

Титульный лист методических
указаний



Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова
Факультет металлургии, машиностроения и транспорта
Кафедра «Металлургия»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным занятиям

по дисциплине «САПР технологических машин»

для студентов специальности 050724 «Технологические машины и
оборудование»

Павлодар



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

_____ Н.Э. Пфейфер

«__» _____ 200__ г

Составитель: старший преподаватель _____ Тусупбекова М.Ж.

Кафедра металлургии

Методические указания

к лабораторным работам
по дисциплине «САПР технологических машин»
для студентов специальности 050724 «Технологические машины и
оборудование».

Рекомендована на заседании кафедры

«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ М.М. Суяндиков «__» _____ 20__ г.

Одобрено УМС факультета металлургии, машиностроения и транспорта

«__» _____ 200__ г., протокол № _____

Председатель УМС _____ Ж.Е. Ахметов «__» _____ 20__ г.

ОДОБРЕНО:

Начальник ОПиМОУП _____ А.А. Варакута «__» _____ 20__ г.

Одобрена учебно-методическим советом университета

«__» _____ 20__ г. Протокол № _____

1 Начало работы с пакетом AutoCAD

1.1 Назначение пакета AutoCAD

AutoCAD - универсальная система автоматизированного проектирования (САПР) фирмы Autodesk (США), завоевавшая наибольшую популярность во всем мире - 76% пользователей работают в AutoCADe. Навыки работы с AutoCADом необходимы для каждого инженера, поскольку именно эта система используется на большинстве российских предприятий.

Существует ряд версий AutoCADa под DOS и Windows, а также национальные (русские, французские, немецкие...) подверсии. Мы будем изучать "русский" AutoCAD 10-й версии (1989), обладающий широкими возможностями и принципиально не отличающийся от последующих версий. Компания Autodesk объявила 10-ю версия общественной собственностью, т.е. AutoCAD 10 можно копировать без нарушения законодательства об охране авторских прав.

На рисунке 1 изображена структура САПР AutoCAD.

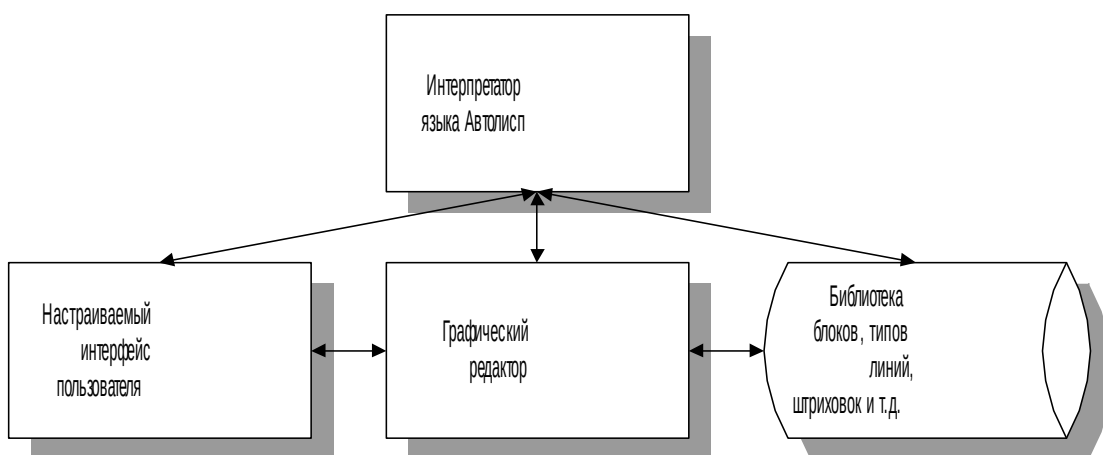


Рисунок 1 - Структура САПР AutoCAD 10

Следует ясно понимать, что отрисовка чертежей при помощи графического редактора - важный, но не основной режим работы AutoCADa. Он применяется при разработке принципиально новых изделий и не дает больших преимуществ в производительности труда по сравнению с традиционным черчением на бумаге, хотя автоматизация простановки размеров, штрихования, копирования элементов чертежа, отрисовки рамки и основной надписи заметно облегчает работу.. Рост производительности в 15..20 раз обеспечивается созданием на базе AutoCADa специализированных САПР при помощи встроенного языка программирования Автолисп.

AutoCAD (а также CorelDRAW, Visio и др.) относится к программам векторной графики: изображение хранится как набор координат базовых точек, задающих положения отрезков и дуг. Существует еще и растровая графика (Adobe Photoshop, Paint), когда изображение разбивается на множество точек-пикселей и запоминается цвет каждого пикселя. Векторную графику, в отличие от растровой, можно масштабировать без потери качества и легко изменять. Поэтому во всех САПР применяется только векторная графика. Кроме того, при

необходимости векторное изображение без проблем переводится в растровое, а вот обратный переход фактически невозможен.

Нужно иметь представление о том, что можно сделать с помощью AutoCADa, что - с помощью более мощных ("тяжелых") САПР типа I-DEAS, ProEngineer, а чего нельзя сделать в принципе.

| Задача | Могут: | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Auto-CAD | "Тяжелые" системы | Невозможно |
| Отрисовка чертежа | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Прочностной расчет детали | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Трехмерная модель детали | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Создание специализированных САПР | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Задание поверхности детали плазовым методом или набором координат точек | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Использование библиотек стандартных элементов | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Восприятие отсканированного бумажного чертежа | | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Автоматическое образмеривание чертежа | | | <input checked="" type="checkbox"/> |

Как видно из таблицы, AutoCAD идеально подходит для проектирования деталей средней сложности, чем мы и будем заниматься.

1.2 Начало работы с AutoCADом

10-я версия работает в ОС MS DOS и запускается командным файлом acad.bat, в котором происходят все настройки среды для работы AutoCADa. Затем на экране отображается главное меню (рисунок 2).

Пока нас будут интересовать только первые три пункта.

| | |
|---|--|
| A U T O C A D | |
| Copyright (C) 1982,83,84,85,86,87,88 Autodesk, Inc. | |
| Release 10 (10/7/88) IBM PC | |
| Advanced Drafting Extensions 3 | |
| Serial Number: 10-208815 | |
| Main Menu | (Главное Меню) |
| 0. Exit AutoCAD | (Выйти из AutoCADa) |
| 1. Begin a NEW drawing | (Начать НОВЫЙ рисунок) |
| 2. Edit an EXISTING drawing | (Отредактировать СУЩЕСТВУЮЩИЙ рисунок) |
| 3. Plot a drawing | (Вычертить рисунок на плоттере) |
| 4. Printer Plot a drawing | (Распечатать рисунок на принтере) |
| 5. Configure AutoCAD | (Настроить AutoCAD) |
| 6. File Utilities | (Работа с файлами) |
| 7. Compile shape/font description file | (Компиляция файла форм или шрифтов) |
| 8. Convert old drawing file | (Обновление рисунка, созданного старой версией AutoCADa) |

Рисунок 2 - Главное меню AutoCAD 10

Для создания нового чертежа нужно ввести цифру "1", а затем указать имя файла, в котором этот чертеж будет храниться. Имя файла содержит не более 8 цифр или английских букв. Расширение набирать не нужно, оно добавляется автоматически. Чертежи AutoCADa имеют расширение .dwg (от drawing).

Если файл нужно создать не в текущей директории, перед именем указывается путь. При этом следует помнить, что если файл с указанным именем уже существует, AutoCAD спросит, можно ли его стереть и заменить новым. После ввода имени файла на экране отображается окно графического редактора (рисунок 3).

1.3 Управление AutoCADом

AutoCADом можно управлять, набирая команды в **командной строке**. Набор команд и их формат строго фиксирован и одинаков в пределах одной версии. В принципе любой чертеж можно выполнить, пользуясь только клавиатурой, но это было бы крайне неудобно. Поэтому в AutoCADе предусмотрены **падающее меню** и **экранное меню**. При выборе пункта меню происходит простая имитация ввода с клавиатуры последовательности символов. Меню можно настраивать. В разных организациях меню AutoCADa выглядят совершенно по-разному.

Ознакомимся с графическим редактором и меню более подробно. Прежде всего, внизу экрана выделено три строки для ввода команд и выдачи подсказок AutoCADa.

