

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**политехнический колледж филиала федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Майкопский государственный
технологический университет» в поселке Яблоновском**

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

ОП.12 Информационные технологии в профессиональной деятельности

специальность

**23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного
транспорта**

форма обучения

очная

квалификация выпускника

техник

Яблоновский, 2018

Одобрено предметной (цикловой) комиссией
информационных и математических дисциплин

Протокол от 31.08.2018 №1

Председатель предметной
(цикловой) комиссии



А.А.Схаплок

Разработчик: Хуаде Р.А. - преподаватель первой категории политехнического колледжа филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» в поселке Яблоновском

Общие сведения о системе AutoCAD

Данная работа посвящена общим приемам работы в AutoCAD: входу и выходу из системы, созданию формата чертежа и выполнению рамки и углового штампа с его заполнением. Создание копии формата А4, отрисовка и оформление заданной диаграммы и некоторой кривой линии (приложение F) на одной форматке и оформление протокола определения расстояния между двумя точками в виде текстовой информации на другой с использованием пяти опций расположения текста.

Цель занятия — изучить структуру системы AutoCAD, интерфейс, структуру команд, научиться создавать новый рисунок и устанавливать постоянные рисунка, освоить команды **LINE**, **RECTANGLE**, **ARRAY**, **ERASE**, **TEXT**, **POLYLINE**, **CHANGE**, **COPY**, **ZOOM**, **SPLINE**, **SAVE** и функциональные клавиши F1—F10.

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения работы 1 необходимо выполнить следующие задания:

1. Войти в систему AutoCAD и создать свой рисунок.
2. Установить единицы измерений и формат чертежа — А3.
3. На формате А3 на левой ее части создать рамку со штампом формата А4, используя при этом команды **RECTANGLE**, **ARRAY**, **LINE** и **POLYLINE**.
4. Заполнить все графы штампа согласно принятой форме (рис. 1.1).
5. Копировать рамку со штампом на правую часть форматки А3.
6. На левой форматке нарисовать диаграмму процесса, задавая ее конкретные точки и проводя через них прямые. График диаграммы заключить в контур **RECTANGLE**, а внутри этого контура создать ортогональную сетку, проходящую через точки деления осей диаграммы при помощи команд **LINE**, **POLYLINE**, **ARRAY**.
7. Построить при помощи команды **SPLINE** график математической функции, значения которой в отдельных точках вычисляются на калькуляторе (процедура **CAL**).
8. Определить расстояние между противоположными углами рамки по диагонали. Протокол работы процедуры **DIST** записать на правой форматке А4 пять раз, каждый раз используя одну из опций команды **TEXT**.

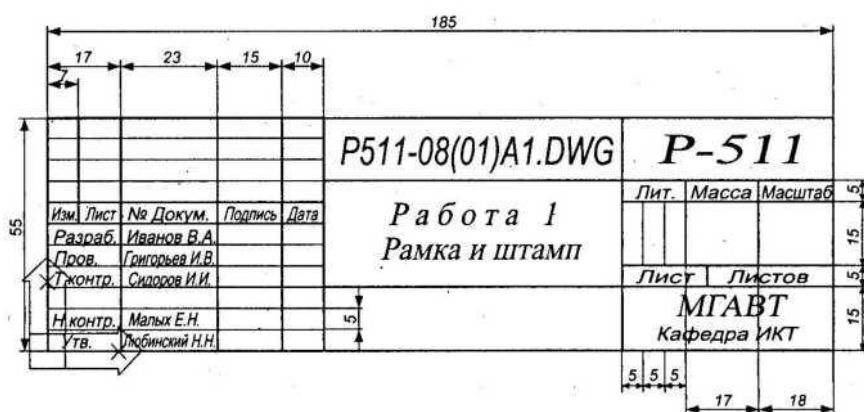


Рис. 1.1

Методические указания к выполнению заданий

Создание нового файла

Для создания нового чертежа существует команда **NEW** (новый). Команда **NEW** вызывает диалоговое окно **Select Template** (Выбор шаблона) показана на рис. 1.1. Можно выбрать из списка готовый стандартный шаблон, рекомендуется начинать с шаблона **acadiso.dwt**.

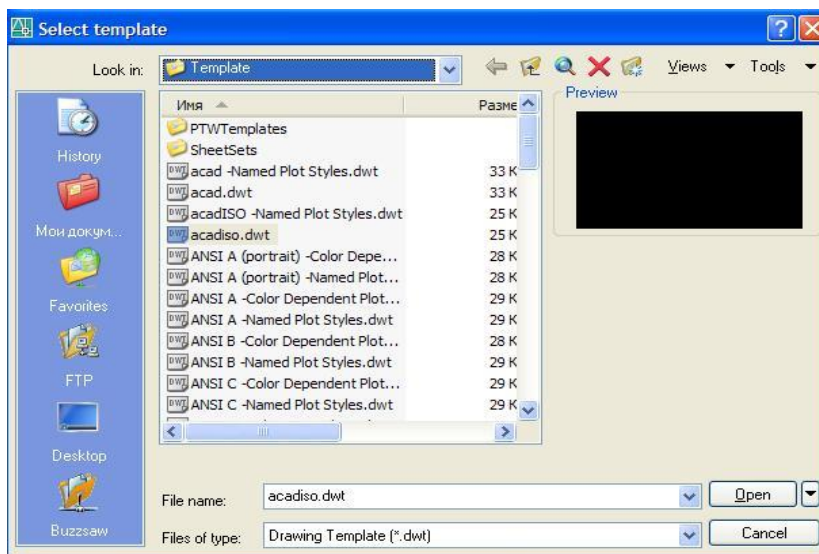


Рис. 1.1

Последующие действия верны для обеих версий AutoCAD.

Чтобы система отобразила полностью рабочее поле чертежа после установки его размеров, необходимо в экранном меню выбрать команду **ZOOM** с опцией **All** (рис. 1.2). Для отображения заданного формата чертежа включается сетка (команда **GRID**) нажатием кнопки **GRID** (рис. 1.3). На экране появится рабочее поле в пределах своих границ. Переместив курсор в правый верхний угол экрана, вы можете убедиться в том, что лист имеет указанные вами размеры по сообщению в строке состояний. Теперь рабочее поле готово к выполнению вашего задания (рис. 1.4).



Рис. 1.2

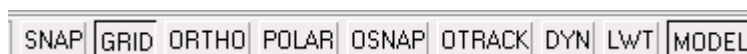


Рис. 1.3

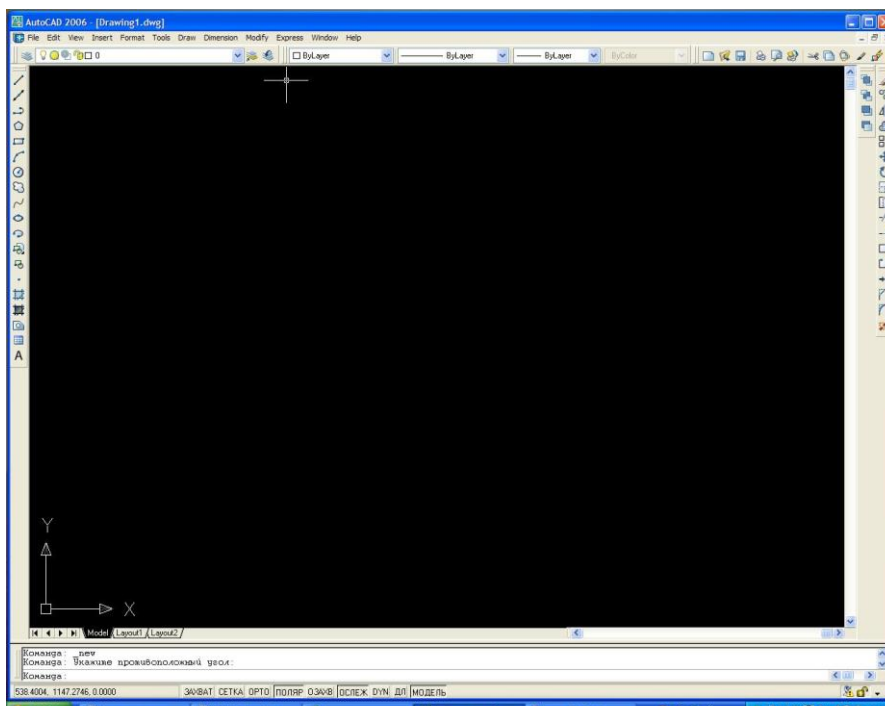


Рис.1.4 Графический редактор системы

Для установки размеров шага перемещения курсора и сетки достаточно открыть диалоговое окно **Drafting Settings**. В раздел **Grid**, где содержится кнопка **ON/OFF** включения и выключения отображения точечной сетки на экране, которая подобно миллиметровой бумаге помогает ориентироваться на рабочем поле. В ячейках ввода нужно задать интервалы между точками сетки в условных единицах, равные 5 мм (X spacing = 5.0000, Y spacing = 5.0000). В процессе сеанса работы над чертежом может возникнуть ситуация, когда нужно выключить или включить сетку заново, для этого лучше всего воспользоваться клавишей F7 или *кнопкой Grid* в строке состояния. Аналогично устанавливается величина шага перемещения курсора. Перемещение курсора заданным шагом происходит только при включенной кнопке **Snap** в строке состояния. Установить шаг перемещения курсора равным 1 (рис. 1.5). Установленные параметры работают при включенных кнопках **SNAP** и **GRID** (рис. 1.6).

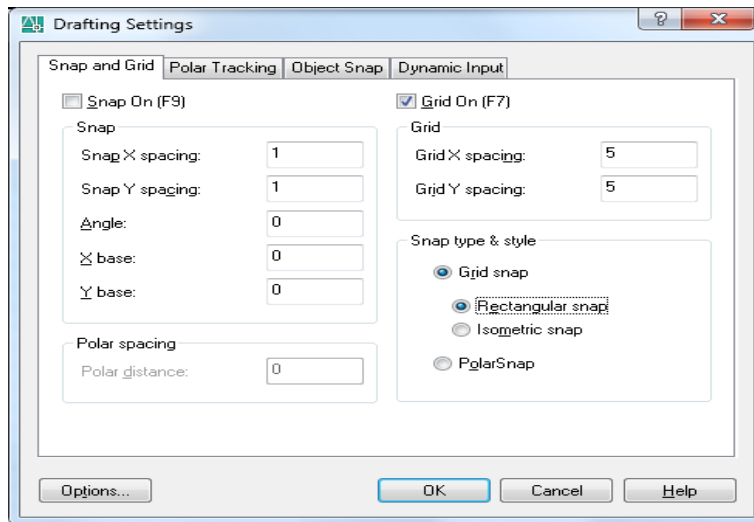


Рис. 1.5

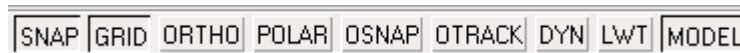


Рис.1.6

В системе AutoCAD есть два принципиально различных способа ввода точек. Первый и самый быстрый и удобный заключается в перемещении курсора в нужную точку рабочего листа и последующем вводе ее координат щелчком левой кнопки (ЛК) мыши при включенном шаге перемещения курсора. Координаты курсора выводятся в строку состояния, что помогает пользователю указать точку должным образом.

Второй способ заключается в вводе числовых значений координат с клавиатуры, которые можно задавать как в абсолютном, так и относительном виде. Подробно процедура ввода точек представлена в приложении В.

Прямоугольник — команда RECTANGLE.

Массив — команда ARRAY.

Отрезок — команда LINE

Команда **LINE** строит прямолинейные отрезки, запрашивая первую точку (**first point**) и последующие (**next point**). Ввод точек возможен всеми способами, приведенными в приложении В. Команда **LINE** имеет следующие опции: **Close** — замыкает ломанную цепочку отрезков, **Undo** — отменяет последний изображенный отрезок, а также последующие в порядке, обратном построению, **Enter** — завершает команду, **Continue** — начинает строить отрезок от последней фиксированной точки. Все перечисленные опции вызываются на экран нажатием ПК мыши.

Используя команду **RECTANG**, отрисовать рамку формата А4. Для этого вызвать упомянутую команду и на ее запрос о первом угле набрать букву W, чтобы установить толщину линии равной 0.5. После указать точку нижнего левого угла, которая по ГОСТу имеет координаты — (20, 5), затем точку правого верхнего угла — (205, 292). В результате на экране появится рамка форматки А4 толщиной 0.5. Далее командой **POLYLINE** (рис. 1.7) в режиме ортогонального черчения отрисовать все толстые линии в штампе (рис. 1.1) соответствующим выбором координат. Далее начертить линию командой **LINE** с координатами конечных точек (20, 10) и (85, 10), которую затем размножить командой **ARRAY** (рис. 1.8), которая создает для выбранных графических объектов множественные копии и располагает их в узлах прямоугольной сетки (прямоугольный массив — **Rectangular**) или по дуге окружности (круговой массив — **Polar**). В случае прямоугольного массива указываются количество строк и колонок и расстояния между строками и рядами для получения прямоугольной сетки, в узлах которой будут располагаться копии. При выборе размножения по дуге необходимо указать дугу окружности, по которой будут располагаться копии, центральную точку дуги и два из трех параметров: угол между копиями, угол заполнения дуги и количество копий.



Рис. 1.7



Рис. 1.8

Если расстояния между рядами и колонками задать положительным числом, массив будет располагаться вправо и вверх от копируемых объектов. Если угол заполнения положительный, копии располагаются по дуге в направлении против часовой стрелки, а если угол отрицательный — по часовой стрелке.

В нашем случае применяется команда **ARRAY** для отрисовки левой части штампа, размножается указанная прямая.

При работе с версией AutoCAD 2002 диалог команды **ARRAY** предлагается в командной строке и имеет следующий вид:

Command: **_ARRAY**

Select objects: <выбирается построенная линия>

Rectangular or Polar array (R/P): R <выбирается прямоугольный массив>

Number of rows (-- --) <1>: 10 <число строк>

Number of columns (| 11) <1 >: 1 <число столбцов>

Unit or distance between rows (- - -): 5 <между строками 5 мм>

(Distance between columns (| | |)): не запрашивается, так как число столбцов в нашем случае всего один).

Нажав клавишу **Enter**, получим на штампе весь набор горизонтальных тонких линий в левой части штампа.

Диалог команды ARRAY при создании кругового массива выглядит следующим образом.

Command: **ARRAY**

Rectangular or Polar array (R/P:P <выбирается круговой массив>

Select object: <указывается примитив, являющийся элементом массива>

Specify center point of array: <указывается центр массива>

Enter the number of items in the array: <указывается число элементов в массиве>

Specify the angle to fill (360: <указывается угол массива>

Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: <поворачивать ли объект относительно центра? > [Да / Нет]

При работе с версией AutoCAD 2005, после вызова команды ARRAY на экране появляется диалоговое окно, в котором устанавливаются все параметры массива. На рис. 1.9 приведено диалоговое окно при создании прямоугольного массива.

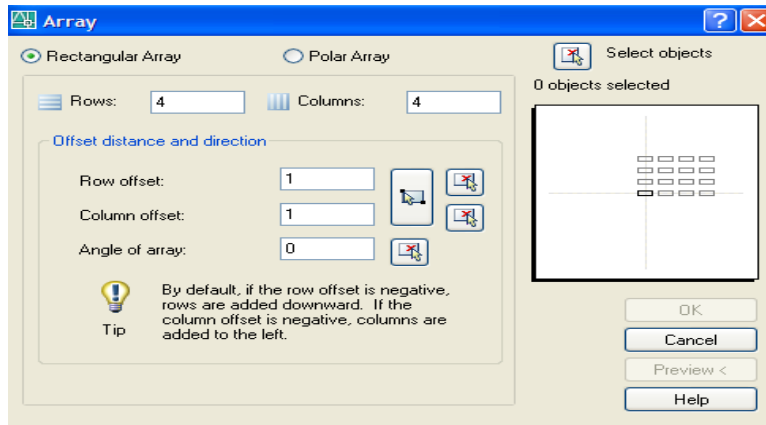


Рис.1.9

После установки всех параметров массива необходимо нажать клавишу **ОК**. При формировании кругового массива диалоговое окно имеет следующий вид (рис. 1.10) (элементы массива поворачиваются относительно центра — активизировано окно **Rotate items as copied**).

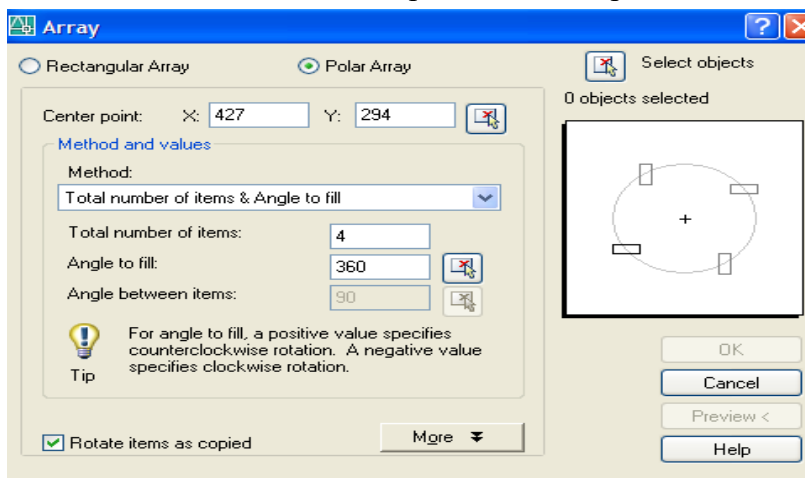


Рис. 1.10

На рис. 1.11 показано диалоговое окно при создании кругового массива без поворота элементов массива вокруг центра.

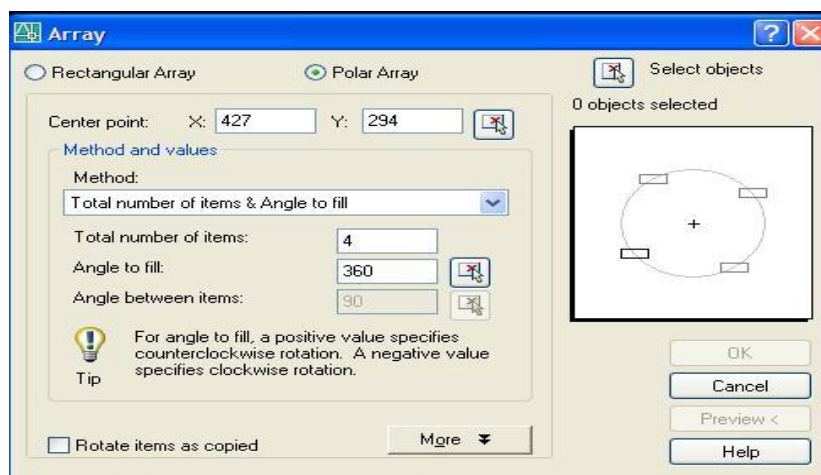


Рис. 1.11

Далее выполнение команд идет аналогично для любой версии.

Выполнение сетки для графика. Вычерчивание отрезков прямых выполняется командой **LINE** и **ARRAY**. Командой **LINE** чертим две ортогональные прямые (в строке состояния должна быть включена кнопка **Ortho**) с координатами: первая — (65, 130); (65, 220) и вторая - (65, 130); (165, 130). Далее при помощи команды **ARRAY** строим сетку для диаграммы, у которой шаг между вертикальными линиями равен **20**, а у горизонтальных линий шаг равен 10. Горизонтальные и вертикальные линии строятся последовательным использованием команды **ARRAY**. Сетку заключить в прямоугольник командой **RECTANGLE**, у которого точки противоположных углов имеют координаты — (65, 130) и (165, 220), а линии его имеют толщину **0.5**.

Точка — команда **POINT**

Команду отрисовки точки **POINT** вы найдете в ниспадающем меню **Draw** или в инструментальной линейке. После выбора позиции **POINT** в командную строку выводится имя команды и сообщение о необходимости ввода координат. После ввода точки команда **POINT** остается активной и система опять готова к вводу следующей точки. Завершить работу команды можно несколькими способами:

- запуском другой команды;
- выходом из подменю команды, переключившись в любое другое;
- нажатием клавиши Esc.

В системе применяется девятнадцать различных символов для отображения точек на экране. Каждый знак имеет свой кодовый номер. Выбор символа для отображения точки удобно производить в диалоговом окне **Point Style (Format)**. Выбрать нужный символ вы можете, щелкнув по нему ЛК мыши. При этом выделенный символ отмечается рамкой. Выбрав символ, необходимо вернуться в режим ввода точек, которые будут отображаться новым символом. Диалоговое окно **Point Style** также позволяет изменить размеры символов отображения точек на экране. Выбрать символ, отображающий точку на рабочем листе, или изменить размер символа можно командами **PDMODE** и **PDSI-2E**, но для начинающих это затруднительно, поэтому рекомендуется использовать диалоговое окно (рис. 1.12).

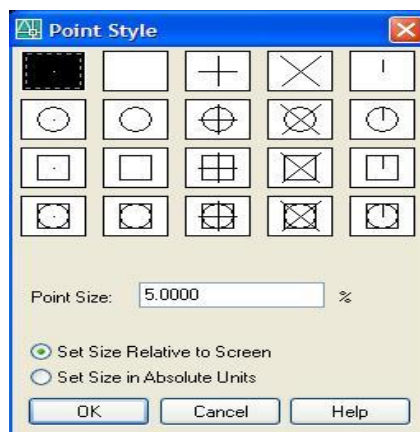


Рис. 1.12

Продemonстрируем ввод точек на построении некоторой диаграммы, определенной шестью точками:

65, 130; 85, 14; 105, 150; 125, 150; 145, 180; 165, 210.

Для этого выберем символ точки в виде окружности с двумя осями. Выбор следует начать с входа в ниспадающее меню **Format** где необходимо активизировать диалоговое окно **Point Style**, в котором задать указанный символ и установить размер символа в выбранных условных единицах.

Предположим, размер равен 4. Затем надо вызвать команду **POINT** и построить заданные точки на чертеже. Для оформления диаграммы нужно провести осевые линии, нанести сетку и соединить точки диаграммы при помощи команды **POLYLINE** с толщиной линии **0.5**.

Для построения графика математической функции (приложение Е), используя построенную сетку, необходимо провести предварительную работу, заключающуюся в определении значения заданной математической функции в определенных точках ее аргумента. За линию аргументов предлагается использовать верхнюю горизонтальную линию (**65, 220; 165, 220**). В указанных краевых точках устанавливаются краевые аргументы функции (приложение Е). Кроме этих двух точек необходимо установить значения аргумента еще в четырех точках, которые можно определить по формуле

$$x_I = (x_n - x_0) * i/5 + x_0; (I = 1,2,3,4).$$

Значения вычисленных аргументов записать сверху вертикальных линий. Вычисление аргументов и значение функций в них следует производить по встроенному в систему калькулятору, вызвать который можно командой **CAL**. Вычисленные значения математических функций необходимо записать на свободном месте левой форматки. Из анализа этих значений выбрать минимальное (Y_{min}) и максимальное (Y_{max}) значение функций для определения точек деления по вертикали нашей сетки. Значения по горизонталям сетки можно определить по формуле

$$Y_i = i * (Y_{max} - Y_{min}) / 9 + Y_{min}; (I = 1,2,3, \dots 9).$$

Против первой и последней горизонтали справа от сетки помещаются значения Y_{min} и Y_{max} заданной функции. Сам график функции строится при помощи команды **SPLINE** (рис. 1.13) по вычисленным значениям функций для соответствующих аргументов.



Рис. 1.13

Результаты полученных построений можно сравнить с чертежом первой работы, представленным в конце ее описания.

Выполнение надписей — команда **TEXT**

Для работы с текстом необходимо установить ряд текстовых гилей, в которых устанавливаются параметры букв, выбирается ад шрифта. Так, при оформлении штампа потребуются шрифты разной высоты и типа. Установка разных стилей осуществляется командой меню **Format => Text.Style**, где в диалоговом окне устанавливают параметры текста, образ шрифта — гарнитура, угол нагона шрифта (см. рис. 1.14, рис. 1.15).

Рекомендация. Высоту шрифта оставить равной 0, в этом случае опрос о высоте шрифта будет задан в команде **DTEXT**, иначе вопрос высоте будет отсутствовать, что усложнит выполнение надписей.

