и повторять несколько раз, пока все интересующие объекты не будут выбраны. Этот способ удобен, если требуется выбрать один или небольшое количество объектов. Если же на запрос выбрать объекты поместить прицел на свободной области чертежа и нажать кнопку выбора устройства указания, то автоматически подгружается опция выбора с помощью Рамки (*Window*) и Секущей рамки (секрамки). Рамкой называется прямоугольник, задаваемый указанием двух противоположных углов слева направо, выбранными окажутся объекты полностью расположенные внутри рамки (рис. 15,б); если же перемещать устройства указания справа налево, выбраны будут объекты, попавшие в рамку полностью и пересеченные ею (рис. 15, в). Выбранные объекты подсвечиваются, т.е. изображаются прерывистой линией. Также предусмотрены другие способы

выбора объектов: Последний, Бокс, РМногоугольник, СМногоугольник, Линия, Все, Группа, Текущий, Единственный.

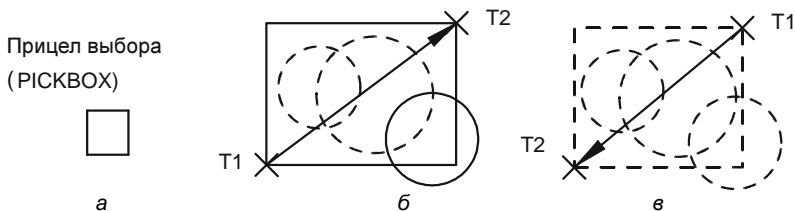


Рис. 15. Способы выбора объектов

3.8. Штриховка



Рис. 16. Диалоговое окно *Hatch* (Штриховка по контуру)

Штрихованием называется заполнение указанной области по определенному образцу.

Штрихование замкнутой области или контура производится командами *Hatch* (Штрих) и *VBHatch* (КШтрих). Команда *VBHatch* (КШтрих) позволяет наносить ассоциативную и неассоциативную штриховку. Ассоциативность штриховки означает, что при изменении границ изменяется и штриховка. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы.

Для выполнения штриховки следует задать ряд параметров (рис. 16):

- в поле *Composition* (Связь с контуром) необходимо указать, какую штриховку вы собираетесь создавать – ассоциативную (*Associative*) или неассоциативную (*Nonassociative*);
- на вкладке *Quick* (Основные), используя возможности полей *Type* (Тип), *Pattern* (Образец), *Swatch* (Структура), необходимо выбрать образец штриховки любым из описанных далее способов.

Поле *Type* (Тип) содержит раскрывающийся список, в котором перечислены следующие типы образцов штриховки:

- *Predefined* (Стандартный);
- *Custom* (По типу линий);
- *User defined* (Пользовательский).

После того, как образец штриховки выбран и заданы его параметры, следует задать область штрихования указанием точек (рис. 17, а), либо выбором объектов (рис. 17, б).

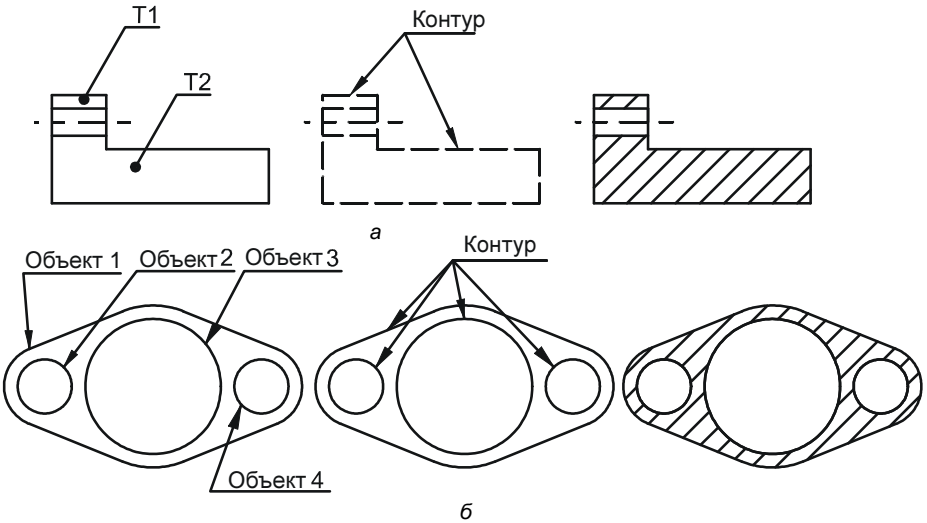


Рис. 17. Пример выполнения команды *Штриховка*

3.9. Редактирование объектов



Рис. 18. Панель редактирования

Почти все команды редактирования вызываются из меню *Edit* и *Modify*, и если первая группа команд в основном работает аналогично командам других приложений *Windows*, широко используя буфер обмена памяти (*Clipboard*), то вторая предназначена прежде всего для изменения геометрических характеристик отрисованных объектов или их свойств.

Сам процесс редактирования может иметь разную последовательность. В первом случае сначала выбирается команда редактирования, и все дальнейшие действия выполняются, строго следуя диалогу команды. Во втором случае предварительно выбираются объекты, которые необходимо изменить, а затем вызывается команда, которая также будет вести диалог. И, наконец, предварительный выбор объектов позволяет использовать редактирование с помощью ручек (стр.30).



Команда *Undo* (Отмени)

Команда позволяет отменить одну, несколько или все команды с момента начала сеанса редактирования.

Отмену последней выполненной операции можно произвести командой *U* или с помощью приведенной выше кнопки. Для отмены сразу нескольких команд пользуйтесь командой *UNDO*, вызываемой с клавиатуры.



Команда *Redo* (Верни)

Предположим, что команда *UNDO* отменила больше, чем вы предполагали. Если вы сразу же выполните команду *Redo* (Верни), любой вариант команды *UNDO* будет отменен.



Команда *Erase* (Сотри)

При помощи команды *Erase* (Сотри) вы можете удалить из чертежа ненужные объекты, выбрав их любым способом.



Команда *Move* (Перенеси)

Для перемещения в любом направлении выбранных объектов применяется команда *Move*.

Команда: *Move* (Перенеси).

Select objects: Выберите объекты:

Specify base point or displacement: T1 *Specify second point of displacement* or <use first point as displacement>: T2

Если необходимо сразу задать смещение, а не базовую точку, то на запрос "Базовая точка или смещение" вводятся расстояния относительного перемещения вдоль координатных осей (рис. 19).

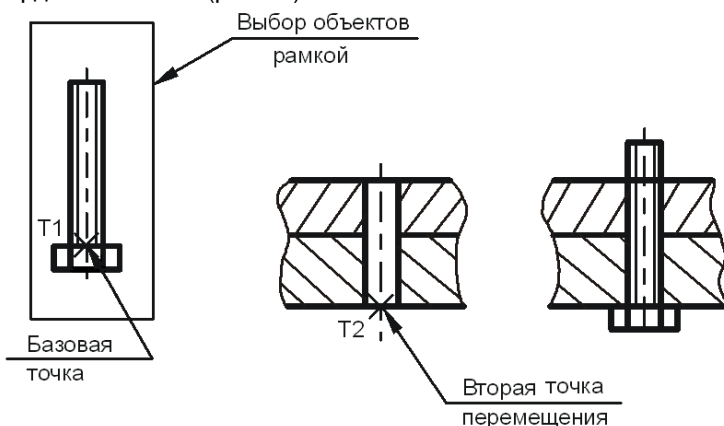


Рис. 19. Пример выполнения команды *Перенеси*



Команда *Rotate* (Поверни)

Команда *Rotate* (Поверни) позволяет поворачивать объекты вокруг точки вращения (базовой точки) на заданный угол. Задание отрицательного угла вра-

щения приводит к повороту объекта по часовой стрелке, а положительного – против часовой стрелки (рис. 20).

Команда: *Rotate* (Поверни).

Select objects: Выберите объекты:

Specify base point: Укажите базовую точку:

Specify rotation angle or [Reference]: Укажите угол поворота или [Ссылка]

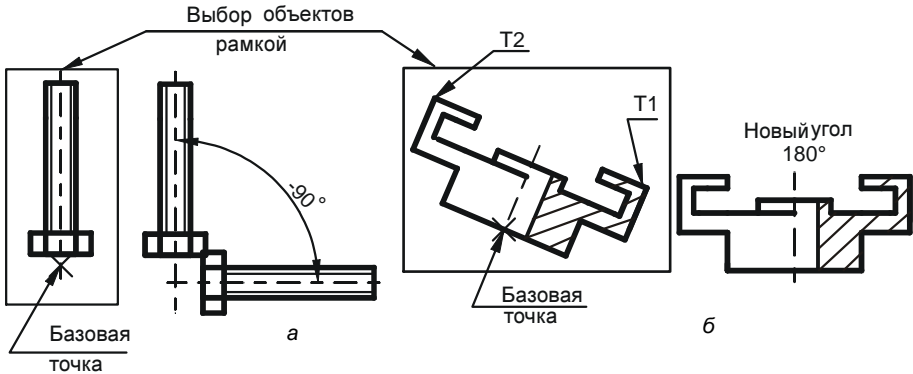


Рис. 20. Пример выполнения команды *Поверот*

При использовании опции *Reference* (Ссылка) угол поворота отсчитывается от оси X. В этом режиме вы должны задать угол ссылки, от которого будет отсчитываться угол поворота, удобно задавать с помощью двух точек T1 и T2, используя при этом объектную привязку.

Команда *Align* (Выровняй)

В Автокаде имеется команда *Align* (Выровняй), которая за один раз выполняет функции двух предыдущих команд, т.е. переносит объект и поворачивает его, устанавливая по месту. Приоритетной парой является первая, потом - вторая, задание второй пары точек будет определять направление выравнивания, а не выдерживание точного расстояния между первой и второй точкой (рис. 21).

Команда: *Align* (Выровняй).

Select objects: Выберите объекты

Specify first source point: Укажите первую исходную точку: T1

Specify first destination point: Укажите первую целевую точку: T1

Specify second source point: Укажите вторую исходную точку: T2

Specify second destination point: Укажите вторую целевую точку: T2

Specify third source point or <continue>: Укажите третью исходную точку

(для редактирования трехмерной модели)

Specify third destination point: Укажите третью целевую точку (для редактирования трехмерной модели)

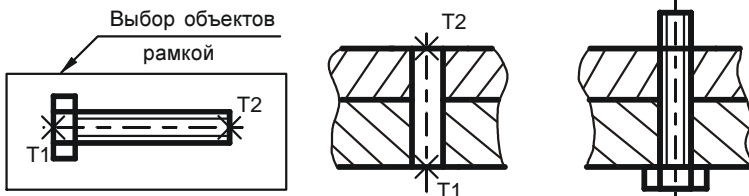


Рис. 21. Пример выполнения команды *Выровняй*

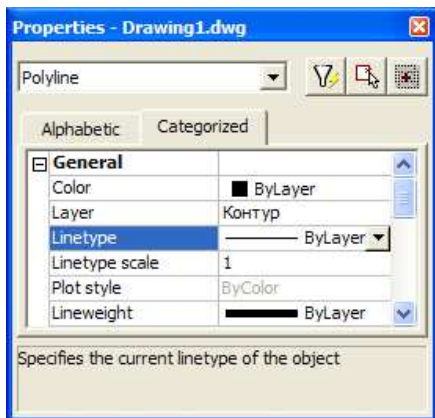


Рис. 22. Диалоговое окно *Properties* (Окно свойств объекта)

Команда *Properties* (Свойства)

Изменение и просмотр таких свойств как слой, цвет, тип линии предварительно выбранных объектов, можно производить, во-первых, с помощью инструментальных средств панели *Object Properties*, расположенных прямо над графической областью экрана, во-вторых, – с помощью диалогового окна *Properties* (рис.22).



Команда *Explode* (Расчлени)

Объекты могут быть простыми (отрезок, дуга) и сложными – составными (полилинии, размеры, блоки). Если вы хотите изменить свойство (цвет, слой, определенные геометрические характеристики) какой-либо части сложного объекта, то его следует предварительно расчленивать на простые составные примитивы. Для этого используется команда *Explode* (Расчлени).



Команда *Scale* (Масштаб)

Величину выбранных объектов относительно других можно изменить с помощью команды *SCALE* (Масштаб). Относительный масштабный коэффициент больше единицы приведет к увеличению объектов, а меньше единицы – к их уменьшению. (рис.23, а) Для указания масштабного коэффициента можно использовать также режим *Reference* (Ссылка) (рис. 23, б).

Команда: *Scale* (Масштаб).

Select objects: Выберите объект

Specify base point: Укажите базовую точку:

Specify scale factor or [Reference]: Укажите масштабный коэффициент или от [Ссылку]: 2.5

или ссылкой: *Specify scale factor or [Reference]*: R (Ссылка)

Specify reference length <1>: длина ссылки Specify second point: 6
Specify new length: новая длина : 3

Допустим, необходимо изменить масштаб одной детали относительно другой, исходная ситуация представлена на рисунке (рис.23, а). С помощью рамки нужно выбрать объекты, относящиеся к изменяемой детали. Затем указать базовую точку, вызвать опцию *Reference* (ссылка) и на предложение указать длину ссылки (длина отрезка 6мм) или задать ее двумя точками T1 и T2. Как только вы указали вторую точку, Автокад предлагает вам ввести новую длину ссылки либо с клавиатуры (новая длина 3мм), либо указанием точки T3 (первую точку система повторяет).

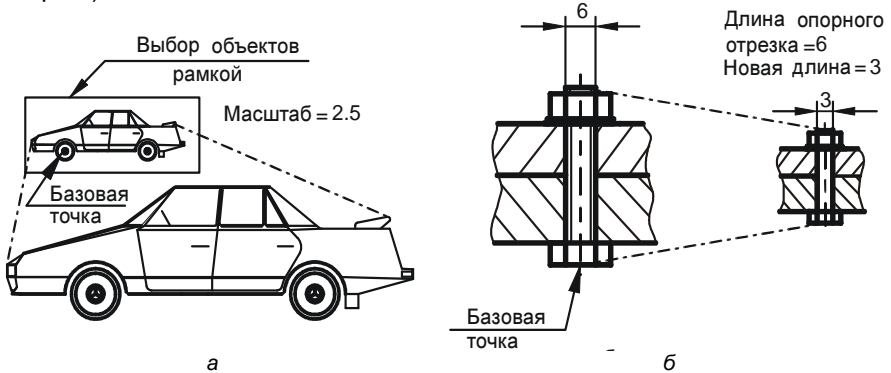


Рис. 23. Пример выполнения команды *Масштаб*

Команда *Lengthen* (Увеличить)

Для изменения или укорачивания на заданную величину линейных незамкнутых объектов используется команда *Lengthen* (Увеличить):

Команда: *Lengthen* (Увеличить).

Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]:

Выберите объект или [ДЕльта/проЦент/Все/ДИнамика]:

AutoCAD измеряет длину выбранного объекта (в т.ч. и замкнутого), выводит ее на экран и снова предлагает 4 способа изменения длины объекта.

DE – величина удлинения (+) или укорочения (–) объекта;

P – изменение длины в процентном отношении;

T – общая конечная длина;

DY – определение длины в динамическом режиме.



Команда *Break* (Разорви)

Команда *Break* (Разорви) обеспечивает стирание части отрезка, полосы, окружности, дуги или двумерной полилинии, разбивая тем самым объект на два объекта (рис. 24).


Команда: *Break* (Разорви).

Select object>: Выберите объект

Enter second point (or F for first point):

Указываемая при выборе точка на объекте считается первой точкой, хотя вы можете ее переопределить (в этом случае введите в ответ не координаты точки, а

символ F). Вторая точка может совпадать с первой, для этого вместо ввода коор-

динат второй точки введите знак @.  (рис.24, б)

Разбиение замкнутой полилинии с удалением части, находящейся между заданными точками разрыва, AutoCAD производит против часовой стрелки (рис.24, г).

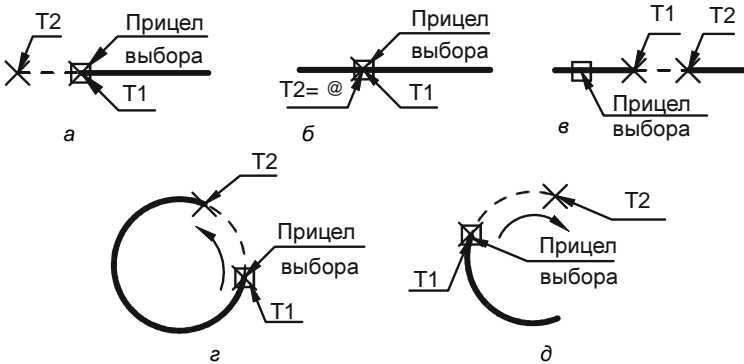


Рис. 24. Пример выполнения команды *Разрыв*



Команда *Trim* (Обрежь)

Команда *TRIM* (Обрежь) удаляет части выбранного объекта до режущих кромок (до объектов, пересекающих выбранный объект). После вызова команды идет запрос объектов в качестве режущих кромок, затем указание части объекта, которая удаляется (рис. 25).

Команда: *Trim* (Обрежь).

Current settings: Projection=UCS, Edge=None

Текущие настройки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Select cutting edges ... Выберите режущие кромки

Select objects: Выберите объект

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:

Выберите обрезаемый объект или [Проекция/Кромка / Отменить]:

На рис.25 показан процесс использования команды *TRIM* (Обрежь):

слева – выбор режущих кромок 1 и объектов, которые нужно обрезать в середине – выбор режущих кромок 2, и справа – окончательный результат.

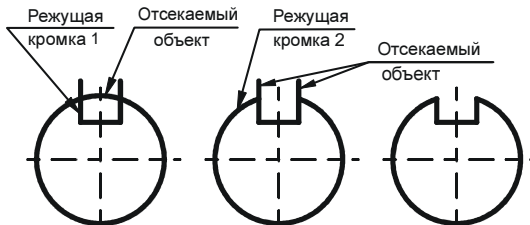


Рис. 25. Пример выполнения команды *Обрежь*



Команда *Extend* (Удлини)

Для удлинения объектов до граничных кромок используется команда *Extend* (Удлини) (рис. 26).

Команда: *Extend* (Удлини).

Current settings: Projection=UCS, Edge=None

Текущие настройки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Select boundary edges ... Выберите граничные кромки

Select objects: Выберите объекты

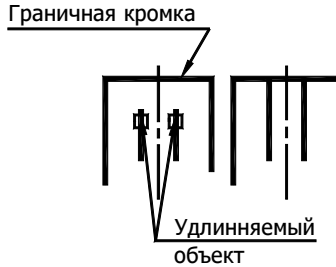


Рис. 26. Пример выполнения команды *Удлини*



Команда *Copy* (Копируй)

Команда *Copy* (Копируй) создает копии выбранных объектов и, так же как команда *MOVE*, переносит их, оставляя оригинал нетронутым (рис. 27).

Команда: *Copy* (Копируй).

Select objects: Выберите объекты

Specify base point or displacement T1, or [Multiple]: Укажите базовую точку (рис. 27,а) или [Несколько]: T1

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: Укажите вторую точку: T2

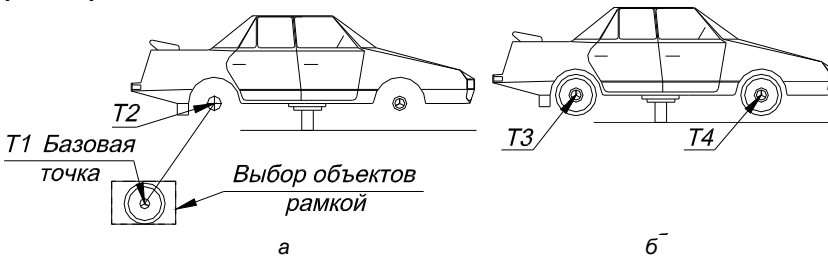


Рис. 27. Пример выполнения команды *Копируй*

Если вы хотите создать сразу несколько копий одного объекта, то перед указанием базовой точки выберите опцию *Multiple* (Несколько) (рис. 27, б). В этом режиме команда будет повторять запрос на указание второй точки для каждой следующей копии T3, T4, пока вы ее не прервете нажатием кнопки *Enter*.



Команда *Array (Массив)*

В Автокаде существует команда *Array (Массив)*, которая позволяет размещать копии объекта или группы объектов в прямоугольный или круговой массив. С каждым получившимся в результате выполнения команды объектом можно в дальнейшем манипулировать независимо от остальных. После выбора объектов команда предлагает выбрать тип массива: *Rectangular* (Прямоугольный) или *Polar* (Круговой).

На следующем рисунке показан исходный объект и результат выполненной команды *Array (Массив)* опция - прямоугольный массив (рис. 28, а).

При создании кругового массива задается последний запрос о необходимости поворота объектов при копировании вдоль дуги кругового массива (рис. 28, б).

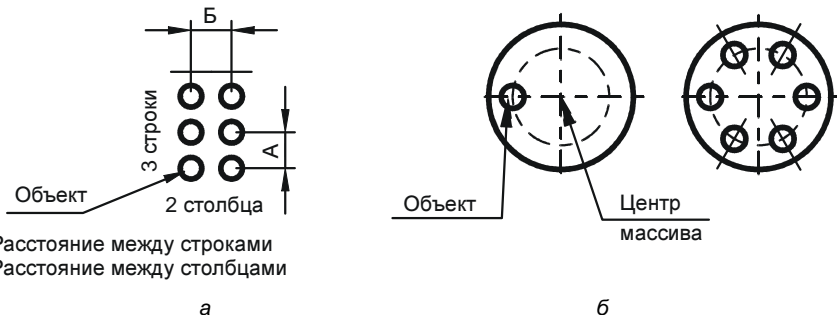


Рис. 28. Пример выполнения команды *Массив*



Команда *Mirror (Зеркало)*

Для создания зеркальных копий объектов относительно задаваемой пользователем оси в Автокаде имеется команда *Mirror* (Зеркало).

Команда: *Mirror* (Зеркало).

Select objects: Выберите объекты

Specify first point of mirror line: *Specify second point of mirror line:* Укажите первую точку оси отражения T1: Вторая точку оси отражения T2

Delete source objects? [Yes/No] <N>: Удалить исходные объекты? [Да/Нет]

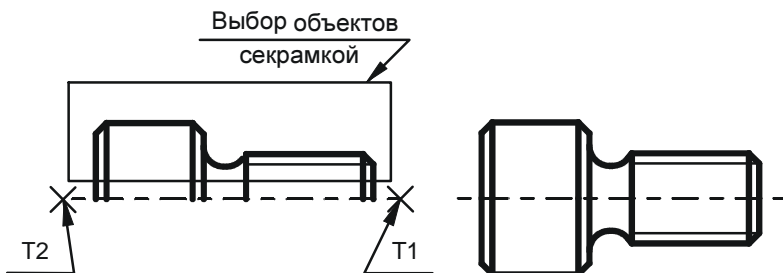


Рис. 29. Пример выполнения команды *Зеркало*



Команда *Fillet* (Сопрягу)

Команда *Fillet* (Сопрягу) обеспечивает плавное сопряжение двух отрезков (рис. 30, а), двух замкнутых полилинии (рис. 30, б), двух окружностей (рис. 30, в), отрезка и дуги (рис. 30, г). Параметры радиуса задаются до выбора сопрягаемых объектов.

Команда: *Fillet* (Сопрягу)

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Текущие настройки: Радиус = 0

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: Выберите первый объект или [полилиния/раДиус/Обрезка/е]: Указать два объекта для сопряжения или выбрать требуемую опцию.

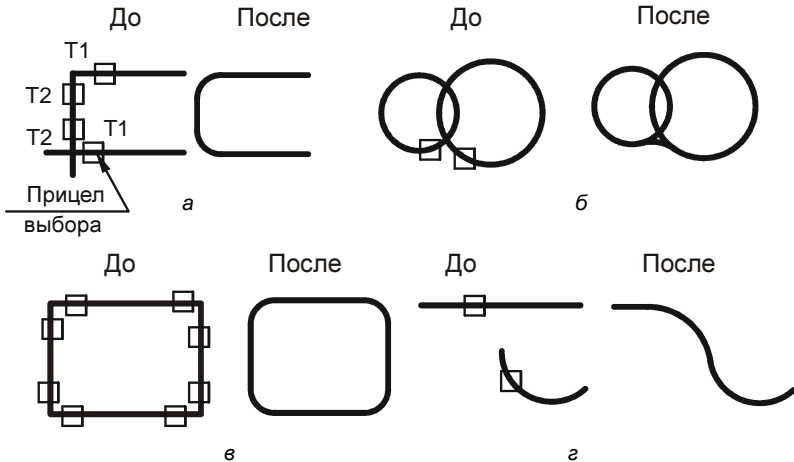


Рис. 30. Пример выполнения команды *Сопрягу*



Команда *Chamfer* (Фаска)

Команда *Chamfer* (Фаска) обеспечивает подрезку двух пересекающихся отрезков на указанном расстоянии от точки пересечения и соединяет концы отрезков новым линейным сегментом. Параметры фаски задаются до выбора объектов.

Команда: *Chamfer* (Фаска).

Current settings: Mode = TRIM, Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000

Текущие настройки: Режим с обрезкой, Длина1=0(текущее значение) Длина2=0(текущее значение)

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: Выберите первый отрезок или [полИлиния/Длина/Угол/Обрезка /Метод]: Указать два отрезка или выбрать требуемую опцию.

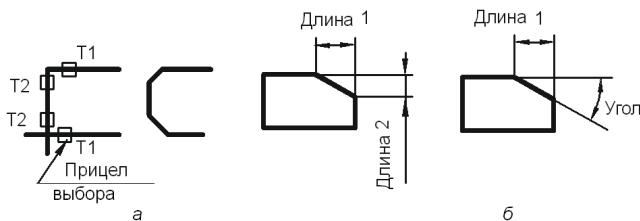


Рис. 31. Пример выполнения команды **Фаска**



Команда **Offset (Подобие)**

Построение нового объекта на основе выбранного линейного объекта, точки которого отстоят на одинаковое расстояние, указываемое величиной смещения, или точкой, через которую проходит новая линия, осуществляется командой *Offset* (Подобие) (рис. 32). Можно явно задать точку, через которую будет проходить новый примитив, для этого надо выбрать из меню опцию *Through* (Через точку).

Команда: *Offset* (Подобие).

Specify offset distance or [Through] <Through>: Величина смещения или [Через точку]

Select object to offset or <exit>: Выберите объект для создания подобных и <выход >

Specify point on side to offset: Через точку

Select object to offset or <exit>: Выберите объект для создания подобных

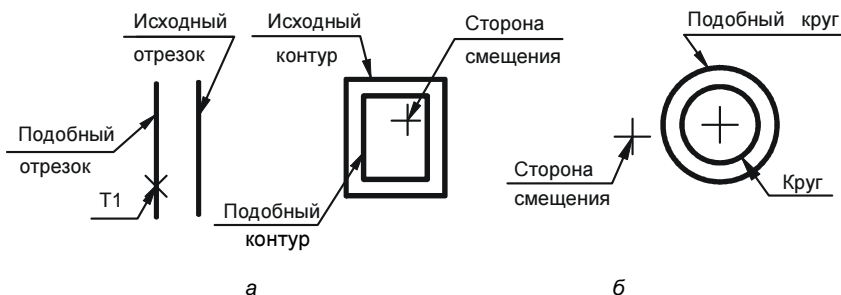


Рис. 32. Пример выполнения команды **Подобие**

Редактирование с помощью **Grips (Ручек)**

В *AutoCAD* имеется способ редактирования примитивов с помощью так называемых ручек. Используя ручки, можно растягивать, перемещать (рис.34, а), поворачивать (рис.34, б), масштабировать и зеркально отображать выбранные объекты, причем все эти действия можно комбинировать со множественным копированием выбранных примитивов. Ручки позволяют работать с примитивами без вызова команд (рис. 33). Только графический курсор и ввод ключевых слов – вот и все, что необходимо для оперативного редактирования.