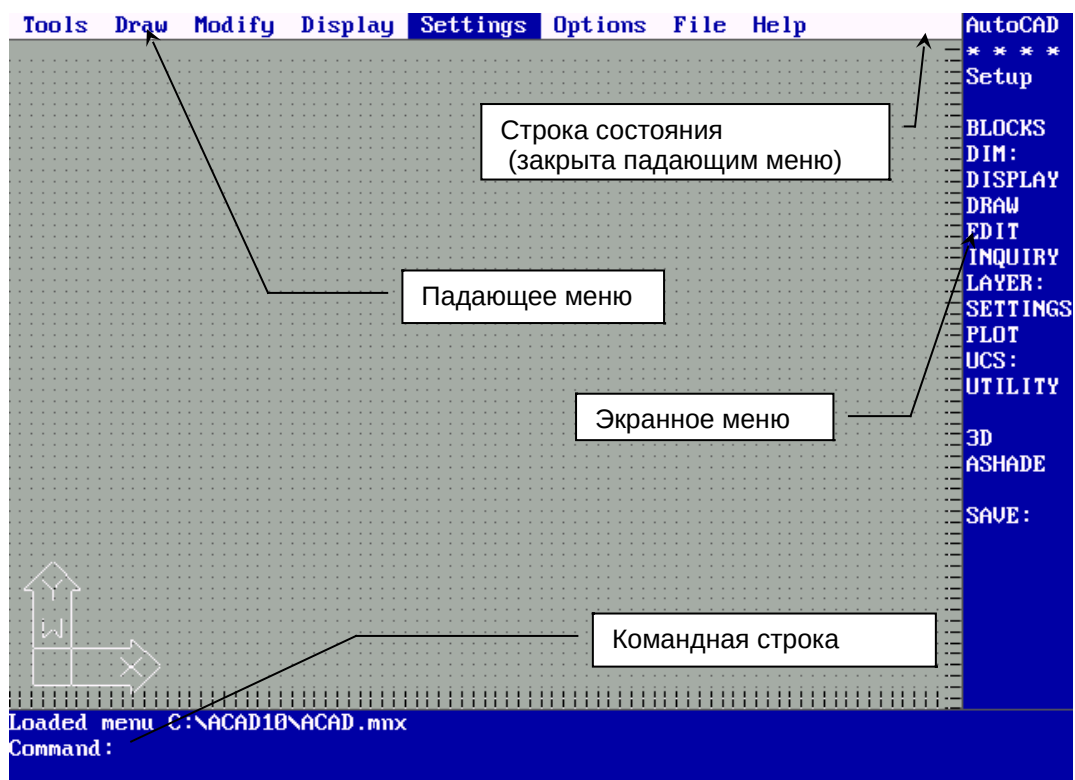



Рисунок 3 - Экран графического редактора



Для прерывания выполняемой команды и получения "чистого" приглашения "command:" следует, в зависимости от режима работы, от одного до трех раз нажать клавиши Ctrl+Break (от cancel).

Все команды вводятся на английском языке. Окончанием ввода является как нажатие клавиши Enter, так и нажатие клавиши "пробел". Пункты экранного меню выбираются или мышью, или с клавиатуры. Для входа в экранное меню и выхода из него используется клавиша Ins. Падающее же меню вызывается только мышью (достаточно подвести ее к верху экрана), с клавиатуры в него попасть невозможно.

При интенсивной работе часто нужно посмотреть, какие команды уже введены и как на них реагировал AutoCAD. Однако внизу экрана отображаются лишь три строки текста. Чтобы преодолеть это затруднение, AutoCAD одновременно работает с двумя экранами: графическим, уже известным нам, и текстовым. Переключение между ними осуществляется клавишей F1. Если вместо графического редактора вы видите черный экран - сразу нажмите F1

При перемещении мыши по полю чертежа передвигается перекрестие-прицел. Одновременно в строке состояния отображаются текущие координаты перекрестия. Если же прицел передвигается, а координаты не изменяются, значит, они отключены. Отображение координат в строке состояния включается и выключается клавишей F6. С большей точностью прицел можно перемещать клавишами управления курсором, но при этом перемещение курсора мышью отключается. Для его восстановления дважды нажмите клавишу Esc.

1.4 Система координат, шаг, сетка

В AutoCADe с чертежом связана единая декартова система координат, положение осей которой показывает указатель в левом нижнем углу. При необходимости оси можно повернуть (это удобно при некоторых построениях).

Любой чертеж в AUTOCADe первоначально выполняется в масштабе 1:1, а затем при необходимости масштабируется.

Оси фактически бесконечны, что позволяет нарисовать и деталь наручных часов, и общий вид автобуса. Координаты можно задавать с точностью до 16 знаков. Допускаются отрицательные координаты.

Для удобства работы очень важно установить подходящий шаг перемещения прицела. Шаг показывает, на сколько изменятся координаты прицела при единичном перемещении мыши или нажатии клавиш управления курсором. Если большинство размеров изображаемой детали заданы с точностью до 1мм, разумно и шаг установить в 1мм. Шаг никоим образом не препятствует указанию точки с произвольными координатами - он легко включается и отключается "на ходу" клавишей F9. Для задания шага нужно выбрать пункт меню **SETTINGS→SNAP** и либо ввести значение шага с клавиатуры, либо выбрать одно из подходящих значений в экранном меню. Обратите внимание, как изменится отображение координат в строке состояния после задания шага.

Помимо шага, AutoCAD предоставляет удобную возможность, аналогичную черчению на миллиметровой бумаге. Для этого на экран поверх изображения как бы накладывается прозрачная пленка с нанесенными на нее

точками, которые образуют сетку. Сетка позволяет легко оценивать размеры элементов чертежа. Для создания сетки нужно указать расстояние между ее точками - шаг сетки (он никак не связан с шагом изменения координат) при помощи пункта меню **SETTINGS→GRID**. Следует иметь в виду, что из-за ограниченной разрешающей способности монитора (640x480 точек) сетку со слишком маленьким шагом иногда отобразить не удастся, а AutoCAD в командной строке пишет: "Grid too dense to display" ("Сетка слишком плотна для отображения на мониторе"). Обычно ставят шаг сетки в 10 или 5 мм. Сетка включается и отключается клавишей **F7**. При этом также перерисовывается видимый участок чертежа. В некоторых ситуациях сетка может мешать, превращая сплошные линии в пунктирные. Цвет сетки всегда белый.

1.5 Начинаем чертить

Контуры детали и вспомогательные элементы чертежа (например, осевые линии) отрисовываются отрезками и дугами от точки к точке при помощи **примитивов** AutoCADa линия - **LINE** и ПолиЛИНИЯ - **PLINE**. Прежде, чем начать рисовать, следует установить тип линии (сплошная, штрих-пунктирная...), цвет линии и выбрать примитив.

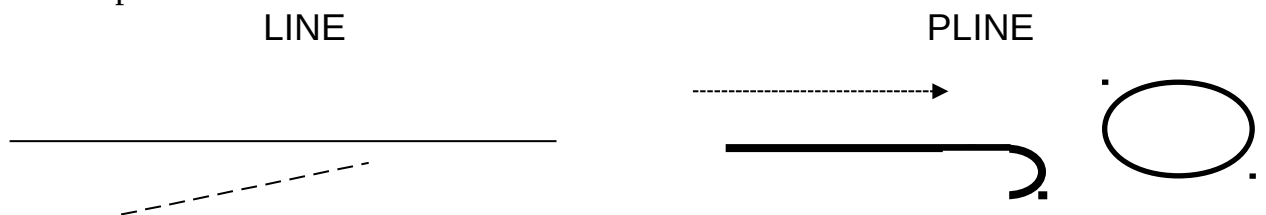
Цвет примитива предназначен, как это ни странно, в первую очередь для задания ширины линий при печати. Так сделано потому, что на экране монитора трудно на глаз уловить разницу в толщине линий. AutoCAD устанавливает соответствие между цветом и шириной линии, проводимой плоттером или принтером при выводе чертежа. Поэтому договоримся, что все тонкие линии отрисовываются красным цветом, а все основные - белым.

Необходимо точно представлять, когда использовать примитив **LINE**, а когда - **PLINE**:

| Свойства | LINE | PLINE |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Цвет | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Тип линии | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Переменная толщина | Всегда 0 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Отрисовка дуг | нет | <input checked="" type="checkbox"/> |

LINE не имеет толщины и может изображать только прямые линии, поэтому его применяют для вспомогательных линий чертежа. **PLINE** имеет толщину (например, если задать начальную ширину 2мм, а конечную - 0мм, будет нарисована стрелка) и может состоять из прямолинейных участков и дуг.