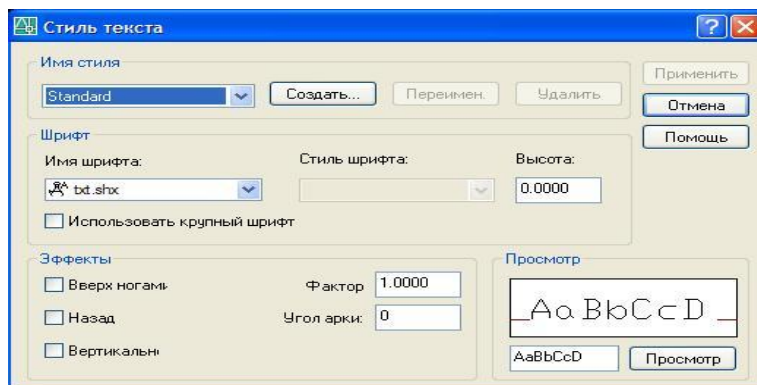


Рис. 1.14

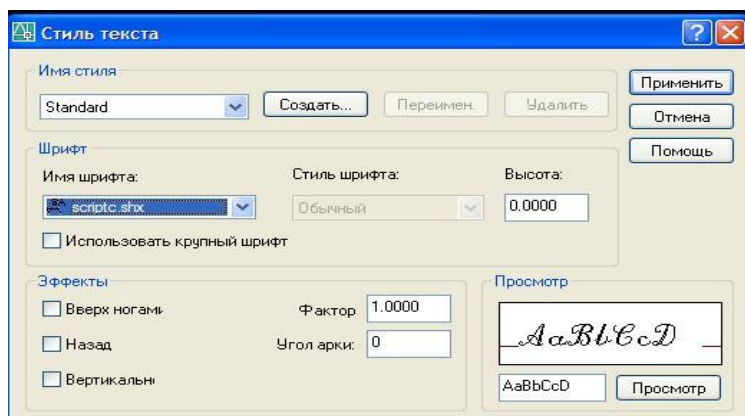


Рис. 1.15

Рекомендация. Высоту шрифта оставить равной 0, в этом случае опрос о высоте шрифта будет задан в команде **DTEXT**, иначе вопрос высоте будет отсутствовать, что усложнит выполнение надписей.

Command: TEXT Specify start point of text or [Justify/Style]:

Specify height <2.5>:5

Specify rotation angle of text <0>: (горизонтальная строка)

Enter text

Команда **DTEXT** выполняет надписи (рис. 1.1). Опция **Start point** набирает текст вправо от точки вставки. Команда **DTEXT** предлагает также другие варианты написания текста, они содержатся в директории **Justify [Align/ Fit/ Center/ Middle/ Right/ TL/ TC/ TR/ ML/ MC/ MR/ BL/ BC/ R]** (рис. 1.16)

Align - задает длину всех строк текста, **высота символов меняется** для того, чтобы не нарушались ранее установленные пропорции буквы.

Center - центрирует строку относительно указанной точки середины текста в горизонтальном направлении.

Fit - задает длину всех строк текста, как и **Align**, но здесь **не меняется высота символов**.

Middle - центрирует строку не *только по горизонтали но и по вертикали*.

Right — выравнивает все строки вправо.

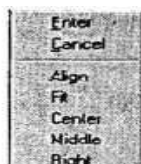


Рис. 1.23

В качестве примера оформим диаграмму, которую строили выше, и внесем в нее все необходимые надписи - числа вдоль осей и *их* обозначения. Приведем протокол диалога с системой при нанесении текстовой информации (гарнитура текста уже выбрана):

Command: **_DTEXT** Justify/Style/<Start point>: **59,121** <выбираем начальную точку>

Rotation angle <0>: **Enter** <подтверждаем угол по умолчанию>

Text: **1990 1991 1992 1993 1994 Год Enter Enter** <набрать года через один пробел, а затем через два пробела слово «год», которое при данной гарнитуре набирается нажатием клавиш <ГОД>.>

Command: <выход из набора текста>

Command: **_DTEXT** Justify/StyJe/<Start point: **52,218** – указать точку начала набора текста <Кол. шт.>

Rotation angle <0>: **Enter** Подтверждаем значение по умолчанию>

Text: Kol **Enter** wt <далее перенести перекрестие курсора в точку **52,188** и нажать **ЛК** мыши>

Text: **700** <перенести перекрестие курсора в точку **52,168** и нажать левую клавишу мыши>

Text: **600** <перенести перекрестие курсора в точку **52,148** и нажать **ЛК** мыши>

Text: **500 Enter Enter** <выход из набора текста>

Command:

Результат работы можно сравнить с образцом первой лабораторной работы.

Используя команду **ТЕХТ**, разные стили и опцию **Fit**, заполнить все графы штампа. После заполнения штампа на левой форматке А4 необходимо оформить рамку и штамп форматки А4 на правой части чертежа размером А3.

Копирование — команда **COPY**

Для этого следует скопировать первую форматку на место второй. В AutoCAD для этого предназначена команда **COPY**, которая обеспечивает плоскопараллельный перенос выбранных объектов, но оставляет оригинал нетронутым (рис. 1.17). Созданная копия не зависит от оригинала и является самостоятельным объектом чертежа.



Рис. 1.17

Command: **_COPY**

Select objects: <выбираются объекты копирования, в нашем случае рамка и штамп>.

<Base point or displacement>/Multiple <по умолчанию предлагается выбрать связанную с выбранными объектами базовую точку, которую можно рассматривать как начало координат локальной системы координат выбранных объектов. После задания этой точки система запросит указать точку вставки выбранных объектов (через помещение начала координат локальной системы выбранных объектов в эту точку). В нашем случае этой точкой будет **20, 5**>.

Second point of displacement: <указывается точка вставки копии. В нашем случае этой точкой будет **230, 5**>.

Выбрав в команде **COPY** опцию **Multiple** многократного копирования, можно копировать выбранные объекты несколько раз.

В качестве базовой точки можно выбрать произвольную точку, расположенную внутри формата, а перемещения копии на нужное расстояние обеспечит задание точки вставки, нужно ввести **@210,0**.

Command: **_COPY**

Select objects: <выбираются объекты копирования>

<Base point or displacement>/Multiple: **M** <выбирается опция многократного копирования и нажимается клавиша **Enter**>

Base point: <вводится базовая точка>

Second point of displacement: <указывается точка размещения копии>

Second point of displacement: <указывается точка размещения копии>

Second point of displacement: <для выхода из режима многократного копирования необходимо нажать правую клавишу (ПК) мыши или **Enter**>

Сотри — команда **ERASE**

При построении чертежа, будь то рамка, штамп или любой примитив, может произойти ошибка в отрисовке. В AutoCAD имеется специальная команда **ERASE** (Сотри) или, говоря более понятным языком, «ластик» (см. рис. 1.18).



Рис. 1.18

Command: **_ERASE**

Select objects: <Выбрать примитивы для удаления>

Для выбора объектов можно воспользоваться опциями **Auto, Window, Crossing, Previous, List, Single, Remove, Add**, назначение которых описано в приложении С. По умолчанию текущим является способ выделения **Auto**. Выбранные объекты высвечиваются на экране, а в командной строке появляется сообщение о количестве выбранных объектов

24 found Select objects: <Выбрано 24 объекта>

В случае, если выделены лишние объекты, то для исключения их из выбранного набора необходимо вызвать опцию **Remove**. В ответ система выдаст приглашение:

Remove objects: <Указываются объекты исключения> В результате все отмеченные объекты будут исключены из набора, что можно наблюдать на экране. Ввод опции **Add** позволяет к выбранным примитивам удаления добавить другие по необходимости. Выбор объектов фиксируется **ЛК** мыши. После выхода из режима выбора объектов нажимается **ПК** мыши, весь набор объектов удаляется и команда завершает свою работу. Прервать работу команды **ERASE** в любой момент можно, нажав клавишу **Esc**.

Отмени — команда **UNDO**

Для отмены результата действия предыдущей команды или группы последовательных команд в AutoCAD можно воспользоваться командой **UNDO/U** (рис. 1.19). Команда предназначена для восстановления состояния чертежа в случае неудовлетворительного результата черчения или редактирования. В начале работы с командой установлен режим по умолчанию (отмена последней команды). Следует отметить, что последовательным применением команды **U** можно отменить не только одну или группу команд, а весь сеанс работы с чертежом, поэтому необходимо быть внимательным при ее применении.

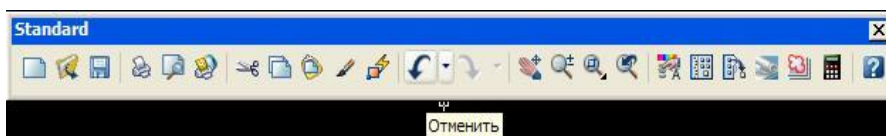


Рис 1.19

Просмотреть протокол выполнения работы можно переключением из графического режима экрана в текстовый, для этого необходимо нажать на клавишу F2. Повторное нажатие переводит систему в графический режим.

Если при работе с какой-либо командой не хватает информации, то для ее получения необходимо применить команду **HELP** или **F1**. Команду **HELP** можно вызвать из ниспадающего меню. В верхней части диалогового окна приведены правила работы с системой помощи. В текстовом поле **HELP ITEM** установлен курсор, который позволит вам ввести термин, о котором вы хотите получить справку. Справка дается на английском языке. В случае затруднения с переводом можно воспользоваться словарем, приведенным в приложении Е.

Для определения координаты точки на чертеже можно воспользоваться справочной командой **ID**. Вызвать ее можно набором на клавиатуре или **Tools => Inquiry => ID**. Она показывает координаты указанной точки. Точка может быть указана различными способами, при этом, если точка задана:

- *вводом координат*, то в этом месте на экране появится временный маркер. Чаще всего данный способ используется для ориентации в пространстве чертежа;
- *при помощи курсора — устройства указания*, то координата *I* этой точки содержит значение текущего уровня;
- *с использованием объектной привязки*, то координата *Z* будет реальной координатой точки объекта. Таким образом можно получить координаты точек трехмерных объектов.

Команда **ID** (рис. 1.20) очень полезна для определения без расчетов точек пересечения или касания объектов. Это особенно важно при определении координат точек, полученных в результате сложных построений, когда для вычисления этих точек необходим специальный расчетный модуль.

Command: **_ID** Point: <указать точку, например, **2.4332,3.4783**>

Point: X=2.4332 Y=3.4783 Z=0.0000 <результат в строке сообщений>

Определить расстояние между двумя указанными точками в текущей системе координат можно с помощью команды **DIST**, которая находится в той же папке, что и **ID**:

Command: **_DIST**

First point: <указывается первая точка>

Second point: <указывается вторая точка>

Distance = <...> Angle in X-Y Plane = <...> Angle from X-Y

Plane = <...>

Delta X = <...> Delta Y = <...> Delta Z = <...>

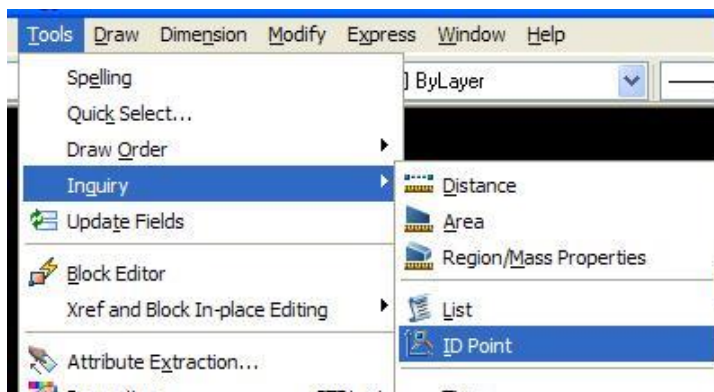


Рис. 1.20

Кроме расстояния между точками команда **DIST** выдает величину угла, который образует отрезок, соединяющий заданные точки, с осью X в плоскости XOY текущей системы координат и угол с плоскостью XOY. Порядок указания точек определяет знак при вычислении углов и разности координат, которые также являются результатами работы этой команды.

Используя команды **ID** и **DIST**, выполнить задание.

Сохранение файла — команда SAVE

После работы над новым рисунком или редактирования старого вам надо выйти из системы. Для этого существует только один путь. Он сводится к входу в выпадающее меню **File**, выбору в нем строки **Exit** и щелчку мышью. При этом в диалоговом окне **Drawing Modification** появится запрос — спасти сеанс работы или отвергнуть его. В зависимости от вашего ответа произойдет либо выход из системы **End AutoCAD** (при выборе **Save Changes ...** и уже поименованном рисунке или при ответе **Discard Changes**), либо появится запрос — указать имя вашего рисунка через диалоговое окно **Save Drawing As** (рис. 1.21 (а, в)) для версии AutoCAD 2002) и только затем будет закончен сеанс работы с системой **End AutoCAD**. В случае, если вы перед выходом из сеанса работы с системой имели имя рисунка и сохранили рисунок, выход из системы произойдет без дополнительных запросов. При работе с версией AutoCAD 2005 при обращении к команде **Save As** появляется диалоговое окно (рис. 1.22), которое дает возможность сохранить изображение в формате **.dwg** для любой версии AutoCAD, либо в формате шаблона **.dwt** для использования его в качестве прототипа, либо в формате **.dxf** для использования в прикладных программах.

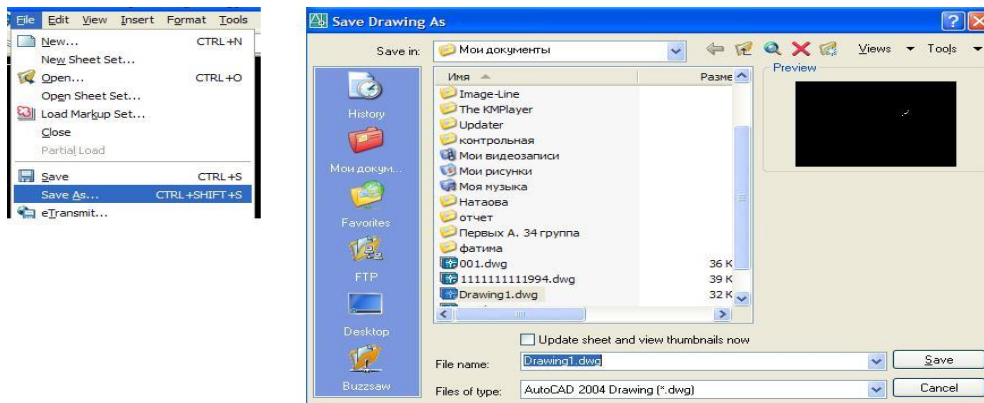
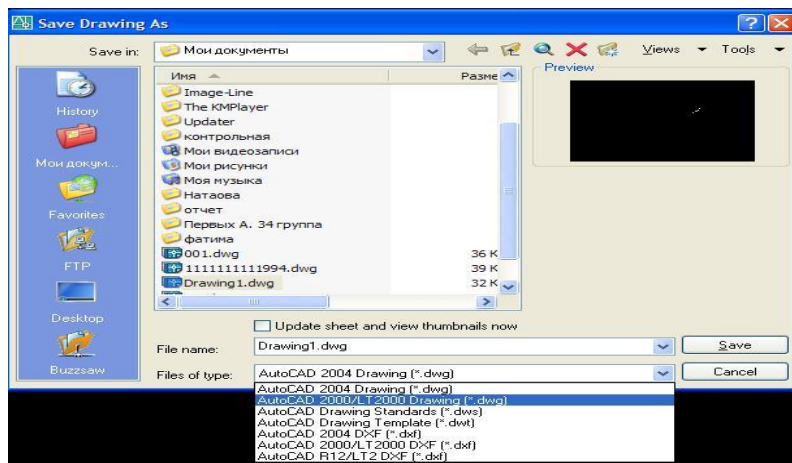


Рис. 1.21 (а,в)



Вопросы для самоконтроля

1. Интерфейс системы и структура команд.
2. Примитивы AutoCAD.
3. Функциональные клавиши.
4. Диалоговые окна и управление ими.
5. Как создать новый рисунок и установить его лимиты?
6. Как отрисовать замкнутый контур?
7. Как увидеть все поле чертежа?
8. Как расположить текст симметрично относительно середины строки?
9. Как выйти из системы?
10. Каким образом можно удалить несколько объектов чертежа?
11. Как отменить действия нескольких последних команд?
12. Перечислите опции команды LINE.
13. Какие типы массивов можно создать командой ARRAY?
14. Как установить шаг сетки и включить/выключить ее?
15. Какие опции размещения текста вы знаете?

Образец зачетной форматки

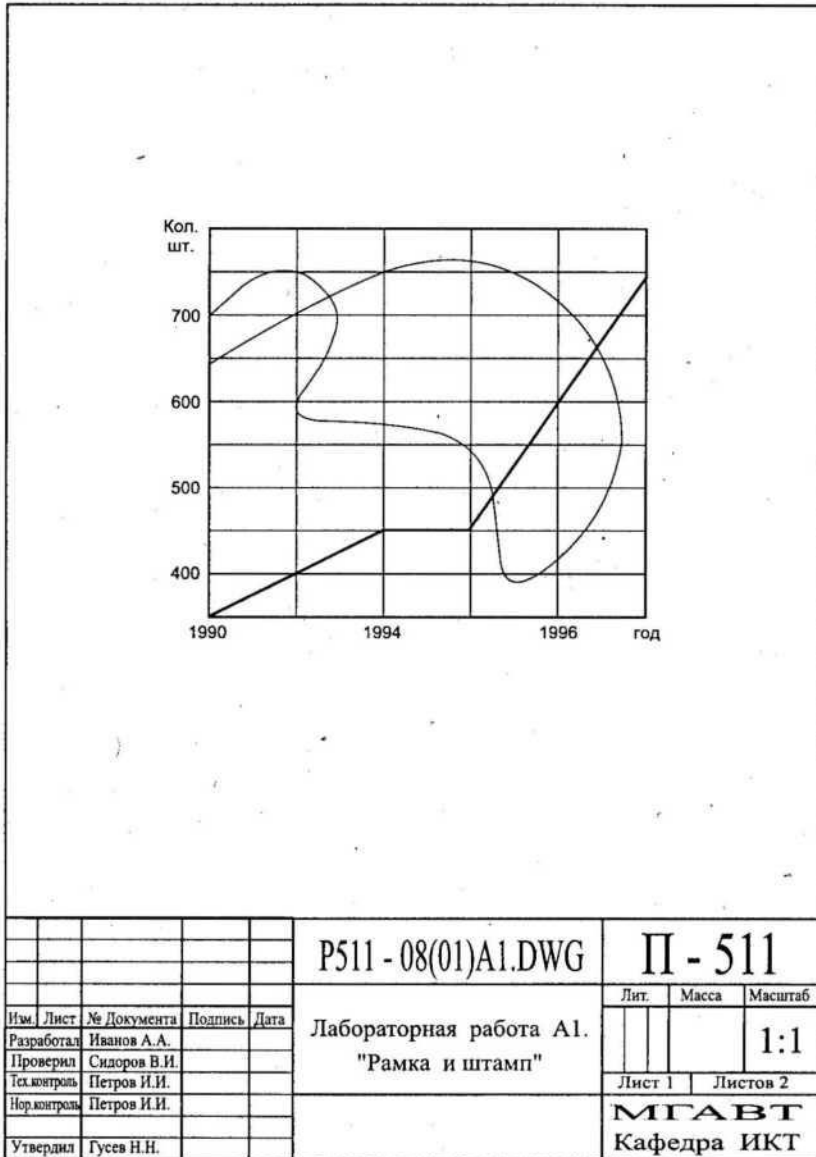


Рис. 1.30

Определение расстояния между двумя точками.

Command: '_DIST First point : Second point :
Distance = 341.4586, Angle in XY Plane = 57,
Angle from XY Plane = 0
Delta X = 185.0000. Delta Y = 287.0000.
Delta Z = 0.0000



Command: '_DIST First point : Second point :
Distance = 341.4586, Angle in XY Plane = 57,

Angle from XY Plane = 0

Delta X = 185.0000. Delta Y = 287.0000.

Delta Z = 0.0000

Command: '_DIST First point : Second point :
Distance = 341.4586, Angle in XY Plane = 57,
Angle from XY Plane = 0

Delta X = 185.0000. Delta Y = 287.0000.

Delta Z = 0.0000

Command: '_DIST First point : Second point :
Distance = 341.4586, Angle in XY Plane = 57,
Angle from XY Plane = 0

Delta X = 185.0000. Delta Y = 287.0000.

Delta Z = 0.0000

Command: '_DIST First point : Second point :

Distance = 341.4586, Angle in XY Plane = 0

Angle from XY Plane = 0

Delta X = 185.0000. Delta Y = 287.0000.

Delta Z = 0.0000

				<i>P511 - 08(01)A1.DWG</i>		<i>P - 511</i>		
				<i>Работа 1</i>		Лист	Масса	Масштаб
						Лист	Листов	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Варианты написания текста</i>		<i>МГАВТ Кафедра ИКТ</i>	
<i>Разработал</i>		<i>Иванов А.А.</i>						
<i>Проверил</i>		<i>Сидоров В.И.</i>						
<i>Тех. контроль</i>		<i>Петров И.И.</i>			<i>Норм. контроль</i>		<i>Петров И.И.</i>	
<i>Утвердил</i>		<i>Гусев Н.Н.</i>						

Рис. 1.31

Выполнение чертежа плоского контура с элементами сопряжения

Данная работа посвящена знакомству с процедурами отрисовки криволинейных примитивов и их редактированию на примере выполнения чертежа плоского контура. К этой работе прилагается приложение G, из которого каждый студент должен выбрать для себя индивидуальный плоский контур.

Цель занятия

Целью работы является:

- применение пользовательской системы координат (UCS);
- освоение команд отрисовки замкнутых и разомкнутых кривых, полилиний и их редактирование (CIRCLE, ARC, DONUT, ELLIPS, PEDIT, FILLET и MIRROR);
- редактирование объектов чертежа с удалением их частей при помощи команд BREAK и TRIM;
- освоение средства точного черчения при помощи объектной привязки OSNAP;
- отмена действий последних команд с помощью команд REDO и OOPS;
- освоение команды определения площади указанного контура AREA;
- создание штриховки замкнутого контура BHATCH.

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения работы 2 необходимо выполнить следующие задания:

1. Войти в систему AutoCAD и создать новый рисунок, используя прототип формата работы 1.
2. Установить типы линий.
3. Выбрать пользовательскую систему координат, связав центр этой системы с характерной точкой плоского контура.
4. Отрисовать чертеж плоского контура по индивидуальному заданию.
5. Контур чертежа превратить в полилинию определенной толщины при помощи команд MODIFY POLYLINE и DONUT.
6. Вычислить площадь плоского контура.

Методические указания к выполнению задания

Прежде чем приступить к выполнению задания, необходимо создать новый файл-рисунок. Стандартный путь создания нового рисунка заключается в ответе на запросы мастера системы. В этом случае придется заново устанавливать единицы измерений, лимиты рисунка, сетку и отрисовывать рамку со штампом. Чтобы избежать всех этих переустановок и отрисовок, необходимо скопировать файл-рисунок из первой лабораторной работы командой Save As... Перед копированием первой ее необходимо спасти командой Save. В результате на экране появится копия файла первой работы, но с именем второй работы, что видно в строке заголовка. Теперь необходимо подготовить поле чертежа для выполнения второй работы, то есть убрать фрагменты первой работы кроме рамок и штампов, в которых редактированием внести изменения, относящиеся ко второй работе.

Окружность — команда CIRCLE

Для вычерчивания окружности используется команда **CIRCLE**, доступная в подменю Draw как в ниспадающем меню (рис. 2.1, а), так и на инструментальной линейке **DRAW** (рис. 2.1, в). AutoCAD имеет пять опций для этой команды, позволяющих выполнить построение круга несколькими способами. Здесь кроме канонического метода построения, когда указывается точка центра и величина радиуса или диаметра (**Center, Radius** и **Center, Diameter**), предусмотрены еще три способа, позволяющие построить круги: по двум точкам (**2-point**), где точки принадлежат концам диаметра;

по трем заданным точкам, не лежащим на одной прямой (**3-point**);

построение круга заданного радиуса, сопрягающегося с двумя примитивами, которыми могут быть линии, круги, дуги, эллипсы и их сочетания (**Tan, Tan, Radius (TTR)**).