Процесс редактирования

Ручки появляются при выборе объекта в режиме ожидания команды и располагаются в характерных точках объектов в зависимости от вида примитива. На приведенном рисунке расположение ручек для разных объектов: слева – отрезок и дуга имеют ручки не только в конечных точках, но и в средней; у окружности точки расположены в центре, и в каждом из квадрантов, в текстовой строке, ручка размещается в точке вставки (см. рис. 34,а).

Enter
Move
Mirror
Rotate
Scale
Stretch
Base Point
Copy
Reference
Undo
Properties
Go to URL...
Exit

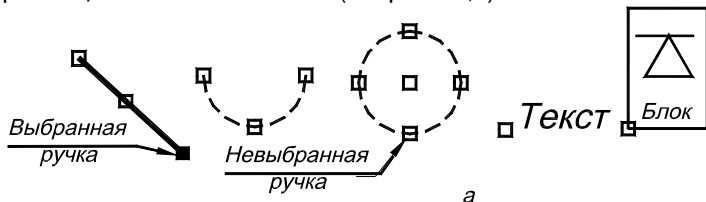


Рис. 33. Контекстное меню

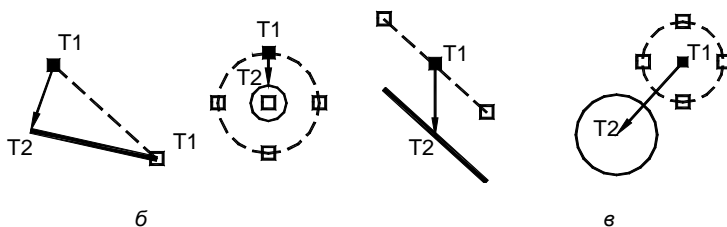


Рис. 34. Пример редактирования с помощью ручек

3.10 Нанесение размеров

Составные элементы размера

Размеры - важная составляющая большинства чертежей, созданных в *AutoCAD*. С помощью размеров создаётся конкретное количественное описание проектируемого изделия с учетом технологических возможностей его изготовления.

Размер на чертеже - сложный объект, состоящий из многих элементов. Очень важно с самого начала разобраться, что именно означают эти элементы и как они связаны с объектом в целом.

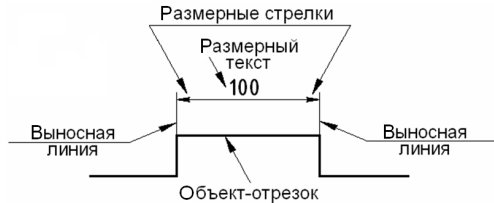
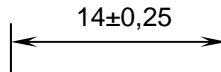


Рис. 35. Составные элементы размера

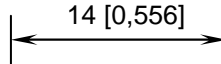
Размерный текст

Размерный текст может состоять:

- из размерного числа;
- предельных отклонений;



• альтернативных единиц (например, рядом с размером в мм можно указать размер в дюймах);



- префикса (\emptyset , R , M) $\emptyset 20$, $R1$, $M24$;
- суффикса (мм, см, ") 20 мм, 40 см, 3/4".


По умолчанию в качестве размерного текста при нанесении размера предлагается размер, измеренный системой. Этот размер можно проигнорировать и поставить свой.

Существуют два свойства, о которых следует помнить, прежде чем приступить к нанесению размеров:

1. Размеры являются блоками. При выборе размера будут выделены все его составные элементы.

2. Размеры ассоциативно связаны с чертежом. Если изменить какие-либо габариты объекта, соответствующие ему размеры будут автоматически скорректированы. Все составные элементы размера можно изменять отдельно. Для этого создаётся новый размерный стиль, который представляет собой именованный набор изменяемых параметров (или элементов) размера.

Создание размерного стиля

Для создания нового размерного стиля нужно щелкнуть на кнопке  *Dimension Style* (Размерный стиль) панели инструментов *Dimension* (Размеры) и на

экране появится диалоговое окно *Dimension Style Manager* (Менеджер размерного стиля). В нем можно определять новые стили или моделировать существующие.

В качестве текущего размерного стиля *AutoCAD* использует встроенный стиль *ISO-25*.

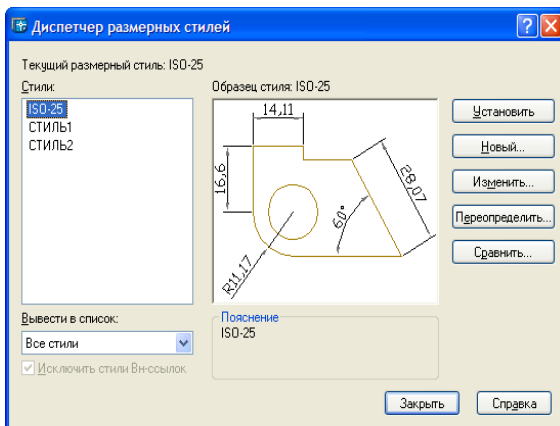


Рис. 36. Диспетчер размерного стиля

Слева показан список доступных стилей. Справа показан образец текущего стиля. В поле *Description* (Описание) выводится описание выбранного стиля.

- Кнопка *Set Current* (Установить текущим) делает текущим размерный стиль.
- Кнопка *New* (Новый) открывает окно создания нового стиля.
- Кнопка *Modify...* (Изменить) открывает окно изменения текущего стиля.
- Кнопка *Override...* (Переопределить) открывает окно переопределения текущего стиля.
- Кнопка *Compare...* (Сравнить) открывает окно сравнения стилей.

После нажатия на кнопку *New* (Новый) появляется окно, в котором надо ввести имя нового стиля и нажать на кнопку *Continue* (Далее).

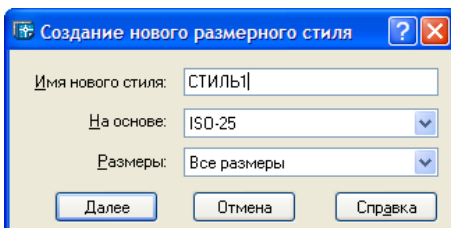


Рис. 37. Окно создания размерного стиля

Затем открывается диалог-окно *New Dimension Style* (Новый размерный стиль).

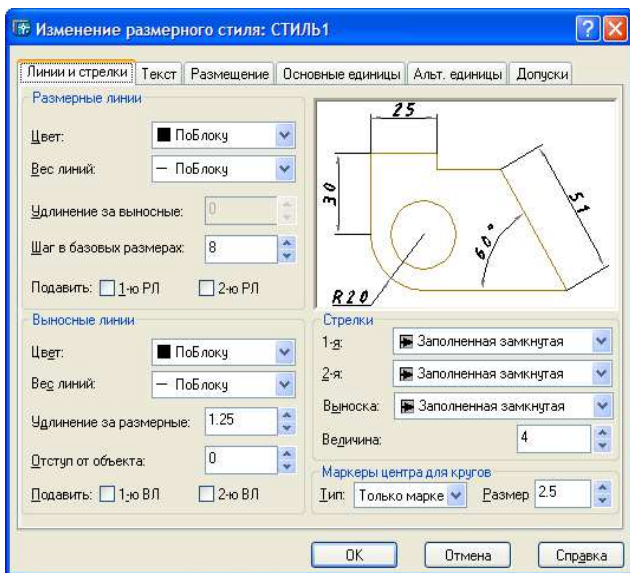


Рис. 38. Окно создания размерного стиля и вкладка *Линии и Стрелки*

Окно менеджера размерных стилей состоит из шести вкладок, с помощью которых приходится настраивать размерные стили.

Вкладка *Lines and Arrows* (Линии и Стрелки)

Вкладка *Lines and Arrows* состоит из четырех групп (рис. 38):

- группа *Dimension Lines* (Размерные линии) позволяет задать цвет линий (*Color*) и толщину линий (*Lineweight*). Параметр *Extend beyond ticks* (Удлинение за выносные) дает возможность указать, на какое расстояние размерная линия должна продлеваться за выносные, если вместо стрелок выбраны засечки. Параметр *Baseline spacing* (Шаг в базовых размерах) задает расстояние между размерными линиями в базовых размерах. Флажки *Suppress* (Подавить) позволяют не показывать первую (*Dim Line 1*) или вторую (*Dim Line 2*) размерные линии.
- группа *Extension Lines* (Выносные линии) позволяет задать цвет (*Color*) и толщину выносных линий (*Lineweight*). Параметр *Extend beyond dim lines* (Удлинение за размерные) дает возможность указать, на какое расстояние выносная линия должна продлеваться за размерную. Параметр *Offset from origin* (Отступ от объекта) задает расстояние, на которое выносные линии отступают от точек объекта. Флажки *Suppress* (Подавить) позволяют не показывать первую (*Ext Line 1*) или вторую (*Ext Line 2*) выносные линии;
- группа *Arrowheads* (Стрелки) позволяет задать тип для первой и второй стрелок. Список *Leader* (Выноска) задает тип стрелки для второй размерной линии. Параметр *Arrow size* (Величина стрелок) позволяет задать величину размерных стрелок;
- группа *Center Marks for Circles* (Маркеры центра для окружностей) позволяет установить тип и размер маркера центра окружности.

Вкладка *Text* (Текст)

Вкладка *Text* (Размерный текст) состоит из трех групп (рис.39):

- группа *Text Appearance* (Свойства текста) позволяет выбрать и установить текущий стиль размерного текста (*Text style*), изменить цвет (*Text color*) и высоту размерного текста (*Text height*). Параметр *Fraction height scale* (Масштаб дробей) задает масштаб дробных значений относительно остального текста путём умножения обычного текста на указанный коэффициент. Флажок *Draw frame around text* (Текст в рамке) размещает текст в рамке;

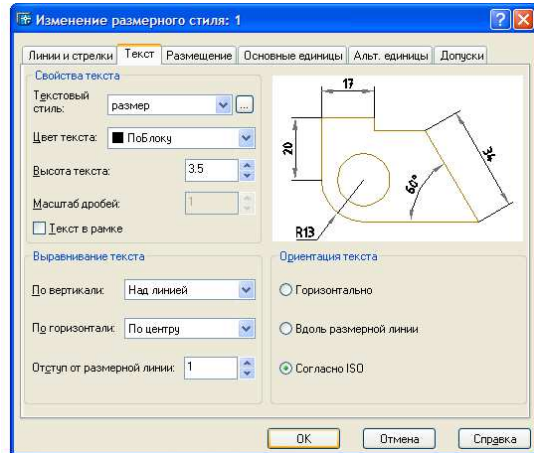


Рис. 39. Окно создания размерного стиля и вкладка *Текст*

- группа *Text Placement* (Выравнивание текста) содержит два выпадающих списка *Vertical*(по вертикали) и *Horizontal* (по горизонтали), которые позволяют задать выравнивание размерного текста;
- группа *Text Alignment* (Ориентация текста) содержит три варианта:
 - *Horizontal* (горизонтально) - размещение текста по горизонтали;
 - *Aligned with dimension line* (Вдоль размерной линии) - размещение текста вдоль размерной линии;
 - *ISO standart* (согласно ISO) - размерный текст располагается вдоль размерной линии, если находится внутри выносных линий, или горизонтально, если находится снаружи;
- группа *Text Placement* (Размещение текста) задает поведение размера при перемещении размерного текста с позиции, заданной по умолчанию размерным стилем: *Beside the dimension line* - перемещать размерную линию; *Over the dimension line, with a leader* - строить выноску; *Over the dimension line, without a leader* - не строить выноску.

Вкладка *Fit* (Размещение)

Вкладка *Fit* (Размещение) состоит из трех групп (рис. 40).

- группа *Fit Options* (Опции размещения) содержит переключатели, с помощью которых можно определить положение относительно друг друга текста и стрелок, если они одновременно не могут быть размещены между выносными линиями: *Either the text...* - либо текст, либо стрелки; *Arrows* – стрелки; *Text* – текст; *Both text and arrows* - текст и стрелки; *Always keep...* - текст всегда между вынос-

ными. Флажок *Suppress arrows...* (Подавить стрелки) дает возможность не отображать стрелки, если они не помещаются между выносными;

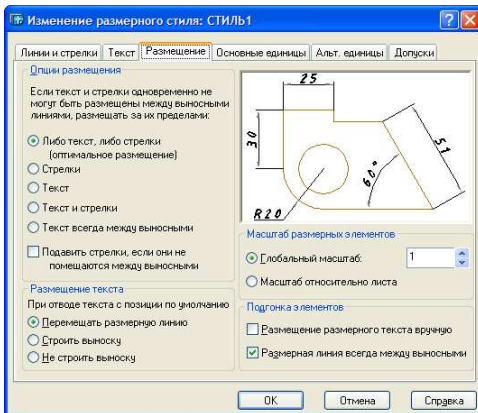


Рис. 40. Окно создания размерного стиля и вкладка *Размещение*

- группа *Scale for Dimension Features* (Масштаб размерных элементов) содержит два параметра, которые позволяют выбрать тип масштабирования: *Use overall scale of* - глобальный масштаб или *Scale dimension to layout* - масштаб относительно листа;
- группа *Fine Tuning* (Подгонка элементов) имеет два флажка *Place text manually...* (Размещение размерного текста), когда положение текста определяется указанием точки и *Always draw dim ...* (Размерная линия всегда между выносными), когда размерная линия рисуется между образмериваемыми точками.

Вкладка *Primary Units* (Основные единицы) управляет установкой формата и точностью основных единиц, а также суффиксов и префиксов размерного текста.

Вкладка *Alternate Units* (Альтернативные единицы) управляет установкой формата, размещением и точностью альтернативных единиц, а также префиксов и суффиксов размерного текста.

Вкладка *Tolerances* (Допуски) управляет отображением и форматом допусков в размерном тексте.

Нанесение размеров

AutoCAD позволяет представлять различные типы размеров, которые можно отформатировать множеством способов. Условно их можно разделить на три основных типа: линейные (горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые, ординатные, базовые и размерные цепи), радиальные (радиусы и диаметры) и угловые. Большинство размеров состоит из таких элементов: размерный текст, размерная линия, выносные линии, размерные стрелки.

Команды простановки размеров находятся в меню *Dimension* (*Размеры*) или на панели инструментов *Dimension* (*Размеры*) (рис. 41)..



Рис. 41. Панель инструментов *Dimension (Размеры)*



Quick Dimension (Быстрый размер) используется для быстрого нанесения размеров нескольких выбранных объектов. Команда полезна для нанесения нескольких размеров от общей базы или цепочкой, а также для нанесения размеров для нескольких окружностей и дуг.

Запросы команды *Quick (Быстрый)*:

Specify dimension line position, or

[Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit]<Continuous>:

Continuous (Продолжить) - нанесение размерной цепи между выбираемыми точками.

Staggered (Ступенчатый) - нанесение ступенчатых размеров между выбираемыми точками.

Baseline (Базовый) - нанесение базовых размеров между выбираемыми точками.

Ordinate (Ординатный) - нанесение ординатных размеров между выбираемыми точками.

Radius (Радиус) - нанесение радиусов выбранных кругов или дуг.

Diameter (Диаметр) - нанесение диаметров выбранных кругов или дуг.

datumPoint (Точка) - задание новой базовой точки для нанесения базовых или ординатных размеров размера.

1. Выбрать команду *Quick (Быстрый)*;
2. Выбрать объекты для нанесения размеров (рис. 42, а).
3. Нажать *[ENTER]*.
4. Указать положение размерной линии (рис. 42, б).
5. Щелкнуть ЛКМ (рис. 42, в).

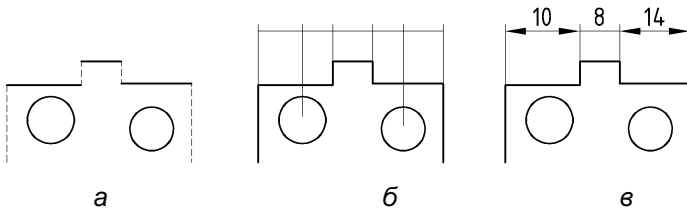


Рис.42. Пример простановки *быстрого размера*



Linear Dimension (Линейный размер). Линейные размеры отражают расстояние между двумя точками на плоскости XY. Чтобы размеры были точными, при их нанесении следует использовать объектную привязку.

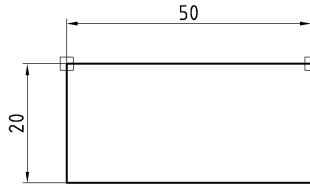


Рис. 43. Пример простановки *линейного размера*

Нанесение линейного размера:

1. Выбрать команду *Linear*.
2. Выбрать первую точку размера.
3. Выбрать вторую точку размера.
4. При необходимости выбрать один из запросов (см. ниже).
5. Выставить размерную линию и щелкнуть ЛКМ (рис.43)

Запросы команды *Linear*:

Specify dimension line location or

[Mtext/ Text/ Angle/ Horizontal/ Vertical/ Rotated]:

Mtext (Мультитекст) - редактирование размерного текста в редакторе многострочного текста. Позволяет добавить любой текст до и после скобок или полностью изменить измеренное значение, удалив угловые скобки, и ввести свое значение размера.

Text (Текст) - редактирование размерного текста в командной строке.

Angle (Угол) - позволяет задать угол поворота размерного текста. *Horizontal* (Горизонтальный) - горизонтальная ориентация размера.

Vertical (Вертикальный) - вертикальная ориентация размера.

Rotated (Поворот) - позволяет выполнить поворот размерной и выносной линий.



Aligned Dimension (Параллельный размер) строится параллельно прямой, на которой расположены точки выносных линий.

1. Выбрать команду *Aligned*.
2. Выбрать первую точку размера.
3. Выбрать вторую точку размера.
4. При необходимости выбрать один из запросов.
5. Выставить размерную линию и щелкнуть ЛКМ (рис.44).

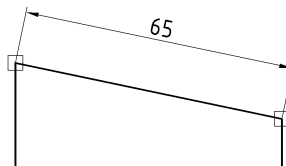


Рис. 44. Пример простановки *параллельного размера*



Ordinate Dimension (Ординатный размер) показывает расстояние по оси координат от базовой точки до образмериваемого объекта. Ординатный размер

состоит из значений координат X или Y и выноски. Текст ординатного размера располагается вдоль выноски. Запросы команды позволяют изменить размерный текст и угол наклона размерного текста (рис. 45).

1. Выбрать команду *Ordinate*.
2. Выбрать точку размера.
3. Выбрать направление размера (по оси X или Y).
4. При необходимости выбрать один из запросов.
5. Выставить размерную линию и щелкнуть ЛКМ.

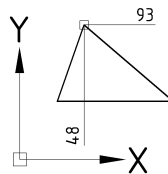


Рис. 45 Ординатные размеры верхнего угла треугольника от начала координат

Запросы команды *Ordinate*:

Specify feature location:

Specify leader endpoint or [Xdatum/Ydatum/Htext/Text/Angle]

Xdatum (значение X) - измерение расстояния по оси X .

Ydatum (значение Y) - измерение расстояния по оси Y .

Mtext (Мультитекст) - редактирование размерного текста в редакторе многострочного текста.

Text (Текст) - редактирование размерного текста в командной строке.

Angle (Угол) - задание угла поворота размерного текста.



Radius Dimension (Размер радиуса окружности) используется для простановки размеров дуг, окружностей. Размерная линия имеет одну стрелку. Измеренному значению предшествует символ R .

1. Выбрать команду *Radius*.
2. Выбрать дугу или окружность.
3. Расположить размерную линию и щелкнуть ЛКМ (рис. 46).



Рис. 46. Пример простановки радиального размера



Diameter Dimension (Размер диаметра окружности) используется для образмеривания дуг, окружностей. Измеренному значению предшествует символ \varnothing .

1. Выбрать команду *Diameter*.
2. Выбрать дугу или окружность.
3. Расположить размерную линию и щелкнуть ЛКМ (рис. 47).



Рис. 47. Пример простановки диаметра



Angular Dimension (Угловой размер) наносится для обозначения различных углов.

1. Выбрать команду *Angular*.
2. Нажать [ENTER].
3. Указать вершину угла (рис.48, а).
4. Указать конечные точки угла (рис. 48, б).
5. Указать положение размерной дуги и щелкнуть ЛКМ (рис. 48, в).

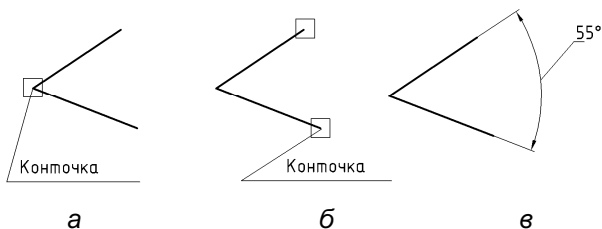


Рис. 48. Пример простановки углового размера

Если после выбора команды *Angular* выделить образмериваемый объект, то в зависимости от того, что будет образмериваться (рис. 49), начальные запросы в командной строке будут отличаться.

Запросы команды *Angular*:

1. Запрос после выбора дуги:
Select arc, circle, line, or <specify vertex>:
{Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]} - расположить размерную дугу или ввести другой запрос.
2. Запрос после выбора окружности:
Select arc, circle, line, or <specify vertex>:
Specify second angle endpoint: - указать вторую точку угла.
3. Запрос после выбор отрезка:
Select arc, circle, line, or <specify vertex>:
Select second line: - указать вторую линию.

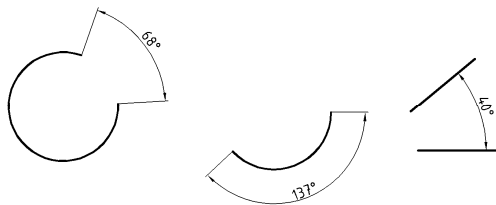


Рис. 49. Пример простановки углового размера на дуге, окружности и отрезках



Baseline Dimension (Базовый размер) используется для нанесения размеров, начинающихся в одной и той же точке, но заканчивающихся в разных точках, и расположенных друг над другом на равных расстояниях. Позволяет наносить ординатные, угловые и линейные размеры.

Обязательным условием нанесения базового размера является наличие на чертеже хотя бы одного размера. Каждая новая размерная линия будет смещена от предыдущей на величину указанного шага (рис. 50), заданного на вкладке *Lines and Arrows* в окне диалога *Dimension Style Manager*.

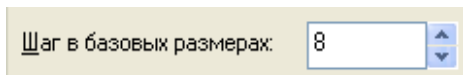


Рис. 50. Область установки шага смещения размерных линии

Пример простановки базового размера:

1. Выбрать команду простановки размера нужного типа, который надо использовать в качестве базового.
2. Проставить нужный размер (рис. 51, а).
3. Выбрать команду *Baseline*. Выбрать вторую точку и щелкнуть ЛКМ.
4. Повторить пункт 3 столько раз, сколько размеров надо проставить.
5. Нажать клавишу [ENTER] (рис. 51. б).

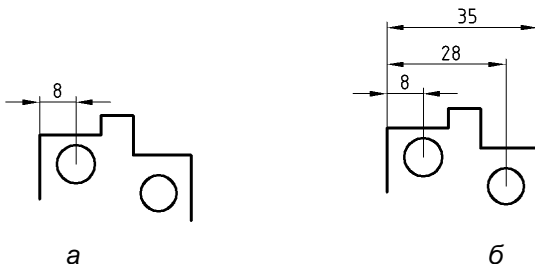


Рис. 51. Пример простановки базовых линейных размеров



Continue Dimension (Размерная цепь) используется для простановки смежных размеров. Команда позволяет наносить линейные, угловые и ординатные размеры от второй выносной линии предыдущего размера. Для нанесения размерной цепи на чертеже должен быть проставлен хотя бы один размер.

1. Выбрать команду простановки размера нужного типа, который надо использовать в качестве начала размерной цепи.
2. Проставить нужный размер (рис. 52, а).
3. Выбрать команду *Continue*.
4. Выбрать вторую точку и щелкнуть ЛКМ.
5. Повторить пункт 4 столько раз, сколько размеров надо проставить.
6. Нажать клавишу [ENTER] (рис. 52, б).

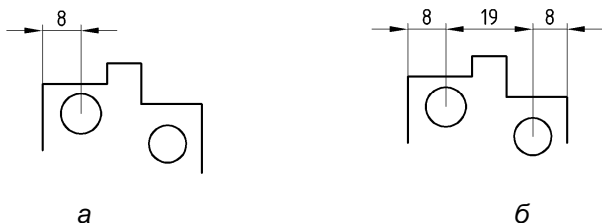


Рис. 52. Пример простановки размерной цепочки



Quick Leader (Быстрая выноска) позволяет нанести на чертеж пояснительную надпись.

1. Выбрать команду *Quick Leader*.
2. Указать первую точку выноски.
3. Указать вторую точку выноски.
4. Указать следующую точку выноски.
5. Ввести ширину.

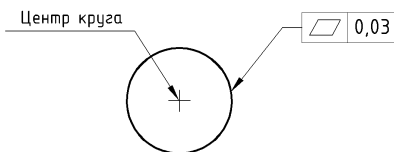


Рис. 53. Пример простановки выносок

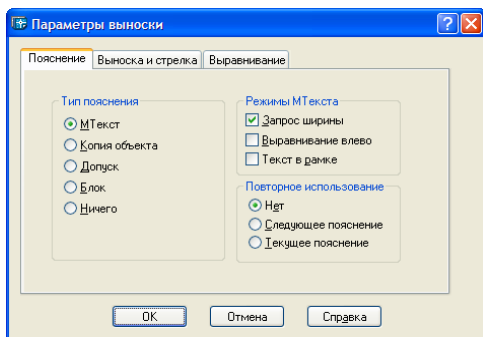


Рис. 54 Окно диалога *Leader Settings* (Параметры выноски)

Запросы команды *Quick Leader: Settings* (Параметры) - вызов окна диалога *Leader Settings* (рис. 54). Диалоговое окно *Leader Settings* содержит три вкладки *Annotation* (Пояснения), *Leader Line & Arrow* (Выноска и стрелка), *Attachment* (Выравнивание).



Tolerance (Допуск) позволяет задать допуски формы и расположения. Допуски проставляются в рамках, состоящих из двух частей. В первой находится графический символ, обозначающий вид допуска (формы, расположения и т.д.), во второй части - числовое значение допуска (рис. 55).

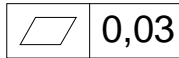


Рис. 55. Обозначение допуска

1. Выбрать команду *Tolerance*.
2. В появившемся окне диалога *Geometric tolerance* проставить нужные значения и обозначения для формирования допуска.
3. Щелкнуть по кнопке *OK*.



Center Mark (Маркер центра) позволяет обозначить центры окружностей маркером центра (рис. 56). Параметры маркеров центра задаются на вкладке *Lines & Arrows* окна диалога *Dimension Style Manager*.

1. Выбрать команду *Center Mark*.
2. Выбрать окружность, центр которой надо промаркировать.

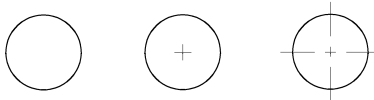


Рис. 56. Обозначение центра окружности



Dimension Edit (Редактирование размерного текста) позволяет редактировать размерное число и положение размера.

1. Выбрать команду *Dimension Edit*.
2. Ввести нужный запрос.
3. Ввести параметры запроса.
4. Выбрать редактируемый размер для внесения изменений.

Запросы команды *Dimension Edit* - *dimedit* (Редактирование размерного текста):

Enter type of dimension editing [Home/New/Rotate/Oblique] <Home>:

Home (Вернуть) – возврат откорректированного стиля к прежнему состоянию.

New (Новый) – ввод нового размерного текста.

Rotate (Повернуть) – задание угла поворота размерного текста.

Oblique (Наклонить) – позволяет наклонить выносные линии линейных размеров.

Выбор параметра *New* (Новый) позволяет набрать новый текст вместо существующего. *AutoCAD* открывает окно *Multiline Next Editor* (Редактор многострочного текста) с угловыми скобками (< >), которые показывают текст размерной надписи (рис. 57).