Все контуры детали, включая любые дуги и окружности, отрисовываются только примитивом **PLINE**.



В первую очередь проводятся осевые линии. Если деталь симметрична, отрисовывается контур только ее половины или четверти - остальное AutoCAD построит автоматически.

Рассмотрим процесс отрисовки чертежа детали, изображенного на рисунке 4.

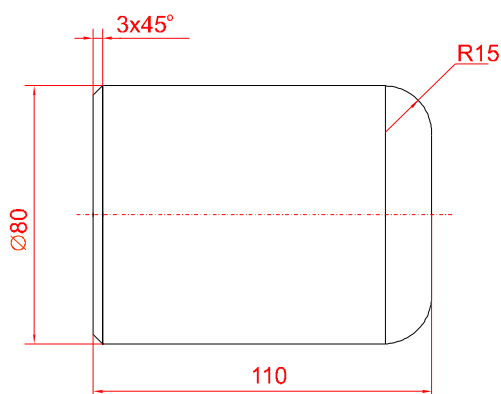


Рисунок 4 - Чертеж детали

Установим шаг координат, равный 1мм, и шаг сетки, равный 5 мм. Сначала проведем осевую линию примитивом **LINE**. Для этого установим тип линии (меню **LINETYPE** → **dashdot**) и выберем примитив для рисования (**LINE**). В командной строке появится приглашение: "From point" ("От точки:"). Укажем левый конец осевой линии в любом месте экрана. Приглашение внизу сменяется на: "To point" ("К точке:").

1.6 Способы указания координат точки

1. Мышью - в строке состояния отображается расстояние и угол от предыдущей точки, например, "32<0". Углы отсчитываются **против часовой стрелки**, ось **OX** задает нулевой угол. Длина осевой линии составляет $110+2 \times 5=120$ мм. Таким образом, можно "поймать" мышью точку с координатами "120<0".

2. Мышью - при помощи сетки. Если шаг сетки - 5мм, достаточно отсчитать $120/5=24$ точки сетки.

3. С клавиатуры как относительные декартовы координаты. Мы указываем, на сколько и в каком направлении - положительном или отрицательном - нужно переместиться по осям координат, чтобы попасть из предыдущей точки с новую. В нашем случае нужно переместиться на +120мм по оси **OX** и на 0мм по оси **OY**. С клавиатуры вводится: **@120,0** [**@** - признак относительных координат; далее вплотную, без пробелов, вводятся приращение по **OX** (знак "+" можно опустить), запятая, приращение по **OY**].

4. С клавиатуры как относительные полярные координаты. Мы указываем длину и угол наклона вектора, который соединяет текущую точку с новой. В нашем случае вектор имеет длину 120мм и идет под углом 0. С клавиатуры вводится: **@120<0** [**@** - признак относительных координат; далее

вплотную, без пробелов, вводятся длина вектора, символ "<" (знак угла), угол (может быть и отрицательным)].

Перечисленные способы применимы всегда и для всех примитивов, когда имеется предыдущая точка, от которой и отсчитываются относительные координаты (рисунок 5).

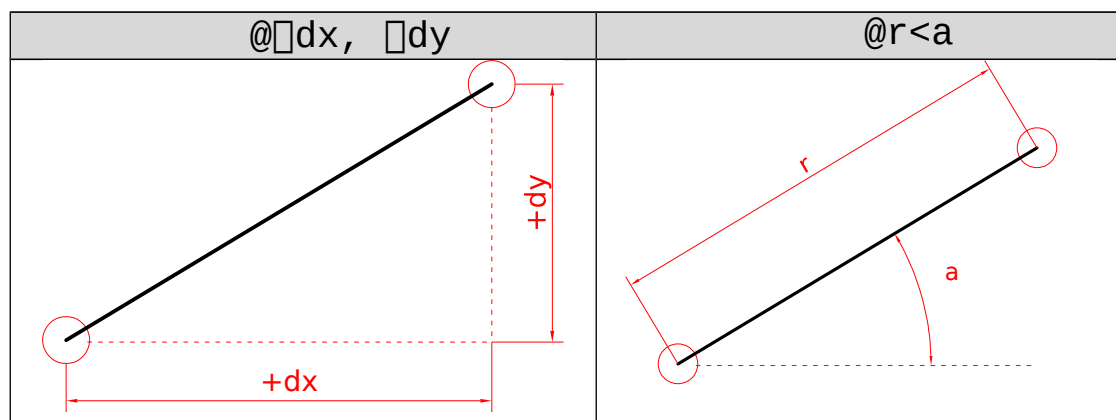


Рисунок 5 - Относительные координаты точек

Для облегчения проведения линий, параллельных осям координат, в AutoCADe существует режим ортогональности, включаемый и выключаемый клавишей **F8**. Он также отображается в строке состояния словом "Ortho". Если режим ортогональности включен, то мышью можно указать только точки, отстоящие от текущей под углами 0° , 90° , 180° , 270° . На ввод относительных координат с клавиатуры режим ортогональности никак не влияет.

Итак, осевая линия проведена. Что делать дальше?

Многие команды AUTOCAD (в том числе LINE И PLINE) требуют принудительного завершения своей работы.

AutoCAD считает, что вы и дальше будет рисовать ломаную линию и снова пишет приглашение "To point:". Так как нам дальше рисовать не нужно, следует прервать команду одним из трех способов:

- нажать правую кнопку мыши (если никакая команда не исполняется, правая кнопка мыши повторяет последнюю введенную команду);
- выбрать в экранном меню пункт "AutoCAD";
- нажать клавиши Ctrl+Break или Enter.

1.7 Просмотр чертежа

Из-за ограниченного размера экрана монитора (35...43 см по диагонали) чаще всего весь чертеж в нем не помещается. Это одно из самых больших неудобств электронной обработки информации вообще. К сожалению, в AutoCADe 10 нет так называемых полос прокрутки, которые позволяют "передвинуть" изображение за экраном. Чтобы увидеть весь чертеж или его часть, меняется масштаб отображения чертежа. Размеры на самом чертеже остаются при этом неизменными (ведь микроб не увеличивается оттого, что мы смотрим на него в микроскоп).

В разделе падающего меню **Display** собраны команды управления просмотром:

ZOOM Window - увеличивает во весь экран фрагмент чертежа, задаваемый рамкой. Рамка указывается мышью: сначала задается один ее угол, затем (при этом на экране растягивается "резиновая" рамка) - противоположный ему;

ZOOM Previous - переход к ранее отображавшемуся виду с меньшим масштабом (например, возврат после выполнения **ZOOM Window**);

ZOOM All - подбор такого масштаба, что на экране умещаются все видимые примитивы;

ZOOM Dynamic - позволяет одновременно выбрать и точку зрения, и масштаб отображения. Масштаб выбирается изменением размеров перемещающейся рамки после нажатия левой кнопки мыши. Нажатие правой кнопки мыши отображает находящийся в рамке фрагмент чертежа во весь экран.

1.8 Завершение работы

Пункт меню "**File→End**" завершает работу с графическим редактором с обязательным сохранением файла. Пункт "**File→Save**" просто записывает в файл чертеж (рекомендует это делать каждые 15...20 мин). Пункт "**File→Quit**". Позволяет выйти из AutoCADa без записи файла, предварительно подтвердив свои намерения при помощи экранного меню. После выхода из редактора вы снова оказываетесь в главном меню (рисунок 2), выход из которого осуществляется при вводе нуля.

Ваш файл с расширением .dwg находится в той же директории, что и файл acad.exe. Не забудьте забрать его на дискету - на следующем занятии вы его на компьютере не найдете! Файл с тем же именем, но расширением .bak является резервной копией - в нем хранится чертеж в том виде, каким он был до запуска AutoCADa. Если старый вариант не нужен, разумно удалить bak-файл.

1.9 Итоги занятия

1. AutoCAD - самая распространенная универсальная САПР, которая предназначена как для отрисовки уникальных чертежей, так и для автоматизации проектирования конструктивно однородных изделий;

2. Для запуска AutoCADa служит файл acad.exe. Файлы с чертежами имеют расширение .dwg. При указании имени файла расширение не пишется, а обратная косая черта заменяется на прямую.

3. Назначение комбинаций клавиш в графическом редакторе:

F1 - переключение текстового и графического экранов;

F6 - вкл./откл. отображения координат в строке состояния;

F7 - вкл./откл. сетки;

F8 - вкл./откл. режима ортогональности;

F9 - вкл./откл. шага координат;

Ctrl+Break - прерывание команды.

