

В.Новаков

3D Solid моделиране в AutoCAD 2014

Стара Загора 2013

3D моделиране в среда на AutoCAD 2014

В AutoCAD среда можем да създадем три типа модели тримерни обекти:

Каркасен модел (Wireframe)- те нямат повърхности, а се посочва формата на триизмерни обекти. При WF-представянето, проектираните обекти се описват с техните ръбове. При този метод, един 3D обект се описва като неговата „обвивка” и се представя с краен брой 3D линии (прави и дъги). Всяка права линия се описва чрез граничните си точки, а дъгата – с 3D-точки. В такъв случай, чертежът на проектирания обект ще съдържа ръбове, които очертават стени на проектирания обект.

Повърхностен модел (Surface) - вече съдържа информация за модела. Самите модели имат свойството за закриват други модели намиращи се зад тях. Само по себе си повърхностния модел представлява каркасен модел обвит с материал даващ представа за външния вид на самия модел

Твърдотелен модел (Solid)– този тип модел носи най-много информация за моделирания обект. Те дават възможност вътрешността на обекта което те е кухина. Благодарение на това те дават възможността да се комбинират и модифицират да степен желана от нас и постигане на желания обект.

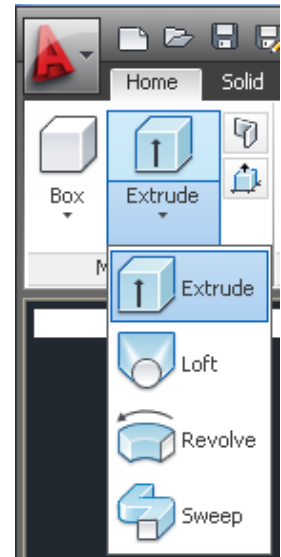
В тази част ще разгледаме техниката за създаване и редактиране на тримерни твърдотелни обекти (**3D SOLID**).

Твърдотоделно моделиране 3D Solid

1. Създаване на 3D тела по метода на изтеглянето – <i>Extrude</i>	3
2. Създаване на 3D тела по метода по метода на изтегляне по направляваща- <i>Sweep</i>	11
3. Създаване на 3D тела по метода на завъртането – <i>Revolve</i>	15
4. Създаване на 3D тела по метода на лофтинга – <i>Loft</i>	18
5. 3D примери.....	24

Системата AutoCAD 2014 работи с три вида триизмерни обекти. Това са 3D-тела, 3D- мрежи и повърхности. Съответно, разграничаваме три вида моделиране – твърдотелно, мрежово и повърхностно.

Инструменти за твърдотелното моделиране са концентрирани в две ленти с инструменти: **Home** (начална) и **Solid** (тяло). Началната лента (Home) е по-количествена и съдържа основните типове инструменти за работа като имена на два единични раздела и действия извиквани с едноименни клавиши.



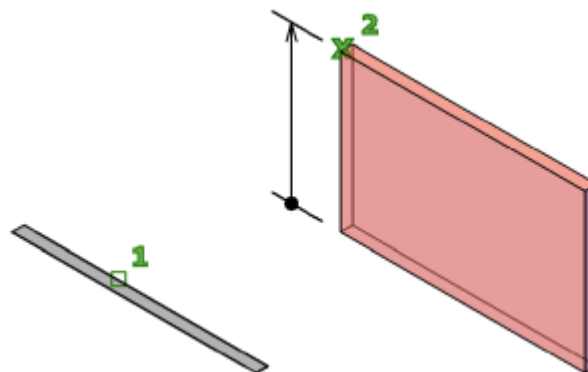
Основни инструменти (фиг. 1.1)

- **Extrude** (Изтегляне);
- **Loft** (Лофтинг или изтегляне по сечения)
- **Revolve** (Завъртане);
- **Sweep** (Изтегляне по направляваща).