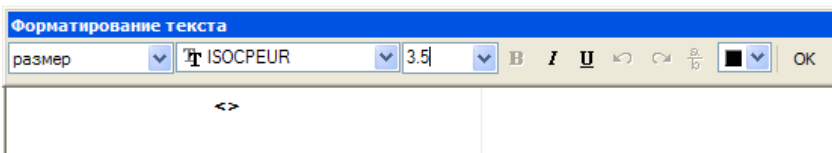


Рис. 57. Редактор многострочного текста



Dimension Text Edit (Редактирование положения текста)

1. Выбрать команду *Dimension Text Edit*.
2. Выбрать редактируемый размер.
3. Ввести в командной строке нужный запрос.
4. Если необходимо введите параметры запроса и выделите редактируемый размер.

Запросы команды *Dimension Text Edit* (Редактирование положения текста):

Select Dimension:

Specify new location for dimension text or [Left/Right/Center/Home/Angle]

Left (Влево) – выравнивание размерного текста влево вдоль размерной линии.

Right (Вправо) – выравнивание размерного текста вправо вдоль размерной линии.

Center (Центр) – выравнивание размерного текста по центру размерной линии.

Home (Вернуться) – вернуть перемещенный ранее текст в исходное состояние.

Angle (Угол) – повернуть размерный текст.



Dimension Update (Обновить размерность) позволяет создать новый размерный стиль, изменить описание существующего размерного стиля, сравнить размерные стили и т. д.

Запросы команды *Dimension Update:*

[Save/Restore/STatus/Variables/Apply/?] <Restore> : _apply

Select objects: выбор объектов.

Save (Сохранить) – позволяет сохранить в размерном стиле текущие значения размерных переменных.

Restore (Восстановить) – позволяет сделать введенный стиль или размер текущим.

STatus (Статус) – вывод списка всех размерных переменных

Variables (переменные) – вывод значений переменных введенного стиля или стиля выбранного размера.

Apply (Применить) – позволяет выбрать размеры, которые будут обновлены в соответствии с текущими размерными стилями и действующими переопределениями.

? – вывод списка размерных стилей.

Dim Style Control (список размерных стилей)

позволяет выбрать новый текущий стиль.

Размер можно редактировать точно так же, как свойства любого объекта. Для этого достаточно выбрать кнопку *Properties* (Свойства) стандартной панели инструментов и указать один или несколько размеров. В ответ активизируется окно *Properties* (Свойства). В списке этого окна будут перечислены свойства объекта *AutoCAD* "размер", в том числе и те, которые можно редактировать. Внесенные изменения сразу же отобразятся на экране.

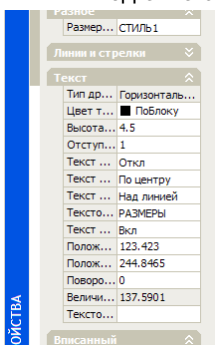


Рис. 58. Диалог-окно *Properties* (Свойства) размера

Использование ручек для редактирования размеров

Ручки (Grips) – это способ редактирования объектов, при котором команды *AutoCAD* в явном виде не вызываются. Ручки – это маленькие квадратики, появляющиеся в точках объектной привязки при выборе объекта без вызова команды. С помощью ручек объекты можно растягивать, переносить, поворачивать, масштабировать и отражать.

Если объектом редактирования с помощью ручек является размер, то квадратики устанавливаются на концах размерной линии в точке вставки значения.

Чтобы передвинуть размерную линию ближе или дальше от измеряемого объекта, выберите размер и высветите ручки. Щелкните по одной из ручек на конце размерной линии, чтобы сделать её активной, и перенесите её в нужное положение. При переносе только значения размера активизируйте средний квадратик и переносите размерное число в заданное место.

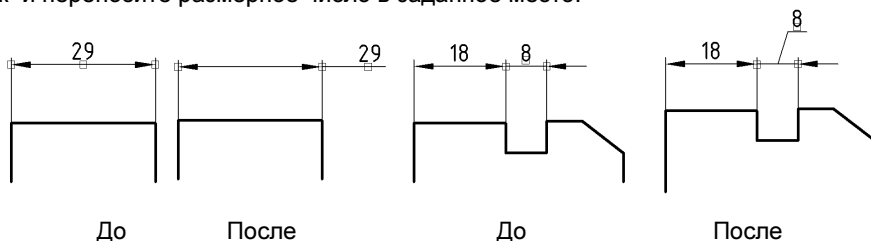


Рис. 59. Редактирование размера с использованием ручек

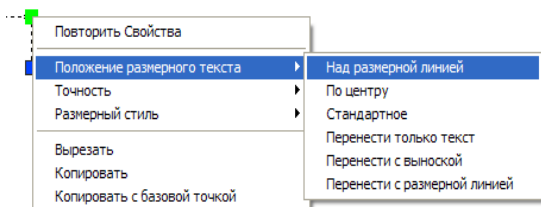


Рис. 60. Контекстное меню положения размерного текста

Редактировать размер, используя ручки, можно с помощью контекстного меню. Для этого надо сначала выбрать размер, затем нажать правую клавишу мыши и из появившегося контекстного меню *Dim Text Position* (Положение размерного текста) выбрать нужный вариант.

3.11 Блоки и атрибуты Определение блока

Блок называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единый объект. Описание блока создается один раз с целью многократного использования в данном и других чертежах. Блок может содержать любое количество графических примитивов, а также включать в себя другие блоки. При объединении примитивов в блок и при вставке блока в чертеж их свойства (тип линии, толщина, слой, цвет, вес) сохраняются. Если примитивы были вычер-

чены на слое 0, то при вставке в другой слой чертежа они приобретают свойства текущего слоя. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом, расчленять на составляющие объекты и редактировать. С каждым блоком можно связать атрибуты, т.е. текстовую информацию, задаваемую пользователем. Переопределение блока приводит к изменению изображения на всех его вставках. Применение блоков позволяет сокращать размеры файлов.

Команды работы с блоками:

BLOCK (БЛОК) – создание блока, хранящегося в данном файле (чертеже);

WBLOCK(ПБЛОК) – создание блока, хранящегося в отдельном файле;

INSERT (ВСТАВКА) – вставка блока в чертеж/

Создание блока с атрибутами

Атрибуты – специальные примитивы, содержащие текстовую информацию, которая может изменяться при вставке блока в чертеж. Параметры атрибута задаются в диалоговом окне *Attribute definition* (Описание атрибута) (рис. 61): *Draw*→*Block*→*Define attribute...* (Рисование→Блок→Задание атрибутов...).

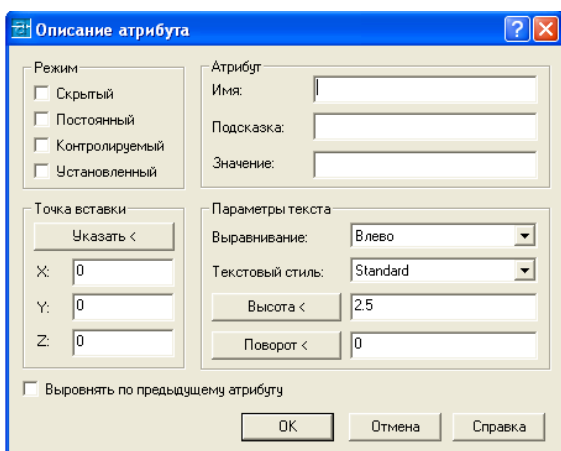


Рис. 61. Диалог-окно задания атрибутов

Область **Mode (Режим)** позволяет задавать следующие режимы атрибута:

Invisible (Скрытый) – значение атрибута при вставке блока не отображается на экране;

Constant (Постоянный) – атрибут имеет постоянное (неизменяемое) значение, которое не запрашивается при вставке блока;

Verify (Контролируемый) – запрашивает значение атрибута при вставке блока;

Preset (Установленный) – атрибут вставляется с установленным значением (значение не запрашивается), но может быть изменен путем редактирования.

Область **Attribute (Атрибут)** позволяет задавать данные атрибута:

Tag (Имя) – определяет имя атрибута;

Prompt (Подсказка) – позволяет задать текст запроса значения атрибута, который появляется в командной строке во время вставки блока;

Value (Значение) – задает значение атрибута по умолчанию (может быть пустым).

Область **Text Options** (Опции текста) позволяет задавать параметры текста атрибута.

Кнопка **Pick point** (Указать) дает возможность указать точку вставки атрибута на чертеже. Координаты точки отображаются в соответствующих полях.

Для создания и использования блока с атрибутами необходимо:

1. Начертить объекты, которые будут составлять блок.
 2. Вызвать диалоговое окно *Attribute Definition* (Значение атрибута):
Draw→Block→Define attributes (Рисование→Блок→Задание атрибутов...).
- Установить в нем параметры одного из атрибутов и нажать на **OK**. На экране появится текстовая строка с именем атрибута. Повторить эту процедуру для всех атрибутов блока.
3. Вызвать диалоговое окно *Block Definition* (Описание блока):
Draw→Block→Make... (Рисование→Блок→Создать...).

Определить в нем параметры блока и нажать на **OK**. При выборе объектов указать на ранее построенное изображение и имена атрибутов. Для вставки блока вызвать диалоговое окно *Insert block...* (Вставка Блока...)

4. Выбрать из списка имя нужного блока, указать на экране точку вставки, при необходимости задать масштаб и угол поворота.

Существует возможность ввода значений атрибутов не в командной строке, а через диалоговое окно. Для этого нужно системной переменной *ATTDIA* присвоить значение 1, тогда при вставке блока после указания расположения и масштаба появится диалоговое окно ввода атрибутов, представляющее собой простой список с подсказками и полями для изменения текстовых значений.

Редактирование атрибутов

Точку вставки атрибутов можно поменять с помощью ручек.

Команды, позволяющие редактировать атрибуты, можно вызвать из падающего меню: *MODIFY*→ *OBJECT*→ *ATTRIBUTES* (РЕДАКТИРОВАНИЕ) → *Объекты* → *Атрибуты*), из панели инструментов *РЕДАКТИРОВАНИЕ 2* (рис. 62) или двойной клик ЛКМ на значении атрибута.



Рис. 62. Панели инструментов *РЕДАКТИРОВАНИЕ 2*

1-ый редактор атрибутов блока позволяет изменить настройки атрибутов конкретного выбранного блока. Для вызова редактора надо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на нужном блоке.

2-ой диспетчер атрибутов блока позволяет внести изменения в описание любых атрибутов, созданных в данном файле чертежа, при этом атрибуты уже вставленных блоков также обновятся.

Примеры создания блока с атрибутом

Пример 1

Знак шероховатости поверхностей целесообразно оформить как блок, атрибутом которого является значение параметра шероховатости. Размеры самого знака и высота текста определяются размерным стилем, используемым в данном чертеже. Пример рассмотрен для высоты размерных надписей 3,5 мм, используется текстовый стиль «размеры».

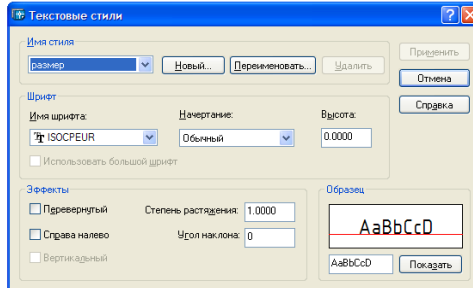


Рис. 63. Диалог-окно создания текстового стиля

1. Построение геометрических объектов, из которых состоит блок, предполагает наличие текущего слоя «Шероховатость» черного цвета. На свободном месте чертежа строится знак шероховатости (рис.64).

Команда: *Pline* (Плиния):

Начальная точка: указание точки T1 (произвольно).

Текущая ширина плиннии равна 0.0000.

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: ш

Начальная ширина <0.0000>: 0.25.

Конечная ширина <0.2500>:

Следующая точка или [Дуга/...]: @4<-60 - указание точки T2.

Следующая точка или [Дуга/...]: @6<-60 - указание точки T3.

Следующая точка или [Дуга/...]: @12,0 - указание точки T4.

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:[ENTER]

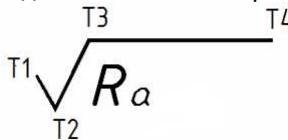


Рис. 64. Построение знака шероховатости

Обозначение параметра создается командой *Mtext* (Многострочный текст), который располагается так, как показано на рис.64.

Команда: *Mtext* (Многострочный текст):

R – имя шрифта «ISOCPEUR», высота 3.5, регистр английский;

a - имя шрифта «ISOCPEUR», высота 2.5, регистр русский.

2. Определение параметра шероховатости как атрибут:

Draw→*Block*→*Define attribute...* (Рисование →Блок → Задание атрибутов...)

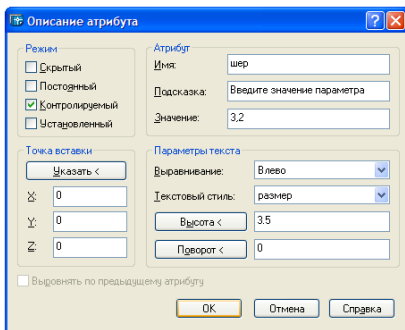


Рис. 65. Диалог-окно задания атрибутов

Положение атрибута указать на экране в точке P_1 (рис.33) и установить выравнивание текста – влево.

При необходимости положение атрибута (ШЕР) можно откорректировать, пользуясь ручками или командой *Move* (*Перенеси*). Настройка атрибута приведена на рис. 65.

3. Создание блока с атрибутом:

Draw → *Block* → *Make...* (*Рисование* → *Блок* → *Создать...*)

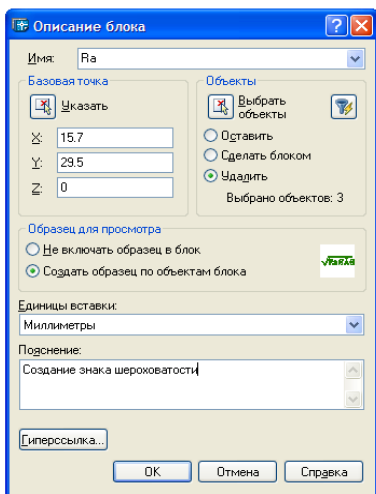


Рис. 66. Диалог-окно создания блока

Необходимо указать (рис. 66):

- имя блока (R_a);
- объекты удобно выбрать при помощи рамки;
- точку вставки на экране с привязкой ПЕРесечение (P_2) (рис. 67);
- масштаб и угол поворота при необходимости.

После создания блок с экрана исчезнет.

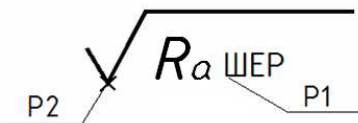


Рис. 67. Указание точки вставки блока

4. Вставка блока:

Insert → *Block...* (*Вставка* → *Блок...*)

При вставке блока «Шероховатость» в чертеж следует использовать привязку БЛИжайшая, при необходимости вначале построить выноску, нужное значение параметра шероховатости указать в командной строке и подтвердить указанное значение (рис. 68).

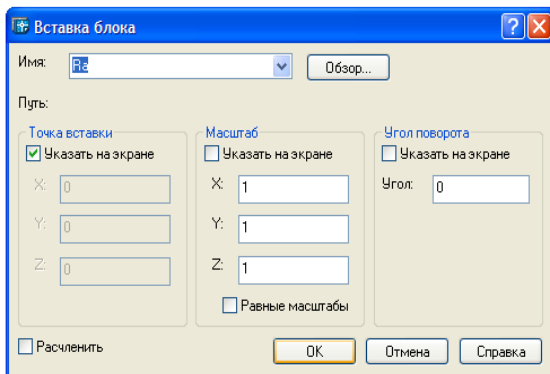


Рис. 68. Диалог- окно вставки блока

Команда: *Insert (Вставка)* – в диалог-окне ввести следующие параметры:
 точка вставки или [Масштаб/X/Y/Z/Поворот/Масштаб/X/Y/Z/Поворот]:
 Введите значения атрибутов.
 Введите значение шероховатости <Ra3,2>:Ra 6,3.
 Проверьте значения атрибутов.
 Введите значение шероховатости <Ra6,3>:

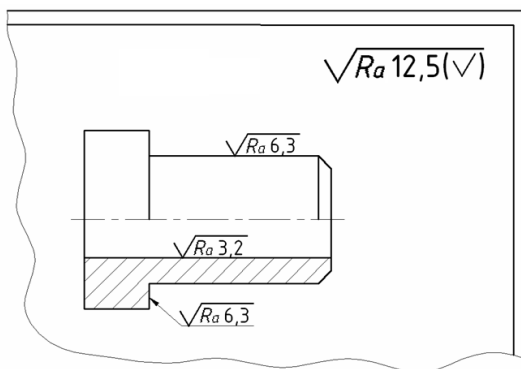


Рис. 69. Пример вставки блока «Ra» в чертёж

Пример 2

Знак шероховатости, который наносят в верхнем правом углу должен быть в 1,5 раза больше, чем на чертеже. Он может быть создан на основе дважды вставленного блока «Ra», расчлененного и отредактированного. Затем удобно оформить угловой знак как новый блок с атрибутом:

- 1) вставить блок «Ra» с масштабом 1,5;
- 2) вставить блок «Ra» с масштабом 1, расположив его на одном уровне с текстом как показано на рис. 70;

$$\sqrt{Ra_{12,5}} \sqrt{Ra_{3,2}}$$

Рис. 70. Вставка блока «Ra» дважды

- 3) расчлнить оба блока, результат на рис. 71;
Редактирование → *Расчлени*

$$\sqrt{Ra} \text{ ШЕР } \sqrt{Ra} \text{ ШЕР}$$

Рис. 71. Результат выполнения команды *Расчлени*

- 4) редактировать изображение, приводя его к виду, указанному на рис. 72:

$$\sqrt{Ra} \text{ ШЕР } (\checkmark)$$

Рис. 72. Результат выполнения команды *Расчлени*

- командой *Erase (Compu)* удалить ненужные элементы;
- скобки создаются командой *Text (Текст)*;
- используя ручки, растягивается верхняя полка;

- 5) создать новый блок, при этом указываются все объекты (рис. 72), с именем ШЕР_УГЛ:
Блок → *Создать...*

Ранее созданные блоки можно перенести в другой чертеж, используя центр управления *AutoCAD* (рис. 73). Для этого, выбрав в центре управления необходимые элементы (блоки, слои, размерные и текстовые стили, макеты), переносим их из палитры центра управления в открытый чертеж в режиме “Перетащить”.

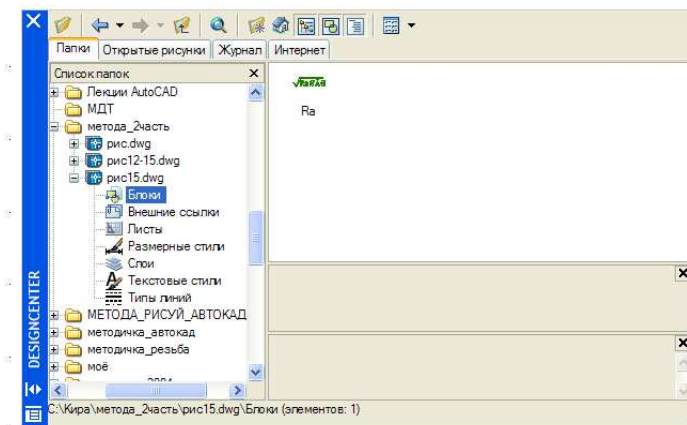


Рис.73. Панель центра управления

3.12 Подготовка чертежа к печати

Пространство модели и листа

AutoCAD позволяет пользователю работать в двух пространствах – в пространстве модели и в пространстве листа. Первое из них предназначено для работы с моделями, а второе представляет собой проекции модели на плоскость чертежа, который и предстоит выводить на печатающее устройство. Работая в пространстве модели или листа, можно увеличивать или уменьшать изображения пространства вместе с проекциями или перемещать их относительно рамок графического экрана. В последних версиях *AutoCAD* для работы в пространстве листа появились новые возможности, значительно упрощающие подготовку чертежа к печати, в то же время расширяющие возможности макетирования документа за счет более удобных предварительных настроек и использования стилей печати.

Переход из модельного пространства в пространство листа происходит с помощью соответствующей кнопки в статусной строке внизу **ЛИСТ** / **МОДЕЛЬ** и с помощью закладок, расположенных у нижней кромки графической области экрана с названиями макетов чертежа **ЛИСТ1**, **ЛИСТ2**. Макеты настраиваются под конкретные печатающие плоттеры или принтеры.

Щелчок ЛКМ на закладке с именем *Layout1* (Лист1) позволяет перейти в пространство листа. *AutoCAD* создаст макет чертежного листа в виде белого прямоугольника на сером фоне с пунктирной линией, показывающей поля, недоступные для принтера. Посередине рабочего поля расположен прямоугольный видовой экран, на котором изображен тот же объект и в том же виде (рис. 74).

Щелчок ЛКМ на кнопку *PAPER* (ЛИСТ) в статусной строке активизирует пространство модели *MODEL* (МОДЕЛЬ) в этом видовом экране, и курсор будет перемещаться только в границах видового экрана (граница видового экрана будет отрисована утолщенной линией).

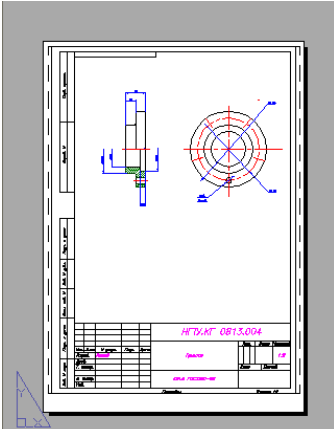


Рис. 74. Пространство листа

Видовым экраном называется область графической зоны рабочего экрана с отображенным пространством модели. В стандартной поставке по умолчанию установлен один видовой экран, который занимает всю графическую зону. Однако порой возникает необходимость одновременно работать с несколькими изображениями, для этого в *AutoCAD* имеется возможность разбивать графическую зону на несколько прямоугольников, работающих как самостоятельные видовые экраны, которые очень удобно использовать для одновременного отображения:

- фрагментов чертежа, крупным и мелким планом;
- проекций трехмерных объектов с разных точек зрения.

Макет чертежа

Команда *Layout (Макет)* чертежа позволяет создавать новые макеты для компоновки различных видовых экранов в пространстве листа и оформлять их в виде чертежа с необходимыми атрибутами для вывода на печать. Перечислим основные опции этой команды:

- ? - позволяет просмотреть список поименованных макетов чертежа;
- Copy* - создает новый макет с именем, копируя свойства из текущего или из другого макета;
- Delete* - удаляет макет с указанным именем (по умолчанию - текущий);
- New* - создает новый макет; если вы не используете готовый шаблон для настройки, опция использует настройки текущего плоттера;
- Template* - создает макет-копию, свойства и настройки для которого берет из чертежного шаблона или из другого чертежа;
- Rename* - переименовывает макет;
- Save* - сохраняет настройки и свойства макета в виде чертежного шаблона в формате *.dwt*;
- Set* - устанавливает указанный по имени макет текущим.

Если вызывать команду *Layout (Макет)* из меню *Insert (Вставка)*, то предлагаются на выбор три варианта:

- создание нового листа (*New Layout*);
- использование готовых макетов из чертежных шаблонов или других чертежей (*Layout from Template*);
- использование Мастера настройки макета (*Layout Wizard*, рис. 75), который через несколько шагов поможет подготовить макет для дальнейшей работы с компоновкой чертежа.

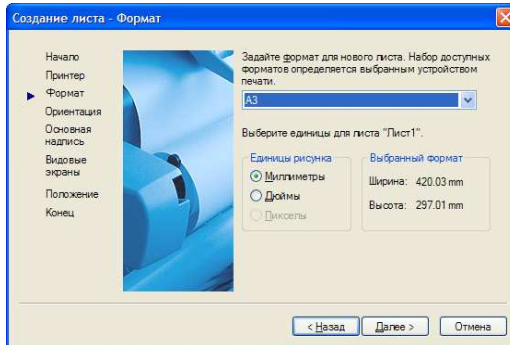


Рис. 75. Мастера настройки макета

Комплексный чертеж детали

Создание чертежа непосредственным образом связано с устройством вывода на печать, так как именно оно ограничивает графические возможности: это касается и формата бумаги и толщины или качества линий и т. д.

В пространстве модели создаются необходимые проекции детали, дополняя их различными разрезами и сечениями, в пространстве листа чертеж дополняется основной надписью и выводится на печать. Необходимо выполнить сле-

дующие действия:

- 1) вставка шаблона основной надписи;
Insert (Вставка) → *Layout from Template* (По шаблону), находим папку **Template**, содержащую шаблоны форматов **GOSTA4.dwt**, **GOSTA3H.dwt**, **GOSTA3V.dwt** и т.д.;
- 2) щелчком ЛКМ на закладке с именем *Layout1-3* (Лист1-3) перейти в пространство листа. *AutoCAD* создаст макет чертежного листа в виде белого прямоугольника на сером фоне с пунктирной линией, показывающей поля, недоступные для принтера. Посередине рабочего поля расположен прямоугольный видовой экран, на котором изображен объект;
- 3) щелчок ПКМ на закладке с именем *Layout1-3* (Лист1-3) и в контекстном меню выбрать опцию *Rename* (Переименовать) макет на A4 или A3;
- 4) проверка масштаба изображения в видовом экране пространства листа - щелчок ЛКМ на границе (рамке) видового экрана, в углах появляются ручки, затем вызывается команда *Properties* (Свойства), и в открывающемся диалоговом окне изменить пользовательский масштаб на 1:1 или 1:2. Для центрирования изображения в видовом экране необходимо ЛКМ щелкнуть на кнопку *PAPER* (ЛИСТ) в статусной строке, в результате активизируется пространство модели *MODEL* (МОДЕЛЬ) в этом видовом экране, и курсор будет перемещаться только в границах видового экрана (граница видового экрана будет отрисована утолщенной линией). Команда *Pan Realtime* (Панорамирование в реальном времени) поможет отцентрировать изображение в видовом экране;
- 5) настройка макета чертежа (рис. 76, 77).
Чтобы перейти в режим работы с макетом, щелкнем ПКМ на закладке A3, в контекстном меню выбрать опцию *Page Setup* (Параметры страницы), в результате выводится диалоговое окно (рис. 76), в котором предстоит выбрать принтер и выполнить ряд настроечных операций. Это диалоговое окно можно выбрать также через меню: *File* (Файл) → *Page Setup* (Параметры страницы).

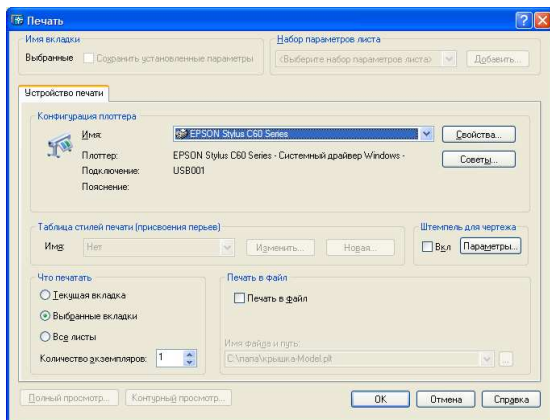
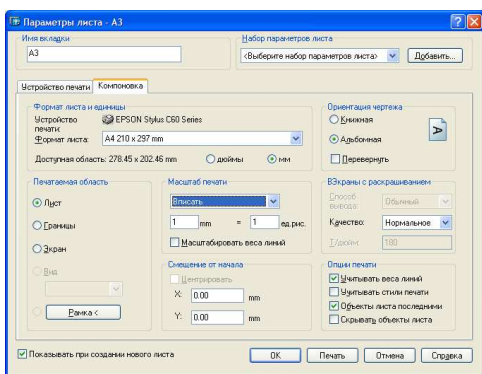


Рис. 76. Диалог-окно *Page Setup*(Параметры страницы) панель *Plot device* (Устройство печати)

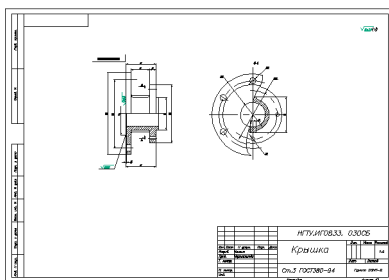
Диалог-окно *Page Setup* (*Параметры страницы*) состоит из двух панелей: *Plot device* (*Устройство печати*) и *Layout Settings* (*Настройки макета*). Для удобства нашего примера в списке устройств печати выбрать *None* (*Ничего*).