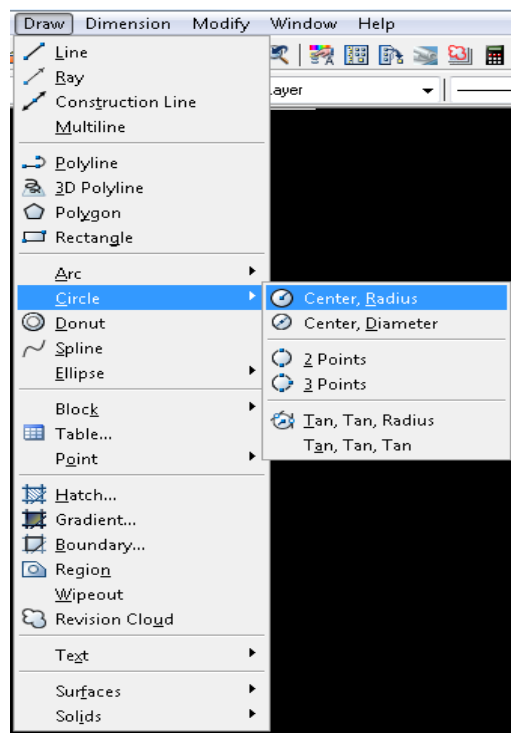


Рис. 2.1, а

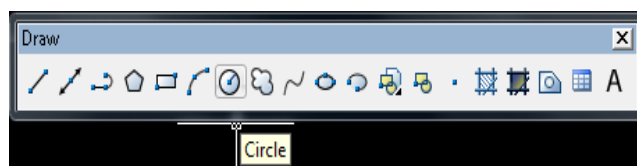


Рис. 2.1, в

Точки вводятся любым известным способом. Что же касается радиуса или диаметра, то при вводе определяющих точек следует иметь в виду, что, если вводить величину радиуса или диаметра с клавиатуры, то окружность будет построена сразу без предварительной визуализации.

Вопросы могут возникнуть при использовании опции **TTR**, ответы на которые можно найти в литературе [2, 4].

Дуга — команда **ARC**

Дуга вычерчивается командой **ARC**, которую вы найдете в подменю **Draw** как в ниспадающем, так и на инструментальной линейке **Draw** (рис. 2.1, в и 2.2). Команда **ARC** имеет десять способов построения дуги, а именно:

- **3-point** — построение дуги по трем указанным точкам, не лежащим на одной прямой;
- **Start, Cen, End** — построение дуги по заданным точкам начала дуги (**Start**), центра ее (**Center**) и конца дуги (**End**);
- **Start, Cen, Angle** — построение дуги по заданным точкам начала, центра ее и величины центрального угла (**Angle**). Угол может быть положительным и отрицательным. Знак определяет направление построения дуги; плюс — против часовой стрелки, минус — наоборот. Это же правило действует и в последующих опциях;

- **Start, Cen, Length** — позволяет построить дугу по заданным точкам начала, центра ее и длине хорды (**Length**). Длина хорды может иметь положительное или отрицательное значение в зависимости от направления построения дуги;
- **Start, End, Angle** — построение дуги по заданным точкам начала и конца дуги, а также величине центрального угла, который может быть положительной или отрицательной величиной в зависимости от направления построения дуги;
- **Start, End, Radius** — дуга строится по заданным точкам начала и конца дуги, а также величине радиуса. Радиус может быть положительным и отрицательным;
- **Start, End, Dir** — построение дуги по заданным двум точкам начала и конца дуги и указанием направления (**Direction**) касательной;
- **Cen, Start, End** — построение дуги по точкам центра, начала и конца дуги;
- **Cen, Start, Angle** — построение дуги по заданным точкам центра и начала ее и величине центрального угла, который может быть положительным или отрицательным;
- **Cen, Start, Length** — построение дуги по заданным точкам центра и начала дуги и величине длины хорды, которая может быть как положительной, так и отрицательной.

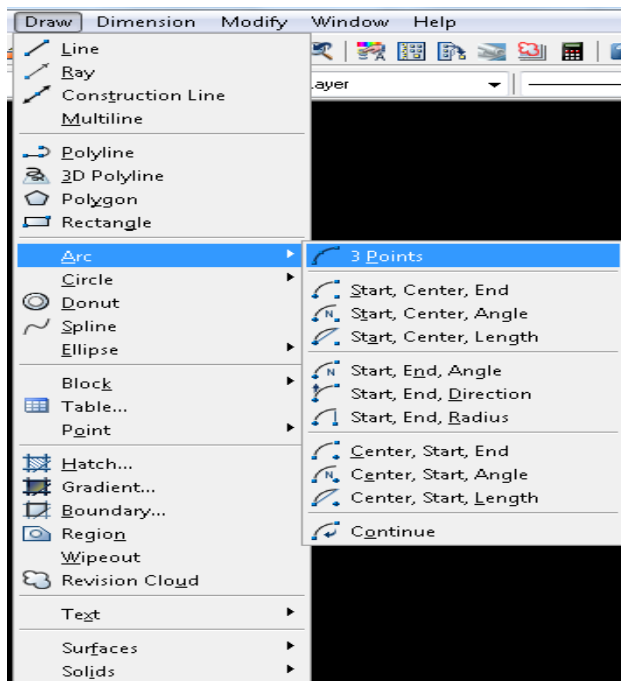


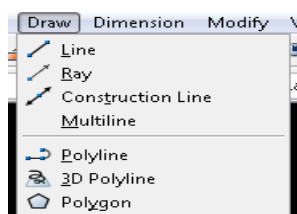
Рис. 2.2

Кольцо — команда DONUT

Данный примитив, использующийся для рисования двух концентрических окружностей, пространство между которыми может быть закрашено, вычерчивается командой **DONUT**, которая находится в подменю **Draw** выпадающего или экранного меню (рис. 2.3).

Команда выполняется следующим образом:

- после вызова команды система предлагает установить величину внутреннего диаметра кольца (**Inside diameter**);
- далее запрашивается внешний диаметр кольца (**Outside diameter**);
- после ввода диаметров запрашивается в цикле точка очередного нового центра кольца. Прервать режим вычерчивания колец можно, нажав клавишу **Enter**.



Puc. 2.3

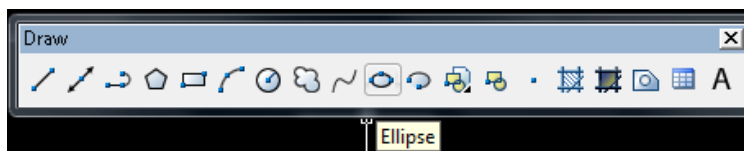


Рис. 2.4

Команда **ELLIPSE** из подменю **Draw** строит эллипс одним из четырех способов:

- по оси и полуоси (**Axis, Eccentricity**);
- по оси и углу поворота воображаемого круга относительно плоскости построений;
- по центру и двум полуосям (**Center, Axis, Axis**);
- по центру, длине полуоси и углу поворота воображаемого круга относительно плоскости построений;
- выбор опции **Rotation**, при построении эллипса по заданному углу поворота, возможен только после того, как будут введены оси. Эллипс отрисовывается полилинией, т. е. дугами окружностей, поэтому надо быть внимательным в построении при помощи объектной привязки касательной к эллипсу, так как при неправильно указанной дуге точка касания не будет найдена.

Выполнению любого чертежа предшествует тщательный анализ, который позволяет определить, в какой последовательности и какими средствами следует воспользоваться в работе. Проведем анализ на контуре, представленном со всеми своими размерами на рис. 2.6 в левой верхней его части. Контур состоит из окружностей, сопрягающих дуг и касательных и обладает осью симметрии, поэтому в первую очередь приходит мысль об отрисовке одной симметричной части контура, так как вторую часть можно создать симметричным отображением. За исключением центров дуг и окружностей из представленных размеров невозможно определить координаты точек сопряжений и точек касаний без дополнительных математических вычислений. Однако целесообразней пойти путем отрисовки определенных окружностей, где искомые дуги будут их частями. Применение команд редактирования и объектной привязки [1] приводит к отрисовке контура с точностью, принятой в системе. Таким образом, на первом этапе (рис. 2.6, А) отрисовываются осевые линии командой **LINE** в слое 1 (линии типа **CENTER2**) и устанавливается пользовательская система координат **UCS** (рис. 2.5) одноименной командой (**UCS ORIGIN**) с указанием центра в реперной точке (центр окружностей $R = 18$ и $R = 47$ мм) с использованием объектной привязки.

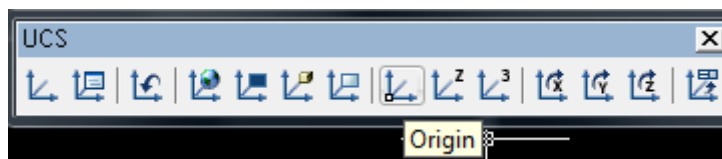


Рис. 2.5

На втором этапе (рис. 2.6, В) сначала отрисовываются окружности, полностью или частично лежащие в левой части контура ($R = 9, 20, 18, 31, 47$ мм и $D = 19$ мм), и две вспомогательные окружности в правой части ($R = 9, 31$ мм) процедурой **CIRCLE** с опциями **CEN,R** и **CEN,D**, согласно чертежу, а затем строятся две сопрягающие окружности. Первая окружность радиусом 92 мм с центром на оси симметрии сопрягает две окружности радиусом 9 мм, а вторая 31 мм при помощи опции **TTR** команды **CIRCLE**.

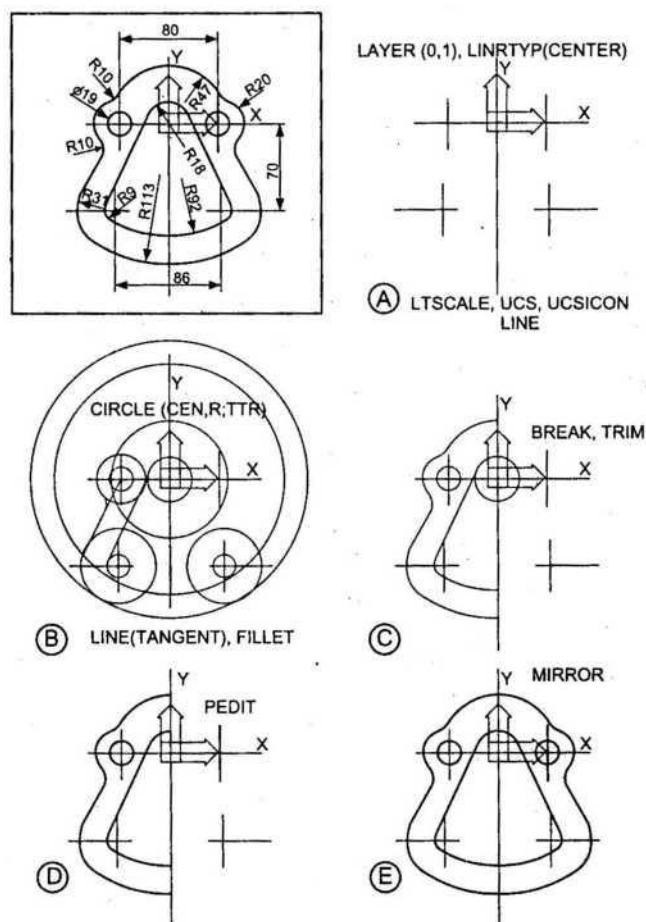


Рис. 2.6

Касательные к окружностям

Далее командой **LINE** с использованием опций **CENTER** и **TANGENT** объектной привязки строятся две касательные прямые. Так, касательная из центра окружности с $D = 19$ мм к окружности с $R = 31$ мм строится командой **LINE**, где на запрос команды **From point:** опцией **CENTER** объектной привязкой выбирается центр окружности, а на запрос **to point:** опцией **TANGENT** объектной привязки называется окружность радиуса $R = 31$ мм. Другая касательная к двум окружностям с $R = 9, 18$ мм строится той же командой **LINE**, но с использованием на ее запросы только опции **TANGENT** объектной привязки, то есть указанием окружностей.

Для сопряжения окружностей эффективнее было бы использовать специально предназначенную для этого команду **FILLET**, где нам требуется сопрячь окружность радиуса $R = 20$ мм с окружностью радиусом $R = 47$ мм и касательной с одинаковым радиусом $R = 10$ мм.

Сопряжения — команда **FILLET**

Команда **FILLET** позволяет выполнять плавное сопряжение двух отрезков, полилиний, дуг, окружностей и их комбинаций дугой заданного радиуса (рис. 2.7, 2.8).



Рис. 2.7

Command: **_FILLET**

Polyline/Radius/<Select two objects>:

Сопряжение двух объектов производится текущим радиусом (по умолчанию он равен нулю). Текущий радиус неизменим до тех пор, пока вы его не переопределите:

Command: **_FILLET**

Polyline/Radius/<Select two objects>:Radius

Enter fillet radius<0.0000>: < задать радиус сопряжения>

Polyline/Radius/<Select two objects>: <указать два объекта>

В начале сеанса редактирования значение радиуса сопряжения равно нулю, что очень удобно, чтобы продлить или обрезать две прямые до пересечения без дополнительного редактирования, то есть при сопряжении объекты модифицируются: могут удлиняться или обрезаться. Если сопрягаемые объекты находятся в одном слое, то дуга сопряжения помещается на этот же слой, в противном случае она помещается в текущий слой. Аналогичное правило действует на цвет и тип линии дуги сопряжения. В случае отрисовки контура полилинией можно одним обращением к команде **FILLET**:

Command: **_FILLET** Polyline/Radius/<Select two objects>: P

Select 2D Polyline: <укажите полилинию>

скруглить все ее вершины установленным радиусом.

Сопряжения нельзя построить:

- для параллельных линейных сегментов;
- слишком коротких сегментов;
- для сегментов, когда дуга сопряжения выходит за лимиты чертежа

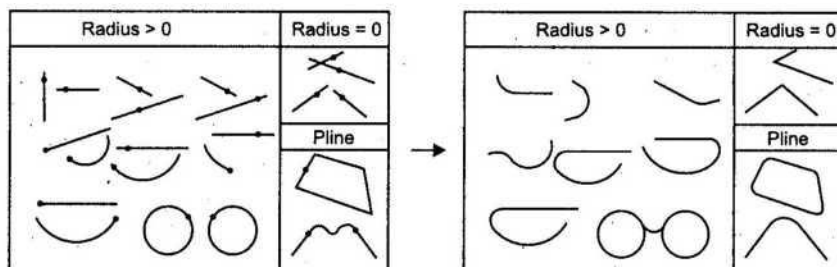


Рис. 2.8

Обрежь, Разорви — команды TRIM и BREAK

Третий этап отрисовки плоского контура сводится к редактированию сделанных построений, то есть исключению всех элементов, не имеющих отношения к контуру. С решением этой проблемы можно справиться, используя команды редактирования **BREAK** и **TRIM**.



Рис. 2.9

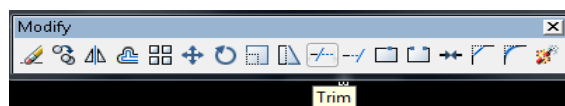


Рис. 2.10

Команда **BREAK** позволяет вырезать часть графического примитива между двумя указанными точками или разделить его на две части:

Command: **_BREAK**

Select object: <указать примитив>

Enter second point (or F for first point);

Возможны два варианта ответа на последний вопрос команды. В первом случае, если вы при выделении примитива совместили точку указания с первой точкой удаляемой его части, то на запрос системы вводится вторая точка удаляемой части. Второй вариант применяется в случае, когда точка указания примитива не совпадает с первой точкой удаляемой части примитива, тогда необходимо на последний запрос команды ввести букву **F** и затем задать первую и вторую точки, определяющие границы удаляемой части примитива, то есть система отреагирует следующим образом:

Enter second point (or F for first point): **F**

Enter first point: <ввести первую точку>

Enter second point: <ввести вторую точку>

Необязательно указывать граничные точки непосредственно на объекте; так, если точки заданы вне редактируемого примитива, то вырезка произойдет по их ортогональной проекции на примитив. Если на запрос второй точки в первом варианте выбора ответить символом **@**, то произойдет деление графического примитива на две части. Вырезка окружности происходит от точки к точке против часовой стрелки. Примеры применения команды **BREAK** приведены на рис. 2.11 в правой его части.

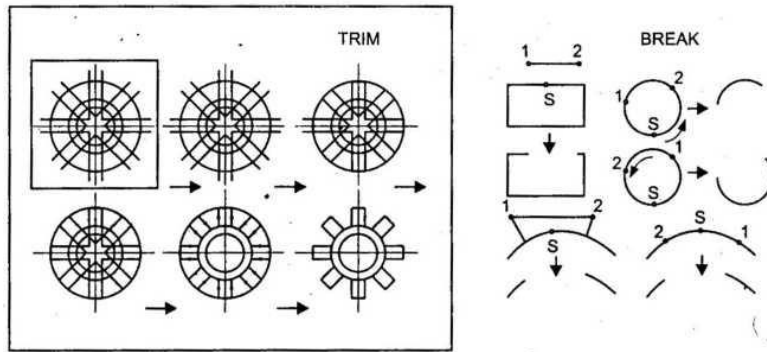


Рис. 2.11

Команда **TRIM** применяется в случае, когда надо удалить отрезки или дуги от мест пересечения примитивов. Команда **TRIM** обрезает отрезки, полилинии, дуги и окружности до пересечения с указанной режущей кромкой или вырезает часть графического примитива между двумя указанными кромками. В качестве кромок используются отрезки, окружности, дуги и полилинии:

Command: `_TRIM`

Select cutting edge(s)... (выбор режущих кромок)

Select objects: <выбрать кромки любым методом и нажать ENTER>

Select object to trim:<указать части удаляемых примитивов и нажать ENTER>

Основное назначение команды — получение точного чертежа графическим путем вместо аналитического расчета и построения по координатам. Секущие кромки и редактируемые примитивы должны находиться в одной системе координат. На примере изображения, представленного в квадратной рамке в верхней левой части рис. 2.11, проследим, как работает команда **TRIM**. В результате редактирования необходимо из заданного изображения получить вид условной шестеренки (нижний правый чертеж на рис. 2.11 в части, посвященной команде **TRIM**). Все этапы редактирования изображены на левой части рис. 2.11. При первом вызове команды **TRIM** в качестве режущей кромки выбирается внешний круг (на рисунке он помечен точкой). Все режущие кромки помечаются нажатием **ЛК** мыши, затем нажимаем на **ПК** мыши (прерываем вопрос о режущих кромках), далее **ЛК** мыши указанием на отрезки, выходящие за этот круг, они убираются с чертежа. Следующим вызовом команды при выборе режущей кромки в виде среднего круга убираются все линейные элементы, которые лежат внутри этого круга. В последнем вызове команды **TRIM** за режущие кромки выбираются все линейные элементы, кроме осевых линий (это отчетливо видно по точкам указания на предпоследнем фрагменте). Дальнейшим указанием на дуговые элементы (на внешнем круге дуги между зубцами шестеренки, а на среднем круге дуги между стенками зубцов шестеренки) приходим к требуемому решению (рис. 2.11). Одна и та же линия может быть и секущей, и отсекаемой.

Таким образом, используя ту или другую команду из описанных выше, можно редактированием чертежа В (рис. 2.6) получить чертеж С на рис. 2.6, то есть в тонких линиях половину заданного контура.

Изменение толщины линий — команда **MODIFY POLYLINE**

Следующим этапом редактирования является преобразование тонких линий в линии с определенной толщиной. Для этого необходимо привлечь команды редактирования **MODIFY POLYLINE** и отрисовки кольца **DONUT**. Командой **MODIFY POLYLINE** дуги и отрезки, вычерченные тонкими линиями, преобразуются в полилинии, которым уже можно установить

требуемую толщину. После ввода команды POLYLINE из подменю экранного меню MODIFY меню команды и в строке сообщений предлагается выбрать объект редактирования (рис. 2.12).

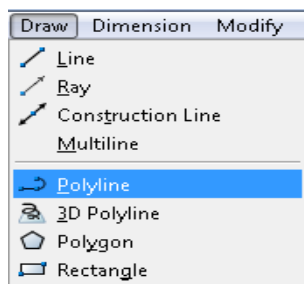


Рис. 2.12

Здесь возможны два варианта: когда выбранный объект является полилинией и когда выбранный объект — не полилиния. Когда выбранный объект — полилиния, команда без анализа объекта предлагает все опции редактирования. Нам, при выполнении рассматриваемого задания, интересуют второй вариант, когда система анализирует выбранный элемент и продолжает работать далее только в том случае, если он является дугой или отрезком (выбор окружности приводит к отказу от редактирования и переходу к новому объекту). Следует иметь в виду, что при указании несколько объектов рисунка редактироваться будет только первый из них. Диалог системы редактирования толщины у дуг или отрезков следующий:

Command: `_pedit`

Select objects: 1 found <указан объект, и он найден системой>

Select objects: <выбор закончен, нажать клавишу ENTER>

`_PED1T` Select polyline <приступить к редактированию выбранного объекта>

Entity selected is not polyline <выбранный объект — не полилиния>

Do you want to turn it into one ? <Y> <подтвердить нажатием клавиши ENTER>

Close/ Join/ Width/ Edit vertex/ Fit/ Spline/ Decurve/ Ltype gen/ Undo/ eXit/ <X>:

Close/ Join/ With/ Edit vertex/ Fit/ Spline/ Decurve/ Ltype gen/ Undo/ eXit/ <X>: W <по умолчанию система после преобразования объекта в полилинию предлагает покинуть редактирование (опция eXit), но нам требуется установить толщину объекта, поэтому выбираем опцию Width (W) и нажатием ENTER переходим к заданию толщины>

Enter new width for all segments: 2 <вводится требуемое значение толщины>

В случае выбора окружности, отрисованной не полилинией, в режиме редактирования реакция системы будет следующей:

Command: `_pedit`

Select objects: 1 found <указан объект, и он найден системой>

Select objects: <выбор закончен, нажать клавишу ENTER> Entity selected is not polyline <выбранный объект - не полилиния>

Select objects: <укажите следующий объект редактирования>

По представленному диалогу видно, что в случае окружности система даже не приступает к редактированию объекта, а только указывает, что он не полилиния, и переходит к выбору следующего объекта редактирования. Воспользоваться командой **MODIFY POLYLINE** при преобразовании окружности в полилинию заданной толщины можно после вырезки командой **BREAK** из окружности

дуги минимального размера (угол дуги должен быть меньше одного градуса), то есть превратив ее в дугу. Отрисовать окружность диаметра D с заданной толщиной h можно командой **DONUT**, которая по заданию внутреннего ($D - h$) и внешнего ($D + h$) диаметра рисует кольцо, залитое цветом, установленным в слое, в указанном центре редактируемой окружности.

Таким образом, применяя последовательно команду редактирования - **MODIFY POLYLINE** и команду отрисовки кольца **DONUT**, за двенадцать операций преобразуем контур в тонких линиях (рис. 2.6, С) к виду, показанному на рис. 2.6, D, которого достаточно для получения полного изображения всего контура при помощи команды **MIRROR** (рис. 2.13).



Рис. 2.13

Осевая симметрия — команда **MIRROR**

Эта команда создает симметричное изображение выделенных объектов относительно заданной оси симметрии, то есть использование ее сокращает объем работ в два раза. При обращении к ней система ведет следующий диалог:

Command: **_MIRROR**

Select object: <выбираются объекты симметричного отображения>

First point of mirror line: <указывается объектной привязкой крайняя точка оси>

Second point of mirror line: <указывается объектной привязкой вторая точка оси>

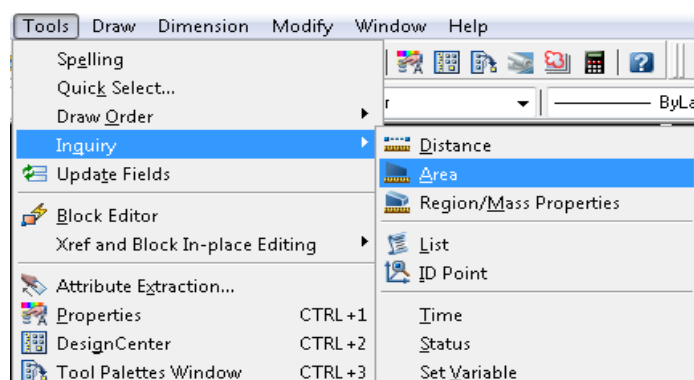
Delete old objects ? <N>: <для сохранения оригинала нажать клавишу ENTER>

Судя по представленному диалогу, проблем с построением полного контура (рис. 2.6, E) не возникнет, что позволит перейти к последнему этапу задания, а именно определению площади плоского контура с учетом внутренних вырезов.