4. AutoCADом можно управлять, вводя команды с клавиатуры либо при помощи двух меню: падающего и экранного.

5. Цвет линии задает ее ширину при печати. Контур детали отрисовывается только примитивом Pline, вспомогательные построения - примитивом Line.

6. Координаты точки относительно начальной можно задавать в приращениях по осям: @ Δ x, Δ y и в полярных координатах: @r<a.

2 Создание и редактирование чертежей

2.1 Отрисовка фасок

Итак, мы продолжаем чертить деталь, изображенную на рисунке 6.

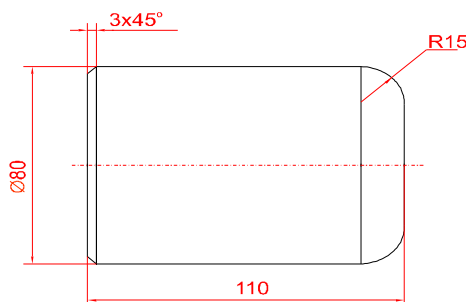


Рисунок 6 - Чертеж детали

Будем вычерчивать верхнюю половину симметричной детали. Установим в падающем меню тип линии "**Continuous**" - это автоматически задает белый цвет и вызывает меню "**Draw**", где нужно выбрать пункт "**Pline**".

Начинаем вести полилинию от левой точки пересечения контура с осевой линией - ее легко "поймать" при помощи сетки. Следующая точка отстоит от начальной на 37мм по вертикали. Удобнее всего ввести с клавиатуры @0,37 или @37<90 (направление вверх соответствует углу в 90°). Теперь нужно начертить фаску.

При рисовании фаски следует указывать относительные декартовы координаты, а не полярные.

Поскольку указан угол, так и хочется ввести координату @3<45. Но это будет неверно - длина гипотенузы не равна длине катета. Следует ввести @3,3 - ведь действительно нужно переместиться на 3мм влево и на 3мм вверх. Далее рисуем отрезок вправо длиной 110-15-3=92мм. А вот теперь нужно при помощи полилинии начертить дугу.

2.2 Вычерчивание дуг

Геометрически дуга может быть задана множеством различных способов: тремя точками, центром, радиусом и двумя углами и др. Автокад поддерживает 18 способов определения дуги. В любом случае сначала нужно сказать команде **Pline**, что теперь нужно рисовать дуги, а не отрезки. Посмотрите в командную строку - там перечислено все, что можно в данный момент ввести с клавиатуры:

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>:

Информация в командной строке дается по следующим правилам:

1. В угловых скобках "<>" выводится значение по умолчанию - его можно сразу вводить. В данном случае можно сразу вводить относительные координаты следующей точки.

2. Через обратную косую черту перечислены **ключевые слова**. Они переключают режимы работы текущей команды. В каждом ключевом слове несколько первых букв - заглавные. При вводе ключевого слова с клавиатуры достаточно набрать только эти буквы. Например, можно ввести не "Arc", а "A".

Чтобы ключевые слова не приходилось набирать на клавиатуре, они же выводятся в экранном меню, причем пункты этого меню меняются "на ходу", в зависимости от выполняемой команды.

Итак, в нашем случае достаточно в экранном меню выбрать пункт "Arc". При этом и ключевые слова в командной строке, и пункты в экранном меню меняются - команда **Pline** вошла в режим рисования дуг:

Angle/Center/Close/Direction/ Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width/<Endpoint of arc>:

Сразу заметим, что ключевое слово "Line" и соответствующий пункт меню позволяют вернуться к рисованию отрезков.

Ниже приведены основные способы задания дуги:

№ Ключевые слова

1.

Angle
→
Center

2. Angle → Radius → Direction

3. Angle → Endpoint

4. Center → Angle

5. Center → Radius

6. Center → Endpoint

7. Direction → Endpoint

8. Second pt → Endpoint

По умолчанию дуга рисуется по трем указываемым последовательно точкам (№8) - случай в машиностроительных чертежах довольно редкий. В нашем случае мы знаем положение центра дуги и охватываемый ей угол. Поэтому удобнее всего задать дугу следующим образом: выбираем **Angle** в экранном меню, затем вводим величину угла: -90 (обратите внимание на знак

"-" - он необходим, потому что дуга рисуется по часовой стрелке, в направлении отрицательного отсчета углов), далее выбираем пункт **Center** и указываем точку, отстоящую от начальной точки дуги на 0мм по оси OX и -15мм по оси OY (или на 15мм под углом 270°), введя @0,-15 или @15<270. Все, дуга нарисована. Для завершения изображения внешнего контура детали выбираем пункт экранного меню **Line** и дорисовываем правый торец.

2.3 Работа с примитивами. Зеркальное отражение

Итак, чертеж в Автокаде собирается из отдельных примитивов. Примитивом считается часть изображения, нарисованная одной командой, без прерывания (за исключением объединения примитивов в блоки). Поэтому на нашем чертеже есть четыре примитива: отрезок и три полилинии. Как правило, примитив - наименьшая подлежащая редактированию составляющая чертежа. Можно легко поменять, например, цвет всей полилинии, но нельзя сделать так, что одни ее сегменты будут красными, а другие - зелеными.

Примитивы можно удалять, перемещать, копировать, поворачивать, зеркально отражать, масштабировать, размножать. В Автокаде предусмотрены и операции по изменению примитивов: их можно обрезать, разрывать и растягивать. В любом случае необходимо уметь указывать, над каким именно примитивом (-ами) будет выполняться операция. Рассмотрим процедуру выбора примитивов на примере актуальной в данный момент операции зеркального отражения, которая нам нужна для получения второй половины чертежа.

Выберем в падающем меню "**EDIT**", где собраны все операции редактирования, пункт "**Mirror**" и будем внимательно следить за тем, что спрашивает Автокад в командной строке: "**Selekt objects:**". При этом перекрестие исчезает, а остается только прямоугольный **прицел выбора примитивов**. Чтобы выбрать примитив, нужно щелкнуть мышью в тот момент, когда в прицел попадает любая его часть. При этом примитив подсветится, а в командной строке будет написано "**1 selected, 1 found**" (если вы промазали и в прицел ничего не попало, число найденных примитивов будет, разумеется, ноль). Щелкая мышью, можно выбрать все интересующие нас примитивы - их должно быть три.

А как быть, если в сложном чертеже придется работать с сотней примитивов? Не щелкать же по ним всем! Для этого в Автокаде предусмотрено несколько способов **группового выбора примитивов**. Примитивы при этом помещаются в так называемый **набор**. Посмотрите на пункты экранного меню:

| Способ | Действие |
|----------------------|---|
| Window | В набор включаются примитивы, полностью оказывающиеся внутри растягиваемой мышью рамки |
| Previous Last | В набор включаются последний созданный примитив В набор включаются примитивы, над которыми выполнялась любая предыдущая команда редактирования |
| Crossing | В набор включаются примитивы, полностью или частично оказывающиеся внутри растягиваемой мышью рамки |
| Remove | Из набора исключается указываемый примитив; удобно для исключения ошибочно выбранных примитивов; |

Add Режим по умолчанию – выбираемый примитив добавляется в набор

Undo Отменяет любую последнюю операцию над набором

Для окончания выбора примитивов следует нажать правую кнопку мыши или клавишу ENTER

Попробуем: нажмем правую кнопку мыши. Подсказка сразу сменилась на "First point of mirror line:" ("Первая точка оси отражения:")" Обратите внимание, что запрашиваются именно две точки, через которые проходит ось отражения, а не примитив - ведь ось может быть и не проведена на чертеже. Очевидно, в качестве точек на оси отражения удобнее всего взять конечные точки осевой линии, непременно при помощи объектной привязки. Если ось отражения параллельна одной из осей координат и включен режим ортогональности, вторую точку можно указать где угодно. Затем Автокад спрашивает: "Delete old objects?<N>"("Удалить старые объекты? <N>"). В угловых скобках дано значение по умолчанию - "нет". Поэтому можно просто нажать клавишу *Enter*. Если бы исходные примитивы нужно было удалить, пришлось бы с клавиатуры ввести "Y".

Операция выполнена - чертеж почти готов.