В панели *Layout Settings* (рис. 77) сначала настраиваются параметры, относящиеся к самому макету:

- установить единицу измерения – миллиметр;
- выбрать из разворачивающегося списка *Paper size* (*Формат листа*) - A3 (420x297). В строке *Printable Area* (*Полезная площадь*) определяется площадь чертежа, которая зависит от возможностей конкретного устройства печати;
- в разделе *Drawing orientation* (*Ориентацию макета*) установить – Книжная или Альбомная;
- в поле *Plot area* (*Область печати*) установить, какая именно часть чертежа будет распечатана, это может быть макет, границы чертежа, границы экрана, поименованный вид, или же можно выбрать границы с помощью рамки. Рекомендуется выбрать опцию Рамка и на видовом экране щелчком ЛКМ указать на точки T1 и T2 (рис.77);



T2



T1

Рис. 77. Диалог-окно *Page Setup* (*Параметры страницы*) панель *Layout Settings* (*Настройки макета*)

- в поле *Plot scale* (*масштаб*) установить масштаб распечатываемого чертежа в единицах измерения на бумаге по отношению к условным единицам в *AutoCAD* – *Вписать* (*Fit*);
- в поле *Plot offset* (*смещение*) установить сдвиг начала координат по осям X, Y;
- в поле *Plot options* (*опции печати*) установить дополнительные параметры:
- *Plot object lineweights* - выводить объекты с установленной толщиной линий – необходимо поставить флажок;
- *Plot with plot styles* - при выводе толщина линий учитывается в соответствии с установленными стилями печати;
- *Plot Paperspace Last* - вывод прежде объектов, нарисованных в пространстве модели, а затем нарисованных в пространстве листа;
- *Hide Object* - удалять скрытые линии.

Управление изображением

AutoCAD обладает широким набором инструментов для отображения различных видов чертежей. Одним из таких наборов является панель инструментов *Zoom (Покажи)*.



Рис. 78. Панель инструментов *Zoom (Покажи)*

1. *Zoom Window (Рамка)* – задает рамку, в которую будет заключена выбранная область чертежа.
2. *Zoom Dynamic (Динамическое изображение)* – отображение чертежа с использованием динамически изменяемой рамки вида.
3. *Zoom Scale (Масштаб)* – задание коэффициента экранного увеличения изображения: nX - масштабирование относительно текущих размеров, nXP - масштабирование относительно единиц пространства чертежа.
4. *Zoom Center (Центр отображения)* – указание точки центра изображения.
5. *Zoom In (Увеличить)* – увеличение изображения.
6. *Zoom Out (Уменьшить)* – уменьшение изображение.
7. *Zoom All (Показать всё)* – показать весь чертеж на текущем видовом экране.
8. *Zoom Extents (Показать границы)* – показать изображение в границах чертежа.

Кроме перечисленных команд на панели инструментов *Standard (Стандартная)*, имеются средства изменения отображения чертежа.

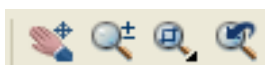


Рис. 79. Стандартная панель инструментов команды *Zoom (Покажи)*

1. *Pan Realtime (Панорамирование в реальном времени)* – при выборе данной команды надо нажать ЛКМ и перемещать мышь, изменяя вид изображения.
2. *Zoom Realtime (Зуммирование в реальном времени)* - при выборе данной команды надо нажать ЛКМ и перемещать мышь, изменяя масштаб изображения.
3. *Zoom Window (Рамка)* – задает рамку, в которую будет заключена выбранная область чертежа.
4. *Zoom Previous (Предыдущий вид)* – восстанавливает предыдущее изображение чертежа.

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

4.1. «Алгоритм построения криволинейного замкнутого контура»

На рис. 80 представлена графическая работа «Сопряжение». Ниже рассмотрен алгоритм ее выполнения.

Настройка режимов рисования

1. Установить лист формата A4 (*Format* → *Limits*): 210 мм x 297 мм.
2. Создать необходимые для работы слои (*Format* → *Layer*), со следующими параметрами:
«Оси» – тип линии (осевая 2); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм;
«Контур» – тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,5 мм;
«Размеры» - тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм.
3. Установить необходимый набор объектных привязок (*Object Snap*): КОНец, СЕРедина, ЦЕНтр, ПЕРесечение.

Построение осевых линий

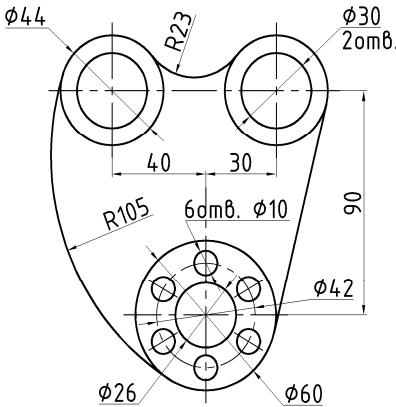


Рис. 80. Графическая работа «Сопряжение»

В качестве текущего слоя выбирать слой «Оси», после чего произвести построение вертикальных и горизонтальных осей и определить местоположение центров основных элементов детали (O_1, O_2, O_3).

1. Через произвольную точку O_1 на поле чертежа, используя команду *Line* (Отрезок), рисуются два отрезка T_1T_2 и T_3T_4 (рис. 81).
2. На расстоянии 70 мм от отрезка T_1T_2 , при помощи команды *Offset* (Подобие) строится вертикальный отрезок T_5T_6 (рис. 82):

Specify offset distance or [Through]: 70.
(Задать величину смещения или [Точка] – задается величина 70 мм).

Select object to offset or <exit>:
(Выбрать объект для создания ему подобных или <выход> - щелкнуть ЛКМ на отрезке T_1T_2).

Specify point on side to offset:

(Задать точку на стороне подобия – щелкнуть ЛКМ либо с левой, либо с правой стороны от отрезка T_1T_2 , например, в произвольной точке К).

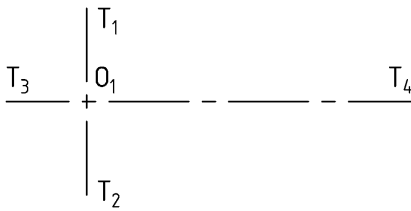


Рис. 81. Отрезки T_1T_2 и T_3T_4

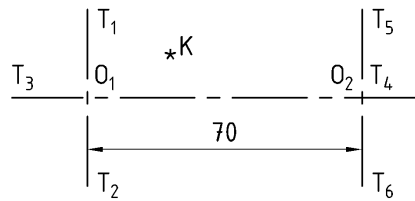


Рис. 82. Построение отрезка T_5T_6

3. На расстоянии 90 мм от отрезка T_3T_4 , при помощи команды *Offset* (*Подобие*) строится горизонтальный отрезок T_7T_8 (рис. 83):
Specify offset distance or [Through]: 90.
 (Задать величину смещения или [Точка] – ввести величину 90 мм).
Select object to offset or <exit>:
 (Выбрать объект для создания ему подобных или <выход> - щелкнуть ЛКМ на отрезке T_3T_4).
Specify point on side to offset:
 (Задать точку на стороне подобия – щелкнуть ЛКМ в произвольной точке M , расположенной под отрезком T_3T_4).
4. Положение центра O_3 определяется через пересечение отрезков T_7T_8 и T_9T_{10} (рис. 84), для построения последнего необходимо выбрать команду *Отрезок* (*Line*):
Specify first point: from
 (Способом смещения указывается первая точка линии T_9T_{10}).
Base point:
 (Указать базовую точку – щелчок ЛКМ на точке O_1).
<Offset>: @40,-55
 (Определить расположение точки T_9 относительно базовой точки O_1 - 40мм вдоль оси x и 55 мм противоположно оси Y).
Specify next point or [Undo]: @0,-70
 (Указать расположение точки T_{10} относительно точки T_9 – 70 мм вниз по оси Y , при этом смещение по оси X отсутствует).

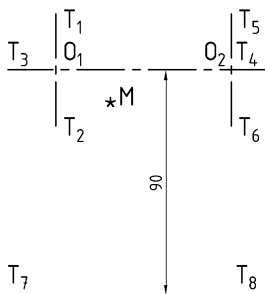


Рис. 83. Построение отрезка T_7T_8

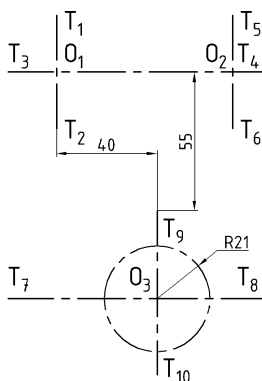


Рис. 84. Построение отрезка T_9T_{10}

5. Командой *Circle (Круг)* чертится окружность в центре O_3 радиусом 21мм.

Построение контура

В качестве текущего слоя выбрать слой «Контур».

1. Командой *Circle (Круг)* начертить шесть окружностей (рис. 85) (2 окр. $\varnothing 30$, 2 окр. $\varnothing 44$, а также 2 окр. $\varnothing 26$ и $\varnothing 60$):
Specify center point for circle or [3P/2P/Tr (tan tan radius)]:
 (Указать центр окружности – точка O_1 , либо O_2 , либо O_3).
Specify radius of circle or [Diameter] < >: 15.
 (Указать необходимую величину радиуса окружности, например – 15 мм).
2. Командой *Circle (Круг)* с использованием привязки КВАдрант (*QUAdrant*), начертить окружность радиусом 5 мм (см. рис. 85).

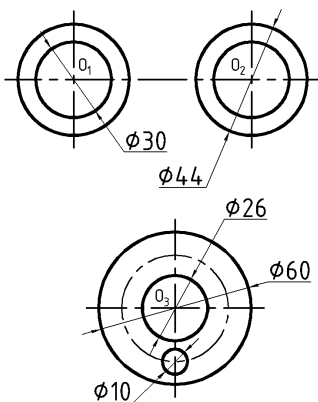


Рис. 85. Построение окружностей $\varnothing 30$, $\varnothing 44$, $\varnothing 26$, $\varnothing 60$ и $R5$

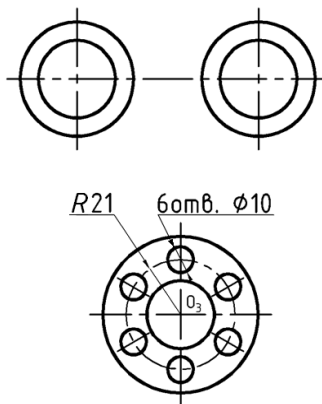


Рис. 86. Результат использования команды Массив (*Array*)

3. Командой *Array* (*Массив*) создать шесть окружностей радиусом 5 мм, равномерно распределенных по окружности радиусом 21 мм (рис. 86):

Select Object:

(Выбрать окружность радиусом 5 мм, из которой будет сделан круговой массив).

Enter the type of array [P/R] <P>: P

(Указать тип массива – *P*(*polar*)-круговой).

Specify center point of array:

(Указать центр массива – щелчок ЛКМ на точке O_3).

Enter the number of items in the array: 6

(Задать количество элементов в массиве – шесть элементов).

Specify the angle to fill <360>: 360

(Указать угол заполнения массива – 360°).

Rotate arrayed objects? [Y/No] <Y>: Y

(Поворачивать ли объекты массива относительно центральной точки - да).

4. Командой *Line* (*Отрезок*) произвести построение касательной *AB* (рис.87):

Specify first point: _tan to

(Указать первую точку касательной (точка *A*) на окружности $\varnothing 60$).

Specify next point or [Undo]: _tan to

(Указать вторую точку касательной (точка *B*) на окружности $\varnothing 44$).

5. Командой *Fillet* (*Сопряжение*) построить сопряжение радиусом 23 мм (внешнее касание) между двумя окружностями $\varnothing 44$ (рис. 88):

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: R

(Выбрать команду, задающую радиус сопряжения - *R*).

Specify fillet radius <23>: 23

(Указать радиус сопряжения – 23 мм).

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]:

(Выбрать первый объект сопряжения – щелчок ЛКМ в точке *M* левой окружности).

Select second object:

(Выбрать второй объект сопряжения – щелчок ЛКМ в точке *N* правой окружности).

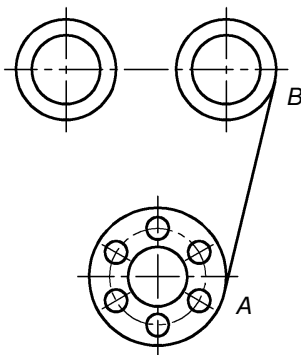


Рис. 87. Построение касательной **AB**

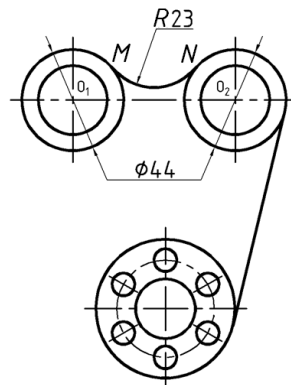


Рис. 88. Построение сопряжения **MN**

6. Командой *Circle* (*Круг*) построить сопряжение радиусом 105 мм (внутреннее касание) между двумя окружностями $\varnothing 44$ и $\varnothing 60$ (рис. 89):

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: TTR
(Выбрать способ построения окружности: по двум точкам касания и радиусу - TTR).

Specify point on object for first tangent of circle:

(Указать 1-ую точку касания – щелчок ЛКМ на окружности $\varnothing 44$ - точка P).

Specify point on object for second tangent of circle:

(Указать 2-ую точку касания – щелчок ЛКМ на окружности $\varnothing 60$ - точка K).

Specify radius of circle <105>: 105

(Задать радиус сопряжения – 105 мм).

7. Удалить «лишние» части построенной описанной окружности радиусом 105 мм. Используется команда *Обрезать (Trim)*:

Select cutting edges ...

Select objects:

(Выбрать режущие кромки – щелчок ЛКМ на окружностях $\varnothing 44$ и $\varnothing 60$).

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:

(Выбрать обрезаемый объект – щелчок ЛКМ на «лишней» части окружности).

В результате должен получиться контур, показанный на рис. 90.

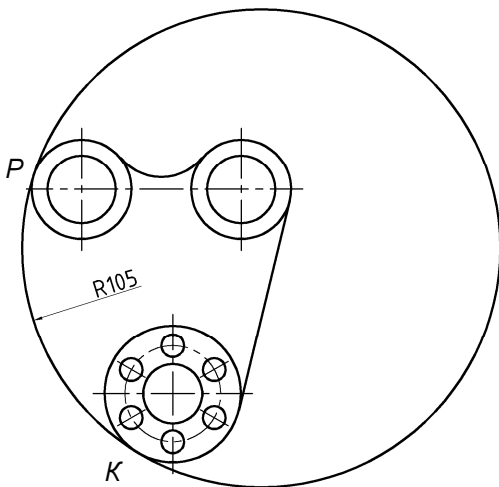


Рис. 89. Построение сопряжения PK

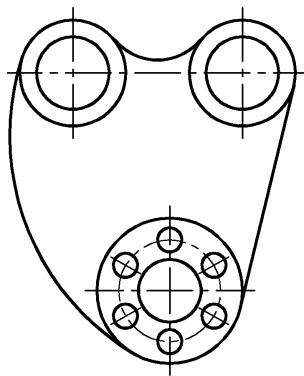


Рис. 90. Итоговый контур

Нанесение размеров

В качестве текущего слоя выбирается слой «Размеры».

1. Создать размерный стиль «Стиль 1» (более подробную информацию по созданию стиля см. п. 3.10 данного пособия) со следующими основными параметрами:

- 1) вкладка Линии и стрелки (*Lines and Arrows*):

- размер стрелок (*Arrow size*): 4 мм;
 - шаг в базовых размерах (*Baseline spacing*): 3 мм;
 - удлинение за размерные (*Extend beyond dim lines*): 1,25 мм;
 - отступ от объекта (*Offset from origin*): 0 мм;
- 2) вкладка Текст (*Text*):
- стиль текста (*Text style*): шрифт – *ISOCPEUR*;
 - высота текста (*Text height*): 5 мм;
 - отступ от размерной линии (*Offset from dim line*): 1 мм;
 - ориентация текста (*Text Alignment*): согласно ИСО (*ISO Standard*);
- 3) вкладка Основные единицы (*Primary Units*):
- точность (*Precision*): 0;
 - округление (*Round off*): 0.
2. На созданный контур (см. рис. 90) нанести необходимые размеры: диаметры окружностей, радиусы сопряжений, расстояния между осевыми линиями. Более подробная информация о способах нанесения и редактирования размеров приведена в п. 3.10 данного пособия. Завершенный вид работы представлен на рис. 80.

4.2 «Алгоритм построения двухмерной модели «Штуцер»»

На рис. 91 представлена двухмерная модель «Штуцер». Ниже рассмотрен алгоритм ее выполнения.

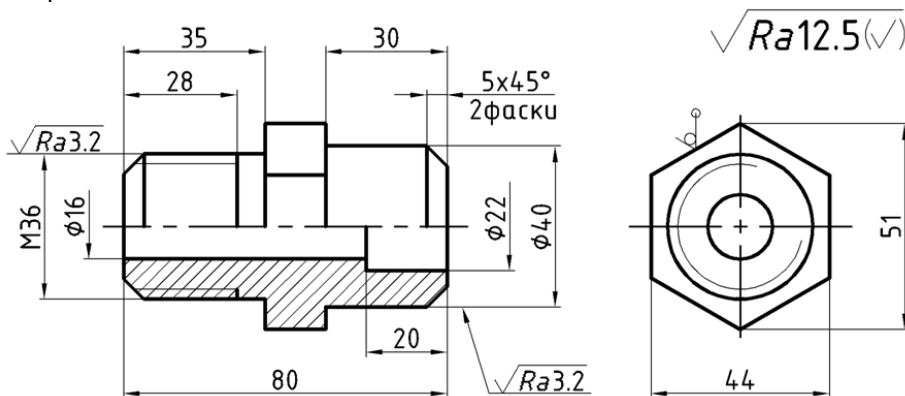


Рис. 91. Двухмерная модель «Штуцер»

Настройка режимов рисования

1. Установить лист формата А4 (*Формат* → *Лимиты*, *Format* → *Limits*): 210 мм x 297 мм. Расположить рабочую область в центре экрана (*Вид* → *Зуммирование* → *Все*, *View* → *Zoom* → *All*).
2. Создать необходимые для работы слои (*Формат* → *Слои*, *Format* → *Layer*), со следующими параметрами:
 - «Оси» – тип линии (осевая2); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм;
 - «Контур» – тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,5 мм;

«Размеры» - тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм;
 «Шероховатость» – тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм;
 «Штриховка» - тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм;
 «Тонкие линии» - тип линии (обычный); толщина линии (*lineweight*) – 0,25 мм.

3. Установить необходимый набор объектных привязок: Сервис → Режимы рисования → Объектная привязка (*Object Snap*): КОНец (*Endpoint*), СЕРЕдина (*Middle*), ЦЕНТР (*Center*), ПЕРесечение (*Intersection*).

Построение осевых и центровых линий

В качестве текущего слоя выбирать слой «Оси», после чего производим построение осевой горизонтальной линии и центровых линий для определения местоположения вида слева (рис. 92).

Через произвольную точку T_1 на поле чертежа, используя команду *Отрезок* (*Line*), чертим горизонтальную линию (T_1T_2) длиной 90 мм. Через точку O_1 проводим две линии: T_3T_4 и T_5T_6 длиной 55 мм.

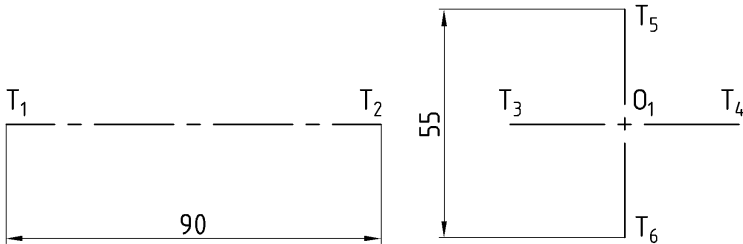


Рис. 92. Осевые и центровые линии

Построение половины контура главного вида

В качестве текущего слоя выбрать «Контур».

1. Начиная с точки P_1 , используя команду *Отрезок* (*Line*), строим контур $P_1...P_8$. При построении контура можно использовать относительные координаты, а также метод «направление-расстояние» (рис. 93):

Команда: *Отрезок* (*Line*) ←

Указать 1-ю точку (*Specify first point*): P_1 (БЛИжайшая - *Nearest*) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_2 (@0,18) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_3 (@35,0) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_4 (@0,7.5) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_5 (@15,0) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_6 (@0,-5.5) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_7 (@30,0) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): P_8 (@

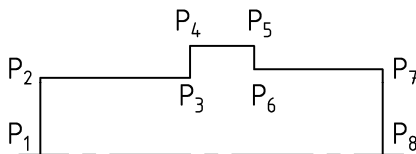


Рис. 93. Половина контура штуцера

2. Построение фасок (рис. 94).

Команда: *Фаска (Chamfer)* ←

Текущие установки: Режим с обрезкой. Длина1=0, Длина2=0
(*Current Settings: Mode=Trim, Dist1=0, Dist2=0*)

Выберите первый отрезок или [Полилиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод]: D ←
(*Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: D*)

Задайте первую длину <0.0000>: 5 ←

(*Specify first chamfer distance <0.0000>: 5*)

Задайте вторую длину <5.0000>: 5 ←

(*Specify second chamfer distance <5.0000>: 5*)

Выберите первую кромку: T₁ ←

(*Select first line: T₁*)

Выберите вторую кромку: T₂ ←

(*Select second line: T₂*)

Затем, повторяя эту команду, построить фаску с точками указания T₃ и T₄.

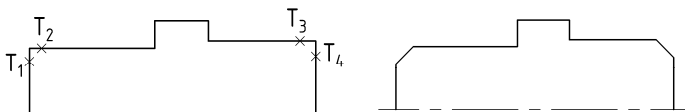


Рис. 94. Построение фасок

Построение полного контура главного вида

Команда: *Зеркало (Mirror)* ←

Выберите объекты (*Select objects*): выбрать линии контура (рис. 95)

Укажите первую точку оси отражения: T₁ ←

(*Specify first point of mirror line: T₁*)

Укажите вторую точку оси отражения: T₂ ←

(*Specify second point of mirror line: T₂*)

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <Нет>: Н ←

(*Delete source objects? [Yes/No] <N>: N*)

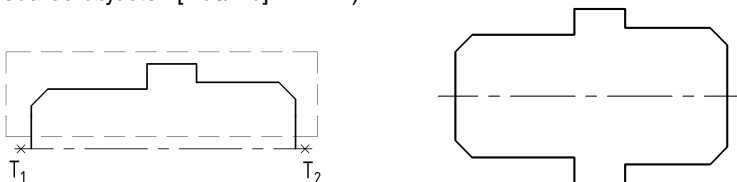


Рис. 95. Построение полного контура

Продолжение построения контура главного вида

Используя команду *Отрезок (Line)*, достраиваем все линии на стороне вида: $T_1T_2, T_3T_4, T_5T_6, T_7T_8, T_9T_{10}$ (рис. 96).

Рассмотрим подробно построение отрезка T_9T_{10} , с использованием объектной привязки

СМЕещение (*Snap From*):

Команда (*Command*): Отрезок (*Line*) ←

Указать 1-ю точку (*Specify first point*):

СМЕещение (*Snap From*) ←

Указать базовую точку (*From base point*): T_3

(ПЕРесечение - *Intersection*) ←

Смещение (*Offset*): @-7,0 ←

Указать следующую точку (*Specify next point*):

@0,-18 ←

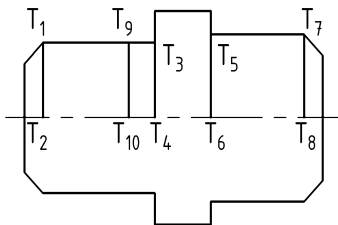


Рис. 96. Построение полного контура на стороне вида

Построение линий, определяющих внутреннюю поверхность детали, т.е. разреза

Команда: *Отрезок (Line)* ←

Указать 1-ю точку (*Specify first point*): N_1 (ПЕРесечение - *Intersection*) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): N_2 (@0,5) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): N_3 (@60,0) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): N_4 (@0,-3) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): N_5 (@20,0) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): N_6 (@0,-4) ← , ←

Команда (*Command*): *Отрезок (Line)* ←

Указать 1-ю точку (*Specify first point*): N_3 (КОНец - *Endpoint*) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): L_1 (@0,-8) ←

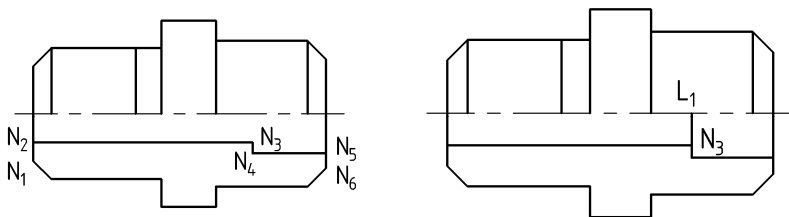


Рис. 97. Линии, определяющие внутреннюю поверхность детали

Построение штуцера на виде слева

Команда: *Многоугольник (Polygon)* ←

Число сторон (*Enter number of sides*) <4>: 6 ←

Укажите центр многоугольника (*Specify center of polygon*): O_1 (ПЕР - *Int*) ←

Задайте опцию размещения [Вписан в окружность / Описан в окружность] : B
(*Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle]* <I>: I) ←

Введите величину радиуса (*Specify radius of circle*): 25.5 ↵, ↵

Команда: *Круг (Circle)* ↵

Центр окружности или [3Т/2Т/ККР]: O_1 (ПЕРесечение - *Intersection*) ↵

(*Specify center point for circle or [3P/2P/Tr (tan tan radius)*): O_1)

Введите величину радиуса или [Диаметр] <текущее значение>: 18 ↵

(*Specify radius of circle or [Diameter]*): 18)

По такому же алгоритму необходимо начертить окружность с центром в точке O_1 и радиусом 8 мм (рис. 98).

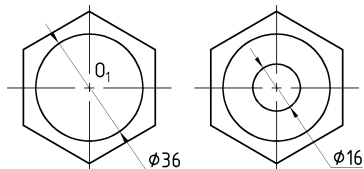


Рис. 98. Построение многоугольника и окружностей

Построение на главном виде ребра $T_{12}T_{13}$

Команда: *Отрезок (Line)* ↵

Указать 1-ю точку (*Specify first point*): T_{11} (ПЕРесечение - *Intersection*) ↵

Указать следующую точку (*Specify next point*): T_{13} (НОРмаль - *Perpendicular*) ↵, ↵

Команда: *Обрежь (Trim)* ↵

Выберете режущие кромки (*Select cutting edges...*): A_1 и A_2 ↵

Выберете обрезаемый объект (*Select object to trim or shift-select to extend*): A_3 ↵

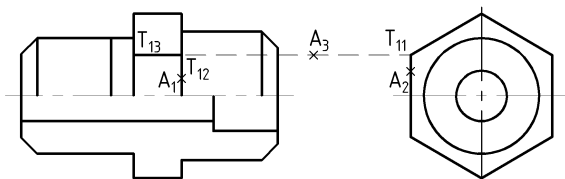


Рис. 99. Построение ребра многоугольника

Выполнение штриховки на разрезе главного вида

В качестве текущего слоя выбираем слой «Штриховка». Штрихование замкнутой области или контура производится командой *Штрих (Hatch)*. После вызова этой команды и выхода соответствующего диалогового окна необходимо выбрать ряд параметров:

1. Выбрать точку (*Pick points*) – указать курсором точку H_1 (рис. 100) внутри области, предназначенной для штриховки.