фиг. 1.1
Инструменти за създаване на 3D тела

1.1 Създаване на 3D тела по метода на изтеглянето- Extrude

EXTRUDE
(Command)

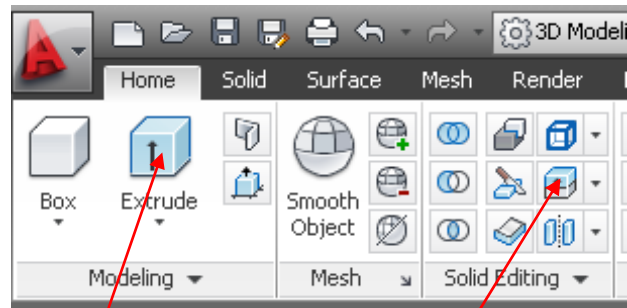


Забележка: Ичертаването на първоначалната скица или примитив винаги става в **XY** равнината а изтеглянето по оста **Z**

Изтегляне по **Z** ос

Инсталиране на **SE Isometric** (Югозточна изометрия). Начертайте част от дъга, отсечка, сплайн, правоъгълник, кръг. Задайте произволни размери. Всички те се намират в работната плоскост (равнина) **XY**. Оста **Z** е перпендикулярна на работната равнина **XY**

Изпълнете командата **Extrude** като кликнете върху инструмента както е показано на фигура 1.2.



фиг. 1.2

Extrude

Extrude Faces

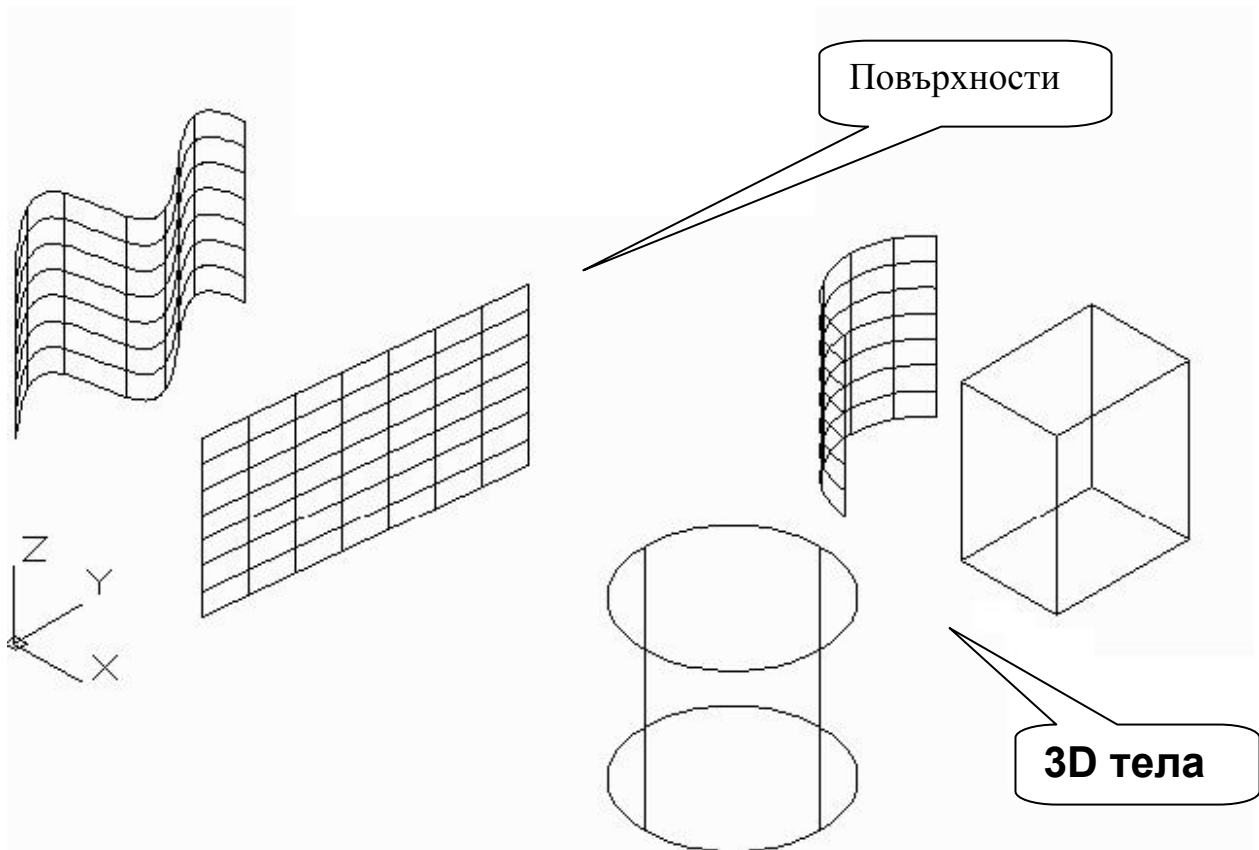
Не бъркайте с инструмента **Extrude Faces** (Изтегляне на лица). Показани са на фиг 1.2

Иконите са подобни, но с различни действия.