Вычисление площади фигуры — команда **AREA**

Кроме уже известных вам справочных команд (**HELP**, **DIST** и **ID**) для выполнения задания потребуется еще команда **AREA**, которая вместе с перечисленными весьма полезна при создании больших чертежей или при разработке приложений для автоматизации проектирования. Команда **AREA** (рис. 2.14) позволяет вычислить площадь и периметр либо области, ограниченной окружностью или замкнутой полилинией, либо области, контур которой задан минимум тремя точками. Команда может работать в режиме суммирования или вычитания площадей:

Command: **_AREA** <First point>/Entity/Add/Subtract:



При использовании опции по умолчанию <First point> запрашивается первая точка контура. После ввода первой точки система запрашивает последующие точки контура области до тех пор, пока не будет нажата клавиша **ENTER** или правая клавиша мыши, причем последняя точка автоматически соединяется с первой. Следует заметить, что при обходе контура область должна находиться всегда либо справа, либо слева.

Опцию **ENTITY** следует использовать при вычислении площади, ограниченной окружностью или замкнутой полилинией. В этом случае система запросит:

Select circle or polyline:

Суммирование вычисленных площадей осуществляется этой же командой при использовании опции **ADD**, а вычитание — опции **SUBTRACT**, оперируя с текущим значением площади. По окончании работы команды **AREA**, в строке сообщений выводятся значения площади и периметра области в условных единицах чертежа.

Следующим этапом выполнения задания будет простановка размеров на левой форматке чертежа. Для этого необходимо сделать слой размеров текущим, а затем, используя линейку инструментов для размеров, проставить все линейные размеры, размеры диаметров и радиусов. При необходимости изменения некоторых размерных параметров можно воспользоваться диалоговыми окнами, к которым можно подойти через последнюю иконку в панели инструментов размеров.


В процессе работы над чертежом вы случайно ошибочно использовали команду **UNDO (U)** и вам хотелось бы восстановить прежнее состояние чертежа. Для этого существует команда **REDO**, которая отменяет действие последней команды **UNDO(U)**. Команда **REDO** выполняется только в том случае, если вызывается сразу же за командой **UNDO (U)**. Команда **REDO** не отменяет действие опции **UNDO** в командах типа **PLINE**, **PEDIT** или **DIM**. Для восстановления графических примитивов в чертеже, удаленных командой **ERASE**, следует сразу же за ней применить команду **OOPS**, которая отменяет последнее действие команды **ERASE**.


Объектная привязка — команда OSNAP


Процесс точных геометрических построений требует нахождения характерных точек примитивов, таких как конечная точка, середина линии, центр дуги или окружности, проведение касательных, перпендикуляров и т. п. Для этого в AutoCAD имеется специальное средство — объектная привязка. Объектные привязки можно задавать с помощью команды **OSNAP (Привяжи)**, имеющей большое количество опций, которые располагаются на инструментальной линейке **Object Snap** (рис. 2.15) и приведены ниже.





Рис. 2.15

 **Точка отслеживания (Track Point)** — привязывает к точке, расположенной на пересечении временных линий (трассы отслеживания), идущих от указанных характерных точек.


 **Смещение (From)** — привязывает к точке, находящейся на заданном расстоянии и направлении от указанной точки.

 **Конечная точка (Endpoint)** — привязывает к конечной точке примитива.


 **Середина (Midpoint)** — привязывает к середине линейных объектов.


 **Пересечение (Intersection)** — привязывает к точке пересечения двух объектов.


 **Кажущееся пересечение (Apparent Intersection)** — привязывает к воображаемой точке пересечения двух скрещивающихся объектов.


 **Продолжение (Extension)** — привязывает к точке, лежащей на временной линии продолжения линейных объектов или сегментов.

 **Центр (Center)** — привязывает к центру дуги, окружности, эллипса и центру шара.


 **Квадрант (Quadrant)** — привязывает к вершине эллипса или точке, расположенной на окружности, пересекающей с осями X и Y.


 **Касательная (Tangent)** — привязывает к точке касания, расположенной на дуге, окружности, эллипсе или сплайне при построении объектов, которые могут иметь касание в перечисленных точках.


 **Перпендикуляр (Perpendicular)** — привязывает к основанию перпендикуляра, опущенного из предыдущей точки на указанный объект.


 **Параллельно (Parallel)** — строит объект параллельно другому объекту.

 **Точка вставки (Insertion)** — привязывает к точке вставки блока или текстовой строки.

 **Узел (Node)** — привязывает к объекту — точке.

 **Ближайшая (Nearest)** — привязывает к ближайшей к перекрестию курсора точке, расположенной на захваченном прицеле объекте.

 **Ничего (None)** — отключает на один раз все объектные привязки.

 **Режимы привязки (Object snap)** — вызывает диалоговое окно настроек режима постоянной объектной привязки.

Объектная привязка — это специальный режим задания точек, который действует только тогда, когда какая-либо команда запрашивает точку. Возможны два варианта использования

режима объектной привязки — постоянный и одноразовый. Постоянный режим предполагает первоначальное задание режимов в диалоговом окне Object Snap, которое вызывается из меню Tools — Drafting Settings, закладка Object Snap (рис. 2.16).

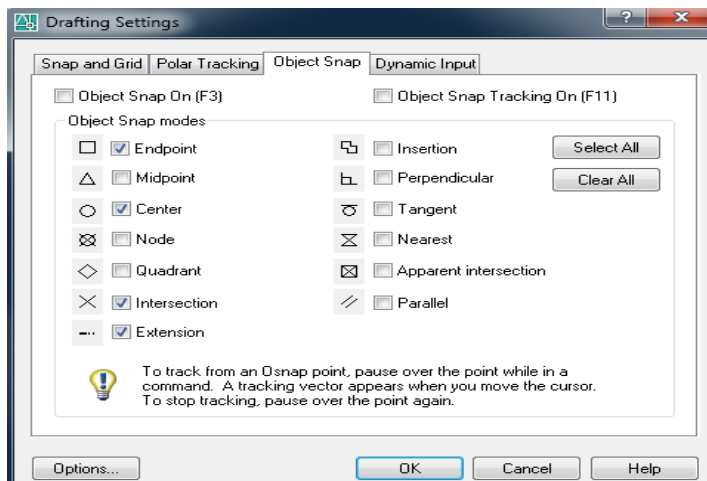


Рис. 2.16

Каждому режиму привязки соответствует определенный значок, который возникает рядом с курсором и меняется в зависимости от близости к характерной точке. Кнопка OSNAP позволяет включать/выключать режимы привязки. Часто включенная привязка вносит погрешность в построение чертежа. Удобно пользоваться так называемой одноразовой объектной привязкой. При запросе точки нужно обратиться к панели Object Snap (она должна быть выведена на экран) и выбрать нужный режим, нажав ЛК мыши, а затем курсор подвести к нужному объекту, и тут же появится значок, соответствующий выбранному режиму, ЛК мыши фиксирует точку. На рис. 2.17 дан пример проведения касательной к двум окружностям, с использованием привязки TAN. Курсором указывается примерное расположение точки, точно точку система определяет сама с помощью привязки.

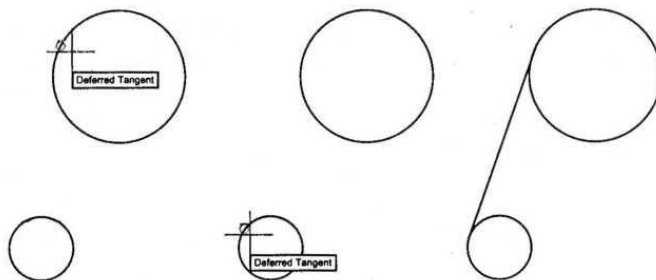


Рис. 2.17

Команда LINETYPE - тип линии

Команда LINETYPE позволяет выбрать необходимый тип линии, для этого открывается третье окно в линейке OBJECT PROPERTY, обычно в начальном состоянии предлагается только сплошная линия Continuous, для выбора других типов линий активизируется опция Other (Другие) (рис. 2.18). На экране появляется диалоговое окно Linetype Manager (рис. 2.19).

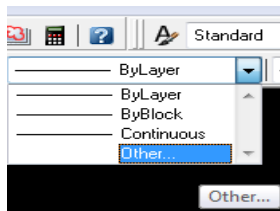


Рис. 2.18

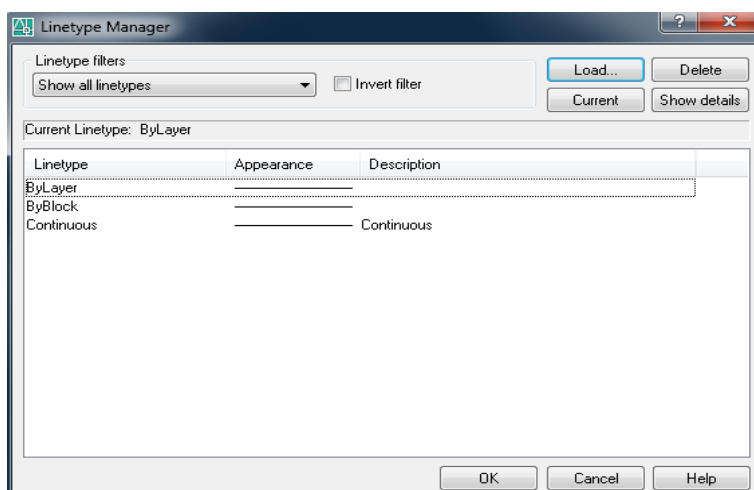


Рис. 2.19

Далее необходимо нажать на кнопку **Load (Загрузи)**, в результате появится диалоговое окно **Load or Reload Linetypes**, в котором представлен перечень линий. Выбор линии происходит поштучно с подтверждением выбора кнопкой **ОК** (рис. 2.20).

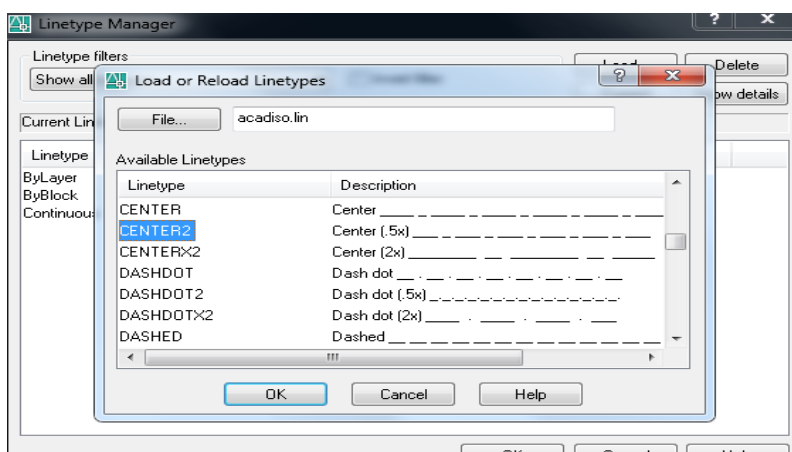


Рис. 2.20

В результате в окне Linetype появится загруженная линия, которую можно установить в качестве рабочей (рис. 2.21)

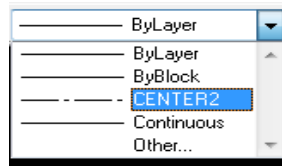
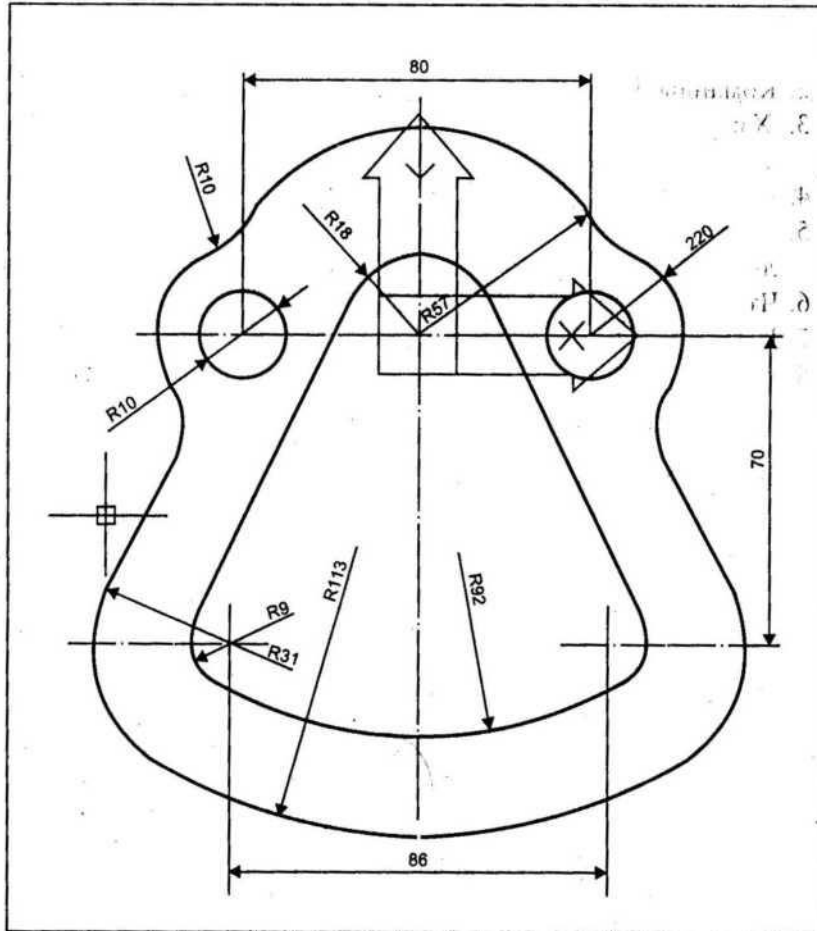


Рис. 2.21

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое пользовательская система координат UCS и как ее создать?
2. Команды ARC, CIRCLE, DONUT и ELLIPS.
3. Характерные точки примитивов, объектная привязка и ее значение в отрисовке.
4. Применение команд BREAK, LTSCALE, TRIM и MIRROR.
5. Какие возможности команды MODIFY POLYLINE вы использовали при выполнении задания?
6. Что такое тип линии в чертеже и как его создать?
7. Как провести касательную к двум окружностям?
8. Какие существуют режимы объектной привязки и варианты их использования.

Образец зачетной форматки



				<i>P511 - 08(01)A3.DWG</i>	<i>P - 511</i>		
				<i>Работа 2</i>	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись		Дата		
Разработал	Иванов А.А.						
Проверил	Сидоров В.И.						
Тех. контроль	Петров И.И.						
					Лист	Листов	
Нор. контроль	Петров И.И.				МГАВТ		
Утвердил	Гусев И.И.				Кафедра ИКТ		

«Деталь». Выполнение чертежа детали с нанесением размеров и штриховки

Данная работа посвящена знакомству с командами, позволяющими выполнять штриховку и нанесение размеров.

Цель работы

Целью работы является:

- знакомство с командой **HATCH**, различными режимами штриховки, выбором типа штриховки, установкой выбранных параметров и вариантами указания штрихуемой зоны;
- освоение команд, позволяющих редактировать нанесенную штриховку (**MODIFY HATCH**);
- освоение мощного средства нанесения размеров **DIM**;
- освоение процедур настройки редактора **DIM**.

Вопросы для самостоятельной подготовки

При подготовке к работе необходимо проработать следующие вопросы:

1. Правила выполнения разрезов и сечений.
2. Основные методы изображения различных материалов.
3. Правила нанесения размеров на плоский контур.
4. Команды штриховки и способы их применения.
5. Способы выбора необходимого шрифта и установки его параметров, команды **TEXT STYLE** и **TEXT**.

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения лабораторной работы АЗ необходимо выполнить следующие задания:

1. Войти в систему AutoCAD и создать новый рисунок используя прототип формата лабораторной работы А1.
2. Установить типы линий.
3. Создать несколько слоев.
4. Для каждого слоя выбрать свой тип линии и свой цвет.
5. Выбрать пользовательскую систему координат, связав центр этой системы с характерной точкой плоского контура.
6. Отрисовать чертеж плоского контура по индивидуальному заданию.
7. Контур чертежа превратить в полилинию определенной толщины при помощи процедур **PEDIT** и **DONUT**.
8. На форматке проставить все необходимые размеры и требуемую штриховку.
9. Дать справку об объектах, указанных преподавателем.

Методические указания к выполнению заданий

Прежде чем приступать к выполнению задания, необходимо создать новый файл-рисунок. Стандартный путь создания нового рисунка заключается в ответе на запросы мастера системы. В этом случае придется заново устанавливать единицы измерений, лимиты рисунка, сетку и отрисовывать рамку со штампом. Чтобы избежать всех этих переустановок, необходимо скопировать этот рисунок из первой лабораторной работы. Для создания чертежа детали рекомендуется использовать команды директорий **Draw** и **Modify**. Первоначально проводятся все осевые линии (**LAYER, CENTER, LINE**),

затем устанавливается пользовательская система координат (ноль в выбранной базовой точке **UCS OR**). Под штриховкой понимается заполнение отмеченной области узором, который рассматривается системой как один объект с определенными общими свойствами графического примитива.

Штриховка — команда HATCH

Для создания штриховки следует щелкнуть по пиктограмме **Hatch** панели инструментов **Draw**. При этом будет запущена команда **BHATCH** и открыто диалоговое окно **Boundary Hatch**, в котором активизирована вкладка **Quick** и где следует приступить к выбору контура штриховки (рис. 3.1).

Для повышения производительности и определенности при выборе контуров необходимо: вывести на экран только требуемую часть рисунка; отключить или заморозить все ненужные для определения контуров слои; выбрать примитивы внутри области, которую требуется заштриховать; расчленить блоки, если они есть. В случае контура со множественными ответвлениями удобнее создать отдельный слой, в котором непрерывной линией обвести контур и выполнить штриховку с последующей установкой цвета реального контура.

Штриховкой называется некоторый узор, заполняющий область. Штриховка используется в чертежах самого разного типа. Так, в архитектурных чертежах она применяется для обозначения материала покрытия, а в технических чертежах обозначает части в разрезе и тип конструкционного материала. В программе AutoCAD предусмотрено несколько типов штриховки, которые создаются на основе повторяющихся узоров из линий — шаблонов или образцов (рис. 3.2).

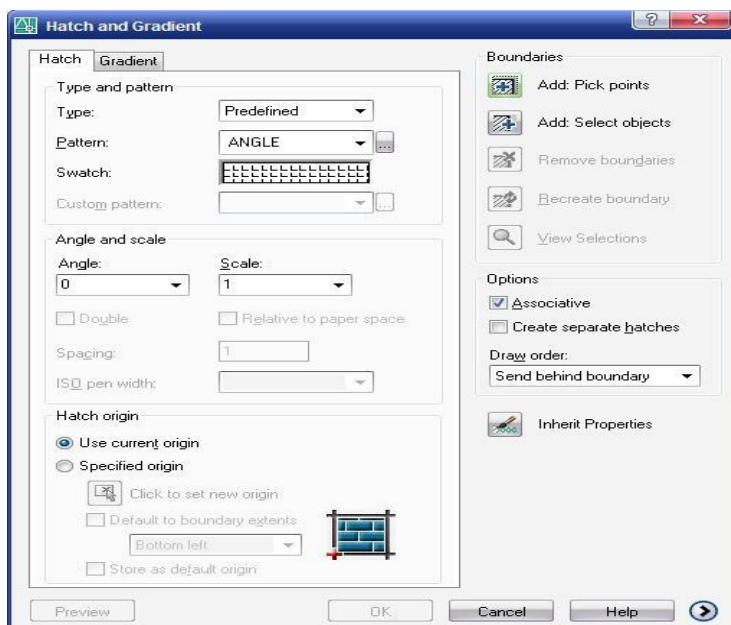


Рис. 3.1

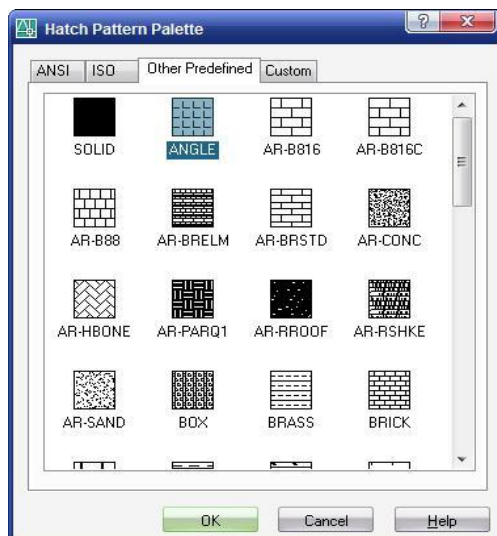


Рис. 3.2

Штриховки характеризуются двумя свойствами.

- Во-первых, они являются блоками, т. е. все линии, которые находятся внутри области, являются частями единого объекта.
- Во-вторых, они ассоциированы, т. е. при изменении объекта используемая в нем штриховка автоматически обновляется и подгоняется под новую форму данного объекта.

Нужный образец можно отыскать в списке **Pattern**. Есть и еще один вариант поиска: щелкните на кнопке с многоточием правее списка, и откроется диалоговое окно **Hatch Pattern Palette**. В нем представлен в графическом виде более широкий набор образцов (рис. 3.2).

Угол наклона штриховки в отличие от предлагаемого можно задать в поле **Angle**. Исходный вариант образца штриховки считается наклоненным под углом 0.

Для указания масштаба штриховки введите соответствующее значение в поле **Scale**, и AutoCAD автоматически выполнит масштабирование штриховки согласно ее определению. При установке значения 1 (которое принимается по умолчанию) штриховка будет использована так, как она определена; при установке значения 5 она будет сжата наполовину.

В диалоговом окне **Boundary Hatch** предлагаются два способа указания контура штриховки: указание точки внутри предназначенной для штриховки части чертежа и выбор объектов.

Для штрихования всего объекта целиком щелкните на кнопке **Select Objects** и после временного возвращения к чертежу выберите объекты, которые определяют область штриховки. Для выбора объектов можно использовать все предусмотренные стандартные способы (приложение С). Особенно удобно применять для этого опции выбора **Remove** и **Add**. Для завершения процесса выбора объектов и продолжения работы с диалоговым окном **Boundary Hatch** щелкните правой кнопкой мыши, или нажмите клавишу <Enter>.

Если указанная область штриховки не совсем соответствует запланированной, щелкните на кнопке **Pick Point**. При этом система практически повторит последовательность операций, которая выполнялась командой **BOUNDARY**, и определит *множество контуров (boundary set)*. В ответ на приглашение **Select internal point**: укажите внутреннюю точку области, которую планируется заполнить штриховкой. Далее этот процесс повторяется для соседних областей чертежа, а система будет выделять все новые и новые контуры вокруг указанных точек, которые она нашла. Для

завершения процесса выбора областей и возобновления работы с диалоговым окном **Boundary Hatch** нажмите клавишу <Enter>.

Диалоговое окно имеет еще ряд опций, которые могут понадобиться.

- Если вы хотите посмотреть, как будет нанесена штриховка, прежде, чем окончательно соглашаться с результатами работы системы, щелкните по кнопке **Preview**.
- Если желательно вернуться на поле чертежа и перепроверить выбор объектов, щелкните на кнопке **View Selection**.
- Для использования типа штриховки, угла, масштаба и/или шага уже существующего образца штриховки щелкните на кнопке **Inherit Properties**. Установите опцию **Nonassociative** в зоне Composition, если не собираетесь создавать ассоциативную штриховку.

Созданная штриховка представляет собой блок. Однако имеется возможность включением клавиши **Exploded Hatch** разбить этот блок на отдельные элементы и рассматривать каждый элемент штриховки как отдельный объект, что позволяет редактировать выполненную штриховку.

В данной работе рекомендуется воспользоваться другим вариантом задания параметров штриховки, более простым. Выполняется обычная штриховка, традиционная для технической документации. Для этого следует в диалоговом окне **Boundary Hatch** в окне **Predefined** установить режим **User defined** (пользовательская штриховка), в результате в окне **Swatch** появится обычная горизонтальная линия и активизируются окна **Angle** и **Specing** (рис. 3.3). Угол наклона линии штриховки можно установить, выбрав его значение в предлагаемом перечне значений (рис. 3.4), а в окне **Specing** устанавливается расстояние между линиями в мм. Указание области штриховки аналогично рассмотренному выше.