2.4 Построение окружностей

Хотя в падающем меню есть пункты "**Arc**" и "**Circle**", но мы уже знаем, что конур детали отрисовывается только полилинией (круг и дуга, так же как и отрезок, не имеют толщины). Как нарисовать полилинией дугу, мы уже знаем. С окружностью же возникают две трудности:

1. Полилиния не позволяет указать угол дуги в 360°;
2. При начале отрисовки полилинии нужно указать точку, через которую она проходит. Для окружности же, как правило, известен только центр.

Первая трудность обходится просто: нужно нарисовать половину окружности, а затем применить команду зеркального отражения. Со второй трудностью дело обстоит хуже.

Если нужно начать рисовать примитив от точки, к которой нельзя привязаться, следует сначала выполнить вспомогательное построение (например, провести через эту точку отрезок, а потом стереть его).

Для отрисовки окружности поступим так: проведем из центра вспомогательную Г-образную ломаную (рисунок 7). Длина ее первого участка равна радиусу окружности, второго - выбирается произвольно.

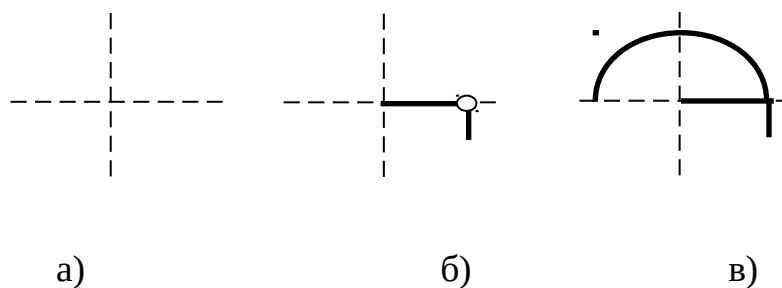


Рисунок 7 - Вспомогательное построение для отрисовки окружности.

Теперь у нас имеется точка привязки - конечная точка на Г-образной ломаной. С нее и нужно начать рисовать полилинию. Затем выбираем ключевое слово "**Arc**", указываем центр и угол, равный 180°. Остается стереть вспомогательный отрезок (см. п. 7) и выполнить зеркальное отражение.

Для ускорения отображения чертежа дуги и полилинии аппроксимируются многоугольниками. Не удивляйтесь, увидев, что окружность кажется угловатой - на самом деле при печати она будет ровной. Пункт падающего меню "**Display→Redraw**" позволяет перерисовать чертеж с максимальным разрешением, но оно сохраняется только до первого изменения масштаба просмотра или точки зрения.

2.5 Простое редактирование чертежа

Кратко рассмотрим последовательности действий при выполнении удаления, копирования, переноса и поворота примитивов. Удобнее всего изобразить их графически, в виде схем (см. таблицу). Везде подразумевается выбор пунктов из раздела падающего меню **Edit**.

При копировании и переносе указываются две точки: первая - это как бы "ручка", за которую мы тащим выбранные объекты, а вторая - это та точка, в которую должна попасть первая после копирования/переноса. При копировании реально создаются копии выбранных объектов, никак с ними не связанные. При повороте необходимо указать центр вращения. Угол поворота либо непосредственно вводится с клавиатуры, либо отслеживается в строке состояния при перемещении мыши.

| |
|---|
| Удаление |
| Копирование |
| Erase(Сотри) →Select objects (Выбор объектов) |
| Copy (Копируй) → Select objects (Выбор объектов)→Base point or displacement (Выбор начальной точки)→Second point of displacement (Выбор конечной точки) |
| Перенос |
| Поворот |
| Move (Перенеси) → Select objects (Выбор объектов)→Base point or displacement (Выбор начальной точки)→Second point of displacement (Выбор конечной точки) |
| Rotate (Поверни) → Select objects (Выбор объектов)→Base point (Выбор точки центра поворота)→Rotation angle (Указание угла поворота) |

Любые команды редактирования чреваты тем, что полученный результат может сильно отличаться от ожидаемого. Чтобы пользователь не рвал на себе волосы при виде испорченного чертежа, в Автокаде предусмотрен **откат** - последовательная отмена всех введенных команд вплоть до самого начала. Если после выполнения той или иной команды получилось не совсем то, что вы хотели, первым делом в меню "**Tools**" выполните пункт "**Undo**" ("Отмени"). Каждый вызов этого пункта отменяет одну последнюю выполненную команду.

2.6 Автоматическое построение фасок и сопряжений

Создатели Автокада позаботились об облегчении построения фасок (что не очень актуально) и сопряжений отрезков и дуг (что вручную фактически невыполнимо). Правда, эта автоматизация имеет большие ограничения. Во-первых, если нам нужно сопрячь два отрезка дугой заданного радиуса или снять фаску, то сначала нужно нарисовать их пересечение без всяких дуг или фасок, причем полилиния должна состоять только из этих двух отрезков, иначе закругления или фаски появятся на всех конечных точках сегментов полилинии. Во-вторых, обе эти команды выполняются в два этапа, что весьма неудобно. И, наконец, при их использовании ключевые слова придется вводить с клавиатуры.

Обе команды находятся в падающем меню "**Edit**". Вот как с ними нужно работать (подчеркнутые буквы вводятся с клавиатуры):

| Фаска |
|---|
| Chamfer (Фаска) → <u>D</u> → Enter first chamfer distance: → Enter second chamfer distance: → Chamfer → <u>P</u> → Select 2d polyline |
| Сопряги |
| Fillet (Сопряги) → <u>R</u> → Enter fillet radius: → Fillet → <u>P</u> → Select 2d polyline |

У фаски указываются две длины, являющиеся катетами треугольника, в котором собственно фаска - гипотенуза. У сопряжения задается радиус скругления.

Если нужно сопрячь две разные полилинии, это можно сделать, если вместо ввода ключевого слова "Пол" последовательно выбрать два примитива.

2.7 Масштабирование примитивов

Масштабирование приводит к реальному изменению размеров примитивов и никак не связано с выбором масштаба просмотра чертежа. Его следует выполнять, например, после того, как чертеж завершен и его надо уместить на формат. Для этого выбираем пункт "Scale" ("Масштаб"), указываем масштабируемые примитивы, для окончания выбора два раза нажимаем правую кнопку мыши, а затем указываем точку, относительно которой будет выполнено масштабирование. Если ее указать в центре чертежа, примитивы равномерно "расползутся" во все стороны, а если ее указать, к примеру, в левом нижнем углу, то примитивы "поползут" вправо и вверх.

Масштабы следует брать только из заданного стандартом ряда: 1; 2; 2,5; 4; 5; 10; 15; 20; 25; 40; 50; 75; 100; 200; 400; 500; 800; 1000.

2.8 Редактирование свойств примитивов

Свойствами называются те параметры примитивов, которые не затрагивают их геометрию: цвет, тип линии и др. Представляется более удобным устанавливать свойства примитивов до того, как они нарисованы, при помощи меню "**Settings**". Если же вы по ошибке провели осевую линию сплошной или контур детали оказался зеленого цвета - ничего страшного. В

меню "**Edit**" есть команда "**Chprop**", которая позволяет изменить цвет, тип линии и слой выделенных примитивов.

Для изменения экранной толщины всех сегментов полилинии (хотя толщина линии при печати кодируется цветом, все же приятнее и на экране видеть жирные линии контура и тонкие - вспомогательные) существует команда "**Pedit**".

Следует оговориться, что вызываемые из меню команды смены цвета, типа линии, толщины не являются "родными" командами Автокада - они реализованы в виде программ на встроенном языке программирования и отсутствуют в исходном варианте Автокада.

2.9 Получение информации о чертеже

Чтобы убедиться в том, что размеры чертежа совпадают с заданными, в меню "**Inquiry**" есть пункт "**Dist**". Он позволяет задать две точки и померить расстояние между ними, а также угол наклона прямой, проходящей через эти точки, к оси OX и приращения по осям координат, необходимые для попадания из первой точки во вторую.

Не забывайте пользоваться командой "**Dist**" до того, как чертеж сдан на проверку преподавателю.

3 Оформление чертежей

3.1 Штриховка

Штриховка отдельных областей чертежа - прямо-таки напрашивающаяся на автоматизацию задача. Казалось бы, все просто - указываем точку внутри области, которую надо заштриховать, а Автокад делает все остальное. Увы, такая возможность появилась только в последних версиях Автокада, да и то она не всегда правильно работает.

Для штриховки области чертежа необходимо сначала единой замкнутой полилинией обвести периметр этой области, а после штриховки этот замкнутый контур удалить.