Extrude (Изтегляне) → Изберете всички създадени примитиви ↵.

Select objects to extrude or [MOde]:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression]:



фиг. 1.3

Резултат от **Extrude**

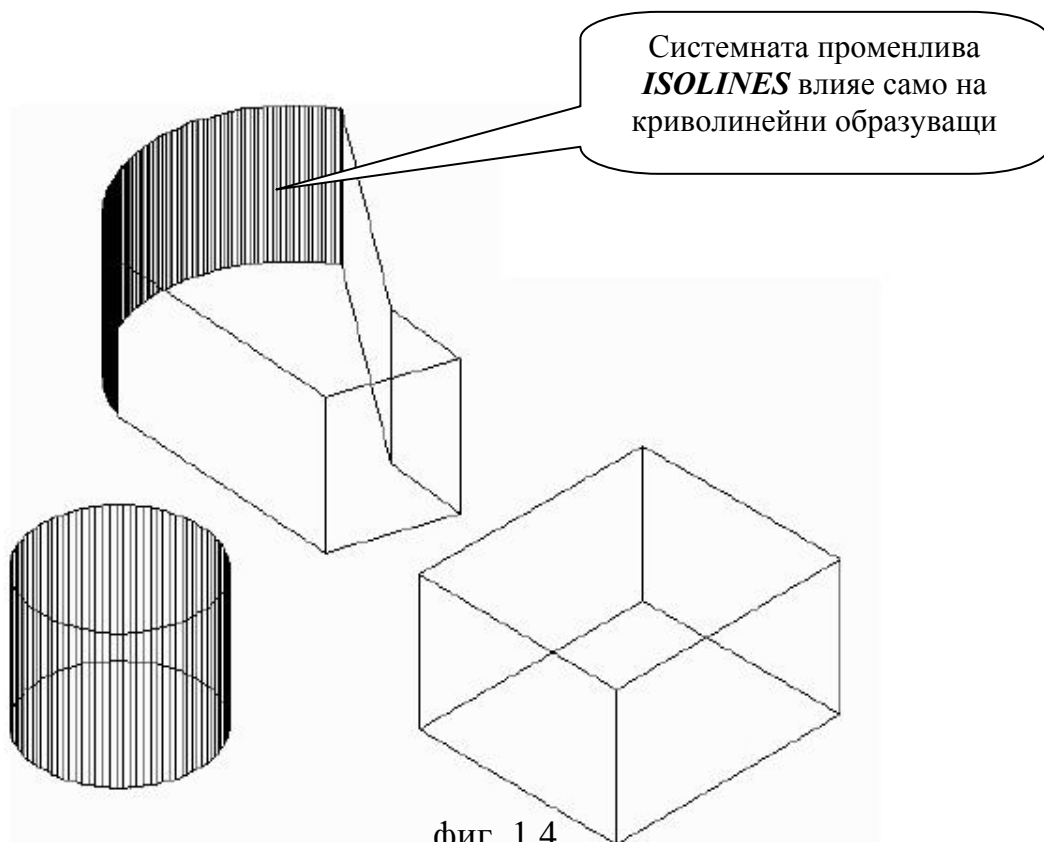
В резултат на **Extrude** (изтегляне) от незатворените контури се получават повърхности.

В резултат на **Extrude** (изтегляне) от затворените контури се получават 3D тела. Фиг.1.3

Получените повърхности ги изтриваме и продължаваме да работим само с 3D телата. Ако при вас се е получила повърхност вместо 3D Solid обект то това означава че контурът не е бил затворен. Отстранете повърхностите и коригирайте контура до пълно затваряне. Обърнете внимание, че при отстраняване само повърхностите определящи контура остава в работната равнина. Това е резултат от настройката на системната променлива **DELOBJ**.

Като погледнем още веднъж резултата виждаме че и при цилиндъра и при паралелепипеда се виждат ръбове и контури които би трябвало да са невидими. Това се постига чрез системната променлива **ISOLINES** и команда **REGEN**.

Извикайте системната променлива **ISOLINES** като я изпишете в командния ред и натиснете **Enter**. По подразбиране стойността на променливата е – 4. Променяме я на – 100. По принцип нищо не се променя. Тогава въвеждаме в командния ред командата **REGEN** и натискаме **Enter**. Количеството на образуващите на повърхнините се увеличава многократно фиг.1.4.