2. Выбрать тип штриховки (*Type*) – Стандартный (*Predefined*)

3. Образец штриховки (*Pattern*) – ANSI31.

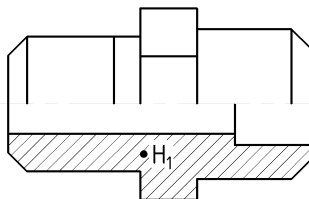


Рис. 100. Штриховка на разрезе главного вида

Нанесение линий резьбы на изображениях детали

В качестве текущего слоя устанавливаем слой «Тонкие линии».

Команда: *Отрезок (Line)* ←

Указать 1-ю точку (*Specify first point*): T_1 (СЕРедина - *Middle*) ←

Указать следующую точку (*Specify next point*): T_2 (НОРмаль - *Perpendicular*) ←.

Команда: *Зеркало (Mirror)* ←

Выберете объекты (*Select objects*): выбрать линию T_3 (рис. 101).

Укажите первую точку оси отражения: T_4 ←

(*Specify first point of mirror line*: T_4)

Укажите вторую точку оси отражения: T_5 ←

(*Specify second point of mirror line*: T_5)

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <Нет>: Н ←

(*Delete source objects? [Yes/No] <N>*: N)

Выбрать текущим слой «Контур» и используя команду *Отрезок (Line)*, построить часть линии границы резьбы в разрезе – T_6T_7 .

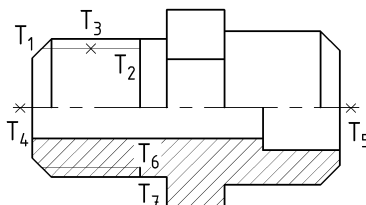


Рис. 101. Построение линий резьбы на главном виде

Для построения внутренней окружности резьбы на виде слева необходимо сделать следующее (рис. 102):

Команда: *Круг (Circle)* ←

Центр окружности или [3Т/2Т/ККР]: O_1 (ПЕРесечение - *Intersection*) ←

(*Specify center point for circle or [3P/2P/Tr (tan tan radius)*: O_1)

Введите величину радиуса или [Диаметр]

<текущее значение>: 15.5 ←

(*Specify radius of circle or [Diameter]*:

15.5 ←

Команда: *Разорвать (Break)* ←

Выберете объект (*Select object*): вы-

брать построенный круг ←

Укажите вторую точку разрыва [Первая

точка]: П ←

(*Specify second break point or [First*

point]: F.

Укажите первую точку разрыва: T_8 (БЛИжайшая - *Nearest*) ←

(*Specify first break point*: T_8).

Укажите вторую точку разрыва: T_9 (БЛИжайшая - *Nearest*) ←

(*Specify second break point*: T_9).

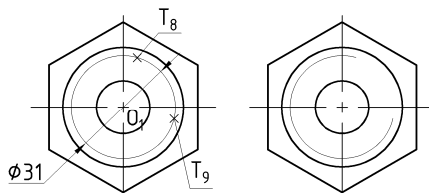


Рис. 102. Построение линий резьбы на виде слева

Нанесение размеров

В качестве текущего слоя выбирается слой «Размеры».

1. Перед нанесением размеров на чертеже, необходимо создать новый раз-

мерный стиль, соответствующий ГОСТ 2.307-68. В качестве базового стиля необходимо использовать встроенный в программу AutoCAD стиль ISO-25.

Например, создать размерный стиль «Стиль1»:

Формат → Размерные стили → Новый → Имя нового стиля → Стиль1
(Format → Dimension style → New → style name → Style1)

Основные параметры нового размерного стиля:

- а) вкладка Линии и стрелки (*Lines and Arrows*):
 - размер стрелок (*Arrow size*): 4 мм;
 - шаг в базовых размерах (*Baseline spacing*): 7 мм;
 - удлинение за размерные (*Extend beyond dim lines*): 2 мм;
 - отступ от объекта (*Offset from origin*): 0 мм;
- б) вкладка Текст (*Text*):
 - стиль текста (*Text style*): шрифт – *ISOCPEUR*;
 - высота текста (*Text height*): 3,5 мм или 5 мм;
 - отступ от размерной линии (*Offset from dim line*): 1 мм;
 - ориентация текста (*Text Alignment*): Согласно ИСО (*ISO Standard*);
- в) вкладка Основные единицы (*Primary Units*):
 - точность (*Precision*): 0;
 - округление (*Round off*): 0.

Для удобства нанесения размеров со стороны разреза можно создать еще один новый стиль (Стиль2) с подавленной второй выносной линией и второй стрелкой. Данный стиль создается на основе готового Стиля1. При этом, необходимо изменить следующие параметры Стиля1:

- подавить (*Suppress*): 2-ю размерную линию (*Dim line2*);
- подавить (*Suppress*): 2-ю выносную линию (*Ext line2*).

Все остальные параметры Стиля2 должны быть идентичны установкам Стиля1.

2. На созданный контур нанести необходимые размеры: линейные размеры, диаметры окружностей, размеры фасок (рис. 103).

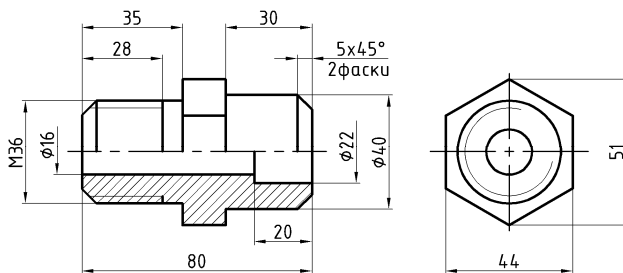


Рис. 103. Нанесение размеров

Нанесение обозначения шероховатости на чертеж детали

В качестве текущего слоя устанавливается слой «Шероховатость». Пример создания блока с атрибутом, где атрибутом является значение параметра шероховатости, находится в настоящем пособии на стр. 52-54.

Завершенный вид работы представлен на рис. 91.

5. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

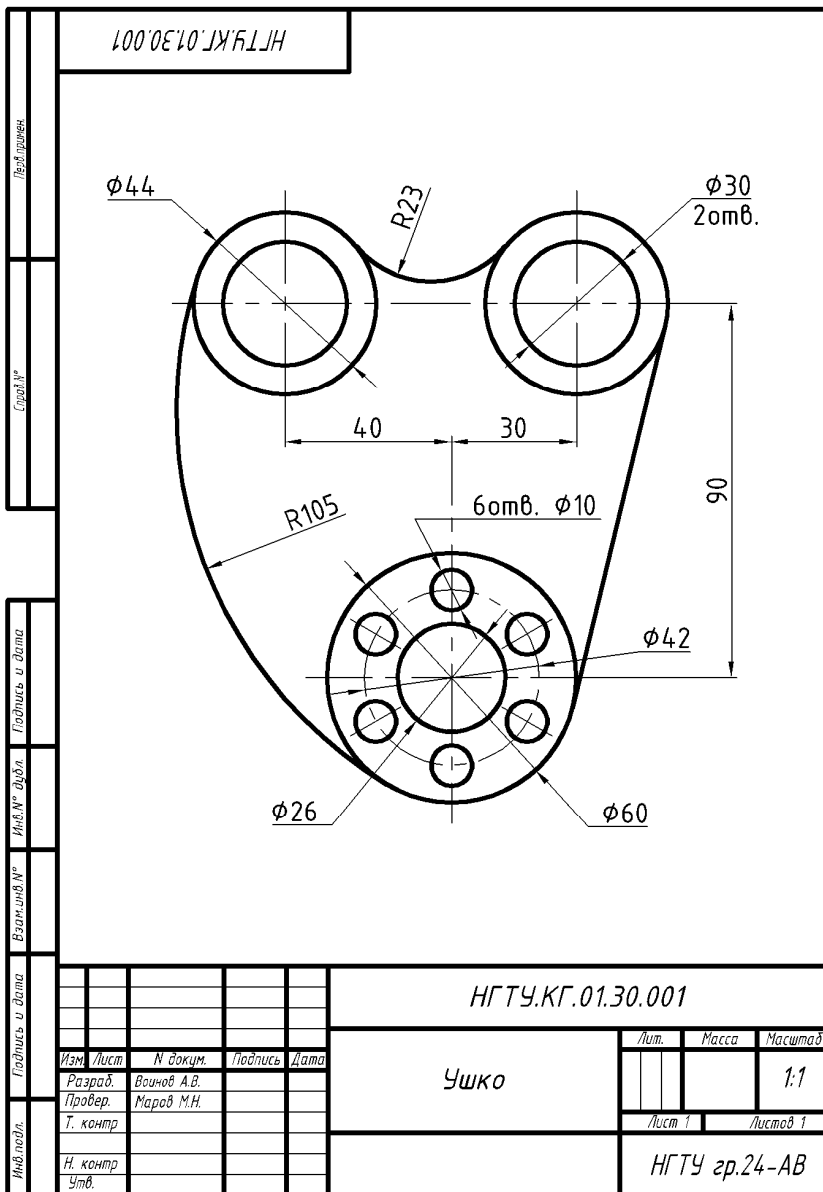


Рис. 104. Пример выполнения работы «Построения криволинейного замкнутого контура I степени сложности»

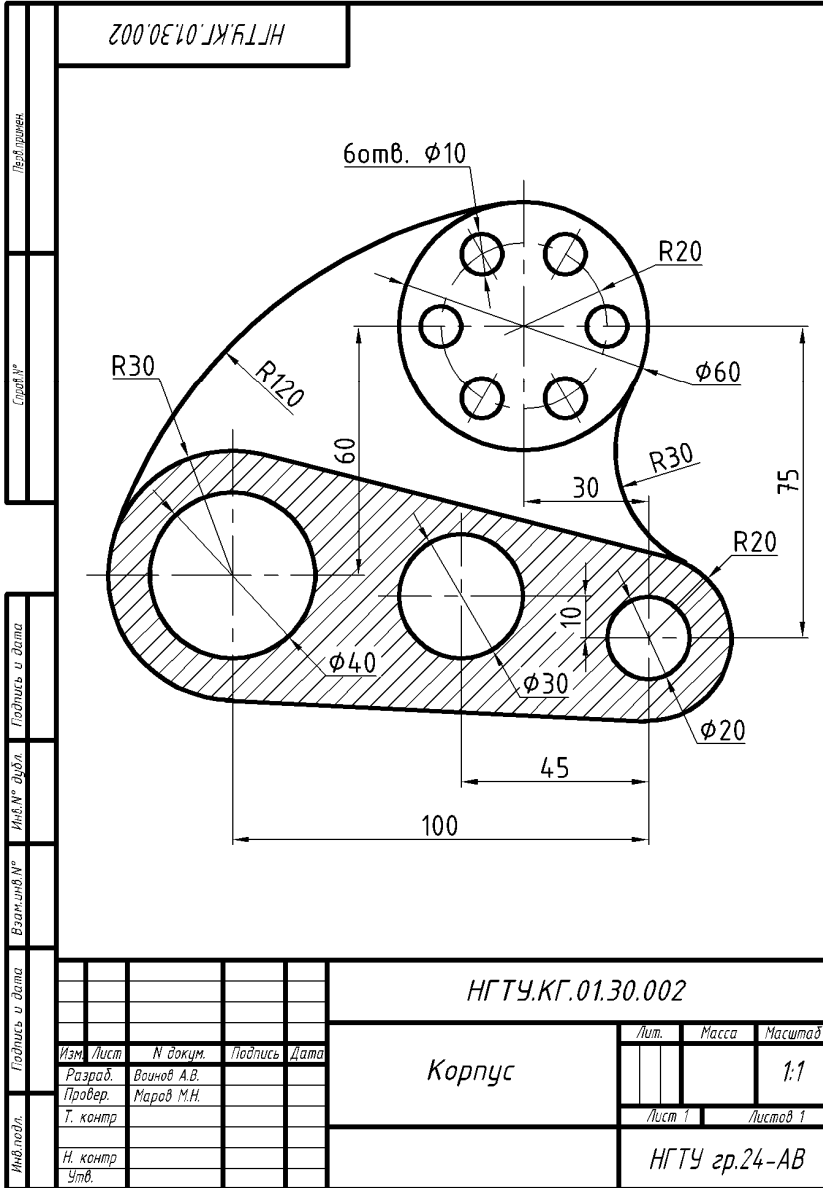


Рис. 105. Пример выполнения работы «Построения криволинейного замкнутого контура II степени сложности»

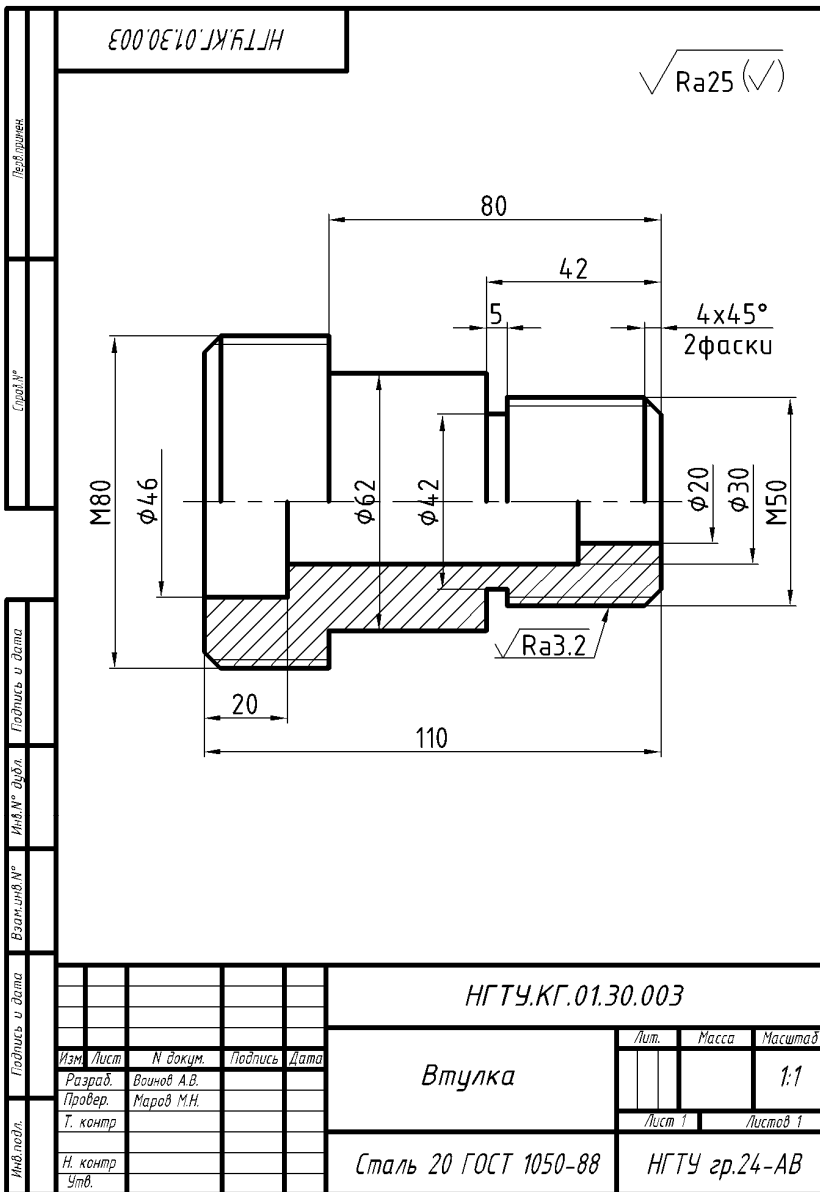
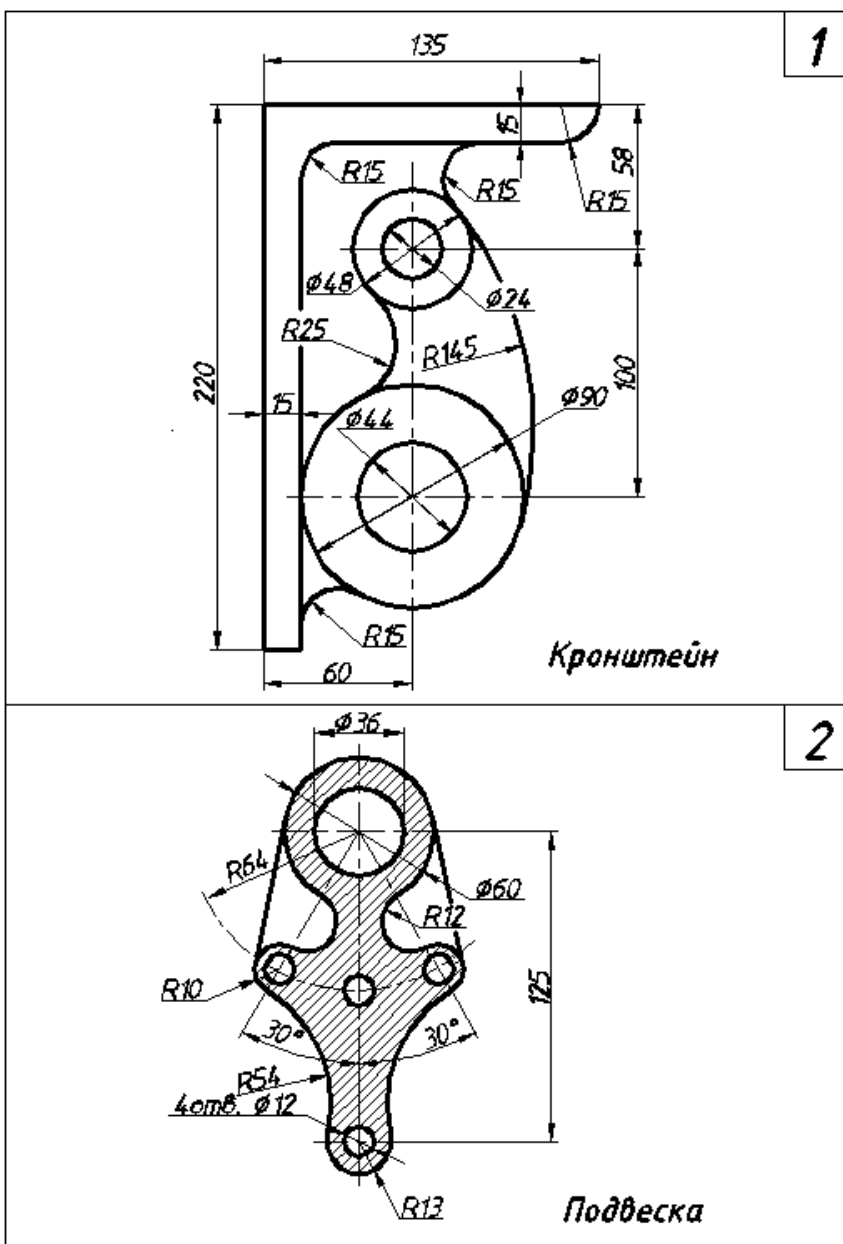


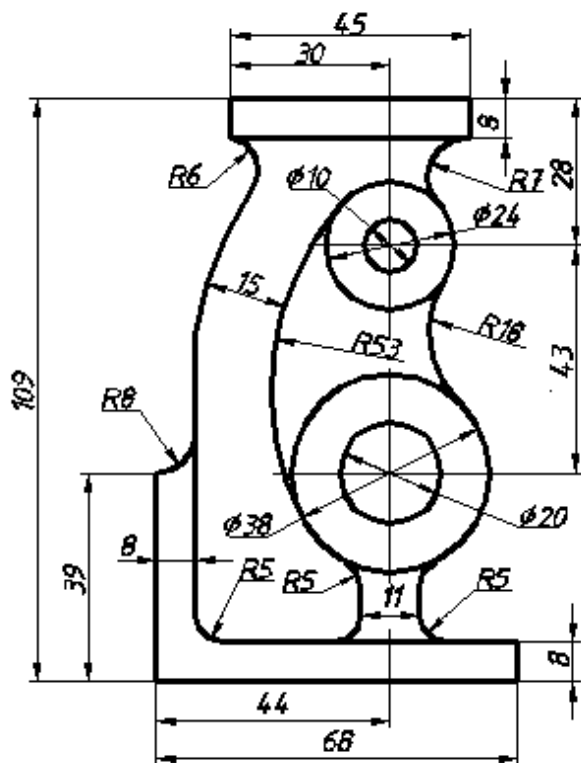
Рис. 106. Пример выполнения работы «Построение двумерной модели «Втулка» I степени сложности»