Для выполнения штриховки неметаллов нужно активизировать окно **Double** (рис. 3.5)

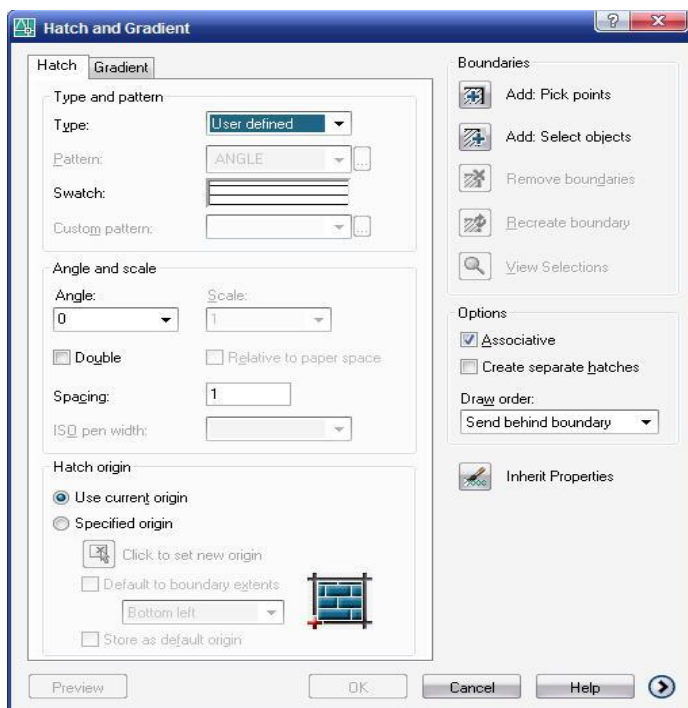


Рис. 3.3

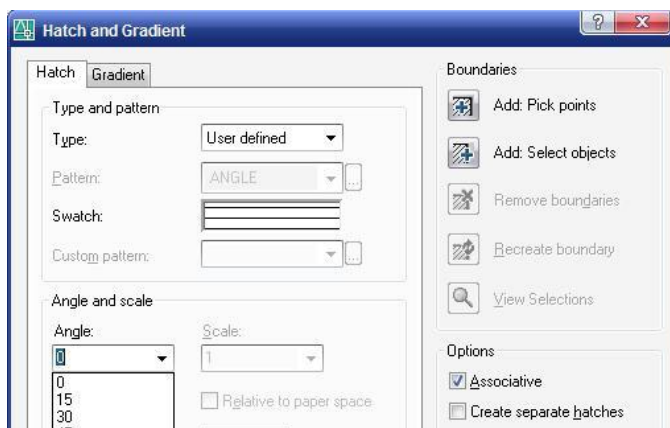


Рис. 3.4

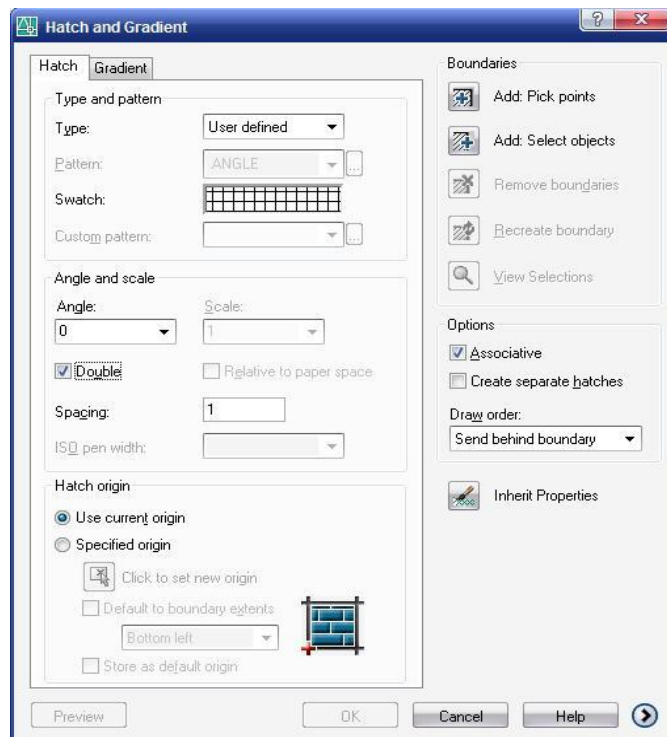


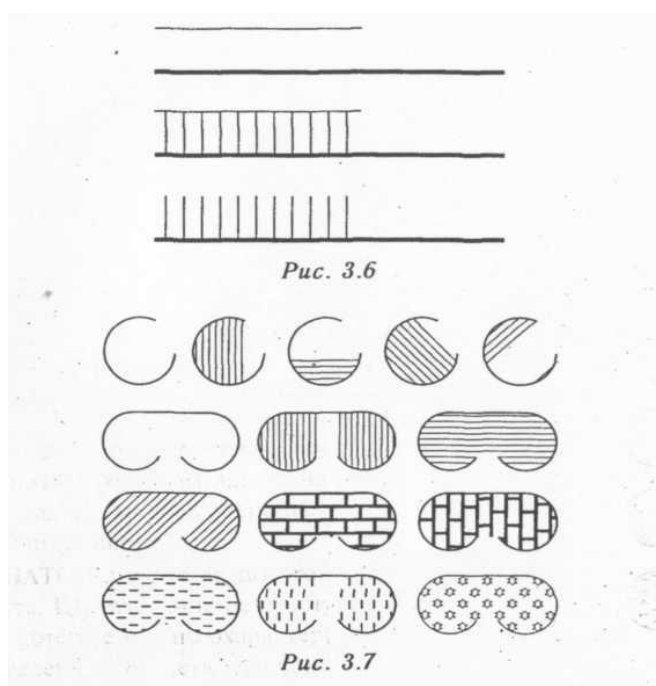
Рис. 3.5

После установки границ областей штрихования можно воспользоваться кнопкой **View Selections**, позволяющей взглянуть на отмеченные границы, перед тем как подтвердить выполнение выбранной штриховки кнопкой **Apply** или **Another**.

Примечательно, что команда **HATCH** позволяет штриховать область, граница которой не замкнута. Штрихование незамкнутой области производится по правилам, которые можно охарактеризовать как алгоритм разумного поведения: область заполняется штриховкой так, чтобы конечные точки шаблона располагались на контуре, указанном пользователем. Выполнение этого правила приводит к тому, что границы штриховки, определенные системой, могут существенно изменяться в зависимости от типа и масштаба шаблона. Указание незамкнутой границы возможно только с помощью опции **Select Objects**. На рис. 3.6 приведены этапы создания изображения сварного

шва. На первом этапе отрисованы полилинией шов и простой линией граница сварки, которые являются контуром области штрихования. Построенная для такой области штриховка определяет второй этап построения шва (здесь принят шаблон **ANSI31** и угол наклона 45 градусов). На конечном этапе линия, ограничивающая длину штриховки, удалена.

В качестве примера, демонстрирующего зависимость контура заштрихованной области от параметров шаблона, на рис. 3.7 приведены незамкнутые криволинейные границы и варианты нанесения штриховки по различным шаблонам.



Формат команды **HATCH** таков, что шаблон штриховки может быть подготовлен пользователем. Текстовое поле **Scale** становится неактивным, а активизируется текстовое поле **Spacing**, при помощи которого можно установить расстояние между штрихами и ортогональную сетку штриховки. Угол наклона штриховки пользователь может установить в текстовом поле **Angle**. Этими параметрами определяется пользовательский шаблон, который может быть произвольно изменен на рабочем листе средствами редактирования каждой из линий штриховки. Для этого следует выбрать опцию **Exploded Hatch**, которая преобразует штриховку из единого примитива в совокупность отрезков, что позволит затем обрабатывать каждую линию штриховки как отдельный элемент.

Диалоговое окно штриховки имеет еще ряд опций, которые могут понадобиться:

- Если вы хотите посмотреть, как будет нанесена штриховка, прежде, чем окончательно согласиться с результатами работы системы, щелкните по кнопке **Preview**.
- Если желательно вернуться на поле чертежа и перепроверить выбор объектов, щелкните по кнопке **View Selection**.
- Для использования типа штриховки, угла, масштаба или шага уже существующего образца

штриховки щелкните по кнопке **Inherit Properties**. При этом система временно вернется в графическую зону экрана и позволит указать область с приглянувшейся вам штриховкой, свойства которой необходимо частично скопировать. После этого вы вновь вернетесь в диалоговое окно **Boundary Hatch**.

- Установите опцию **Nonassociative** в зоне **Composition**, если не собираетесь создавать ассоциативную штриховку.

Редактирование штриховки возможно командой **MODIFY HATCH**. Штриховка, как геометрический примитив, выполняется любым установленным цветом и типом линии, эти свойства также можно редактировать.

Нанесение размеров — команды DIMENSION

Примитив «размер» содержит много элементов (набор линий, стрелок и текст), но система рассматривает его как единое целое. Можно примитив «размер» разделить на составные части, но тогда он потеряет свои характерные свойства и превратится в набор разрозненных примитивов. Размер, представляющий собой единое целое, принято называть ассоциативным.

Размер состоит из следующих элементов: выносных линий; размерной линии; стрелок или засечек на размерной линии; размерного текста.

Доступ к командам для работы с размерами в AutoCAD осуществляется посредством меню и панели инструментов **DIMENSION (DIM)**. Чтобы вывести на экран панель инструментов **DIM**, щелкните ПК мыши на свободном поле любой панели инструментов и установите в открывшемся списке маркер против имени панели **DIMENSION**. Можно закрепить эту панель инструментов возле одной из кромок экрана или оставить ее в удобном для вас месте на поле чертежа (рис.3.8).

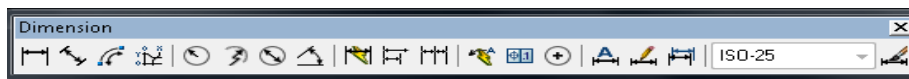


Рис. 3.8

Все команды для нанесения размеров можно найти также в падающем меню в директории **DIMENSION** (рис. 3.9).

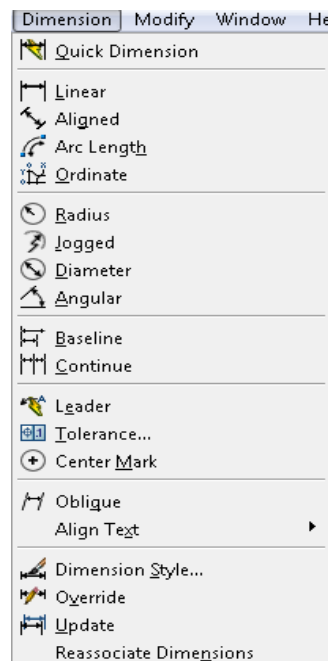


Рис. 3.9

Предлагаются следующие типы: линейные; угловые; радиусы; диаметры; указатели. Установкой этих размеров занимается целый набор команд, на выполнение которых влияет около 50 системных переменных. Подробно с их значениями можно познакомиться в работах [2, 4].

Рассмотрим нанесение линейных размеров. Они бывают нескольких типов. Каждый из них строится отдельной командой:

LINEAR — наносятся размеры параллельно осям X или Y.

HORizontal — строит горизонтальный размер, соответствующий проекции объекта на горизонтальную ось.

VERTical — строит вертикальный размер — длина проекции на вертикальную ось.

ALigned — строит размер, параллельный измеряемому отрезку, то есть показывает истинную его длину.

ROTated — строит повернутую размерную линию, которая повернута на заданный угол, а измеряется проекцией расстояния между указанными точками на размерную линию. На рис. 3.10 Указаны варианты нанесения размеров.

После запуска соответствующей команды система запрашивает:

First extention line origin or RETURN to select:

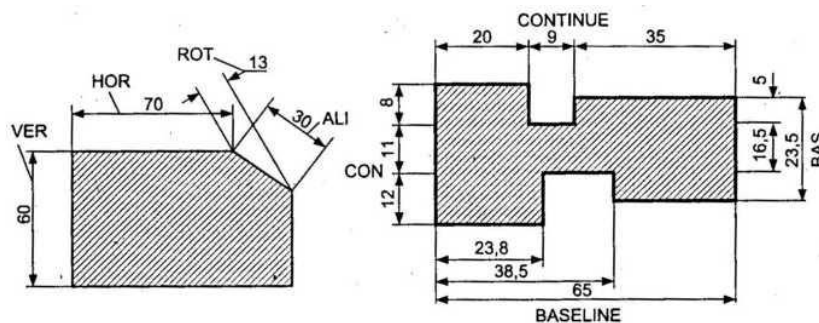


Рис. 3.10

При индивидуальной установке указывайте расположение первой выносной линии, после чего система запросит указать положение второй выносной линии:

Second extention line origin:

Если в ответ на первый запрос системы нажать клавишу **ENTER**, система будет ждать указания на примитив, размер которого необходимо установить, и автоматически определит после этого нужный размер, расположив начало выносных линий для отрезков и дуг в их крайних точках.

Следующий запрос системы касается установки положения размерной линии и уточняет размерный текст:

Dimension line location: <укажите расположение размерной линии>

Dimension text: Определитесь в размерном тексте>

Размерный текст может формироваться несколькими способами:

- подтверждением предлагаемого системой значения;
- вводом значения с клавиатуры в ответ на соответствующий запрос;
- вводом пробела для создания пустой строки;
- включением измеренного системой значения в набранный пользователем текст в угловые скобки <...>.

Как продолжение команд построения линейных размеров могут строиться такие следующие типы размеров — **BASELINE** и **CONTINUE**. **BASELINE** — базовые размеры, имеющие базовую выносную линию. Оба типа размеров требуют указания только точки начала второй выносной линии, хотя при построениях первая выносная линия строится, накладываясь на вторую предыдущего размера. Предположим, вы забыли, какой размер проставлялся последним, или хотите привязать размеры этого типа к другим, нанесенным на чертеже ранее, для этого вместо координат точки начала второй выносной линии следует нажать клавишу **ENTER**, система предложит выбрать один из уже созданных размеров на чертеже. Дальнейшее построение базовых и последовательных размеров будет производиться от него.

Особенности базовых и последовательных размеров:

- команды построения обоих типов размеров не могут быть первыми после входа в режим **DIM**;
- обязательным условием является также то, что предыдущие размеры должны создаваться с указанием точек начала выносных линий, а не выбором измеряемого примитива;
- размерные линии, создаваемые для таких размеров, параллельны размерной линии первичного размера.

Режим нанесения размеров диаметров и радиусов дуг и окружностей располагает двумя командами **DIAMetr** и **RADius**. Эти размеры, в отличие от рассмотренных выше, не имеют выносных линий. Выбор команды **DIAMetr** приведет к вызову ее в командной строке:

DIM: _DIAMETER

Select arc or circle: <выбрать дугу или окружность>

По умолчанию место указания дуги или окружности принимается в качестве конечной точки размерной линии (рис. 3.11).

В случае, если размерный текст не помещается внутри окружности, то система просит указать место для выносной линии и текста:

Enter leader length for text: <укажите место для расположения текста>.

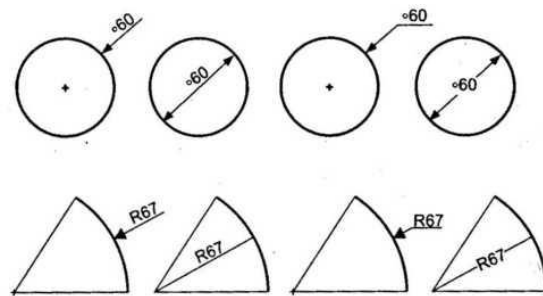


Рис. 3.11

При вызове команды **_RADIUS** действия и реакция системы аналогичны команде **_DIAMETER**. На работу обеих команд оказывает влияние системная переменная **DIMCEN**, которая включает или отключает вывод маркера центра или осевых линий. Знак диаметра и радиуса перед измеренным системой значением ставится автоматически. При корректировке размерного текста необходимо набирать символ **R** перед числом, например R10. При корректировке размера диаметра, для введения символа Ø нужно набрать код значка — %%c, а затем число, например

Команда **Angular Dimension** позволяет создать угловой размер, где размерной линией будет дуга, несколькими способами:

- между двумя непараллельными прямыми (совсем не обязательно, чтобы отрезки имели точку пересечения в пределах чертежа, достаточно, чтобы они не были параллельны);
- по дуге;

- по окружности;
- по трем точкам.

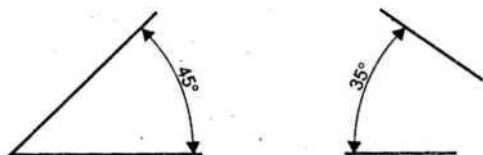


Рис. 3.12

При определении угла команда предлагает указать, где необходимо измерять угол:

DIM:_ANGULAR

Select arc, circle, line or RETURN: <выберите дугу, окружность, отрезок или нажмите клавишу ENTER для определения угла по трем точкам>

При определении угла между двумя отрезками, (выбор опции **line**) система запросит:

Second line: <указать второй отрезок>

Dimension arc line location (Text/Angle): <указать место расположения размерной дуги (Текста/Значения угла)>

Dimension text: <введите или подтвердите размерный текст> Enter text location (or RETURN): <нажать клавишу ENTER>

Построение углового размера дуги потребует после вызова **Angular Dimension** и выбора дуги:

Dimension arc line location (Text/Angle): <указать место размерной дуги (Текста/Угла) >

Dimension text: <значение измеренного угла (подтвердить или отредактировать) >

Enter text location (or RETURN): <нажать клавишу ENTER>

При нанесении углового размера дуги, принадлежащей окружности, после указания первой точки, на последней система потребует:

Second angle endpoint: <выбрать конечную точку дуги на окружности>

Dimension arc line location (Text/Angle): <указать положение размерной дуги (Текст/Угол)>

Dimension text: <подтвердить или отредактировать измеренный текст>

Enter text location (Or RETURN); <нажать клавишу ENTER>

Построение углового размера по трем точкам становится доступным, если в ответ на первый запрос команды нажать клавишу **ENTER**, система приведет к диалогу:

DIM:_ANGULAR

Select arc, circle, line or RETURN: <нажать клавишу ENTER>

Angle vertex: <указать вершину угла, являющуюся начальной точкой сторон угла>

First angle endpoint: <указать первую сторону угла через ее конечную точку>

Second angle endpoint: <указать вторую сторону угла через ее конечную точку>

Dimension arc line location (Text/Angle): <определить расположение размерной дуги (Текст/Угол)>

Dimension text: Подтвердить или отредактировать измеренное значение>

Enter text location (or RETURN): <нажать клавишу ENTER>.

При корректировке значения угла необходимо набрать число и символ значка «градус». Значок «градус» закодирован — %%d.

Установкой маркера центра дуги или окружности или отрисовки осевых линий с заданными установочными размерами занимается команда **Cen Mark**. Для показа координаты X или Y точки на

выноске-линии, каждый сегмент которой отрисовывается перпендикулярно одной из осей координат, следует воспользоваться командой **Ordinate Dimension**.

Команда **Leader** обеспечивает рисование сложных размерных линий, которые невозможно сформировать перечисленными выше командами простановки размеров. На циклический запрос по вводу очередного отрезка выносной линии следует отвечать, как и в команде **Linear Dimension**. После достижения желаемого положения для выхода необходимо нажать клавишу **ENTER** и ответить запрос о размерном тексте. Если длина первого сегмента выноски больше удвоенной длины стрелки, то AutoCAD рисует стрелку на начальном конце этого сегмента, иначе рисуется линия без размерной стрелки.

Каждый размер может быть подвергнут, при необходимости, действиям команд редактирования **Dimension Edit**, **Dimension Update**, **Dimension Update**, **Demension Text Edit**, **Dimension Style List** и **Dimension Style**, при выполнении которых используется текущий размерный стиль или установки размерных переменных по прототипу рисунка.

Подробно работа команд редактирования элементов примитива — «размер» изложена в работах [2, 4].

Настройка параметров размерного блока осуществляется командами **DIMENSION STYLE**:

- задать высоту текста;
- установить расположение текста относительно размерной линии;
- указать ориентацию текста относительно осей координат;
- определить тип стрелок;
- задать размер стрелок.

Все перечисленные выше настройки и любые другие можно выполнить, обратившись к диалоговому окну **Dimension Style** (рис. 3.13).

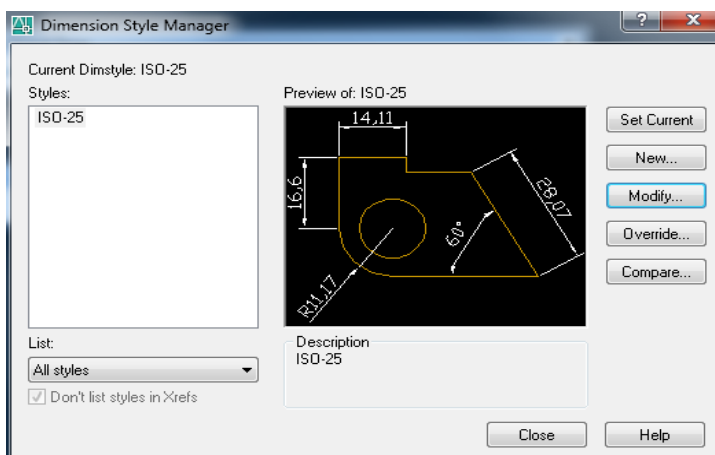


Рис. 3.13

Для приведения в соответствие размеров изображения с размерами наносимых размеров можно воспользоваться настройкой общего масштаба, введя единый масштабный коэффициент, позволяющий уменьшать или увеличивать все размерные элементы без изменения значения самого размера

(размер стрелок, цифр, отступов выносных линий и т. п.), для этого следует в диалоговом окне **Dimension Style** открыть закладку **Fit**, далее в окне **Use Overall Scale Of** задать необходимый коэффициент (рис. 3.14).

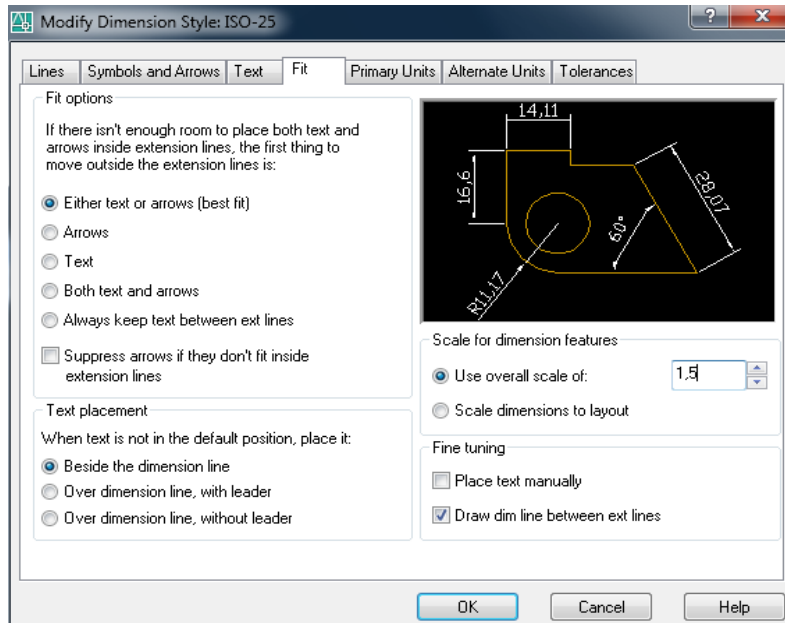


Рис. 3.14

Стандартная поставка ориентирована на международные стандарты, которые заложены в прототипе чертежа **acad.dwg**. Эти стандарты значительно отличаются от российских, но система AutoCAD такова, что проставление размеров можно настроить достаточно близко к требованиям ЕСКД.

При простановке размеров AutoCAD использует некоторые определяющие точки, которые помещаются на вспомогательном слое **DEFPOINTS**. Даже при отключении этого слоя точки остаются видимыми. Отключение слоя **DEFPOINTS**, однако, запрещает вывод определяющих точек на принтер или плоттер и поэтому может быть полезным. Создавая чертеж, не следует использовать этот слой в качестве рабочего.

Особенность работы AutoCAD с размерами позволяет измерить практически любые элементы чертежа, как по международным стандартам, так и по стандарту, близкому к ЕСКД.

Нанесение размеров выполнять обязательно с использованием объектной привязки **ОБЪЕКТ SNAP**.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое условие необходимо для однозначного определения области штриховки?
2. Что собой представляет штриховка?
3. Какие существуют возможные способы выбора области штриховки?
4. Какие параметры выбранной штриховки могут быть изменены?
5. Какие стили контуров для штриховки вы знаете?
6. Что такое пользовательские шаблоны штриховки?
7. Как штрихуется незамкнутая область?
8. Как преобразовать штриховку из единого примитива в совокупность отрезков?
9. Что такое примитив «размер»?
10. Дать определение линейных размеров.
11. Как проставить параллельные размеры?
12. Размеры от общей базы и размерные цепи.
13. Настройка системы нанесения размеров.