фиг. 1.4
Влияние на **ISOLINES**

И така системната променлива **ISOLINES** (значения от 0 до 2047) променя количеството на изолиниите само на криволинейните повърхностни 3D тела. така че командата за промяна на изолиниите я отменя защото зрителното възприятие се подобрява но скоростта на работа пада. Изолиниите не влияят на точността на построението.

Командата **REGEN** преизчислява всички файлови обекти, с изключение на обекти в замразени слоеве. Изключените от погледа обекти също влизат в преизчисляването. този отбор не е дошъл. Преизчисляването се извършва също автоматично запазване на файла. За съжаление бутон за тази команда все още няма а преизчисляването се извършва в режима на автосъхранение на файла.

Връщаме стойността на променливата **ISOLINES** на -4 както е по подразбиране.

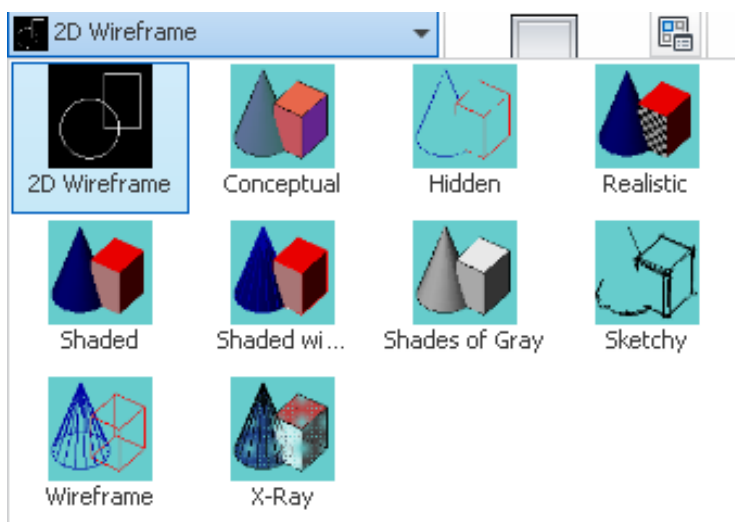
Този способ извежда резултат който не увеличава натоварването на системата.

Стилове за визуализация :- това се различни способности за по-добро нагледно представяне на 3D обектите.

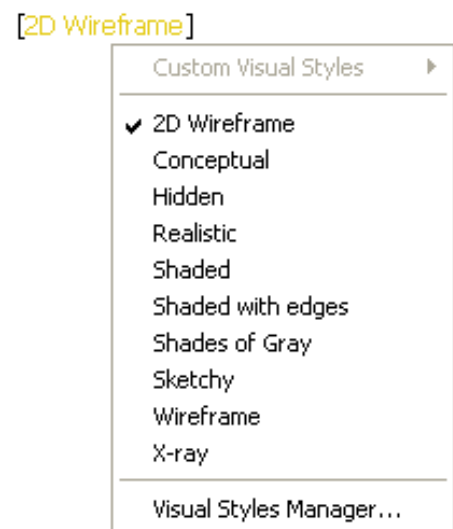
Управление на стиловете за визуализация

• **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главна) → **View** (Вид) → **Visual styles** (Стил за визуализация) **фиг.1.4**

В AutoCAD 2014 съществува още един способ за достъп до инструментите за визуализация на стиловете **фиг.1.5**



фиг. 1.4
Стилове за визуализация



фиг. 1.5
Стилове за визуализация
в AutoCAD 2014

Стиловете за визуализация служат за контрол на построението. Можете да използвате предпочитан или даже да създадете свой собствен. Две препоръки относно използването на стиловете за визуализация.

1. Старайте се да не използвате стил за визуализация **Realistic**. Той може да се активира само тогава когато на създадените обекти се присвои материал.
2. Изпълнението на геометрични построения е възможно само в стил за визуализация **2D Wireframe** (2D-каркас) и **Hidden** (Скрит).

Упражнение:

Създайте няколко затворени полилинии и ги поставете на различни височини. Превключете визуалните стилове и погледнете вашите обекти от различни гледни точки

Възстановете началната изометрия и стил на визуализация **2D Wireframe** (2D-каркас).

Продължете изучаване на командата **Extrude** (Изтегляне). Какви обекти могат да се използват за тази команда и какво се получава в резултат?

При екструдиране на кръгове, елипси, затворени полилинии, се образуват **3D** тела.