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

6.1. Построения криволинейного замкнутого контура I степени сложности

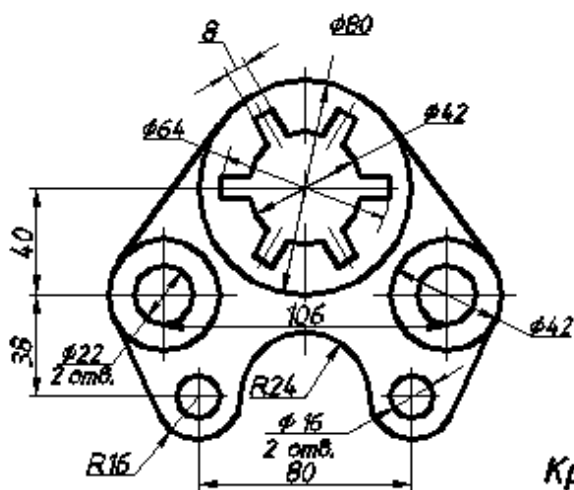


3



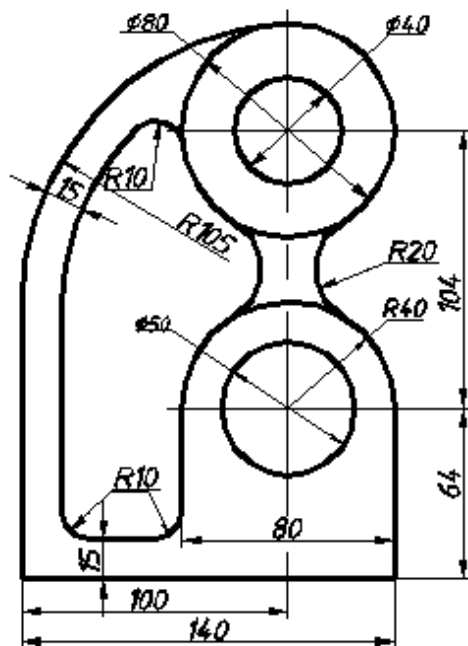
Станина

4



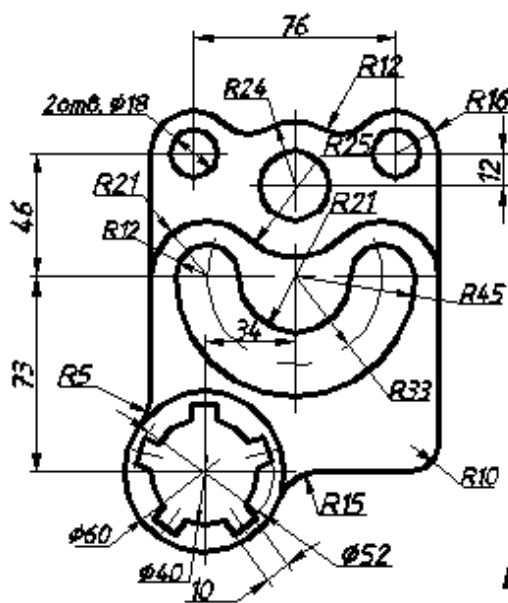
Крышка

5



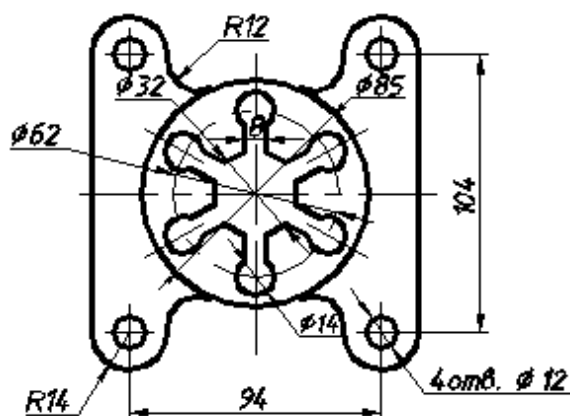
Корпус

6



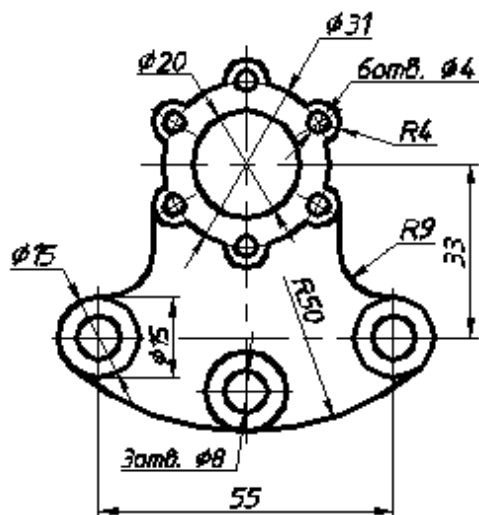
Крышка

7



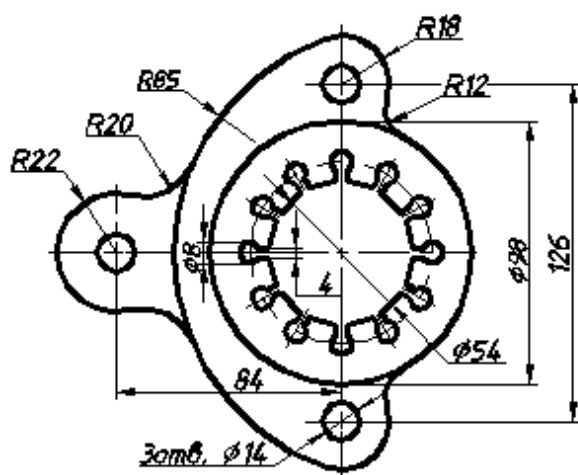
Крышка

8



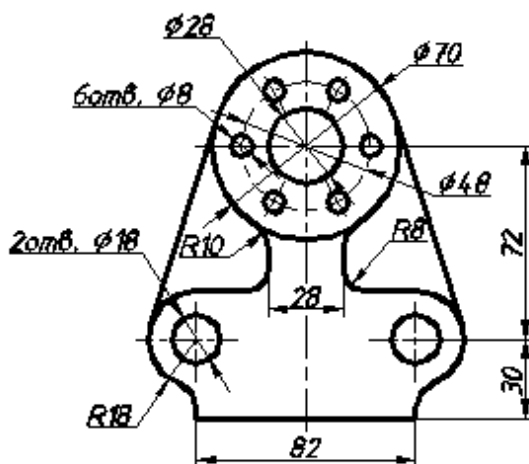
Крышка

9



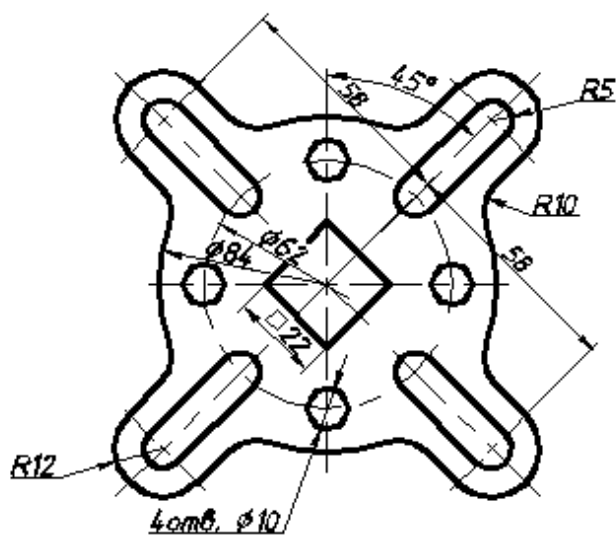
Розетка

10



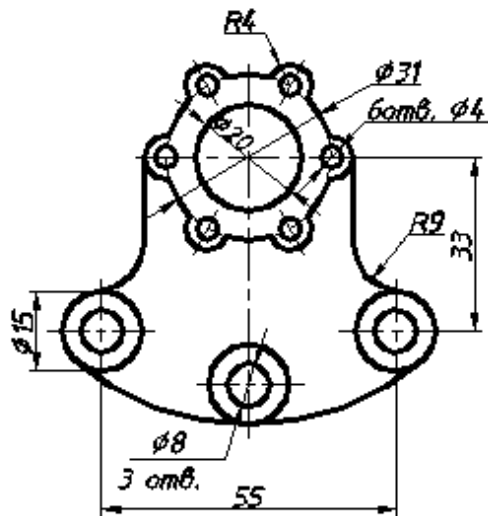
Стойка

11



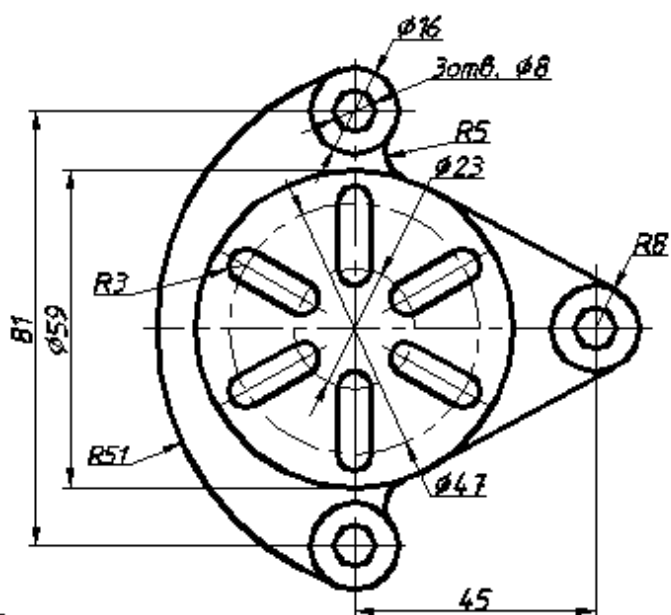
Крестовина

12



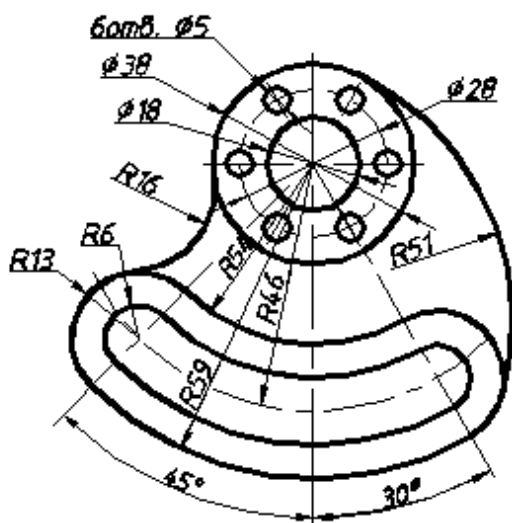
Крышка

13



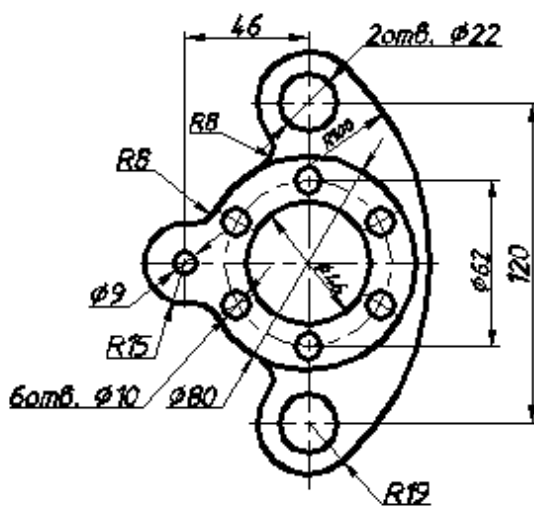
Решетка

14



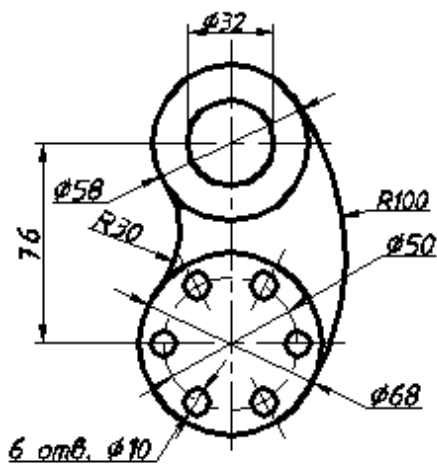
Гумара

15



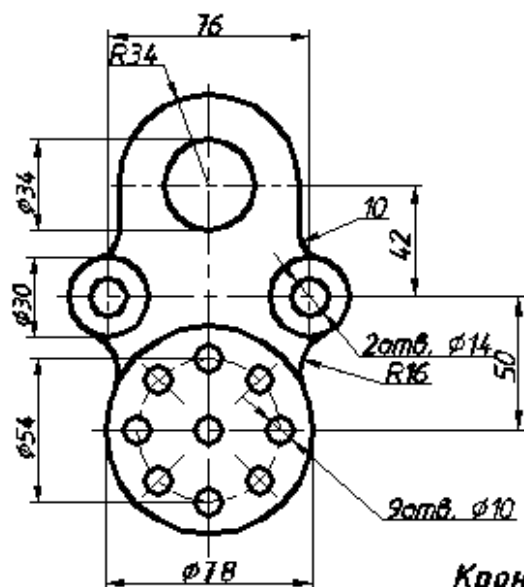
Кронштейн

16

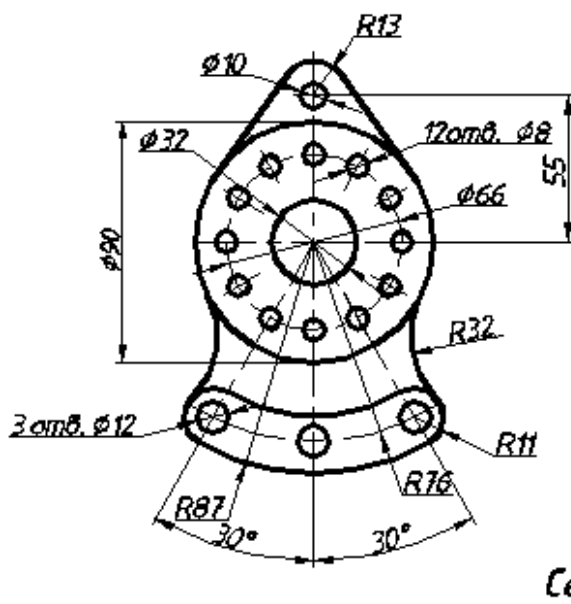


Кронштейн

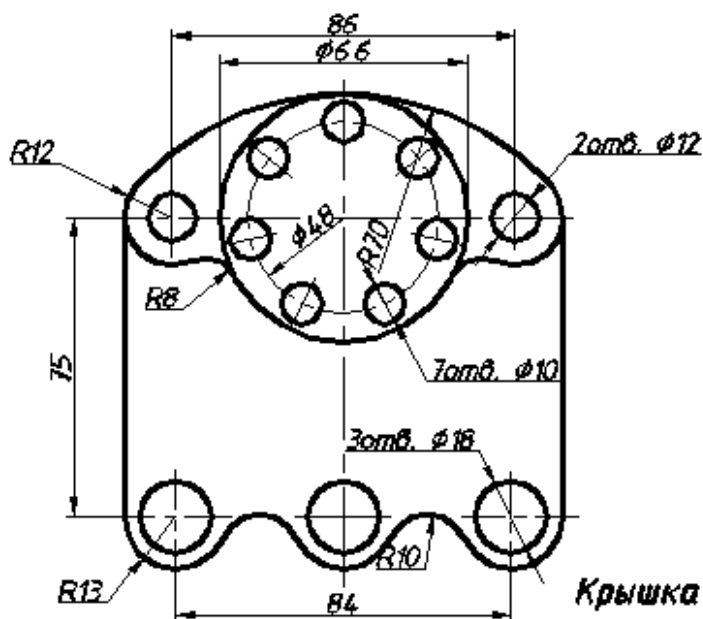
17



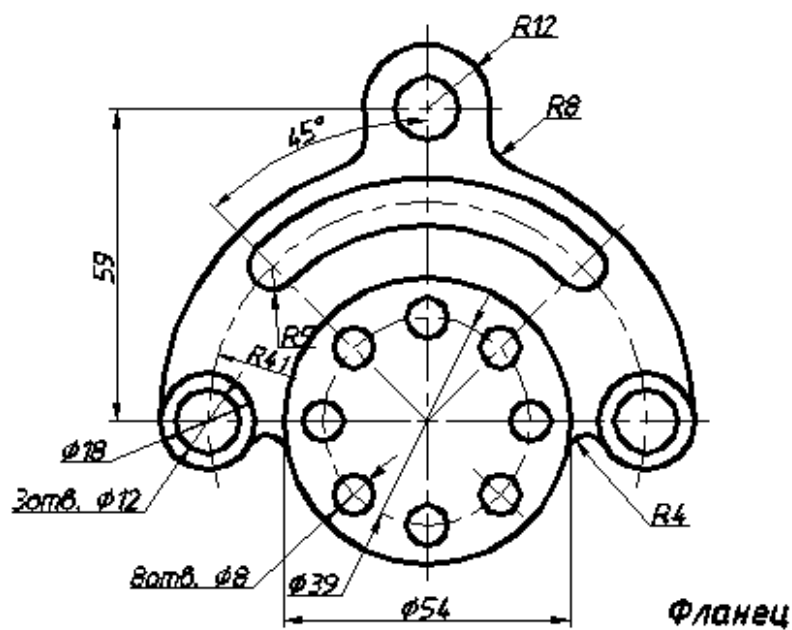
18



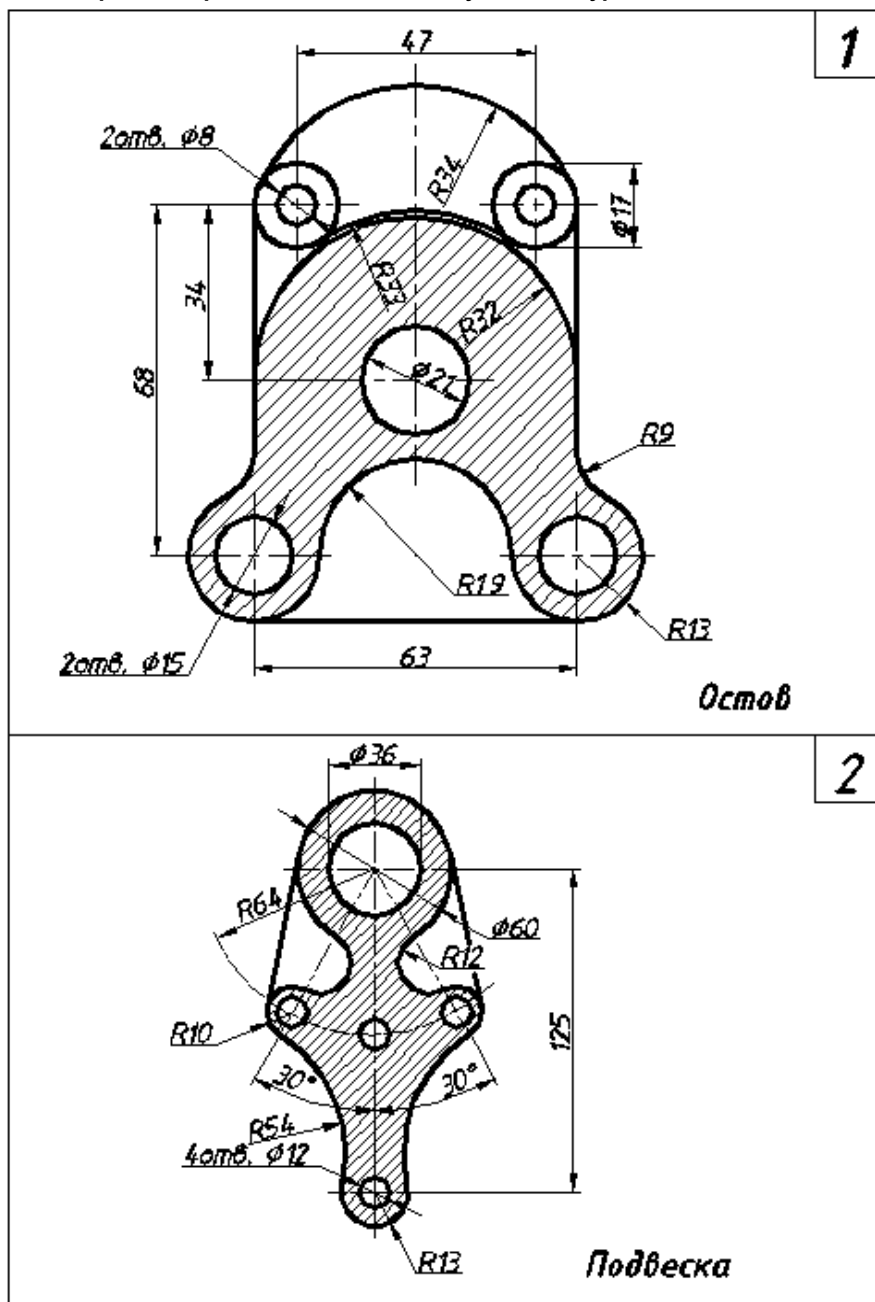
19



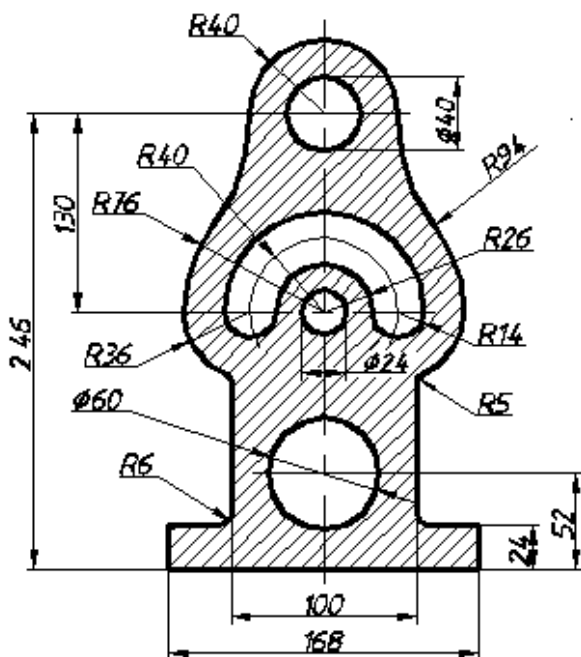
20



6.2. Построения криволинейного замкнутого контура II степени сложности

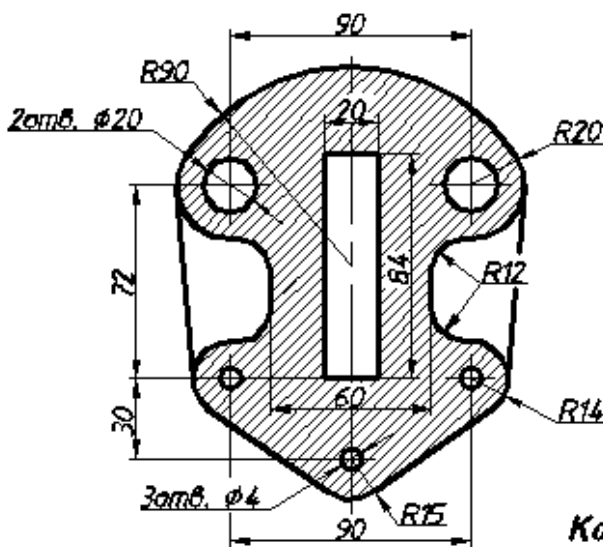


3



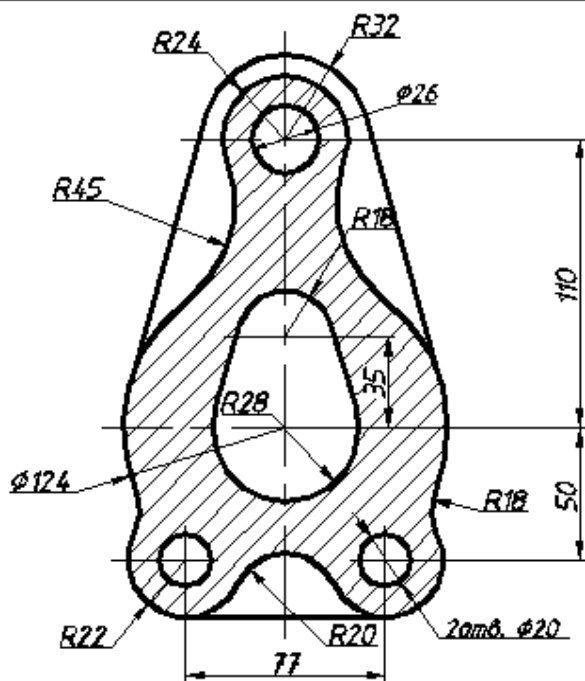
Стойка

4



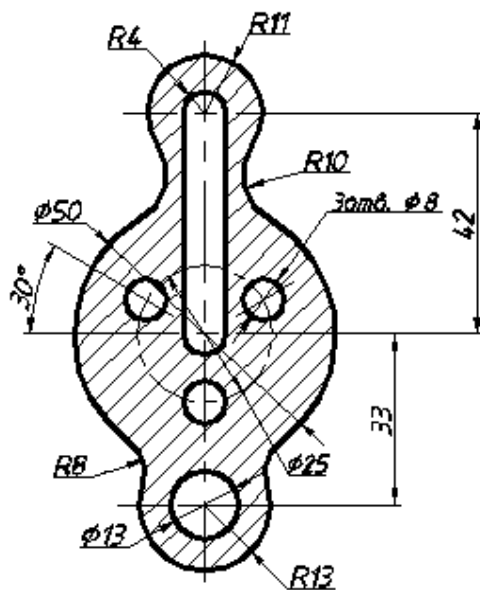
Корпус

5



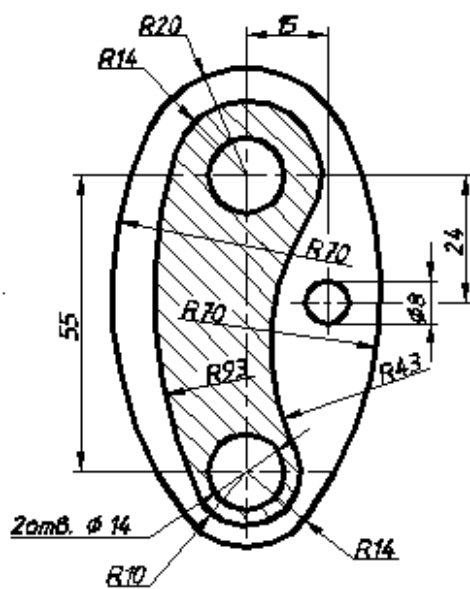
Опора

6



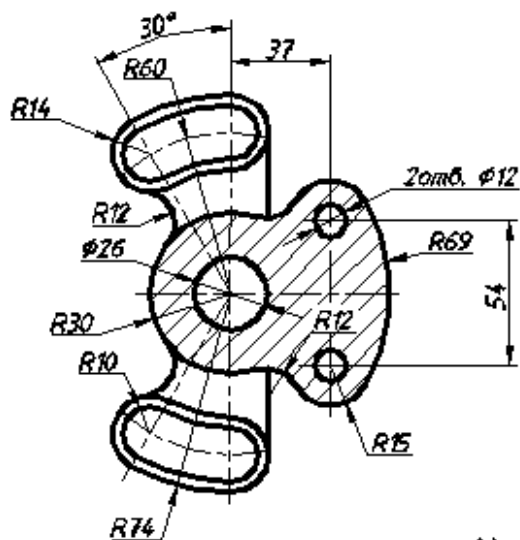
Подвеска

7



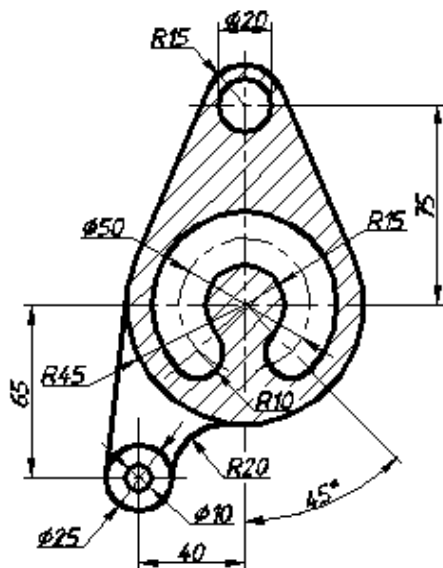
Корпус

8



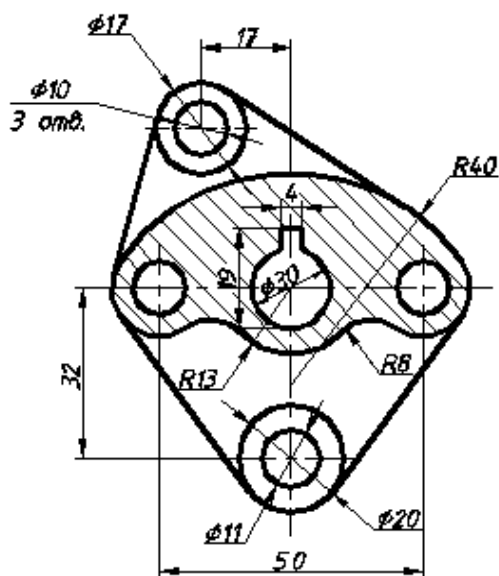
Корпус

9



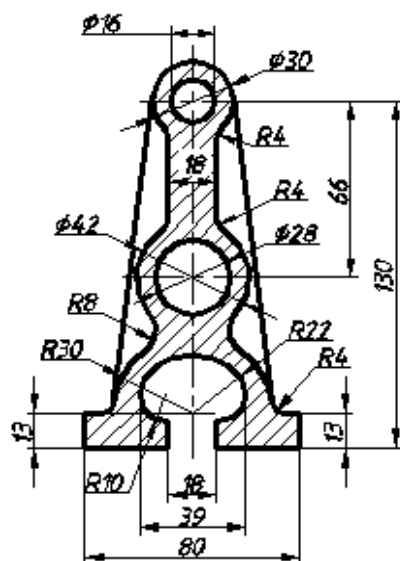
Розетка

10



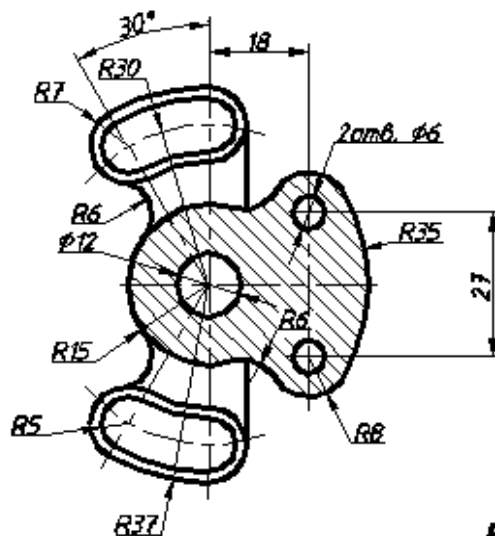
Рычаг

11



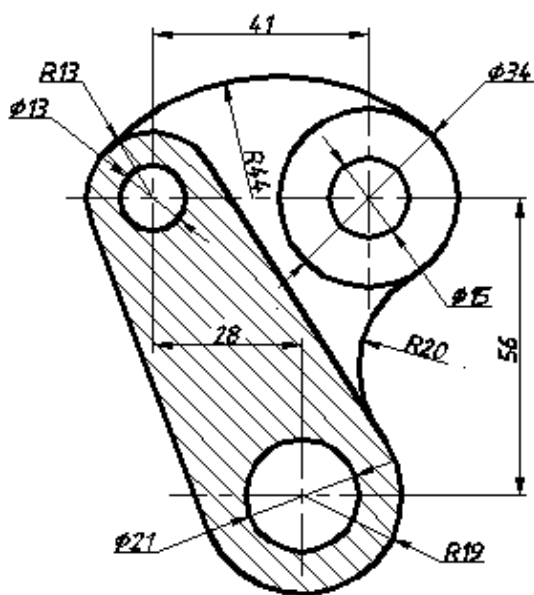
Стійка

12



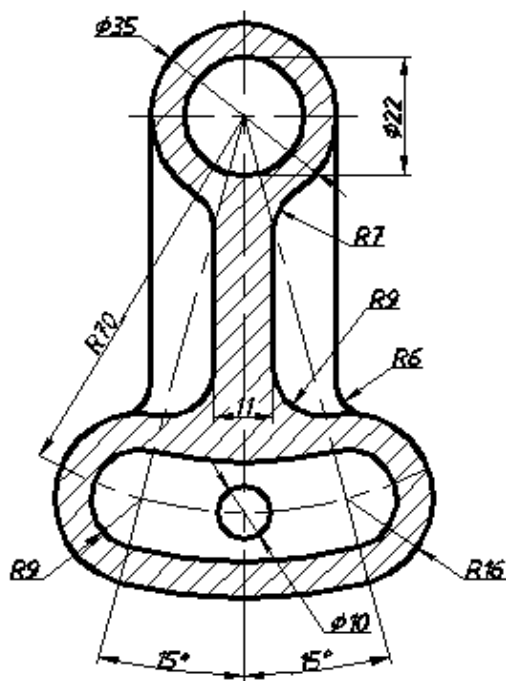
Корпус

13



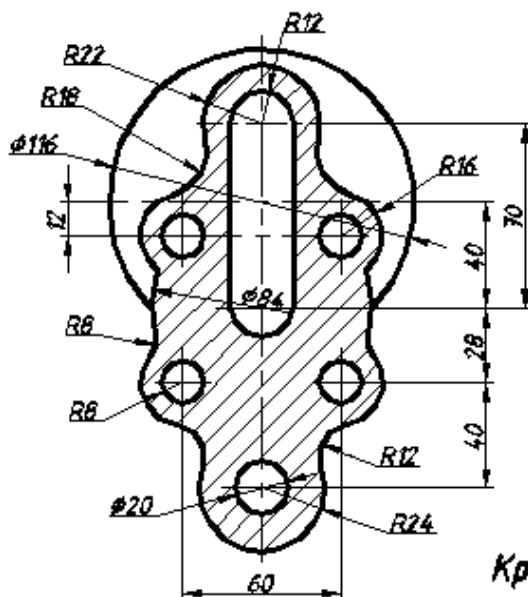
Kopnyc

14



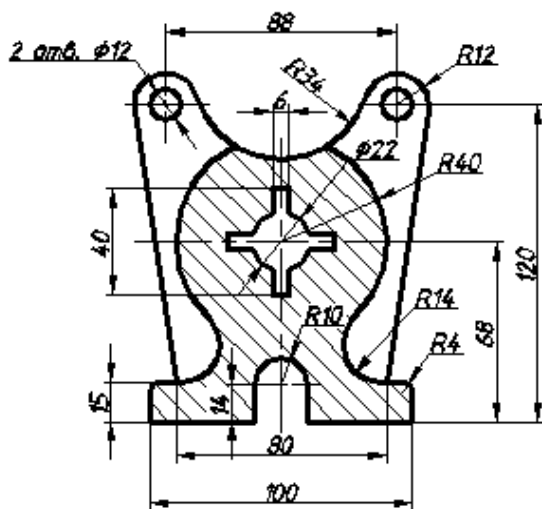
Kopnyc

15



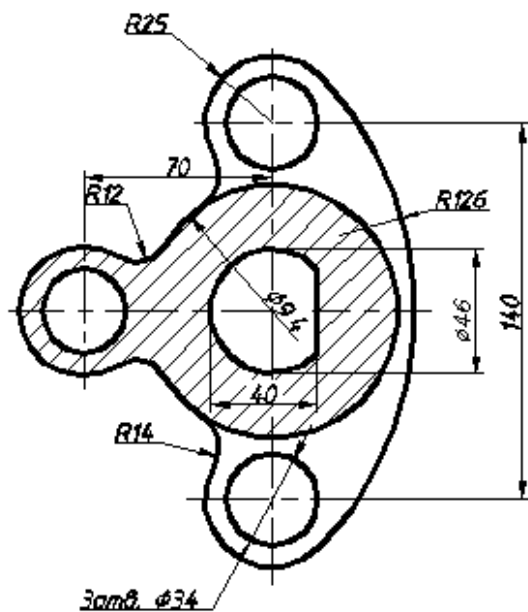
Крышка

16



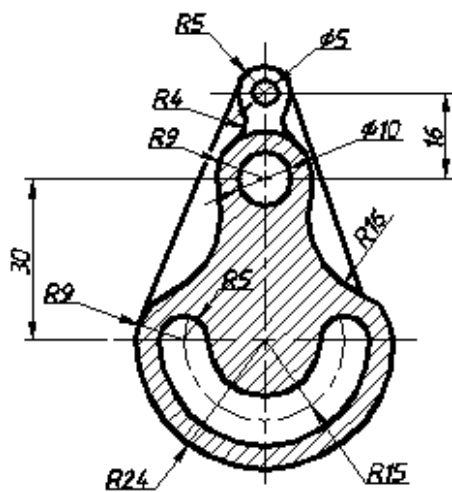
Стойка

17



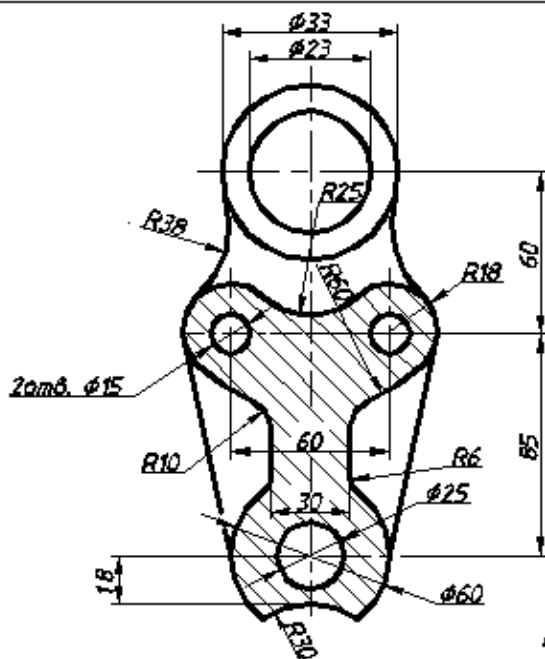
Ушко

18



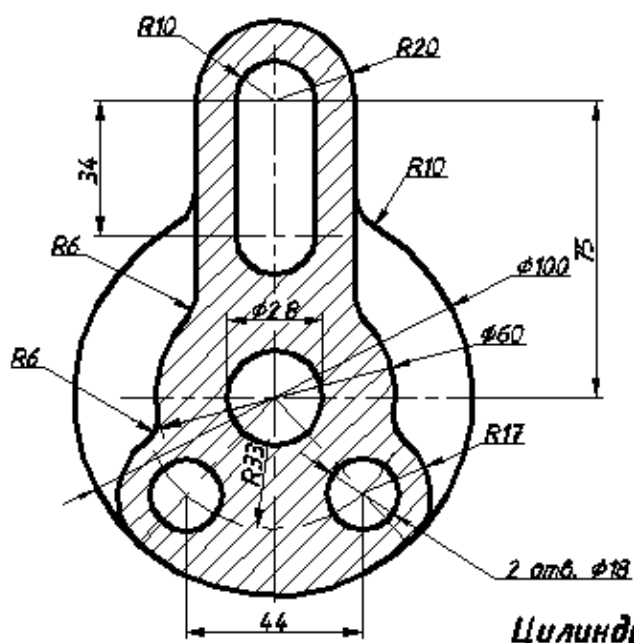
Копныс

19



Кондуктор

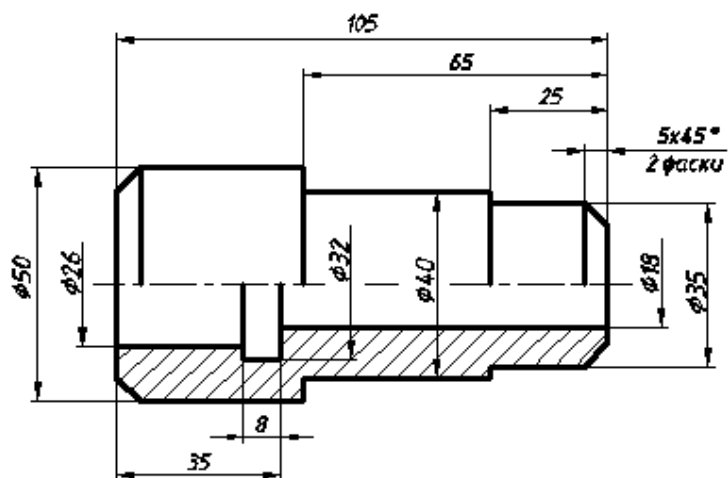
20



Цилиндр

6.3. Построение двухмерной модели «Втулка» I степени сложности

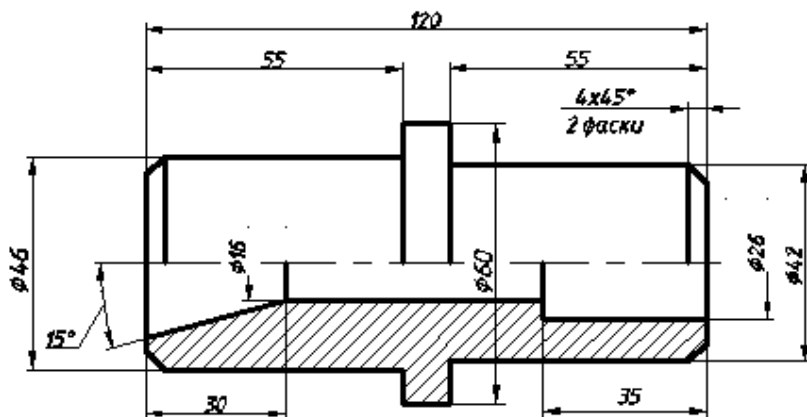
1



Втулка

Ст.3 ГОСТ 380-71

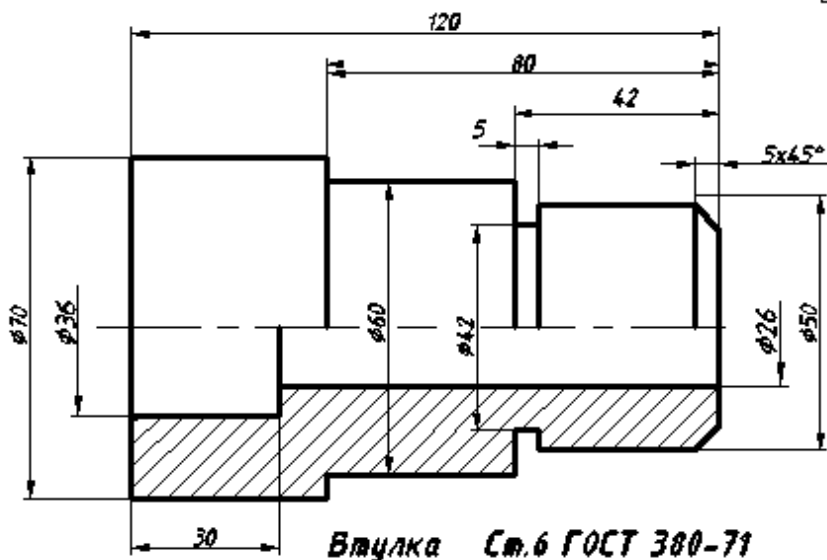
2



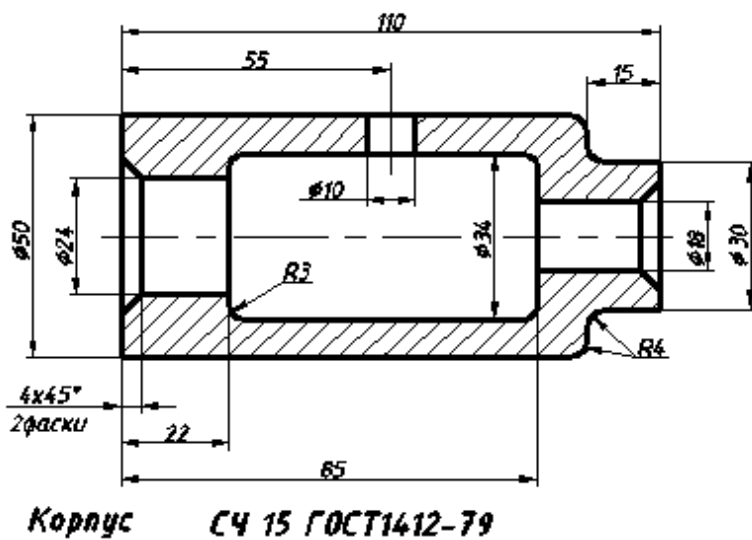
Втулка

Ст.5 ГОСТ 380-71

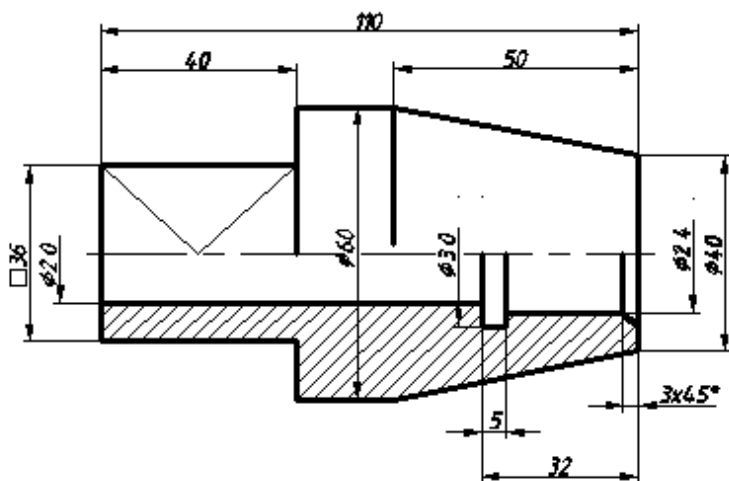
3



4



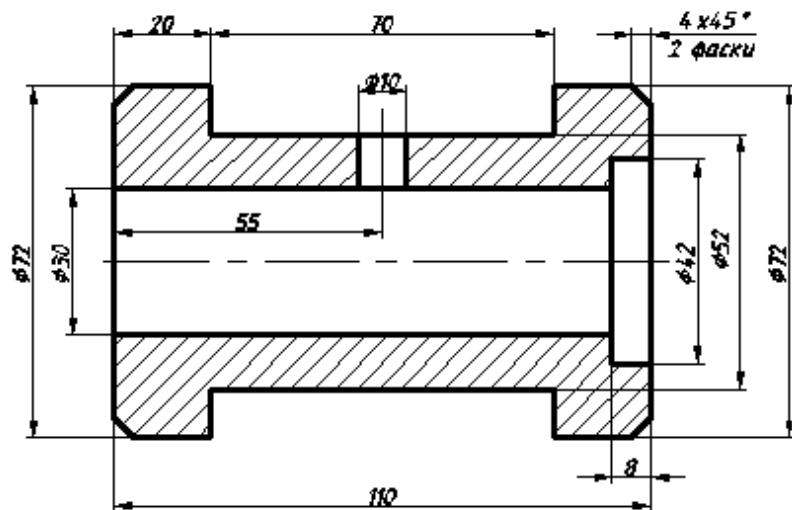
5



Втулка

Ст.6 ГОСТ 380-71

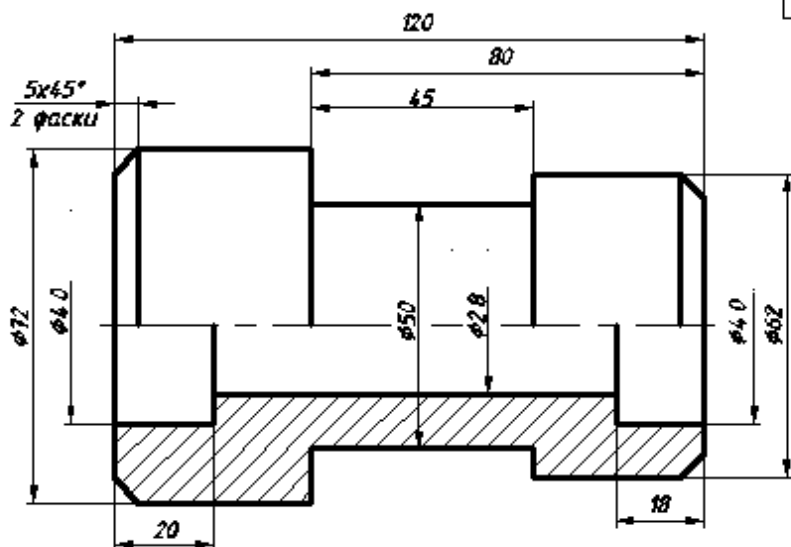
6



Втулка

Сталь 20 ГОСТ 1050-74

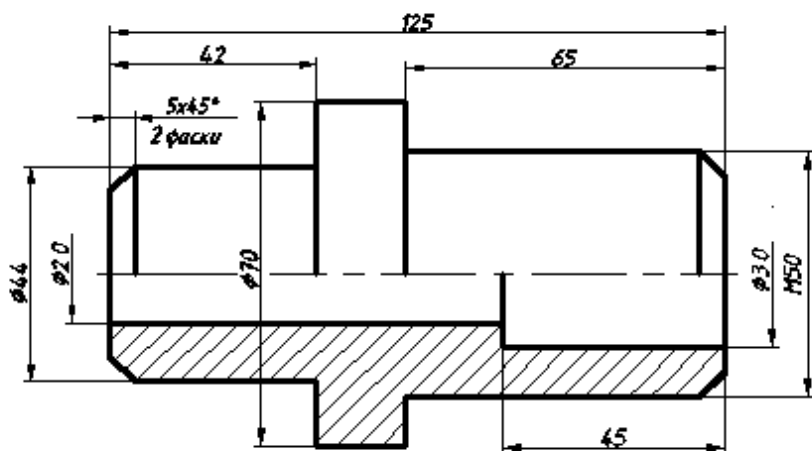
7



Втулка

Ст.5 ГОСТ 380-71

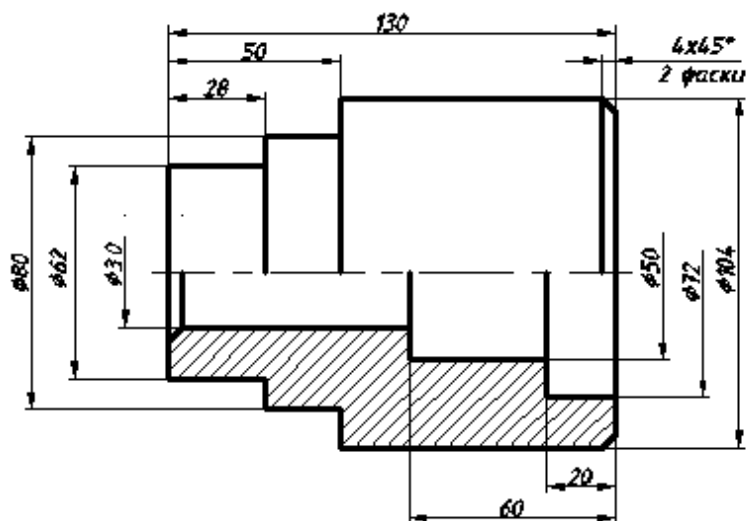
8



Втулка

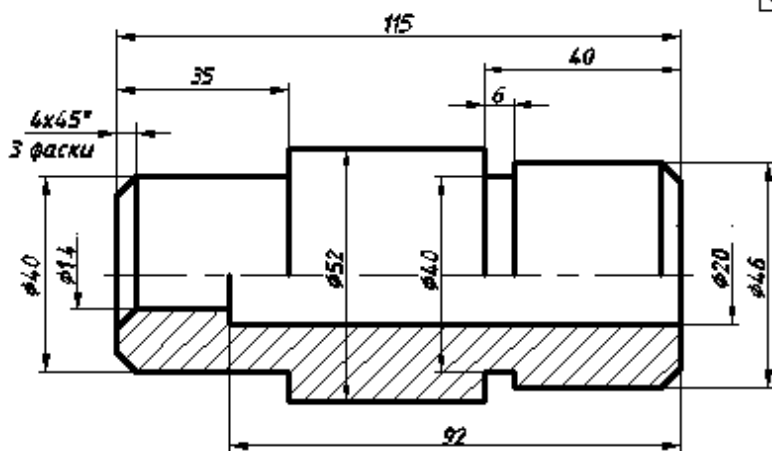
ЛС 59-1 ГОСТ 1711-80

11



ЛС 59-1 ГОСТ 1771-80

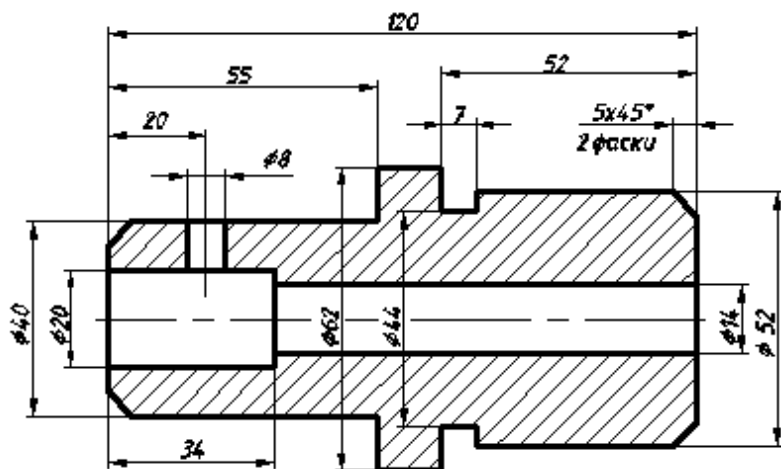
12



Втулка

Ст. 6 ГОСТ 380-71

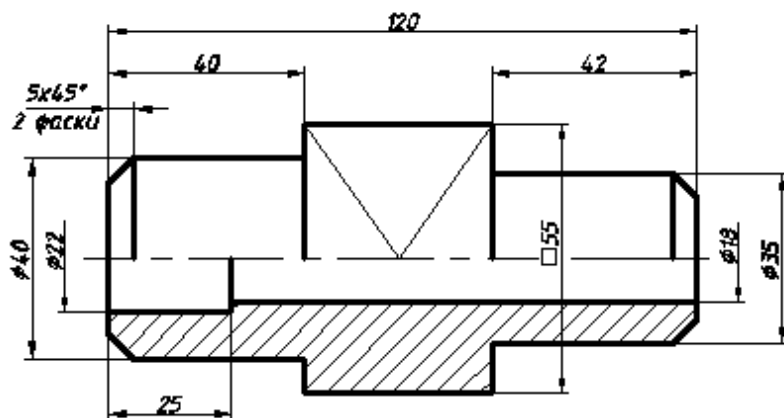
13



Втулка

Ст.20 ГОСТ1050-74

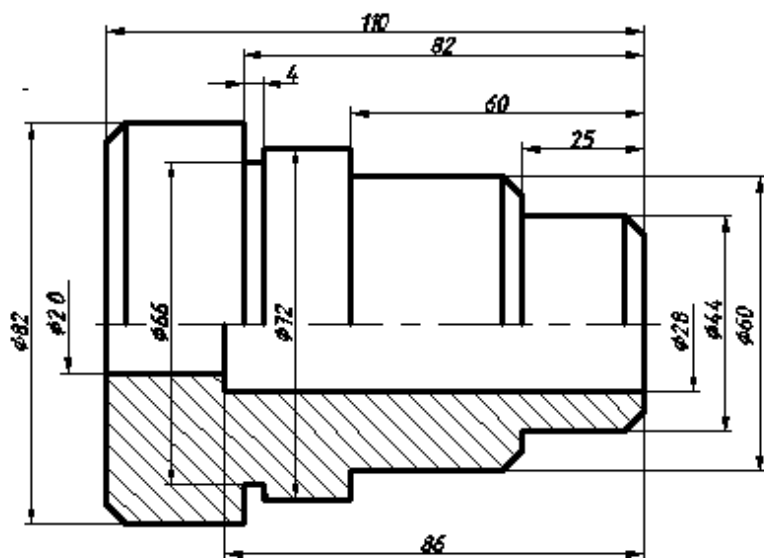
14



Втулка

Ст.5 ГОСТ 380-71

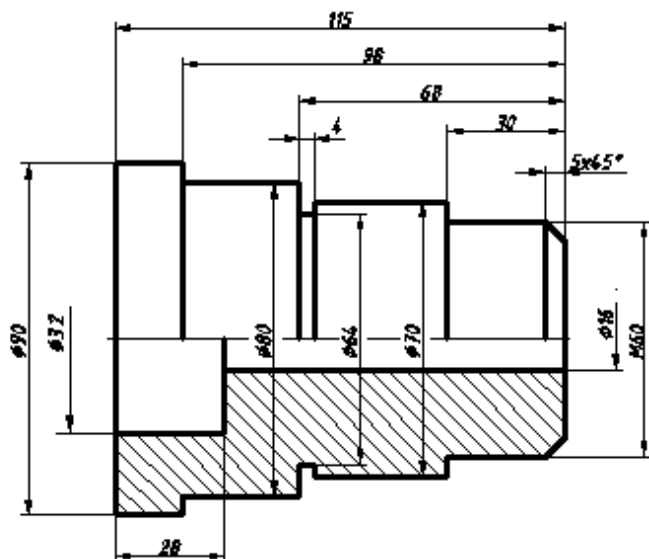
15



Упор

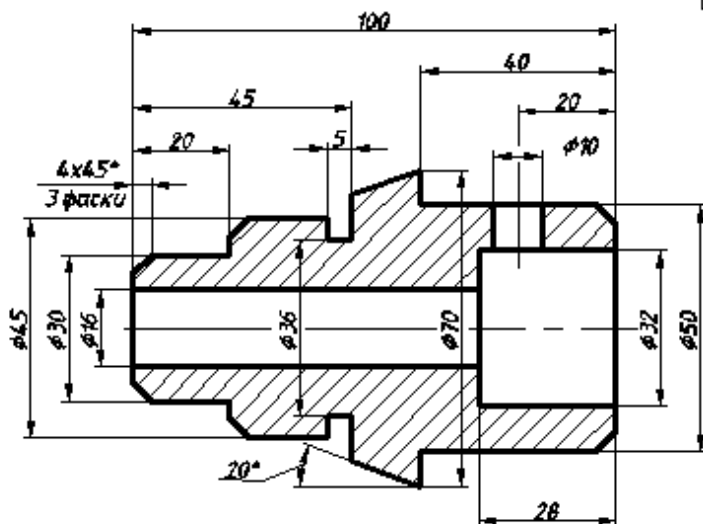
Ст.20 ГОСТ1050-74

16



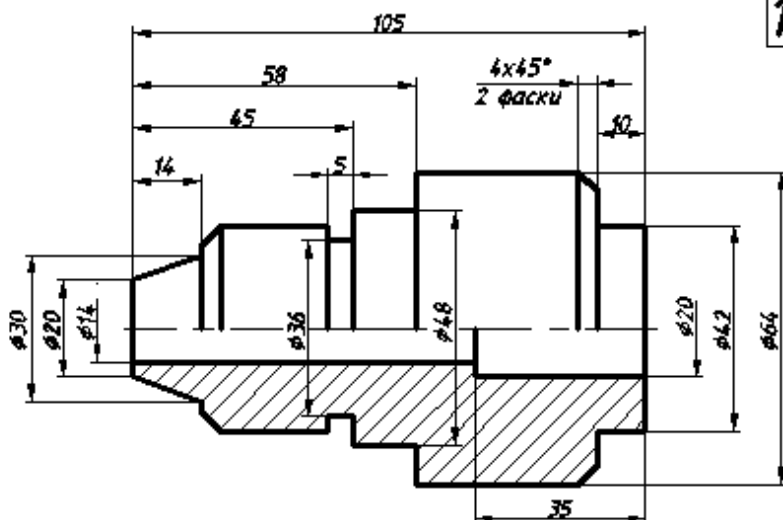
Втулка Ст.5 ГОСТ 380-71

17



Корпус АС 59-1 ГОСТ 1771-80

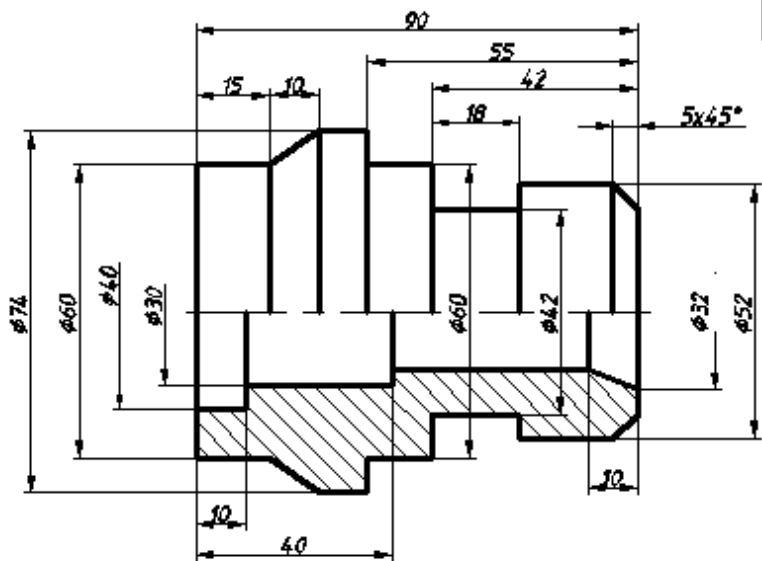
18



Втулка

Ст.20 ГОСТ1050-74

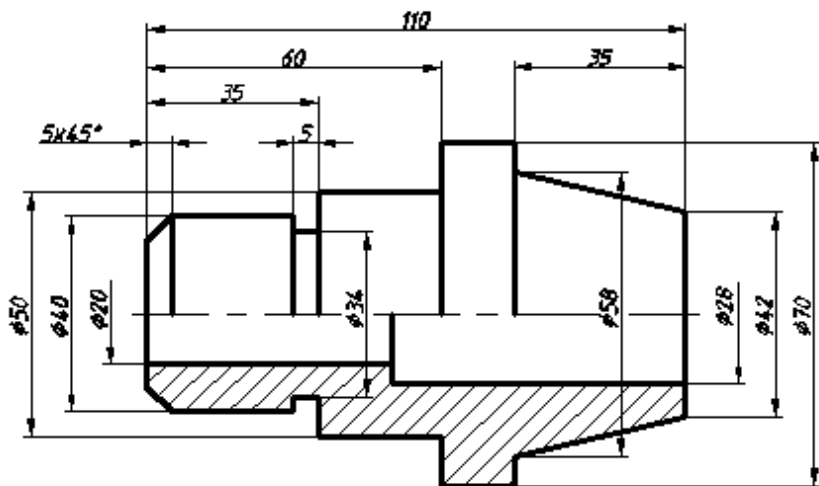
19



Втулка

Ст.20 ГОСТ1050-74

20

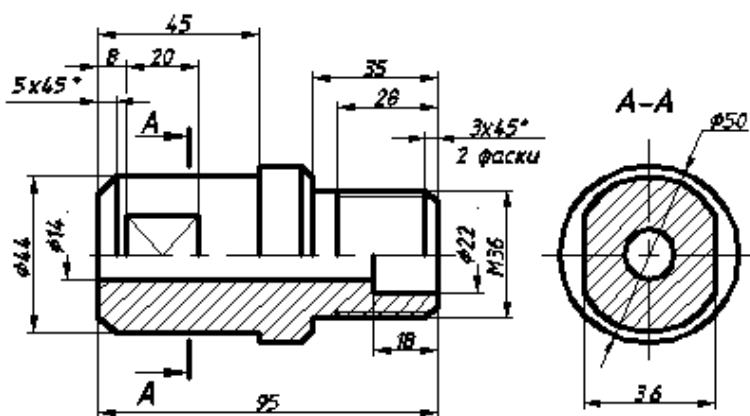


Конус

Ст.20 ГОСТ1050-74

6.4. Построение двумерной модели «Штуцер» II степени сложности

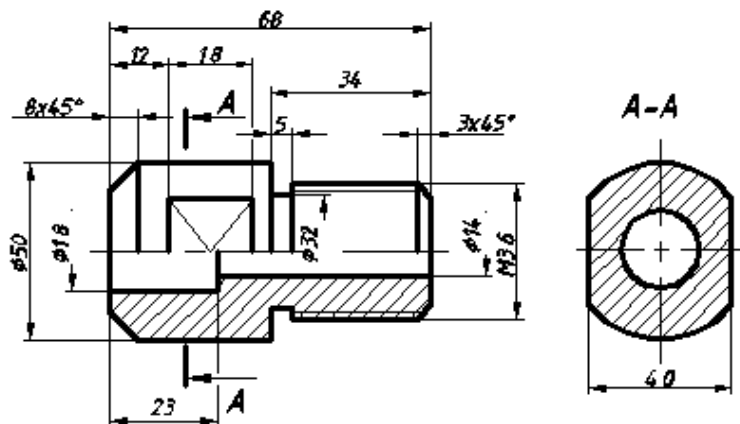
1



Втулка

Ст.5 ГОСТ 380-71

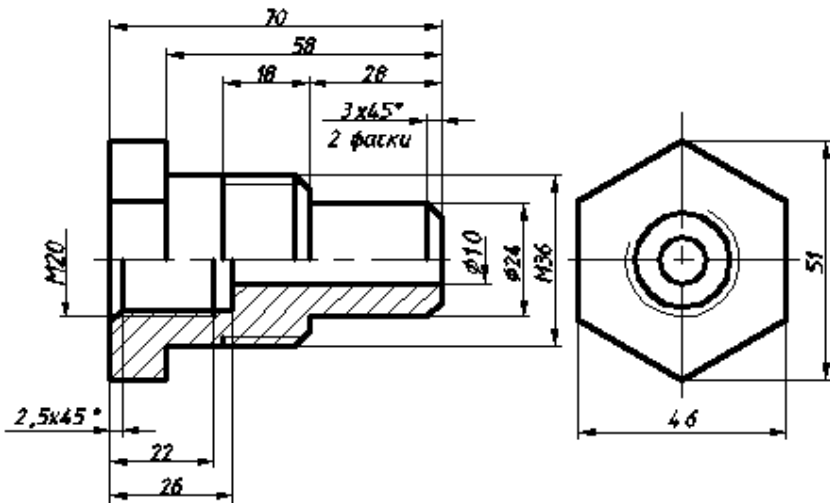
2



Втулка

Ст.6 ГОСТ 380-71

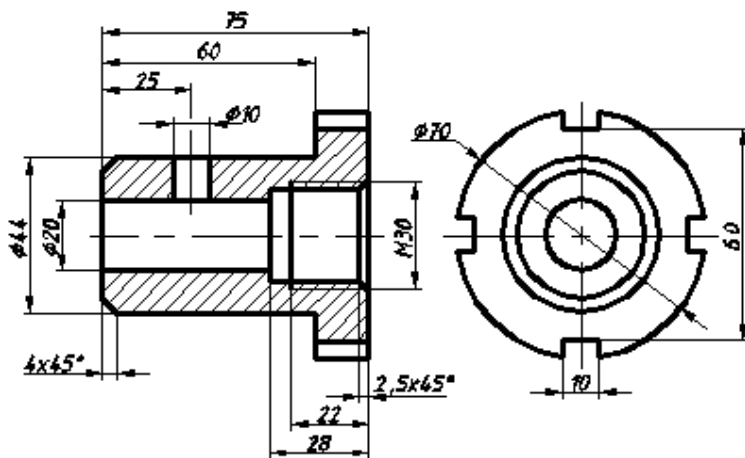
3



Упор

Сталь 20 ГОСТ1050-74

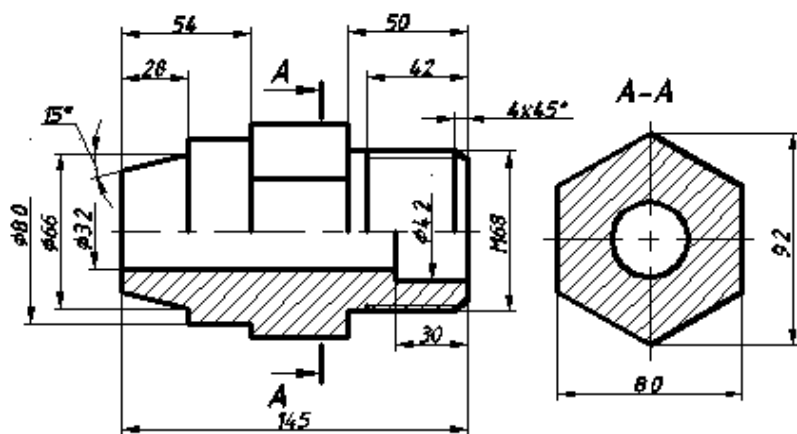
4



Втулка

Ст.5 ГОСТ 380-71

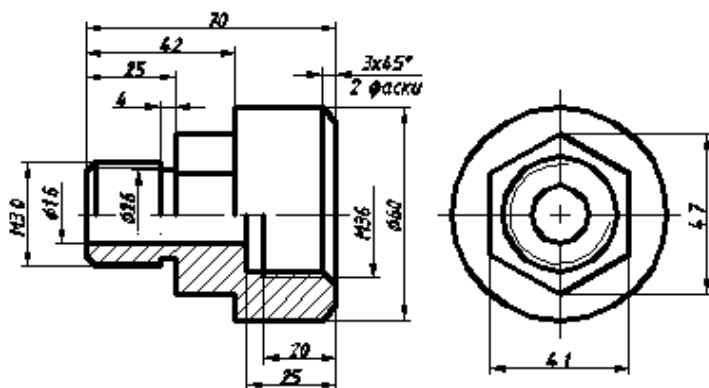
5



Штуцер

Ст.5 ГОСТ 380-71

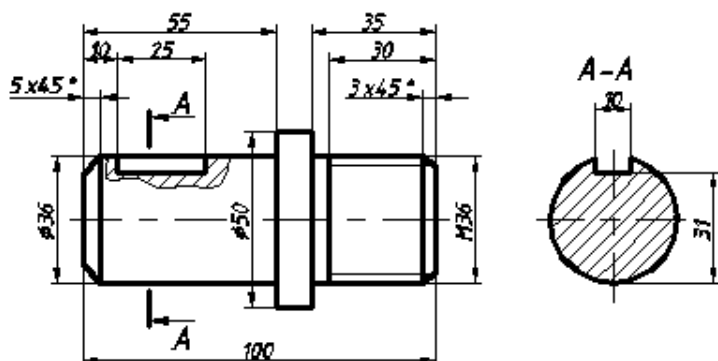
6



Крышка

Сталь 20 ГОСТ1050-74

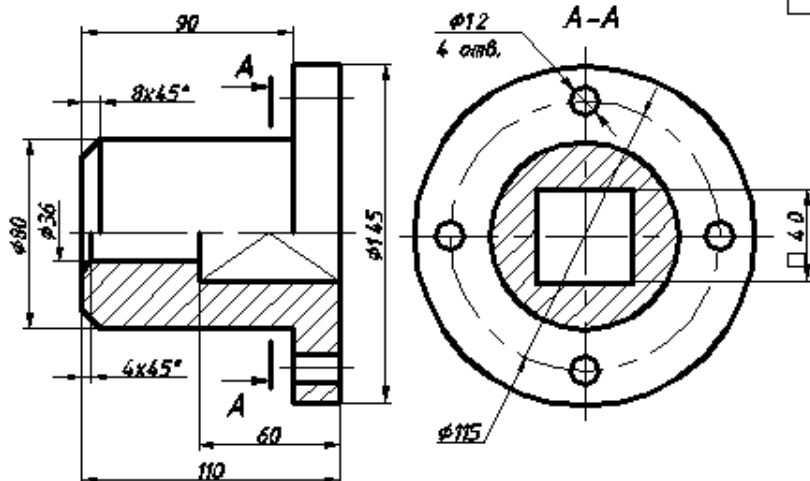
7



Вал

Сталь 20 ГОСТ1050-74