14. Как вычертить линий-выноски?

Образец зачетной форматки

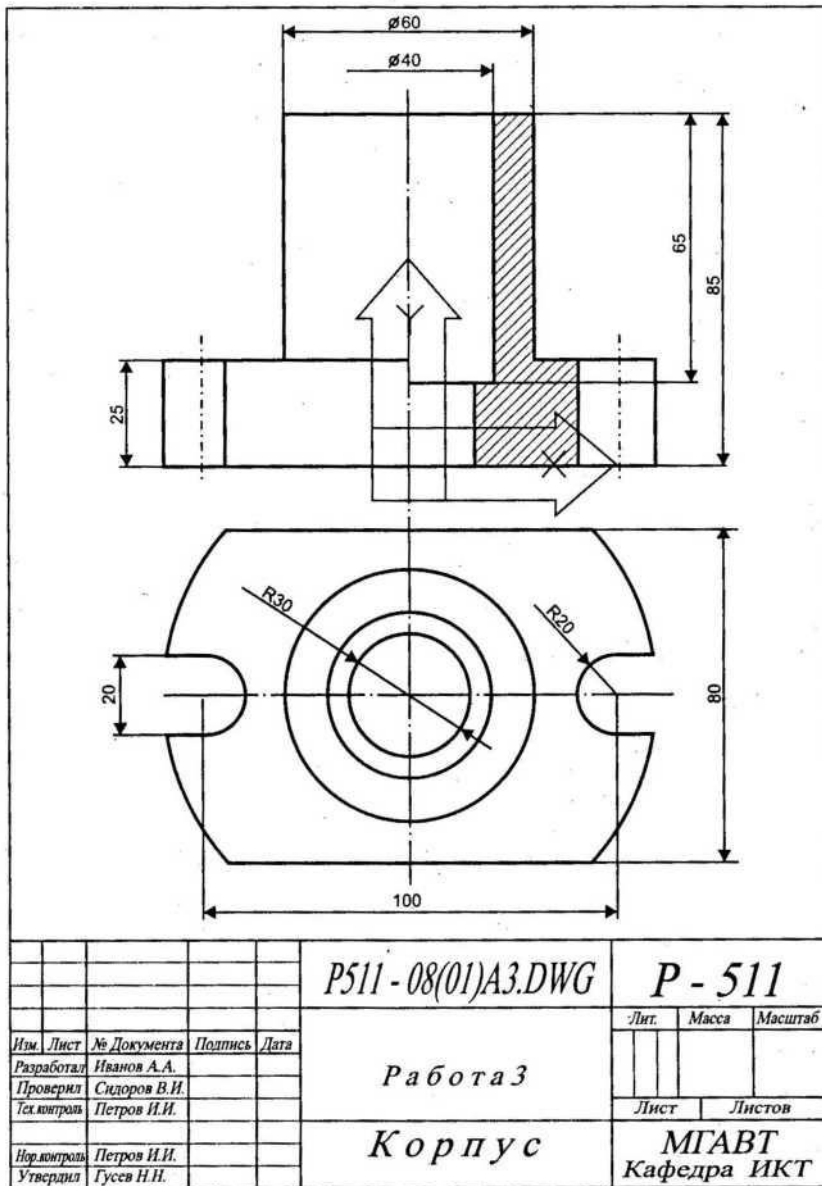


Рис. 3.15

Чертеж общего вида

Данная работа посвящена закреплению навыков работы с уже известными командами AutoCAD, освоению сложных примитивов (штриховка и проставление размеров) и работе со слоями и типами линий на примере сложного чертежа.

Цель работы

- Знакомство с послойным черчением, с различными типами линий и их масштабированием и цветом (**LAYER**, **LINESTYLE** и **COLOR**).
- Подготовка чертежа (установка лимитов, единиц измерения, слоев, типов линий и режимов рисования).
- Освоение отрисовки примитивов **POLYGON**, **RECTANGLE**, **SOLID**, **TRACE**, **POLYLINE**, **DIMENSION** и **HATCH**.
- Приобретение навыков при работе с командами редактирования **MOVE**, **ROTATE**, **SCALE**, **CHAMFER**, **OFFSET**, **EXTEND**, **STRETCH**, **DIVIDE** и **MEASURE**.

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Отрисовка прямоугольника и многоугольника.
2. Масштабирование чертежа и отдельных его элементов.
3. Построение фасок у деталей чертежа.
4. Каким образом можно изменить положение граничных точек элементов чертежа?
5. Как изменить свойства элементов чертежа и какие именно?
6. Эквидистантные линии и средство проведения их в AutoCAD.
7. Деление примитива на отрезки равной длины или отрезками равной длины.
8. Штриховка различных областей чертежа.
9. Элементы примитива **DIMENTION**.
10. Установка системных переменных программы DIM через диалоговые окна или экранное меню.
11. Типы размеров.

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения работы 4 необходимо выполнить следующие задания.

1. Провести тщательный анализ выданного чертежа общего вида конкретной сборки и определиться с элементами настройки чертежа.
2. Войти в систему AutoCAD, создать свой рисунок и провести его настройку (установить единицы измерений, лимиты чертежа, слои, типы линий и цвета).
3. Отрисовать выданный чертеж общего вида при условии, что каждая деталь сборки отрисовывается своим цветом (цвет может повторяться у нескольких деталей при отсутствии у них общих точек или линий).
4. Все осевые линии отрисовываются на отдельном слое с цветом, который не должен повторяться ни на одной из деталей и в размерных элементах.
5. Каждая деталь отрисовывается на отдельном слое (общий вид всей сборки должен получиться при включенных слоях, где изображены все детали).

Методические указания к выполнению заданий

Войти в систему AutoCAD, установить единицы измерения, точность их представления, размер рабочего листа, определиться с режимами рисования (**UNITS, LIMITS, Drawing Aids**).

Выбрать необходимые типы линий с установкой масштаба их отрисовки (**LINETYPE, LTSCALE**).

Слой — команда **LAYER**

Перед построением чертежа кроме тех установок, которые существовали в файле первой работы и перешли в файл второй работы, установить слой **LAYERS**. В работе 2 потребуется кроме слоя 0 еще три слоя. В слое 0 помещаются, кроме штампа и рамки, чертеж плоского контура. В слое 1 размещаются осевые линии со своим цветом. Слой 2 предназначен для простановки размеров с отличным от предыдущих слоев цветом. Для штриховки предназначен слой 3 с другим цветом. Все слои, кроме слоя 1, должны иметь тип **CONTINUOUS**, а в слое 1 должен быть установлен тип линии **CENTER2** (осевые линии). Для входа в диалоговое окно работы со слоями (**Layer Properties Manager**) достаточно на стандартной панели свойств выбрать иконку с тремя чистыми листами (рис. 4.1). На экране возникнет диалоговое окно, где последовательным нажатием клавиши **New** создаются необходимые слои с параметрами слоя 0. Чтобы активизировать конкретный слой для редактирования его параметров, необходимо стрелку мыши поместить на строку слоя и щелкнуть ЛК мыши, строка примет контрастный цвет (рис. 4.2). Для установки цвета необходимо щелкнуть ЛК мышью по столбцу **Color**, что вызовет палитру цветов **Select Color**, и выбрать требуемый цвет (рис. 4.3). После установки цветов слоев остается поменять тип линии в слое 1, для чего необходимо при его активизации мышью щелкнуть по столбцу **Linetype**, что откроет диалоговое окно **Select Linetype**, где указывается, какие типы линий установлены в чертеже (рис. 4.4). Если требуемого типа линии в этом списке нет, то нужно активизировать опцию **Other (другие)**, нажав ЛК. Откроется диалоговое окно **Linetype Manager**, в котором нужно нажать клавишу **Load...** (рис. 4.5), можно выбрать требуемый тип линии в открывшемся окне **Load or Reload Linetypes (CENTER2)** (рис. 4.6). После нажатия клавиши **OK** вы увидите этот тип линии в окне **Select Linetype**, который устанавливается в указанный слой при активизации его и нажатием клавиши **OK** этого окна (рис. 4.7). Второе задание потребует выполнения команд, которые расположены в разных инструментальных линейках. Этими линейками являются: **Object Snap, Dimension, Modify, Draw**, которые рекомендуется расположить попарно по сторонам чертежа.

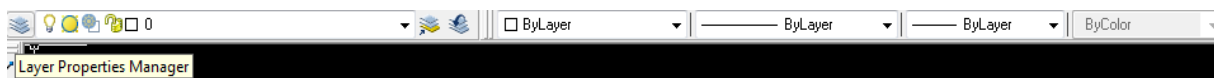
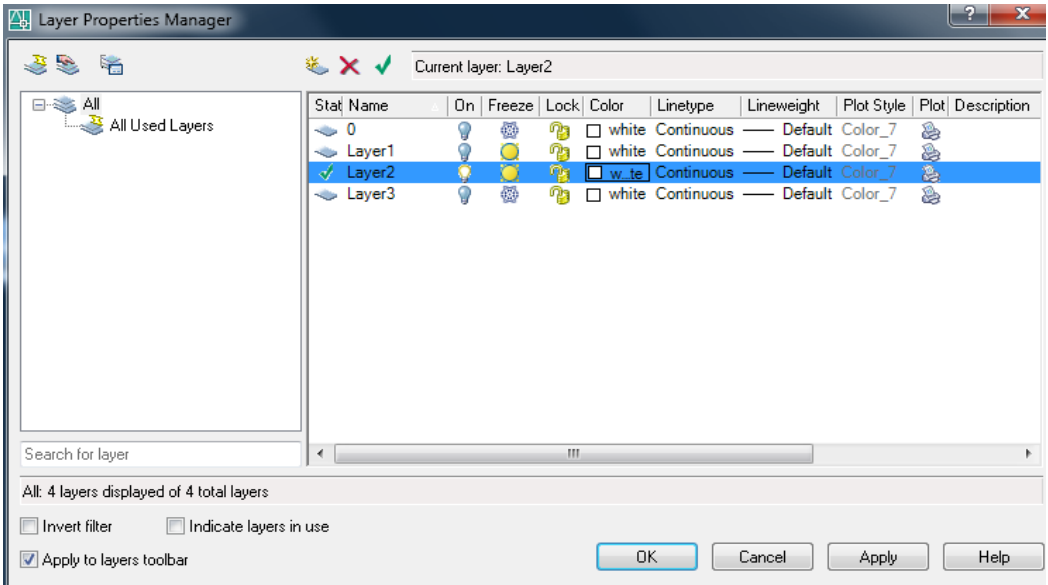
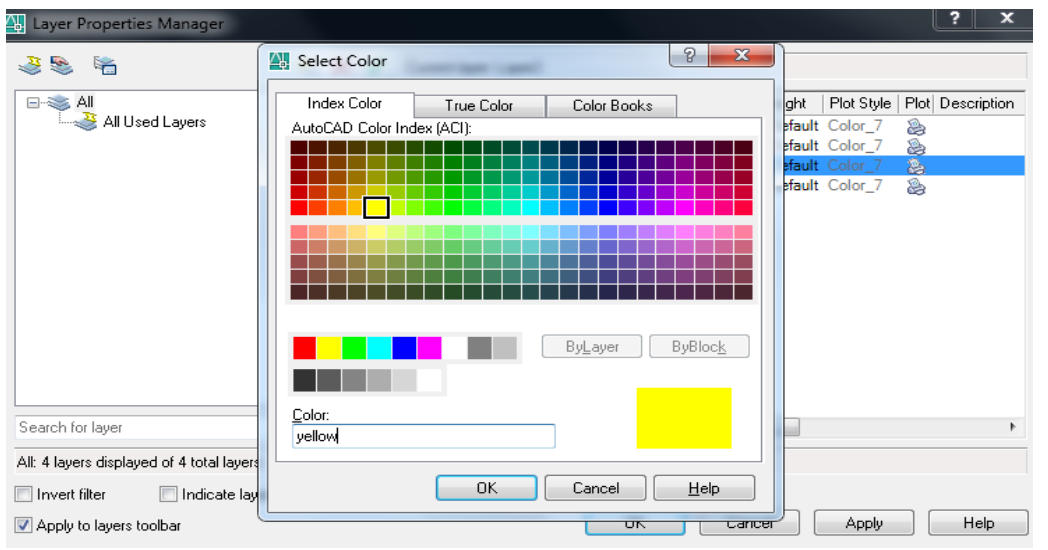


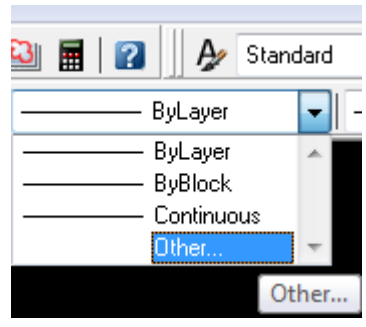
Рис. 4.1



Puc. 4.2



Puc. 4.3



Puc. 4.4



Рис. 4.5

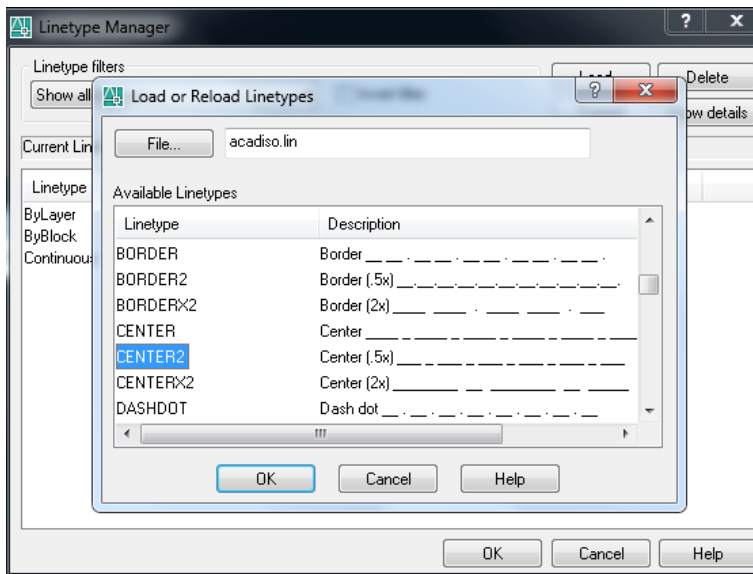


Рис. 4.6

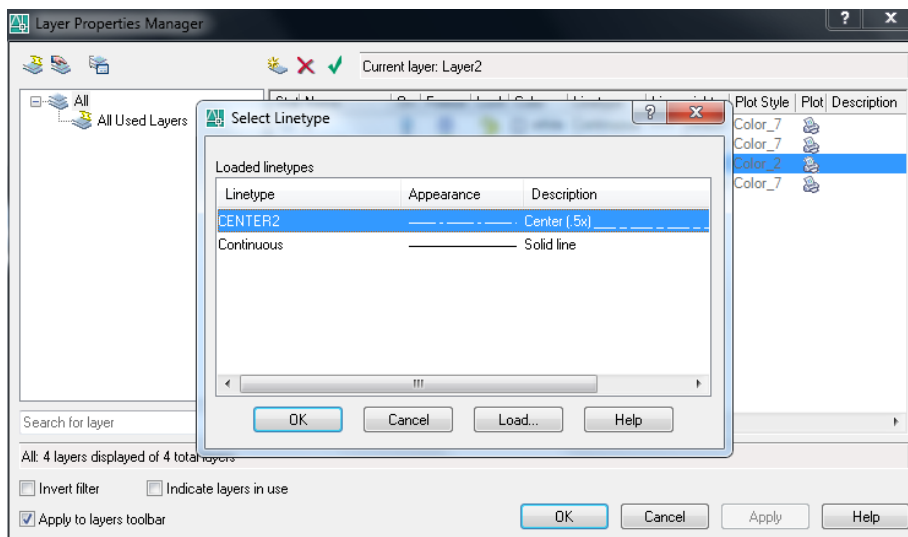


Рис. 4.7

Для создания отдельных элементов плоского контура потребуются команды, отрисовывающие круги, дуги, кольца и эллипсы, они содержатся в меню **Draw** под именами **CIRCLE**, **ARC**, **DONUT** и

ELLIPSE. Рассмотрим их более подробно.

Определиться и установить необходимое количество слоев, исходя из того, что для каждой детали потребуется один слой (**Layer 1 — Layer N**), для рамки, штампа, спецификаций и сопутствующих габаритных размеров сборки — один (**Layer 0**) и, наконец, еще один слой для осевых линий (**Layer Axis**). То есть всего потребуется $N + 2$ слоя, где N — число деталей в сборке. Рекомендуется имена слоям, относящимся к деталям, присваивать по их номеру. Например, для детали 3 сборки выделяются слои **Layer 3** (3 — имя слоя, который участвует в чертеже общего вида со своим индивидуальным цветом). Цвет и тип линии в слое 0 остаются без изменения (**white, CONTINUOUS**). В слое **Axis** для осевых линий устанавливается тип линий **CENTER2** и устанавливается цвет слоя 0. Каждый слой может быть включен или выключен, в строке слоя они отражаются в виде включенной или выключенной лампочки. Объекты, принадлежащие выключенному слою, исчезают с экрана. При создании чертежа, особенно в процессе редактирования, желательно присутствие на экране примитивов, которые были бы недоступны для редактирования (они не помечаются), для этого предусмотрена операция блокировки слоев — закрытый или открытый замок. Слой может быть замороженным и размороженным, эти состояния отображаются в виде горящего или погасшего солнышка (рис. 4.8).



Рис.4.8

При отрисовке деталей в чертеже общего вида все элементы отрисовываются линиями переменной толщины (PLINE) типа CONTINUOUS. Линии других типов (пунктирные, штрихпунктирные и т. п.) образуются из вычерченных линий типа CONTINUOUS при помощи процедуры CHANGE и набора типов линий, установленных в чертеже процедурой LINETYPE.

В качестве элементов чертежа могут быть прямоугольники (примитив), полоса определенной толщины, правильные многоугольники (примитив) и области чертежа, полностью закрашенные. Подобные элементы могут быть непосредственно отрисованы при помощи соответствующих примитивов (RECTANGLE, POLYGON, POLYLINE), специфику их применения рассмотрим в сокращенном виде ниже (подробно см. в работе [3], [4]).

Примитив «прямоугольник» создается командой RECTANGL из выпадающего подменю Draw. Пользоваться командой очень просто: прямоугольник строится по двум концевым точкам диагонали. Стороны прямоугольника параллельны координатным осям. Опций у команды RECTANGLE нет (рис. 4.9).



Рис.4.9

Многоугольник — команда POLYGON

Примитив «многоугольник» позволяет строить правильные многоугольники. Реализуется примитив командой POLYGON, которая имеет три опции (рис. 4.10):

- **Edge** (сторона) — построение по заданным точкам начала и конца одной из сторон;
- **Inscribed** (вписанный) — построение многоугольника, вписанного в окружность (рис. 4.11). Пример дан с радиусом, равным 10 мм;
- **Circumscribed** — построение многоугольника, описанного около окружности (рис. 4.12). Пример дан с радиусом, равным 10 мм.



Рис. 4.10

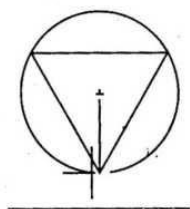


Рис. 4.11

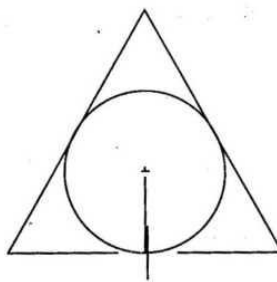


Рис. 4.12

Для построения необходимо указать количество сторон многоугольника, иначе он не будет определен. Количество сторон может быть от 3 до 1024. Координаты конца радиуса в случае выбора опции **Inscribed** являются одновременно координатами одной из вершин многоугольника, определяя тем самым положение вершин многоугольника относительно его центра.

Полилиния — команда POLYLINE

Графический примитив «полилиния» **POLYLINE** представляет собой объект, состоящий из отрезков и дуг, и вычерчивается одноименной командой раздела **Draw** из экранного и ниспадающего меню. Сегменты связаны между собой и рассматриваются как один целый объект (рис. 4.13).

Важнейшим свойством полилинии является то, что ее сегменты могут иметь линейно-переменную толщину. Примитив «полилиния» реализован в системе **AutoCAD** как список точек, соединенных между собой, и набор параметров, характеризующих каждый сегмент. Это позволяет редактировать каждый из сегментов отдельно, добавляя новые, или удалять существующие, изменять начальную и конечную ширину сегментов, сглаживать полилинии дугами окружностей, сплайнами при помощи процедуры редактирования **MODIFY POLYLINE**.

Благодаря перечисленным свойствам, полилинии часто применяются для вычерчивания, разных объектов, начиная с простых, с утолщенными линиями, и заканчивая самыми замысловатыми фигурами.

При обращении к команде **POLYLINE** в строке сообщений появится сообщение, предлагающее ввести начальную точку сегмента:

Command: **_PLINE**

From point: <указать точку (или набрать ее координаты на клавиатуре) >

После указания точки система предлагает ответить на следующий запрос:

Current line-width is 0

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<End point>:,

где в первой строке указана текущая ширина линии (0), а в следующей перечислены опции команды, и в угловых скобках вариант по умолчанию — указать конечную точку. Есть три основных возможных варианта ответа:

1. Пользователя устраивает указанная ширина линии и опция, принимаемая по умолчанию (это сегмент в виде отрезка прямой); в этом случае вводится конечная точка сегмента.

2. Для задания другой ширины линии вызывается опция **Width**, которая потребует ответить на запрос о новом значении ширины в начале отрезка (**Starting width <0>**). Вводится нужное значение, например 2, а далее, в ответ на запрос (**Ending width <2>**), где, по умолчанию, устанавливается значение начальной ширины отрезка, необходимо либо подтвердить значение по умолчанию, либо задать нужное значение.

3. В случае, когда после подтверждения или переустановки ширины отрезка нужна опция, отличная от предлагаемой системой по умолчанию, необходимо ввести требуемую опцию из перечисленных ниже:

Arc (Дуга) - позволяет вычерчивать полилинией дуги.

Close (Замкни) - вычерчивается прямолинейный сегмент, замыкающий полилинию от текущей точки к начальной.

Halfwidth - позволяет чертить сегмент с шириной, (Полуширина) равной половине предыдущей.

Length (Длина) - черчение прямолинейного сегмента заданной длины, продолжающегося в том же направлении, что и предыдущий. Если предыдущий сегмент был дугой, то новый прямолинейный будет к ней касательным.

Undo(U)
(Отмени) - удаление последнего из вычерченных сегментов полилинии. Опцию можно повторять до удаления всех сегментов.

Далее подробно рассмотрим опцию **Arc**, имеющую свои опции второго уровня. Опции второго уровня находятся в экранном подменю **Polyarc**, которое открывается после вызова опции **Arc**:

Angle (Угол) - ввод центрального угла дуги;

Center (Центр) - ввод точки центра дуги;

tanDir (Направление) - заданы направления касательной в начальной точке дуги.

Radius (Радиус) - ввод радиуса дуги;

2ndPT (Вторая точка) - ввод второй и третьей точек, определяющих дугу;

Close (Замкни) - завершение команды **Arc** замыканием дуги;

undo (Отмени) - восстановление удаленной дуги;

contline (Непрерлиния) - продолжение построения полилинии сегментом прямой;

PLINE (Полилиния) - возвращение в экранное подменю **PLINE**.

Очевидно, что каждая из первых пяти перечисленных опций сама по себе еще не определяет дугу. Ввод второго параметра, необходимого для определения дуги, выполняется с помощью экранного подменю следующего уровня, открывающегося автоматически после вызова опции. Такие подменю есть в системе для трех опций: **Angle, Center, Radius**.

Таким образом, все опции команды **POLYLINE** размещены в экранных подменю трех уровней.

Штриховка и размеры

Под штриховкой понимается заполнение отмеченной области узором, который рассматривается системой как один объект с определенными общими свойствами графического примитива. Процесс штрихования состоит из выбора типа шаблона и стиля и указания области, подлежащей штриховке. Подробно процедура **HATCH** разбиралась в методических указаниях ко второй работе, поэтому здесь напомним только, что они находятся в группе команд **Draw**.

Простановка размеров выполняется командами из инструментальной линейки **DIMENSIONS**. Установку параметров размеров, соответствующих ГОСТу, можно осуществить через ряд диалоговых, **Dimension** с присвоением этой настройке индивидуального имени. Подробному рассмотрению процесса настройки посвящается одна из лекций по компьютерной графике [2].