Наличие замкнутого контура гарантирует, что штриховка будет выполнена правильно.

Рисование полилинии поверх уже нарисованных - занятие не слишком вдохновляющее. Есть два способа облегчить себе жизнь:

1. Рисуйте контур другим цветом, например, зеленым. Для этого можно с клавиатуры ввести команду Colour и указать номер цвета: 1 - красный; 2 - желтый; 3 - зеленый; 4 - голубой; 5 - синий; 6 - фиолетовый; 7 - белый. Не забудьте перед штрихованием установить красный цвет - цвет тонких линий, а также сплошной тип линии.

2. Разумеется, отрисовать контур можно, только пользуясь объектной привязкой. Однако весьма утомительно, обходя контур из 20 точек, всякий раз лазить в меню объектной привязки. Включите постоянную объектную привязку при помощи команды Osnap. Она также вводится с клавиатуры, а затем

указывается вид привязки (End, Per и др.) Отключается постоянная объектная привязка командой с клавиатуры Osnap→None.

3. Чтобы контур гарантированно был замкнутым, настоятельно рекомендуется последний сегмент проводить при помощи ключевого слова Close (Замкни).

Итак, контур области штриховки нарисован. Теперь в меню "**Draw**" выбираем пункт "**Hatch**". Открывается ранее не встречавшийся нам элемент интерфейса - графическое меню. В данном случае оно предназначено для выбора типа штриховки, который зависит от материала детали. Чтобы выбрать нужный тип, надо щелкнуть курсором мыши не по самой картинке с эскизом, а по расположенному слева от нее прямоугольнику, который меняет цвет, когда оказывается под курсором. Обратите внимание, что меню состоит из нескольких страниц, которые можно листать при помощи пунктов "**Previous ... Next**" ("**Предыдущий ... Последующий**").

Далее нужно указать масштаб штриховки - условное численное значение, определяющее расстояние между штрихами. Одна единица масштаба равна расстоянию в 0,125мм. Таким образом, чтобы получить расстояние между штрихами в 10мм, нужно ввести значение $10/0,125=80$. Наиболее ходовые значения масштаба лежат в диапазоне 40...60.

После масштаба указывается угол наклона. Не нужно вводить 45° - штриховка уже наклонена на эту величину. Угол наклона может быть 0° или 90° (рисунок 8).

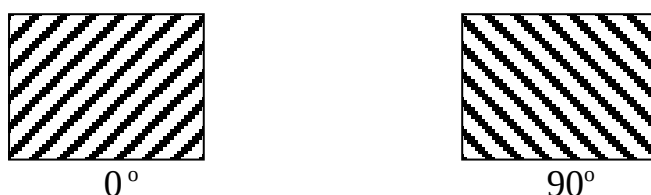


Рисунок 8 - Угол наклона штриховки (материал детали - металл)

Наконец, на запрос "**Select objects:**" следует указать один-единственный примитив - замкнутый контур штриховки. Поскольку он был отрисован последним, проще всего ввести ключевое слово выбора примитивов "**Last**". Остается удалить контур. Попасть в него мышью сложно, поэтому ничего не остается, как увеличить маленький участок контура во весь экран и уже после этого удалять его, иначе есть большие шансы стереть не контур, а с таким трудом изготовленную штриховку. Удаление контура может шокировать - на экране исчезают и бывшие под ним примитивы, остается вообще пустое черное место. Спокойно! В Автокаде ничто никуда бесследно не исчезает. Нужно всего лишь перерисовать чертеж на экране, выполнив пункт меню "**Display→Redraw**" или включив и выключив сетку.

Особую осторожность следует проявлять при штриховках симметричных деталей, отрисовываемых с помощью зеркального отражения. Если нанести штриховку на одну половину, а затем выполнить отражение, получится невероятная штриховка "елочкой". Следует поступать так: на одной половине детали рисуется контур штриховки, но не заштриховывается. Затем

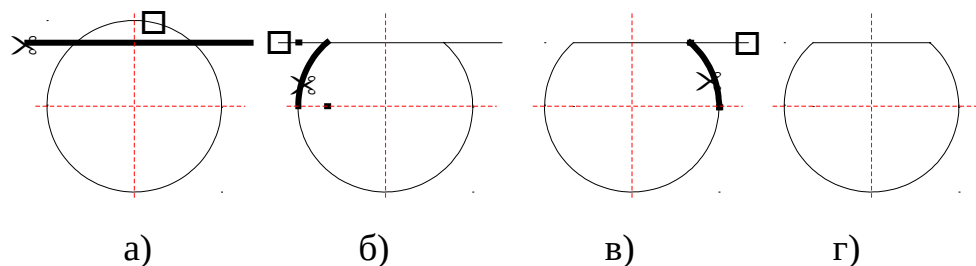
выполняется отражение детали и контура. И, наконец, оба контура по отдельности штрихуются и стираются.

Полученная штриховка - единый примитив. Геометрию ее изменить невозможно, можно только удалить штриховку и сделать все заново. Увы, изредка Автокад ошибается, и несколько отрезков штриховки вылезают за контур. В наказание за такое поведение к штриховке следует применить команду со страшным именем "Explode" ("взорви"), находящуюся в меню "Edit". После расчленения штриховка распадается на отдельные отрезки. и теперь их можно удалять и даже укорачивать. А как это сделать, мы сейчас узнаем.

3.2 Изменение геометрии примитивов

Менять геометрию приходится, как правило, в двух случаях: во-первых, при исправлении собственных или автокадовых ошибок; во-вторых, при сложных построениях, когда проще нарисовать лишнее, а потом отрезать ненужные части (яркий пример - изображение хорды окружности или дуги, скажем, при отрисовке вала с лыской).

Одна из наиболее распространенных операций - отсечение части примитива. В качестве режущей кромки используется тоже примитив (можно даже тот же самый, если он сам себя пересекает). Рассмотрим использование отсечения при построении чертежа, показанного на рисунке 9,г.



✂ - режущие кромки, □ - точки выбора отсекаемых частей примитивов

Рисунок 9 - Пример построения с отсечениями

Непонятно, каким образом можно попасть в точку пересечения хорды (полилиния) и дуги (две полилинии, зеркально отраженные относительно горизонтальной оси). Делается это так (рисунок 2): сначала рисуется полная окружность и выходящая за ее границы хорда, затем у окружности отрезается сектор (режущая кромка - хорда), и, наконец, у хорды отсекаются два "хвостика" (режущая кромка - дуга). Обратите внимание, что на этапе б) верхняя полилиния-дуга распалась на две независимые полилинии, поскольку соединяющий их кусок был срезан.

Отрезать что-либо от примитива позволяет пункт меню "**Modifi→Trim**". Сначала указывается примитив, являющийся режущей кромкой. Затем нужно указать, что и у какого примитива вы хотите отрезать. Внимание: при этом уже не все равно, какую часть примитива вы укажете. Та часть, по которой вы щелкните мышью, и будет убрана. Команда "Trim" ("Обрежь"), как и многие другие, требует принудительного прекращения.

Операции, в каком-то смысле обратные отсечению - удлинение и растяжение. Отличие между ними в том, что при удлинении примитив растягивается до "утыкания" в заранее указанную границу, а при растяжении новая длина примитива указывается вручную.

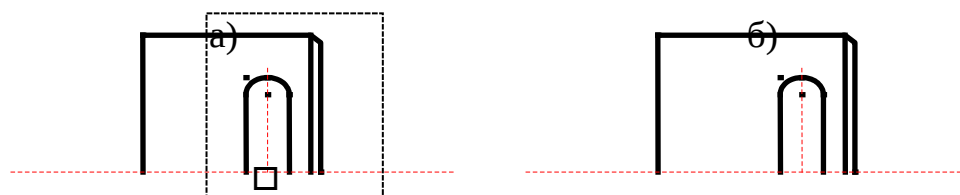
Рассмотрим удлинение на примере. Предположим, что при рисовании контура мы промазали и не дотянули полилинию до осевой (рисунок 10,а). Эта ситуация поправима: меню "**Edit→Extend**", указываем осевую линию в качестве граничной кромки, а затем указываем вертикальный сегмент полилинии как объект, который нужно удлинить. При растяжении меняются размеры не одного примитива, а целой группы. Можно, например, "ужать" или "растянуть" проекцию детали целиком. Например, пусть оказалось, что мы ошиблись с размерами и проекция получилась на 10мм короче.