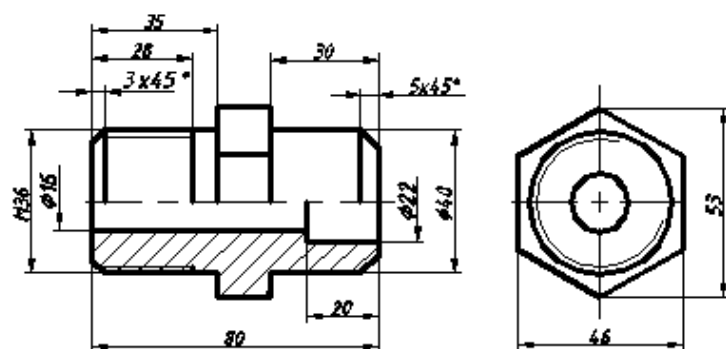
8



Крышка

Сталь 20 ГОСТ1050-74

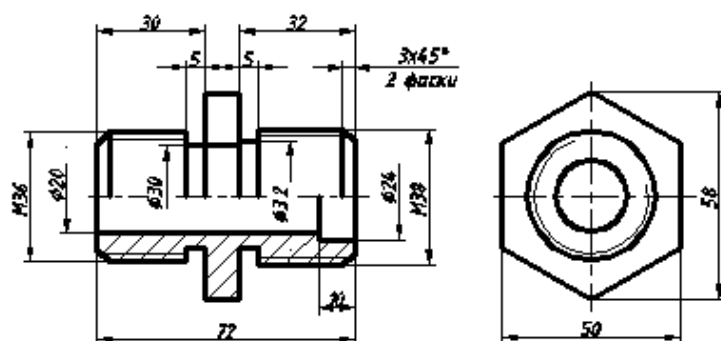
9



Штуцер

Ст5 ГОСТ 380-71

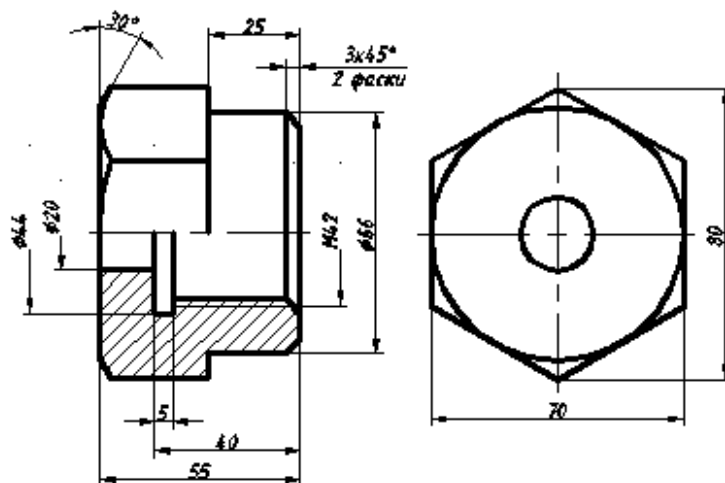
10



Крышка

Сталь 20 ГОСТ 1050-74

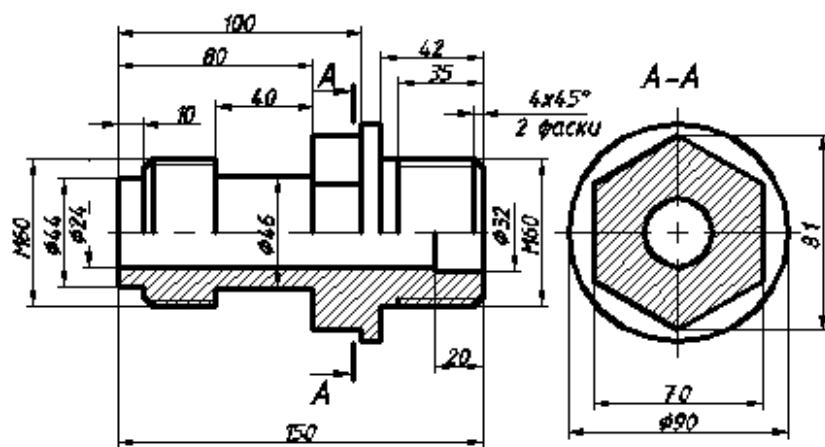
13



Гайка накидная

Ст3 ГОСТ 380-71

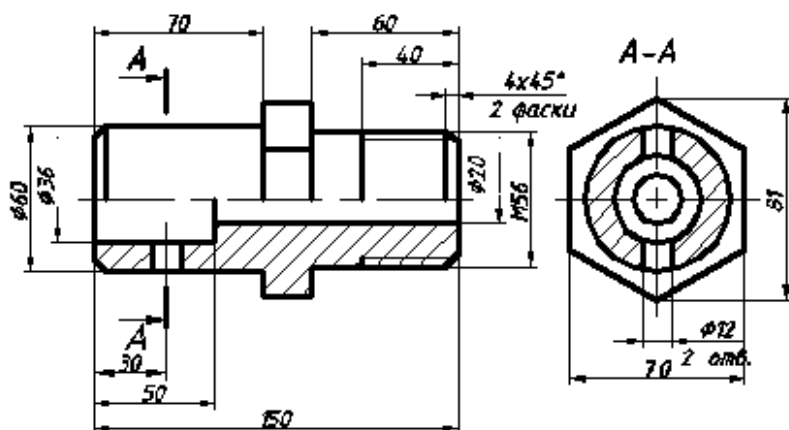
14



Штыцер

Сталь 20 ГОСТ 1050-74

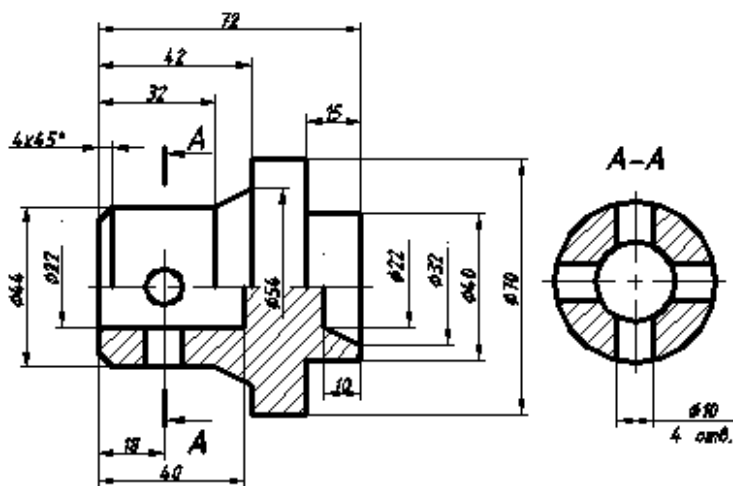
15



Штуцер

См5 ГОСТ 380-71

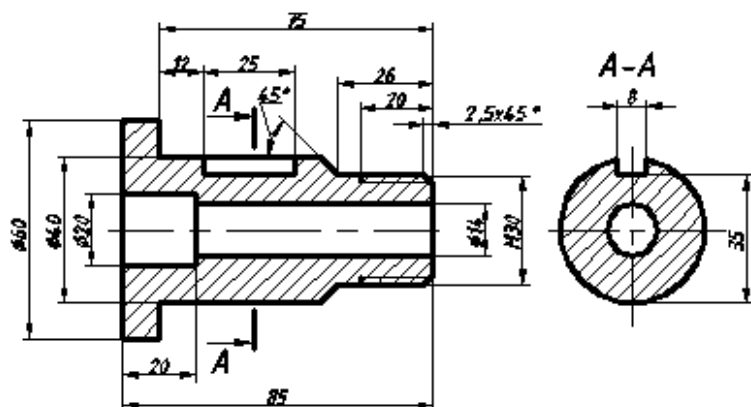
16



Корпус

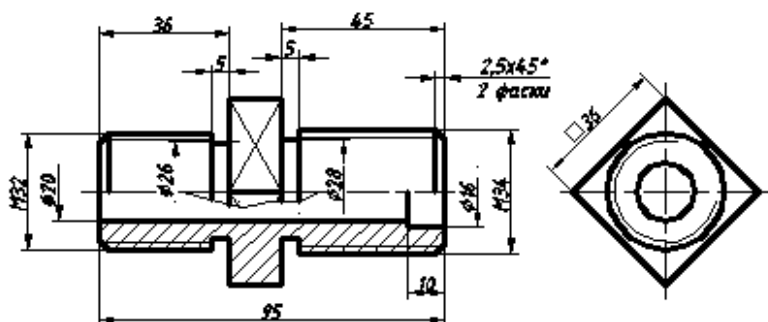
См5 ГОСТ 380-71

17



См5 ГОСТ 380-71

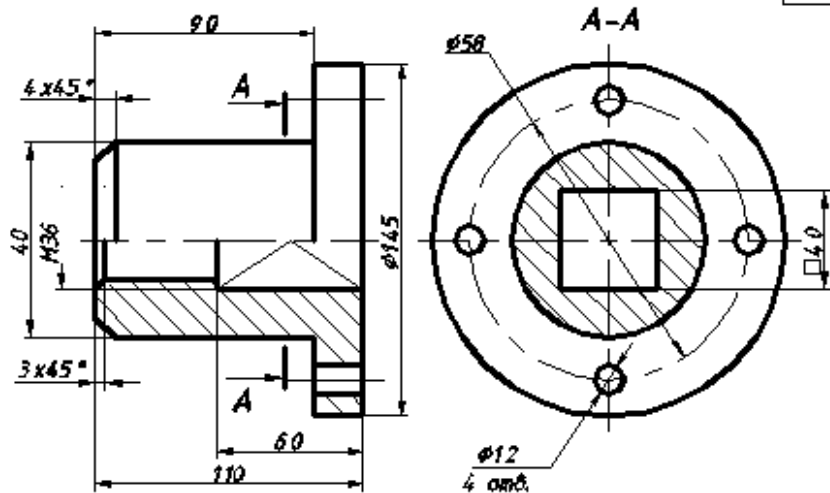
18



Штырек

См5 ГОСТ 380-71

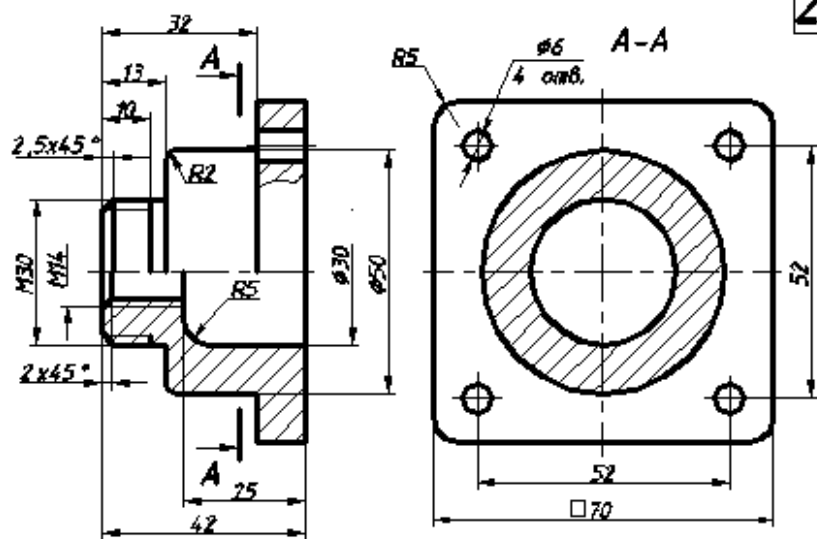
19



Крышка

Сталь 20 ГОСТ 1050-74

20



Крышка

С4 15 ГОСТ 1412-78

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1. Введение. Краткие сведения. Интерфейс AutoCAD. Ввод команд. Режимы рисования. Задание координат. Графические примитивы. Объектная привязка.

1. Как производится запуск системы AutoCAD?
2. Какие области (зоны) можно выделить в пользовательском интерфейсе системы AutoCAD?
3. Какими способами может быть вызвана любая команда?
4. Назовите способы ввода координат точки.
5. Перечислите режимы рисования, используемые в системе AutoCAD.
6. Какие виды систем координат существуют в AutoCAD?
7. Что такое объектная привязка? Какие режимы объектной привязки существуют?
8. Перечислите основные объектные привязки, используемые в AutoCAD.
9. В каком падающем меню находятся команды рисования?
10. Что является примитивом в системе AutoCAD?
11. Перечислите варианты выполнения команды КРУГ. Как построить окружность, касательную к двум заданным примитивам, к трем?
12. Перечислите варианты выполнения команды ДУГА. Как зависит построение дуги от положительного или отрицательного значения величины угла?
13. Что такое полилиния? С помощью каких команд может быть создана полилиния?
14. С помощью какой команды можно построить окружность с заданием толщины линии?
15. Как построить вписанный, описанный многоугольники и многоугольник по известной стороне?
16. Как построить заполненную область (с закраской или без нее)?
17. Что означает ассоциативность штриховки?
18. Назовите способы выбора объекта для выполнения его штриховки.

Тема 2. Команды редактирования и модификации чертежа. Управление изображением.

1. В каком падающем меню находятся команды редактирования объектов?
2. Какой запрос присутствует во всех командах редактирования?
3. Какие способы выбора объектов существуют в AutoCAD?
4. Какая команда обеспечивает перенос набора объектов?
5. Как осуществить копирование набора объектов? Можно ли создать несколько копий?
6. Как построить симметричное изображение? Как сохранить первоначальное изображение?
7. С помощью какой команды можно удалить объект?
8. Какие команды позволяют удалить часть примитива?
9. Какие команды позволяют удлинить объект?
10. Какая команда осуществляет скругление объекта? Назовите режимы работы этой команды.
11. Как выполнить фаску? Назовите режимы работы команды снятия фаски.

12. Какая команда обеспечивает изменение свойств объектов?
13. Что такое «ручка»? Как осуществляется редактирование с помощью «ручек»?
14. Перечислите команды, позволяющие управлять изображением.

Тема 3. Нанесение размеров и выполнение текстовых надписей.

1. В каком падающем меню находятся команды нанесения размеров?
2. С помощью каких команд реализуются команды нанесения линейных размеров: горизонтального, вертикального, наклонного и под заданным углом?
3. Как проставить размеры от одной базы?
4. Как проставить размеры последовательной размерной цепи?
5. Какая команда обеспечивает простановку углового размера?
6. Какие команды обеспечивают простановку радиального и диаметрального размеров?
7. Как обеспечить вывод символов диаметра и градуса?
8. Что такое размерный стиль? С какой целью он используется?
9. Назовите команды редактирования размеров.

Тема 4. Блоки. Атрибуты. Пространство модели и пространство листа.

1. Что называется блоком? Назовите свойства блока.
2. Назовите команды, которые могут производить действия над блоками.