Перенос (MOVE), поворот(ROTATE) и масштабирование (SCALE)

В процессе работы над чертежом может возникнуть необходимость переноса части чертежа в другое место рабочего поля или повернуть его. Кроме того, иногда требуется изменить масштаб некоторых объектов чертежа. Эти проблемы решаются при помощи команд **MOVE**, **ROTATE** и **SCALE** (рис. 4.14—4.16). Эти команды во многом похожи на команду **COPY**, по крайней мере, все они после обращения к любой из них требуют выделить объекты преобразования. Так, команда **MOVE**, после выделения объектов на ее запрос потребует указать базовую точку, а затем смещение или координаты второй точки.

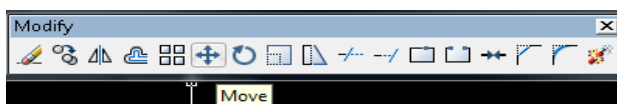


Рис. 4.14

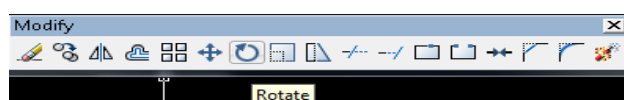


Рис. 4.15

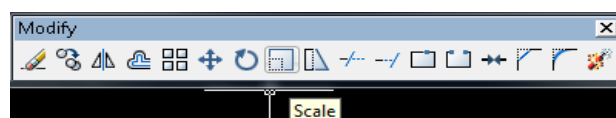


Рис. 4.16

Поворот выбранных объектов производится командой **ROTATE**, выбором базовой точки и ответом на одну из следующих опций:

Rotation angle — Угол поворота объектов, который задается с клавиатуры или мышью. Как

правило, угол отсчитывается от оси *OX*. Объекты поворачиваются вокруг базовой точки на заданный угол. Значение угла поворота ожидается системой по умолчанию сразу после завершения выбора объектов.

Reference — Опция включает режим ссылки на произвольно расположенный вектор, относительно которого необходимо задать угол поворота. При этом угол поворота отсчитывается не от оси *OX*, а от какого-либо вектора, который сам направлен под углом к оси *OX*. Включение режима производится вводом имени опции вместо значения угла поворота. Система потребует задать угол ссылки **Reference angle**, определяющий положение вектора отсчета относительно оси *OX*, а затем запросит угол поворота выделенных объектов относительно вектора.

Изменить размеры выделенных объектов чертежа позволяет команда **SCALE** указанием базовой точки и запросом:

<Scale factor>/Reference:

Число, которое по умолчанию ожидает система, является масштабным фактором, на который умножаются оба измерения выбранных объектов. Если масштабный фактор нам неизвестен, можно поручить его вычисление системе, задав режим **Reference**, который потребует указания текущего и желаемого размера, а масштабный фактор система определит сама.

Фаски (CHAMFER), эквидистантные линии (OFFSET), удлинение (EXTEND) и трансформация (STRETCH)

Практически все детали в машиностроении имеют фаски различных размеров, но при выполнении чертежа рекомендуется на первом этапе не учитывать их наличие, а строить их на заключительном этапе при помощи команды **CHAMFER**, которая при своем исполнении не только построит фаску, но и отредактирует все ее элементы (рис. 4.17). При наличии в чертеже подобных образов, параллельных оригиналу, следует использовать команду **OFFSET**, (рис. 4.18), которая создает подобные примитивы (эквидистантные линии) на заданном расстоянии. Часто отрисовка элементов чертежа выполняется меньшей длины, чем это требуется, что приводит к необходимости перерисовки или иным сложным преобразованием. В системе для этого предусмотрена команда **EXTEND**, позволяющая продлить отрезки, незамкнутые полилинии и дуги до пересечения с указанной границей: Наконец, может потребовать, трансформация объектов чертежа. В этом случае будет очень полезна команда **STRETCH**, которая позволяет растягивать, сжимать и менять конфигурацию объектов на чертеже. Это могут быть сложные объекты, состоящие из ряда примитивов.

Первые две процедуры (**CHAMFER**, **OFFSET**) находятся в экранном меню **Edit**.

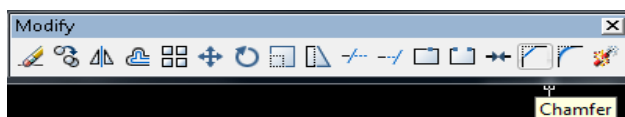


Рис. 4.17



Рис. 4.18

Команда **CHAMFER** строит фаски и, в отличие от команды **FILLET**, требует для своей работы не радиус, а два расстояния от точки пересечения до точек обрезки для каждой из пересекающихся прямых. При запуске система в командной строке запросит:

Command: **_CHAMFER Polyline/Distances/<Select first line>**:

Опция **Polyline** задает усечение всех вершин полилинии, а опция **Distances** переводит команду в режим расстояний от точки пересечения до точки отрезки для каждой линии или сегмента полилинии. По умолчанию эта команда, также как и **FILLET**, предлагает отмечать объекты, но если расстояния не были определены (первоначально они равны нулю), то фаски не получится, но две непересекающиеся линии в этом случае продлятся до пересечения. Значения расстояний сохраняются в системных переменных **CHAMFERA** и **CHAMFERB**.

Команда **OFFSET** создает подобные примитивы (рис. 4.19); Параллельные оригиналу, на заданном расстоянии от него. Оригинал могут быть отрезок, дуга, окружность, полилиния, многоугольник и кольцо. Первый запрос команды выглядит следующим образом:

Command: **_OFFSET**

Offset distance or Through <Through>:

Укажи расстояние между подобными линиями

Select object to offset or (exit):

Укажи объект для подобия Specify point on side to offset:

Укажи точку в сторону подобия

После указания оригинала система просит задать положение подобного примитива, строит его и затем повторяет ввод команды **OFFSET**, т. е. переходит в цикл. Особенностью команды является то, что оригиналы нужно указывать только по одному, т. е. нельзя выбирать с помощью рамки. Если оригинал является сложным, то его следует командой **MODIFY POLYLINE** предварительно объединить в полилинию.



Рис. 4.19

Команды **EXTEND** и **STRETCH**, предназначенные для удлинения примитивов и трансформации фрагментов, находятся в линейке **Modify** (рис. 4.20 и 4.21).

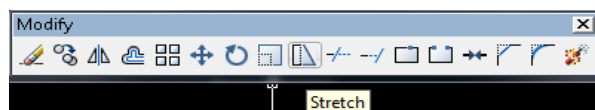


Рис. 4.20



Рис. 4.21

После запуска команды **EXTEND** система предлагает выбрать граничные рамки:

Command: **_EXTEND**

Select Boundary edges (s)...

Select objects:

Выбор всех граничных примитивов завершается нажатием клавиши **Enter** или **ПК** мыши. Граничными элементами не должны быть блоки, точки, формы, текст, трехмерные полосы и плоскости. В ответ на запрос **Select objects:** нужно указать продлеваемые примитивы, так как продлеваться будет ближайший из них. Выбор рамкой не допускается. Ассоциативные размеры этих примитивов пересчитываются, а размерный текст изменяется соответствующим образом.

Команда **STRETCH** трансформирует объекты на чертеже, которые могут представлять собой образование из ряда примитивов. Команда перемещает выбранные конечные точки объектов, не нарушая их целостности. Диалог с системой начинается с выбора объектов с помощью рамки (**нужно применять только текущую рамку (C)**), т. к. нужно указывать объекты, которые перемещаются, и объекты, относительно которых они перемещаются, последние остаются неподвижными.

Command: STRETCH

Select objects to stretch by window...

Select object:

Далее необходимо указать базовую точку и ее новое положение после трансформации выбранного объекта:

Base point:

New point:

Этой командой нельзя редактировать блоки, окружности, формы и текст. Заметим, что командой **STRETCH**, равно как и **EXTEND**, в ассоциативных размерах растягиваемых объектов автоматически меняется размерный текст.

Деление объекта на равные части (**DIVIDE**) и разметка равными интервалами (**MEASURE**)

В процессе создания чертежей довольно часто встает проблема деления объекта на равные части или разметки его равными интервалами. Для решения этой проблемы предназначены команды **DIVIDE** и **MEASURE** соответственно (рис. 4.22). Команды находятся в **DRAW** в подменю команды **POINT**. Размечаются на заданное количество частей или на интервалы заданной длины такие примитивы, как отрезок, дуга, окружность и полилинии, причем маркером разметки может быть точка или блок.

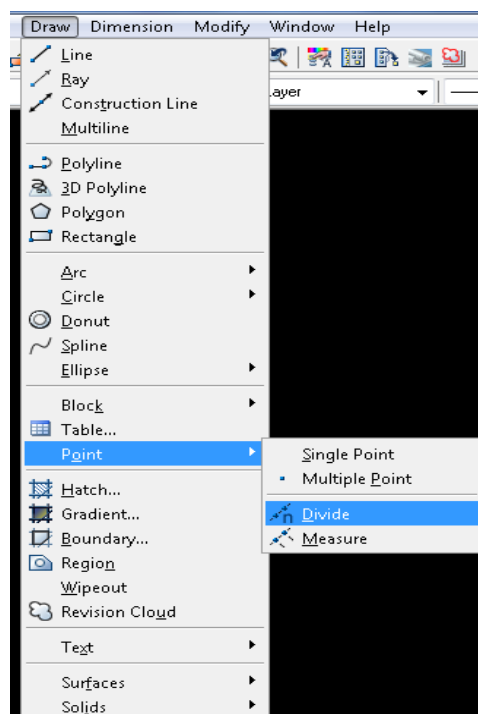


Рис. 4.22

Для команды **DIVIDE** необходимо указать редактируемый объект и количество интервалов, на которое следует его разделить:

Command: DIVIDE

Select object: <указывается объект разбиения>
<Number of segments>/Block:

Число разбиений должно лежать в интервале 2—32767. Опция **Block** позволяет установить имя блока, который будет использоваться в качестве маркера. По умолчанию маркером является точка. Чтобы согласовать ориентацию блока с ориентацией объекта, следует ответить на запрос:

Align .block with object? <Y>:.

Особенности команды:

- используя в качестве маркера точку, следует позаботиться об ее отображении, установив нужные значения системных переменных **PDMODE** и **PDSIZE**;
- вставляемый блок должен быть определен в чертеже;
- блок может содержать только постоянные атрибуты;
- блок не может масштабироваться;
- в конечных точках размечаемого объекта маркеры не ставятся.

Команда **MEASURE** отличается тем, что задаются размечаемый объект и длина интервала разбиения:

Command: **_MEASURE**

Select object to measure: <выбирается объект>

< Segment length>/Block:

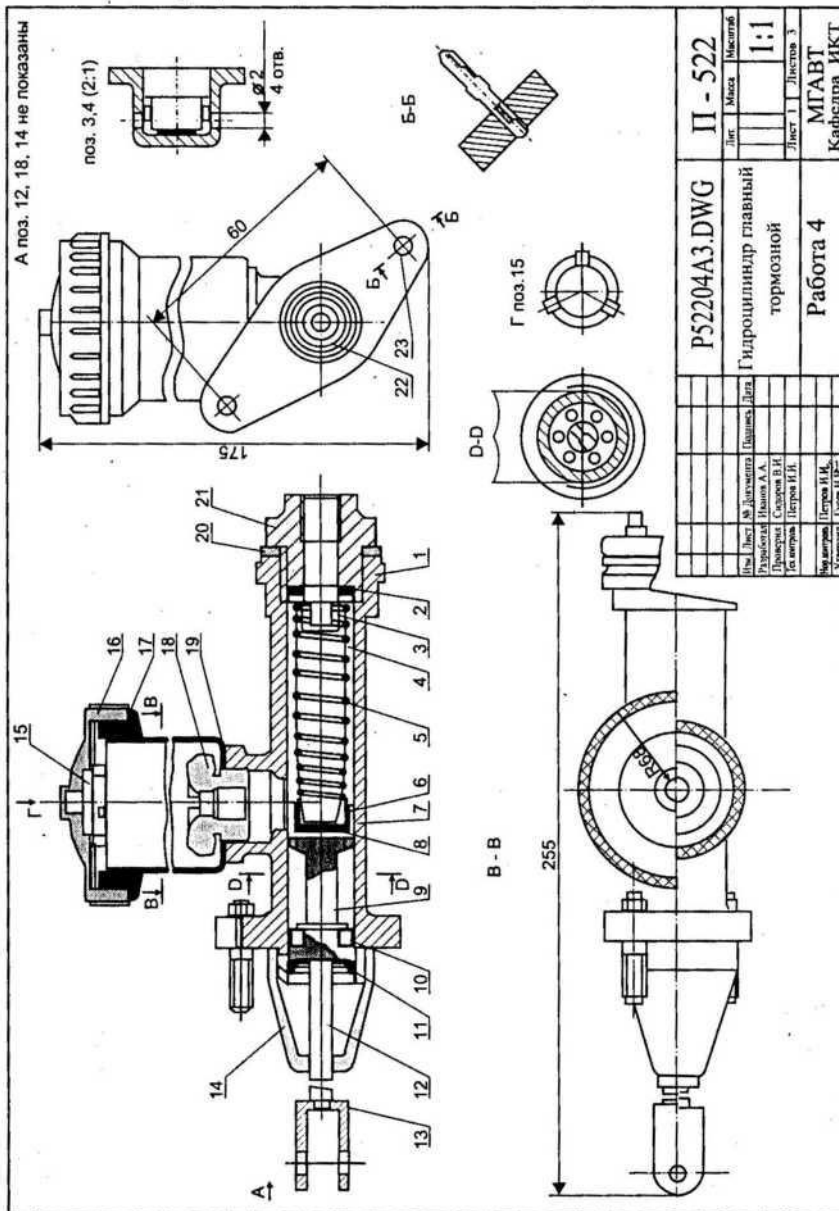
Эту команду можно считать частным случаем более мощной команды **ARRAY**.

Непосредственно перед началом работы на компьютере необходимо провести тщательный анализ расположения отдельных деталей, их симметрии и необходимых штриховок. Начинать работу необходимо с проведения всех осевых линий на слое **Axis** после установления собственной системы координат **UCS**. На выданном задании будет всего несколько габаритных размеров, по которым можно установить, в каком масштабе представлен чертеж общего вида. Этот масштаб можно использовать при определении размеров каждой детали, но существует другой путь — снимать размеры непосредственно с выданного чертежа, а в конце работы над чертежом (перед простановкой размеров), применив команду **SCALE**, привести чертеж к масштабу 1:1.

Контрольные вопросы

1. Как отрисовать рамку форматки вводом двух точек?
2. Как отрисовать контур шестигранной гайки?
3. Какие линейные размеры вы знаете?
4. Какие типы линий вы знаете?
5. Возможно ли применение команды **STRETCH** к объектам, имеющим штриховку?

Образец зачетной форматки



Р52204А3.DWG		II - 522	
Лист	Масса	Масштаб	
		1:1	
Гидроцилиндр главный тормозной		Лист 1	Листов 3
Работа 4		МГАВТ Кафедра ИКТ	
Имя	Лист	№ Задача	Полное Дина
Работник	Иванов А.А.	Директор	Сидорова В.И.
Инженер	Петров И.И.	Учитель	Петров И.И.
Проверил	Петров И.И.	Учитель	Петров И.И.

Рис. 4.22

Детализирование двух деталей сборки работы 4

Данная работа является естественным продолжением предыдущей, где необходимо по чертежу общего вида провести детализировку отрисованной сборки. Так как в процессе выполнения работы А3 элементы каждой детали отрисовывались в отдельном слое своим цветом, то в работе А4 необходимо по этим наработкам при помощи процедур **CHANGE**, **DIM**, **MOVE**, **ROTATE**, **SCALE** и др. выполнить детализировку каждой детали в отдельном слое с простановкой всех необходимых размеров. В заключение необходимо определить ресурсы рисунка и время, затраченное на выполнение работы.

Цель работы

Целью работы является;

- проведение детализировки по чертежу общего вида с использованием его фрагментов;
- освоение редактирования с помощью ручек (**GRIPS**);
- научиться переносить объекты чертежа из одного слоя в другой, изменять в конкретном слое цвет и тип линии отдельных элементов;
- знать общие параметры своего рисунка (**STATUS**, **TIME**)"

Вопросы для самостоятельной подготовки

При подготовке к данной работе необходимо проработать следующие вопросы:

1. Основные возможности команды **CHANGE**.
2. Управляющие ручки.
3. Основные параметры чертежа: память, лимиты, время и др.
4. Сколько потребуется дополнительных слоев в файле-рисунке чертежа общего вида для отрисовки всех деталей сборки?
5. Оптимальная технология выполнения детализировки.
6. Как сделать настройку слоев, чтобы работать с одной деталью?

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения работы 5 необходимо выполнить следующие задания.

1. Войти в систему AutoCAD и вызвать файл чертежа общего вида (А3), где создать дополнительные слои, необходимые для отрисовки всех деталей сборки (см. урок 1).
2. На каждом дополнительном слое создать две форматки А4 или одну А3 со всеми атрибутами, на каждой разместить одну деталь с необходимыми видами, разрезами и сечениями.
3. Проставить все необходимые размеры.

Методические указания к выполнению заданий

При создании дополнительных слоев для детализировки рекомендуется имя каждого нового слоя связывать с номером или номерами деталей. Так, если лимиты чертежа позволяют разместить на слое две или более форматки под отрисовку деталей, то имя слоя может иметь вид «(n-m-k)D», где n, m, k — номера деталей, которые могут быть вычерчены на этих форматках. Все дополнительные слои, должны иметь параметры слоя 0 (тип линии **CONTINUOUS** и цвет **WHITE**).

После того как дополнительные слои будут установлены, следует приступить к копированию деталей на соответствующие дополнительные слои. На первом этапе необходимо отключить все слои кроме слоя рассматриваемой детали, который должен стать текущим. Далее на свободном поле этого

слоя сделать копию всех видов детали, входящих в чертеж общего вида. Следующим этапом будет перенос копии с этого слоя на дополнительный слой, предназначенный для этой детали.

Изменение свойств примитивов — команда CHANGE

Каждый примитив на рисунке принадлежит какому-то слою, имеет определенный цвет и тип линии. Эти свойства — общие свойства примитивов всех типов. Кроме них каждый примитив характеризуется геометрическим описанием. Для изменения какого-то из этих свойств следует пометить выбранный примитив, а затем указать в определенном окне цвет, тип линии или слой. Выделенный объект незамедлительно приобретет указанные свойства. Для редактирования геометрических параметров текста (точка вставки текста; точки, определяющие интервал; центральная или правая граница текста; высота шрифта; гарнитура) применяется команда **CHANGE**. Диалог команды **CHANGE** следующий:

Command: CHANGE

Select object: 1- n fond <указывается одна или несколько текстовых строк ЛК мыши>

Select object: <нажимается ПК мыши>

Specify change point or [Properties]: <нажимается ПК мыши (ENTER)>

Specify new text insertion point <no change>: <указывается новая точка вставки текста или новые границы интервала>

Enter new text style <Standard>: <указывается другой стиль, если он создан в файле >

Specify new height <10>: <указывается новая высота букв>

Specify new rotation angle <0>: <указывается новый угол поворота текстовой строки>

Enter new text <Чертеж детали>: <указывается новый текст>

Новые значения параметров фиксируются нажатием ЛК мыши, прежние значения параметров остаются при нажатии ПК мыши.

Редактирование с помощью ручек

В системе AutoCAD предусмотрено редактирование с помощью так называемых «ручек». Использование ручек (**Grips**) включается или выключается в диалоговом окне **Grips**, которое находится в разделе **Settings** ниспадающего меню. В диалоговом окне **Grips** можно настроить режимы их работы (цвет, размер). Порядок использования «ручек» следующий:

- Щелкните мышью на каком-либо примитиве, и вы увидите, как на нем появятся контурные квадратики (обычно синего цвета) — это и есть «ручки», которые инициализировались на примитиве.
- Если теперь щелкнуть мышью на любом из квадратиков, то он превратится в сплошной квадратик (обычно красного цвета). Так система показывает выбранные «ручки». Одновременно в зоне команд и сообщений выводится сообщение о запуске команды **STRETCH** и ее опции.
- Последовательное нажатие правой кнопки мыши переключает систему в цикле на выполнение следующих команд: **MOVE**, **ROTATE**, **SCALE**, **MIRROR**.
- Остановившись на какой-нибудь из команд, можно, используя «ручки», выполнить предусмотренные в командах действия. Новое положение «ручки» фиксируется щелчком ЛК мыши.
- Инициализировать «ручки» можно сразу на нескольких объектах, чтобы потом выполнить операцию с ними одновременно.

Особое назначение в этом случае имеет клавиша **Shift**. Так, если при указании нового положения «ручки» нажать **Shift**, то создастся копия объекта. Если продолжать удерживать клавишу и указывать новые положения выбранной «ручки», то объект будет появляться на экране не в

произвольных местах, а на расстоянии, кратном первому. При отпущенной клавише объект можно поместить в любом месте. Удержание клавиши **Shift**, при выборе «ручек» добавляет их к уже выбранным. Последняя «ручка» должна быть выбрана при отпущенной клавише **Shift**.

Фиксация параметров чертежа и времени — команды STATUS и TIME

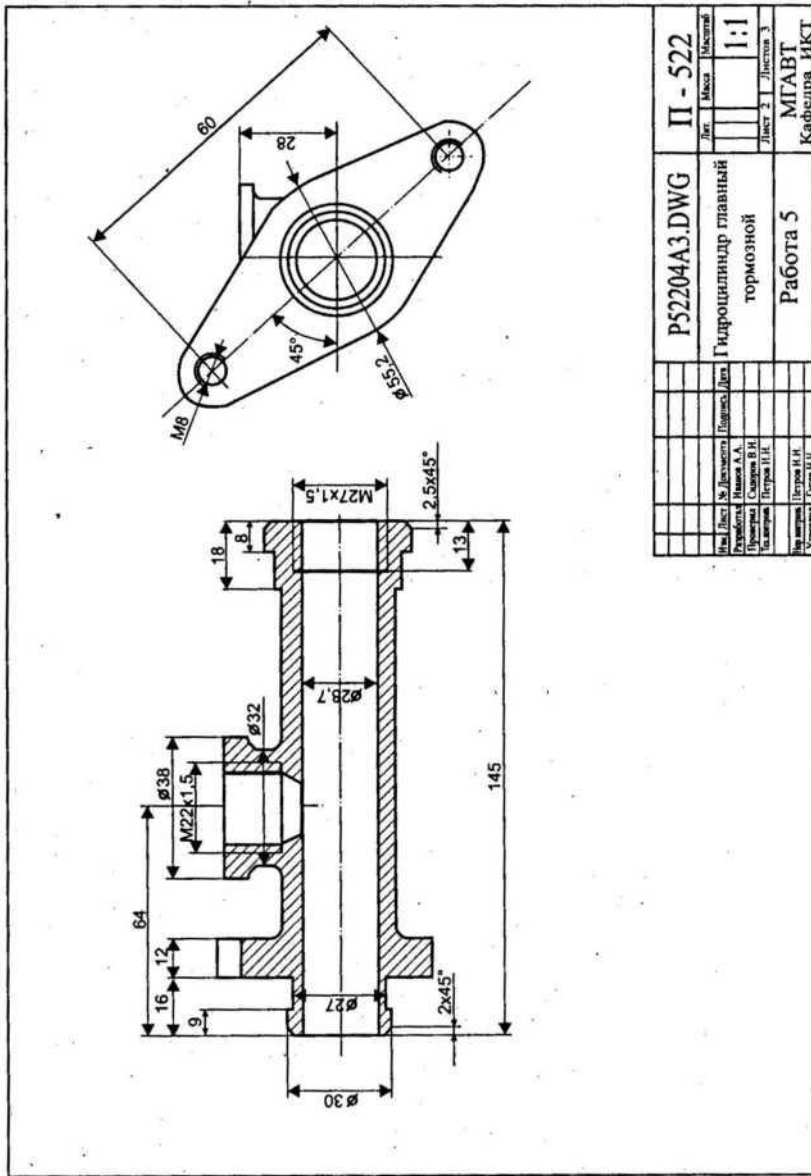
По выполнению работы любопытно знать, какие ресурсы компьютера и времени затрачены. Для этого существуют две команды **STATUS** и **TIME**. Команда **STATUS** выводит на экран текущие значения параметров, определяющих режимы черчения, текущие установки, а также распределение памяти компьютера, наличие свободного места на жестком диске и другую информацию, которая может быть полезной при возникновении ошибочных ситуаций. Команда **TIME** показывает дату и время создания чертежа. Она позволяет не только узнать, когда было последнее редактирование, но и сколько всего времени было потрачено на работу с чертежом, если правильно установлены часы и дата и если работа над чертежом не прерывалась по команде **QUIT**.