↓ - граничная кромка, □ - точка выбора удлиняемого примитива

Рисунок 10 - Удлинение примитива

→



□ - базовая точка растяжения

Рисунок 11 - Использование команды "Растяни"

В меню выбираем пункт "**Edit→Stretch**". Автокад автоматически включает режим выбора объектов при помощи текущей рамки. Растянем рамку так, как показано на рисунке 11,а. Затем нужно указать базовую точку. Удобнее всего взять характерную точку, к которой легко привязаться. Например, в данном случае за базовую можно взять точку пересечения двух осевых линий. Наконец, указываем новое положение базовой точки. Мы точно знаем, что она должна сместиться вправо на 10мм, поэтому удобнее всего ввести с клавиатуры @10,0.

3.3 Изображение волнистых линий

Не пытайтесь изображать линии разрывов и пр. дугами - все равно выйдет некрасиво. Все делается проще: сначала рисуется ломаная полилиния, которая затем превращается в волнистую командой "**Edit→Fit curve**" (рисунок 12).

При сглаживании существуют следующие "подводные камни":

1. Ломаная линия рисуется произвольно, при этом она должна быть достаточно "зубастой". Не забудьте отключить режим ортогональности при ее отрисовке.

2. Ломаная линия должна быть отдельным примитивом, иначе вместе в ней сгладится и остальной контур детали, что совсем ни к чему.

3. Если к волнистой линии прилегает штриховка, то сначала рисуется ломаная, потом по ней - контур штриховки, область штрихуется, контур удаляется и только после этого выполняется сглаживание. Если штриховка все же плохо прилегает к волнистой линии, ее нужно расчленить и обработать отдельные отрезки командами "Extend" или "Trim".

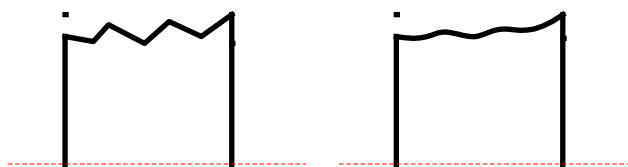


Рисунок 12 - Изображение линий разрыва

3.4 Автоматическое копирование объектов

Многие детали в машиностроении содержат регулярно расположенные элементы. Например, отверстия в шкивах, крепежные отверстия в плитах и др. (рисунок 13).

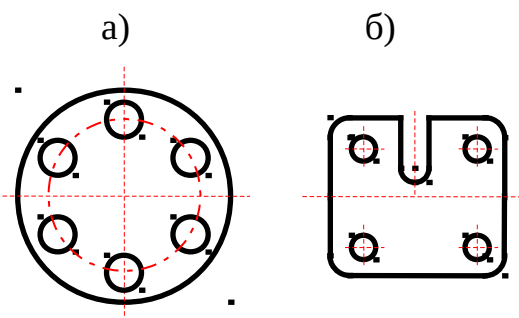


Рисунок 13 - Детали, при отрисовке которых удобна команда "Array" ("Массив")

Для изображения таких элементов есть специальное средство - команда "Array" ("Массив") (меню "Edit→Array"). При ее использовании достаточно нарисовать только один элемент, а затем он размножается по окружности (круговой массив) или по узлам прямоугольной сетки (прямоугольный массив). Элемент массива может быть сколь угодно сложным и состоять из многих примитивов.

| |
|---|
| Прямоугольный массив |
| Select objects (Выбор объектов)→R (П)→Number of rows (Число строк)→Number |

of columns (Число столбцов)→Unit cell or distance between rows (Шаг по вертикали)→Distance between columns (Шаг по горизонтали)

Круговой массив

Select objects (Выбор объектов)→P (K)→Center point of array (Центр)→Number of items (Число элементов)→Angle to fill (Угол заполнения)→Rotate objects (Поворачивать (Да/Нет))

Для прямоугольного массива элементы идут вправо и вверх от исходного, поэтому в случае детали, изображенной на рисунке 6,б, нужно отрисовать левое нижнее отверстие, а затем создать массив. Для кругового массива указывается угол заполнения - элементы можно равномерно распределить не только по всей окружности, но и в пределах указанного сектора. Кроме того, нужно указать, будут ли примитивы в круговом массиве автоматически поворачиваться при их размножении. Разница между массивами с поворотом и без поворота показана на рисунке 14.

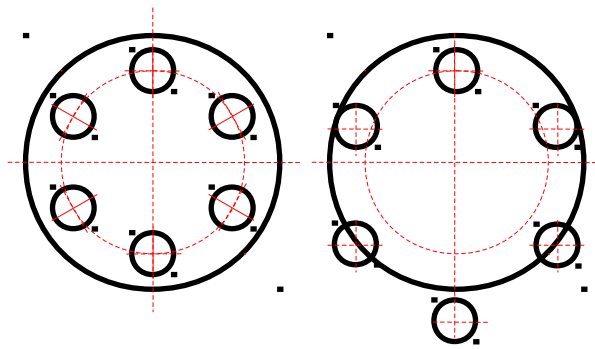


Рисунок 14 - Два варианта кругового массива: с поворотом элементов и без

Во втором случае все элементы сместились вниз на величину, равную габаритной высоте элемента массива над осевой линией отверстий и чертеж получился некорректным, хотя осевые линии отверстий остались повернутыми.

3.5 Текст в AutoCAD

Для отображения текста в Автокаде имеется собственный набор шрифтов. Любой текст отписывается определенным стилем. В стиль входят гарнитура шрифта (начертание букв), высота, угол наклона, коэффициент сжатия-растяжения. Если в чертеже поменять параметры какого-либо стиля, то все отрисованные этим стилем надписи сразу же изменятся. Увы: Автокад 10 не умеет подчеркивать текст (приходится просто проводить отрезок), писать верхними и нижними индексами, делать переносы слов. Стили создаются пользователем самостоятельно. В нашем Автокаде установлены два стиля: обычный по ЕСКД и для греческих букв. Стили меняются. Выбранный стиль запоминается и действует на все последующие надписи, пока не будет изменен на другой.

Команда меню "**Draw→Dtext**" (диалоговый текст) позволяет наиболее удобно изображать надписи, в том числе и многострочные. Прежде всего вам нужно указать способ размещения текста. Если просто указать начальную точку, она будет левой нижней точкой первой строки текста. Кроме того, возможны следующие варианты:

Aligned(вписанный) - текст вписывается между двумя точками. Буквы сжимаются или растягиваются. Можно указать точки так, что текст будет написан наклонно.

Center (центр) - указывается центр строки текста. Текст будет писаться во все стороны от центра. Ширина букв не изменятся.

Fit (выравненный) - все строки текста имеют одинаковую длину. Если введенная строка слишком широка, буквы сжимаются, узка - справа остается пустое место.

Middle (середина) - указывается середина первой строки текста. Текст будет писаться влево, вправо и вниз от середины. Ширина букв не изменятся.

Right (вправо) - указывается конечная точка текста. Ширина букв не меняется.

Затем указывается высота букв (обычно 5мм) и (если не выбрано вписанное размещение) - угол наклона. Это не угол наклона букв (буквы можно наклонить, задав параметр стиля), а угол наклона всей текстовой строки. Например, чтобы текст шел вертикально снизу вверх, нужно задать угол наклона 90°.

При вводе строк текста они сразу выводятся на экране. Имейте в виду, что окончательное размещение текста происходит после его полного ввода, а в процессе ввода буквы вполне могут отображаться на экране не там, где вы ожидаете. Переход на новую строку осуществляется клавишей Enter.

В тексте могут встретиться символы, которых нет на клавиатуре: °, □, □. Они присутствуют в шрифте (стиль ESKD1), заменяя собой малоупотребительные символы типа @.

При вводе текста подсказка по спецсимволам выводится в экранном меню, но само меню не работает.

Для окончания ввода текста дважды нажмите клавишу ENTER.

Полученный текст является обычным примитивом Автокада. Его можно копировать, стирать, поворачивать, менять цвет и т.д.

3.6 Простановка размеров

Автоматизация простановки размеров значительно облегчает труд конструктора.

Перед простановкой размеров необходимо один раз установить размерные переменные.