3. Что такое атрибут? Перечислите существующие режимы атрибута.
4. Сформулируйте алгоритм создания и использования блока с атрибутом.
5. Как осуществляется редактирование атрибута?
6. Какие пространства существуют в системе AutoCAD?
7. Для чего предназначено пространство модели?
8. Для чего предназначено пространство листа?
9. Как осуществляется переход от пространства модели к пространству листа и наоборот?
10. Сформулируйте алгоритм подготовки чертежа к выводу на печать.

ГЛОССАРИЙ

Атрибут – специальные примитивы, связанные с блоком и содержащие текстовую информацию, которая может изменяться при вставке блока в чертеж.

Блок – совокупность связанных объектов чертежа, обрабатываемых системой AutoCAD как единый объект.

Графический примитив – элемент чертежа, отличающийся графическим описанием и обрабатываемый системой AutoCAD как целое.

Компьютерная графика – область информатики, предназначенная для создания, хранения и обработки моделей геометрических моделей и их изображений с помощью компьютера.

Лимиты (границы) чертежа – координаты двумерных точек (левого нижнего и верхнего правого углов), определяющих прямоугольную область в соответствии с заданным форматом чертежа.

Объектная привязка – устройство указания для точного ввода координат.

Панель инструментов – область (элемент, зона) интерфейса AutoCAD, представляющая собой набор значков, оформленных в виде кнопок, каждая из которых соответствует определенной команде.

- Полилиния** – связанная последовательность линейных и дуговых сегментов, каждому из которых может быть присвоено отдельное значение ширины. Полилиния может быть замкнута или разомкнута. Полилинии могут быть созданы при помощи команд: полилиния, кольцо, эллипс, многоугольник, прямоугольник.
- Пространство листа** – пространство, предназначенное для проекции сформированной модели объекта на плоскость чертежа, который предстоит вывести на печать.
- Пространство модели** – пространство, предназначенное для формирования двумерной или трехмерной модели создаваемого объекта.
- Размерный стиль** – поименованная совокупность значений всех размерных переменных, определяющая вид размера на чертеже.
- Рамка** – прямоугольник, задаваемый указанием двух противоположных углов слева направо. Выбранными окажутся полностью расположенные внутри рамки объекты.
- Ручки** – способ редактирования примитивов, при котором команды AutoCAD в явном виде не вызываются. Ручки - маленькие квадратики, которые появляются в характерных точках объекта в зависимости от вида примитива в режиме ожидания команды. С помощью «ручек» объекты можно растягивать, поворачивать, масштабировать и отражать.
- Секущая рамка** – прямоугольник, задаваемый указанием двух противоположных углов справа налево. Выбранными окажутся как полностью расположенные внутри рамки объекты, так и пересеченные рамкой объекты.
- Система AutoCAD** – универсальная графическая система, в основу которой положен принцип открытой архитектуры, позволяющий адаптировать и развивать многие функции AutoCAD применительно к конкретным задачам и требованиям.
- Слой** – определенный объем памяти, в котором сгруппированы элементы чертежа по некоторому функциональному признаку.
- Сплайн** – гладкая кривая, проходящая через заданные точки.
- Штриховка** – заполнение указанной области по определенному образцу.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Полищук, В. В. AutoCAD 2000: практическое руководство/ В. В. Полищук. – М.: Диалог-МИФИ, 2000. – 257 с.
2. Тику, Ш. Эффективная работа AutoCAD/ Ш. Тику. – СПб.: Питер 2002. -1232 с.
3. Трактовенко, И. А. AutoCAD 2002/ И. А. Трактовенко – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 814 с.
4. Красильникова, Г.А. Автоматизация инженерно-технических работ/ Г.А.Красильникова, В.В.Самсонов, С.М.Тарелкин. – СПб.: «Питер», 2000. – 168 с.
5. Романычева, Т.А. Инженерная и компьютерная графика/ Т.А. Романычева, Т.Ю. Соколова, Г.Ф. Шандурина.– М.: «Пресс», 2001. – 280 с.
6. Романычева, Э.Т. AutoCAD: Практическое руководство/ Э.Т. Романычева, Т.И., Сидорова, С.Ю. Сидоров. - М.: ДМК, Радио и связь, 1997. – 480с.