Справочные команды **AREA, DIST, ID, LIST, DBLIST, STATUS** и **TIME** позволяют получить весьма полезную информацию при создании больших, сложных чертежей или при разработке приложений для автоматизированного проектирования.

Контрольные вопросы

1. Какие команды редактирования вызываются с помощью управляющих ручек?
2. Какие режимы работы управляющих ручек вы знаете и как их можно настроить?
3. Как действуют «ручки» при нажатии клавиши Shift?
4. Как поменять тип линии или цвет у отдельного примитива в чертеже?
5. Как перенести группу элементов чертежа из слоя в слой?
6. Какие общие параметры чертежа вы знаете и какие команды их определяют?
7. Какие требования предъявляются к границе области штриховки при ее выборе?
8. Сколько и какие системные переменные в DIM надо изменить, чтобы настроить программу DIM в соответствии с российским ГОСТом?

Образец зачетных форматов



P52204A3.DWG		П - 522	
Лист	Масса	Масштаб	
		1:1	
Гидроцилиндр главный тормозной		Лист 2	Листов 3
Работа 5		МГАВТ	
		Кафедра ИКТ	

Рис. 5.1

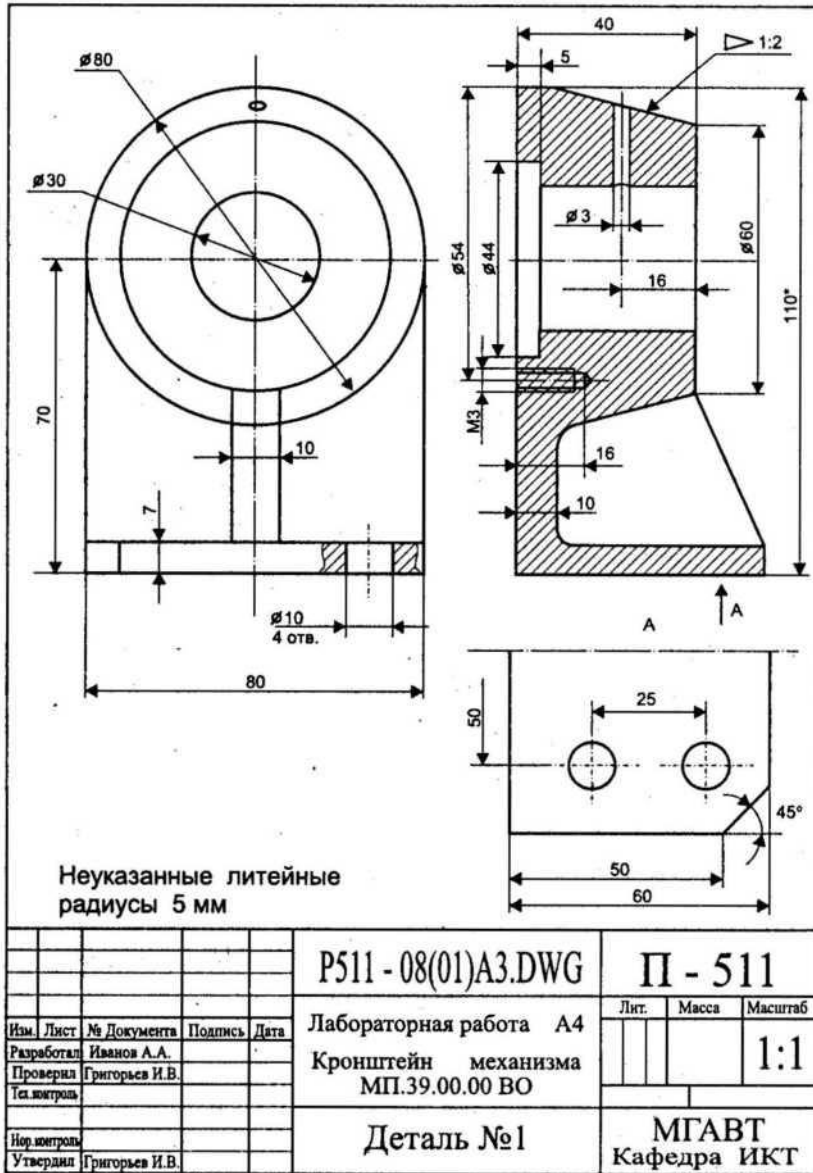


Рис. 3.2

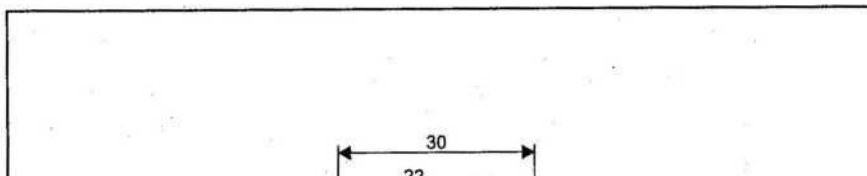


Рис. 5.3

«Рисуем точно» (Отработка технологии построения чертежа)

Данная работа посвящена отработке оптимальной технологии построения чертежа, в которую входит выбор устройства ввода информации, использование объектной привязки, абсолютное или относительное задание координат, выбор пользовательской системы координат и режимов рисования. К этой работе предназначено приложение Н.

Цель работы

Целью настоящей работы является:

- научиться на основе команд редактирования выбирать оптимальный путь построения чертежа;
- уметь выбирать наилучший способ задания исходной информации;
- выбор системы единиц UNITS, лимитов рисунка LIMITS и режимов рисования **Drawing Aids**;
- подтвердить свободное владение всем арсеналом системы AutoCAD.
- спасение результатов работы и выход из пакета AutoCAD (SAVE, Exit AutoCAD).

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Команды редактирования.
2. Команды отрисовки примитивов и их особенности.
3. Возможности команды **POLYLINE**.
4. Какие требования необходимо соблюдать для достижения максимальной точности построения чертежа?
5. Какое значение имеет настройка режимов рисования?
6. Устройства ввода графической информации.
7. Значение выбора точности в представлении единиц измерений.

Задания, выполняемые в процессе работы

За время проведения работы А6 необходимо выполнить следующие задания.

1. Войти в систему AutoCAD и создать свой рисунок.
2. Установить единицы измерений, формат чертежа А3, настроить режимы рисования и установить пользовательскую систему координат.
3. Выбрать оптимальный путь построения чертежа и записать его в виде протокола.
4. Составленный протокол реализовать на компьютере.
5. Выбрать контрольные точки на чертеже, по которым проверить точность построения чертежа.

Методические указания к выполнению задания

AutoCAD предлагает широкий набор инструментов (команды редактирования) для облегчения и технологичности геометрических построений. Именно благодаря этим возможностям часто быстрее создать чертеж, пользуясь AutoCAD, чем делать его вручную. Эти замечательные средства можно использовать как дополнение к стандартным командам отрисовки примитивов. Они служат своеобразными электронными аналогами обычных чертежных инструментов.

Выбор того или иного способа ввода координат, простейшего из средств точных построений в AutoCAD, в большей степени зависит от характера создаваемого чертежа. Опыт показывает, что наиболее часто приходится применять относительные координаты, так как в большинстве чертежей размеры отсчитываются по ширине и высоте от некоторой известной точки. Довольно эффективен и метод полярных координат.

Ввод координат с клавиатуры гарантирует точность, но весьма утомителен. Если вы строите чертеж, размеры которого кратны некоторой величине, проще всего задать точный шаг перемещения курсора, равный этой величине. Без включения точного шага перемещения курсора (Snap) задать точно размеры перемещения курсора невозможно. В некоторых случаях применение этой команды позволяет исключить ввод координат с клавиатуры, экономя тем самым время и одновременно обеспечивая точность построений, но могут встретиться случаи, когда такой ввод не даст желаемой точности.

Необходимо выбрать те или иные средства отрисовки и редактирования, которые обеспечили бы оптимальную технологию процесса выполнения чертежа с обеспечением заданной точности. Здесь следует определиться со способом ввода исходной информации, копирования, масштабирования, зеркального отображения и т. д.

Рассмотрим технологию построения чертежа на конкретном примере (рис. 6.1), который можно рассматривать как образец выполнения работы А5. Войдя в AutoCAD с прототипом acad.dwg, у

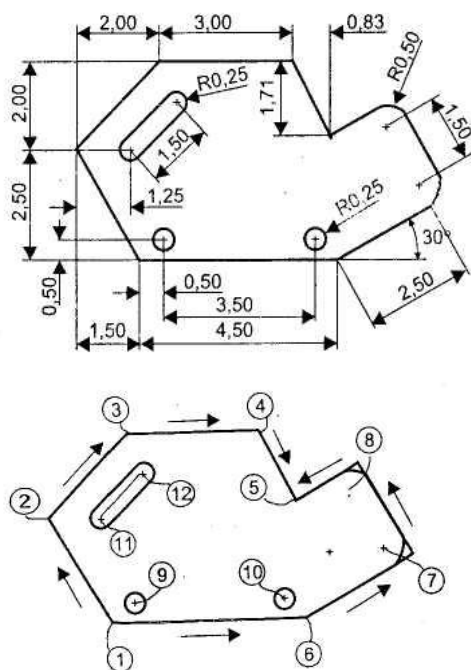


Рис. 6.1

которого лимиты равны (0,0 и 12,9), установим UCS с центром в точке (3, 2, 0), шаг перемещения курсора и сетки 0.25. На рис. 6.1, приведен наиболее оптимальный путь обхода контура чертежа и центров дуг и окружностей.

Протокол диалога построения чертежа с комментариями

Команды и их опции	Абсол. значение	Курсор	Относит. и поляр.	Объектная привязка	Комментарий
Command: LINE					Вызов команды отрезок
From point:	1.5,0	1.5,0			Ввод координат 1-й т.
To point:	0,25	0,25	@-1.5,2.5		Ввод координат 2-й т.
To point:	2,4.5	2,4.5	@2, 2		Ввод координат 3-ой т.
To point:	5,4.5	5,4.5	@3,0		Ввод координат 4-й т.
To point:	5.83,2.79		@.83,-1.71		Ввод координат 5-й т.

To point:	ENTER				Выход из команды LINE
Command: LINE					Вызов команды отрезок
From point:	1.5,0	1.5,0		Привязка к отрезку 1 -2 в точке 1	Строится ломаная линия 1-6-7-8-5
To point:	6,0	6,0	@4.5,0		Ввод координат 6-й т.
To point:			@3<30		Построение линии 6-7
To point:			@2.5<120		Построение линии 7-8
To point:	2.79, 5.83			Привязка к отрезку 4-5 в точке 5	Замкнуть контур пластины
To point:	ENTER				Выход из команды LINE
Command: _FILLET					Вызов ком. сопряжения
Polyline/Radius/ <Select two object>:	R				Выбор опции R для установки радиуса
Enter fillet	0.5				Ввод радиуса сопряж.
Polyline/Radius/ <Select two object>:		Указать 6-7, 7-8			Сопрячь отрезки 7-8, 8-5 радиусом 0.5
Command: CIRCLE	2,0.5	2,0.5			Вызов команды CIRCLE
Diametr/ <Radius>:	0.25	0.25			Построить окр. в точ. 9
Command: CIRCLE					Вызов команды CIRCLE
3p/2p/TTR/ <Center point>:	5.5, 0.5	5.5,0.5			Выбрать центр окруж. в точке 10
Diametr/	0.25	0.25			Построить окр. в точ. 10
Command: LINE					Вызов команды LINE
From point:	1.25,2.5	1.25,2.5			Линия от точ. 11
To point:			@1.5<45		Линия из точ. 11 к 12
To point:	ENTER				Выход из команды LINE
Command: I _CIRCLE					Вызов команды CIRCLE
3p/2p/TTR/ <Center point>:	1.25,2.5	1.25,2.5		Привязка к точке 11 отрезка 11-12	Выбрать центр окруж. в точке 11
Diametr/ <Radius>:	0.25	0.25			Построить окр. в точ. 11
Command: CIRCLE					Вызов команды CIRCLE
3p/2p/TTR/ <Center point>:				Привязка к точке 12 отрезка 11-12	Выбрать центр окруж. в точке 12

Diametr/ <Radius>:	0.25	0.25			Построить окр. в точ. 12
Command:					Вызов команды LINE
From point:				Привязка Tangent	Указать на верхнюю часть окруж. в точке 11
To point:				Привязка Tangent	Указать на верхнюю часть окруж. в точке 12
To point:	ENTER				Выход из команды LINE
Command:_LINE					Вызов команды LINE
From point:				Привязка Tangent	Указать на нижнюю часть окруж. в точке 11
To point:				Привязка Tangent	Указать на нижнюю часть окруж. в точке 12
To point:	ENTER				Выход из команды LINE
Command:_ERA SE Select jbjects		Указать от.11-12			Удаление вспомогательного отрезка 11-12
Command:_BRE AK Select object: Enter second point (or F for .				Указать 1,2 точ. выбора привязкой intersec	Выбрать окружность с центром в точке 11 и удалить внутреннюю часть между точками касания
Command:_BRE AK Select object: Enter second point (or F for first point):				Указать 1,2 точ. выбора привязкой intersec	Выбрать окружность с. центром в точке 12 и удалить внутреннюю часть между точками касания

На построение этого чертежа потребовалось выполнение 33 команд. Далее следует провести автоматическое образмеривание полученного чертежа, чтобы убедиться в правильности выбранной технологии построения чертежа. Однако точность построения чертежа можно проверить, используя процедуры ID, LIST и DIST. По приведенной методике построения ошибка оказалась у длины отрезка 7—8, равная 0.0003.

Для контроля следует отрисовать этот чертеж, выбрав иной путь обхода контура, а затем сравнить количество затраченных операций и точность отрисованных объектов. По протоколу видно, что задание исходной информации требует комплексного подхода. Так, в некоторых случаях можно задать информацию несколькими способами, а в других случаях, для достижения максимальной точности задать ее можно только одним способом, так что стратегия создания чертежа имеет первостепенное значение.

Контрольные вопросы

1. Какие настройки необходимо создать в рисунке работы 6 ?
2. Какие способы ввода информации вы знаете?
3. Как обеспечить необходимую точность?
4. Какое значение приобретает объектная привязка?
5. Как точность связана с простановкой размеров?
6. Какие команды редактирования вы использовали при выполнении работы 6?

«Изометрия». Выполнение изометрического изображения геометрической фигуры

Данная работа посвящена изучению процедуры построения наглядного изображения геометрической фигуры — изометрической проекции, которая выполняется с использованием графических примитивов плоской графики 2D.

Цель работы

Изучить команды, позволяющие построить изометрические проекции геометрических объектов. Выполнение задания предполагает изучение команд **SNAP(Style Iso)**, **ISOPLANE**, **ELLIPSE(ISO)**.

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Что такое аксонометрические проекции?
2. Какие аксонометрические проекции вы знаете?
3. Изобразите оси в изометрической проекции?
4. Как располагаются большие оси эллипсов в изометрии?

Задания, выполняемые в процессе работы

1. Создать новый чертеж формата А4 (см. урок 1).
2. Установить изометрическую сетку в диалоговом окне **Drafting Settings**.
3. Построить все линейные элементы геометрической фигуры, отслеживать точность построения по счетчику координат курсора, используя ортогональный и полярный режимы фиксации точек.
4. Построить все эллипсы согласно правилу ориентации большой оси эллипса в изометрических плоскостях.
5. Для построения повторяющихся элементов использовать команду COPY.
6. Обвести чертеж, используя команду MODIFY POLYLINE.

Методические указания

Объекты, построенные с помощью изометрического стиля шага, являются *плоскими* наглядными изображениями, их нельзя рассматривать с разных точек зрения как пространственные объекты. Однако считаем, что владеть этими командами необходимо, особенно при создании наглядных изображений с учетом фактора времени.

Изометрическая сетка — ISOMETRIC SNAP

Вызывается диалоговое окно Drafting Setting из меню Tools (рис. 7.1).

В диалоговом окне **Drafting Settings** (рис. 7.2) активизируется окно **Isometric snap** и нажимается кнопка **OK**, в результате на рабочем поле появляется изометрическая сетка, в которой точки организованы так, чтобы упростить проведение линий под углами 30, 90 и 150 градусов. Для этого обязательно включается режим **ORTHO**. При использовании изометрического стиля можно менять текущее состояние курсора, отображающего изометрические плоскости.

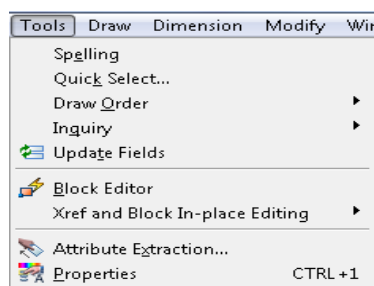


Рис. 7.1

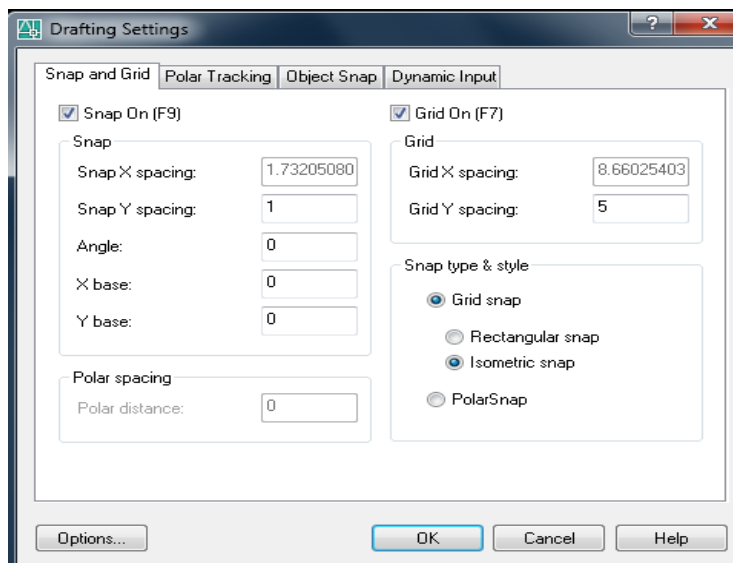


Рис. 7.2

Управление изометрическим курсором — CTRL E

Курсор переключается одновременным нажатием клавиш **CTRL E** (**ISO RIGHT** вид справа, **ISO LEFT** — вид слева, **ISO TOP** — вид сверху) до исполнения команд или во время исполнения команд редактирования или рисования (рис. 7.3, а, в, с).

Для проведения линий параллельным изометрическим осям нужно включить режим **ORTHO**.

Для отрисовки контура геометрической модели использовать все известные команды **DRAW** и **EDIT**, применяемые в плоской графике 2D (см. предыдущие работы).

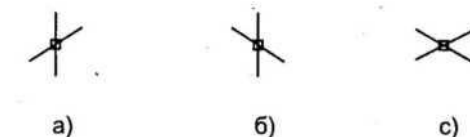
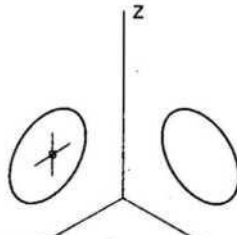


Рис. 7.3

- а) включена правая (фронтальная)
- включена левая (профильная)
- включена верхняя
- ISO TOP



- плоскость XZ — ISO RING; Б)
- плоскость YZ — ISO LEFT; с)
- (горизонтальная) плоскость XY

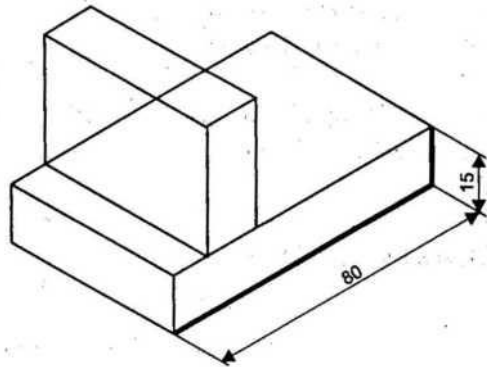


Рис. 7.4

Исполнение команды **LINE** при включенном режиме **ORTHO** упрощается. Если четко определено направление отрезка, достаточно на запрос второй точки набрать число, равное длине отрезка, например:

- LINE Specify first point: <указывается начальная точка>
- Specify next point: **80** <длина отрезка>
- Specify next point: **15** <длина следующего отрезка> и т. д.

Изоокружности — команда **ELLIPSE/ISOCIRCLE**

Для построения изометрических окружностей нужно выполнять команду **ELLIPSE**. Команда имеет следующие опции:

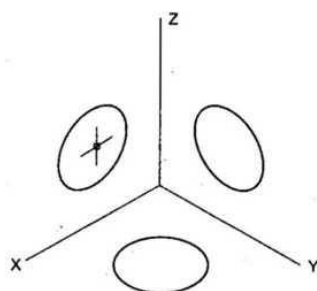
- Specify axis endpoint of ellipse or (Arc/Center/Isocircle): **I** <последняя точка оси эллипса или (Дуга/Центр/Изоокружность): И>
- Specify center of isocircle: <центр изокруга: указывается нужная точка>
- Specify radius of isocircle or [Diameter]: <радиус или диаметр изокруга: вводится значение радиуса, равное радиусу окружности >

Изоокружность отрисовывается в той плоскости, которой соответствует состояние курсора (рис. 7.5, 7.6).

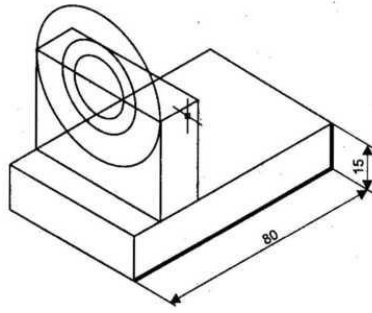
Для удаления ненужных линий используется команда **TRIM, ERASE** (рис. 7.7).

Для изображения повторяющихся элементов используется команда **COPY** (рис. 7.8).

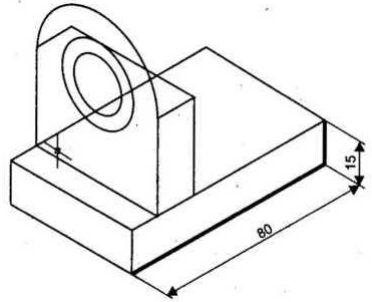
Обвести чертеж (рис. 7.10), используя команду **MODIFY POLYLINE**



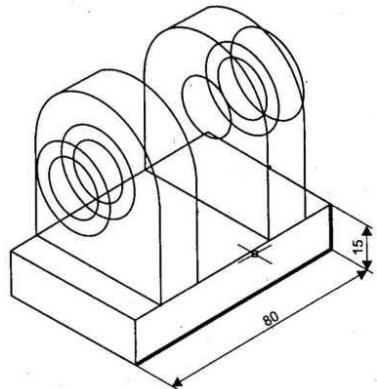
Puc. 7.5



Puc. 7.6



Puc. 7.7



Puc 7.8

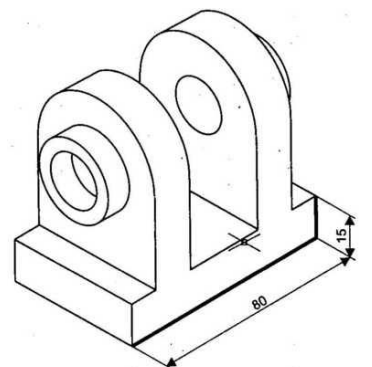


Рис. 7.9

Образец зачетной форматки

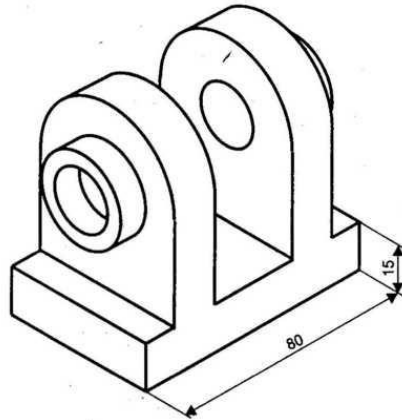


Рис. 7.10

Контрольные вопросы

1. Что такое изометрическая сетка и как она устанавливается?
2. Как изменяется положение изометрического курсора?
3. Какие команды необходимо выполнить для построения изометрического цилиндра?
4. Как отслеживается точное построение?