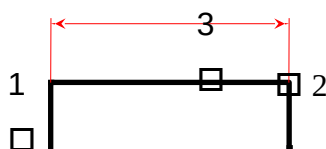
Размерные переменные позволяют настроить простановку размеров под тот или иной стандарт (ЕСКД, ISO). Они записываются в файл чертежа, поэтому достаточно их установить только один раз. Размерные переменные, как и все системные переменные Автокада, устанавливаются при помощи пункта меню "**Dim:→status**" При этом в экранном меню выводится длинный многостраничный (листается пунктом меню "Next") список английских

названий переменных. Имена всех размерных переменных начинаются с DIM. Необходимо установить следующие из них:

| Перемен. | Значени | Смысл |
|----------|---------|--|
| | e | |
| DIMASZ | 3.5 | Размер стрелок (Arrow SiZe) |
| DIMTAD | 1 | Текст над размерной линией, а не в ее разрыве (Text Above Dimension) |
| DIMTON | 0 | Текст вне выносных линий горизонтален (Text Outside Horizontal) |
| DIMTIN | 0 | Текст внутри выносных линий горизонтален (Text Inside Horizontal) |
| DIMEXE | 2.5 | Выход выносной линии за размерную (ExtEnSION) |
| DIMTXT | 5 | Высота размерного текста (TeXT) |

После того, как размерные переменные установлены в соответствии с требованиями ЕСКД, можно начинать собственно простановку размеров, выбрав пункт меню "**Dim:**". Из появившегося графического меню следует выбрать тип размера: линейный горизонтальный, линейный вертикальный, повернутый (размерная линия расположена под произвольным углом), радиус, диаметр, угол.

Проще всего проставить линейный горизонтальный или вертикальный размер. Выбираем в меню -"linear", далее указываем две точки - начала выносных линий (точки 1 и 2 на рисунке 15; обратите внимание, что при этом сразу автоматически включается привязка к конечной точке). После этого нужно указать, на каком расстоянии от контура детали пройдет размерная линия. Для этого вводим любую точку, через которую будет проходить размерная линия (точка 3 на рисунке 15).



1, 2 - начала выносных линий, 3 - местоположение размерной линии

Рисунок 15 - Простановка линейного размера.

Остается ввести размерный текст. Если просто нажать клавишу Enter, то Автокад сам определит расстояние и подставит нужное значение.

Если чертеж корректен, автоматически подставляемые значения размеров должны совпадать с заданными.

Ввод численного значения размера с клавиатуры является умышленным вредительством. Помните, что в Автокаде очень легко проверить, было ли значение размера введено с клавиатуры или подставлено автоматически.

Часто нужно включить в размерный текст какие-либо символы помимо собственно номинального значения размера. Например, для круглой детали на вертикальном размере нужен знак диаметра. Чтобы это сделать, нужно ввести размерный текст, где символы "<>" стоят в месте подстановки номинального

размера. Например, для получения перед размером символа □ следует ввести размерный текст @ <>. Рекомендуется ставить пробел перед "<>", поскольку Автокад иногда накладывает один символ на другой.

Если размерный текст не помещается между выносными линиями, он выносится вбок. Автокад самостоятельно определяет, будет ли текст писаться между линиями или сбоку. Если вы предполагаете, что текст явно не влезает между линиями, то можно сказать Автокаду, в какую сторону его выносить.

Не помещающийся между выносными линиями размерный текст отрисовывается со стороны выносной линии, указанной последней.

Для случая, изображенного на рисунке 15, текст был бы вынесен вправо, поскольку правая выносная линия (точка 2) была указана последней. При выносе вбок Автокад не проводит размерную линию под размерным текстом. Это нужно сделать вручную отрезком.

Простановка радиальных и диаметральных размеров затруднена тем, что они не воспринимают нарисованный полилинией круг. Проще всего поверх него нарисовать окружность командой "Circle", проставить на нее размер, а затем ее стереть.

При простановке углового размера нужно сначала провести два отрезка, образующие угол (выносные линии). В собственно угловой размер входят лишь дуга со стрелками и размерный текст.

Проставляемые размеры являются ассоциативными - они представляют собой единый объект, который связан с контуром детали. Если расстояние между выносными линиями будет меняться (например, при помощи команд "Move" или "Stretch"), номинальное значение размера также будет меняться.

К сожалению, в Автокаде 10 нет приемлемых средств для простановки предельных отклонений размеров в соответствии с требованиями ЕСКД. Можно проставлять отклонения вручную командой Text, установив высоту шрифта в 40...45% от высоты размерного текста.

3.7 Обмен чертежами с другими программами

Формат файлов DWG является собственностью фирмы Autodesk и не документирован. Если нужно перенести чертеж из Автокада в другую программу векторной графики (CorelDRAW, Visio...), его надо сохранить в формате DXF (очень широко распространенный формат хранения векторных изображений), введя с клавиатуры команду "DXFOUT" (ЭКСПОРТА), имя файла и указав точность сохранения размеров (шесть знаков после запятой вполне достаточно). Автокад 10 не умеет экспортировать изображения в растровом виде.

Для загрузки DXF-файла в Автокад предназначена команда "DXFIN" (ИМПОРТА).

3.8 Индивидуальное задание

По полученному у преподавателя заданию создать чертеж детали.

3.9 Форма отчётности

Все выполненные задания сохранять в каталоге, указанном преподавателем.

Литература

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для ВУЗов – М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2000.
2. Разработка САПР: в 10 книгах. Под ред. Петрова А.В. – М.: Высшая школа, 1990.
3. Быков В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении, 1989.
4. Сержанов Р.И., Биякаева Н.Т. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «САПР технологии и оборудования КШП». Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. – 30 с.
5. Сержанов Р.И., Джиенбаева Ж.К. Автоматизация черчения отливок и поковок. Методические указания. Павлодар, 2004.
6. Омура Д. AutoCAD 2002. М.: Лори, 2002. – 788 с.
7. AutoCAD 2000. Библия пользователя. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1040 с.
8. Кондрашов В.Е., Королев С.Б. Matlab как система программирования научно-технических расчетов. М. Мир, 2002. – 350 с.
9. Неуструев А.А. Принципы разработки САПР ТП литейного производства// Литейное производство. – 1990. №10.
10. Норенков И.П. Разработка систем автоматизированного проектирования: Учебник для ВУЗов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – 207 с.
11. Системы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении/ Под ред. Р.А. Аллика – Л.: Машиностроение, 1986. – 319 с.
12. Фурунжиев Р.И. САПР, или как ЭВМ помогает конструктору. М.: Высшая школа, 1987. – 205 с.
13. AutoCAD 2002, 2002LT, 2000. Справочник команд. – М.: Кудиц-образ, 2002. – 720 с.

14. Сержанов Р.И., Быков П.О. Системы управления базами данных. Методические указания. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова. 2003. – 36 с.

15. Алиев Ч.А., Тетерин Г.П. Системы автоматизированного проектирования технологии горячей объемной штамповки. М.: Машиностроение, 1987. – 220.

Содержание

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Начало работы с пакетом AutoCAD | 3 |
| 1.1 | Назначение пакета AutoCAD | 3 |
| 1.2 | Начало работы с AutoCADом | 4 |
| 1.3 | Управление AutoCADом | 5 |
| 1.4 | Система координат, шаг, сетка | 6 |
| 1.5 | Начинаем чертить | 7 |
| 1.6 | Способы указания координат точки | 8 |
| 1.7 | Просмотр чертежа | 9 |
| 1.8 | Завершение работы | 10 |
| 1.9 | Итоги занятия | 10 |
| 2 | Создание и редактирование чертежей | 11 |
| 2.1 | Отрисовка фасок | 11 |
| 2.2 | Вычерчивание дуг | 11 |
| 2.3 | Работа с примитивами. Зеркальное отражение | 12 |
| 2.4 | Построение окружностей | 14 |
| 2.5 | Простое редактирование чертежа | 15 |
| 2.6 | Автоматическое построение фасок и сопряжений | 15 |
| 2.7 | Масштабирование примитивов | 16 |
| 2.8 | Редактирование свойств примитивов | 16 |
| 2.9 | Получение информации о чертеже | 16 |
| 3 | Оформление чертежей | 17 |
| 3.1 | Штриховка | 17 |
| 3.2 | Изменение геометрии примитивов | 18 |
| 3.3 | Изображение волнистых линий | 20 |
| 3.4 | Автоматическое копирование объектов | 21 |
| 3.5 | Текст в AutoCAD | 22 |

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 3.6 | Простановка размеров | 23 |
| 3.7 | Обмен чертежами с другими программами | 25 |
| 3.8 | Индивидуальное задание | 25 |
| 3.9 | Форма отчётности | 25 |
| | Литература | 26 |