При екструдиране на дъги, сплайни, полилинии и непресичащи се сегменти се образуват повърхности

Ако се опитате да екструдирате самопресичаща се крива на вас няма да ви се удаде възможност да **я изолирате чрез pb**.

Екструдирането е възможно само по ос **Z**

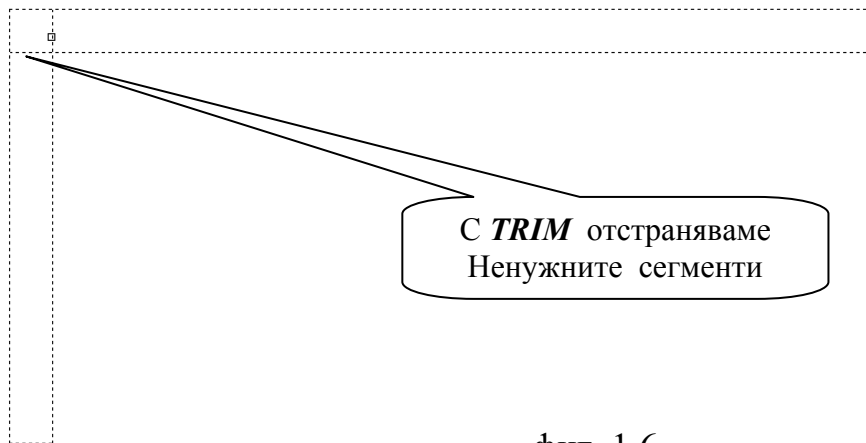
Задача за самостоятелна работа:

- Установете координатната система на поглед **Top** – отгоре т.е. равнината XY да е към вас. Стил за визуализация **2D Wireframe** (2D-каркас)
- Създайте слой **Table 1** и го активирате. Трябва да е включен.
- Постройте всички профили по общоприетия начин за построяване и по размерите дадени по долу. Всички размери да съответстват на БДС.
- Създайте ъглов профил за изтегляне – **Extrude**

За примера постройте ъглов профил с размери **20mm x 40mm x 2mm**.

1. Създаваме слой **Angle** и го правим текущ.
2. Създаваме обект от две линии излизащи от една точка с дължина на **20mm**
3. под прав ъгъл и излизащи от една точка.

4. С помощта на командата **OFFSET** (Отстояние) построяваме паралелни линии на отстояние **2mm** от първоначалните.
5. Свързваме крайните точки на паралелните линии и отрязваме излишното с командата **TRIM** за да се получи затворен профил както е показано на фигурата по долу.



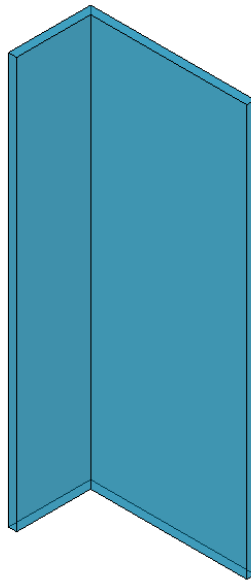
фиг. 1.6

Command: `_trim`
 Select object to trim or shift-select to extend or
 [Fence/Crossing/Project/Edge/eRase/Undo]: F

6. От полученият контур създаваме полилиния по известен на нас способ.
7. Установяваме **SE Isomenric** (Югоизточна изометрия)
8. Изтегляме получената област на разстояние- например **100mm**.

- Command:
- Command: `_pedit`
- Select polyline or [Multiple]:
- Object selected is not a polyline
- Do you want to turn it into one? <Y>
- Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Reverse/Undo]: j
- Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Reverse/Undo]: c
- Enter an option [Open/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Reverse/Undo]:
- Command: `_extrude`
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <23.4554>: 100

9. Сменяме стилът на визуализация.
10. Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.7.



фиг. 1.7

Екструдирание по предварително създаден път.

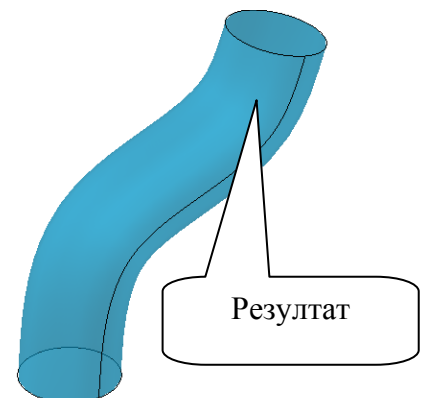
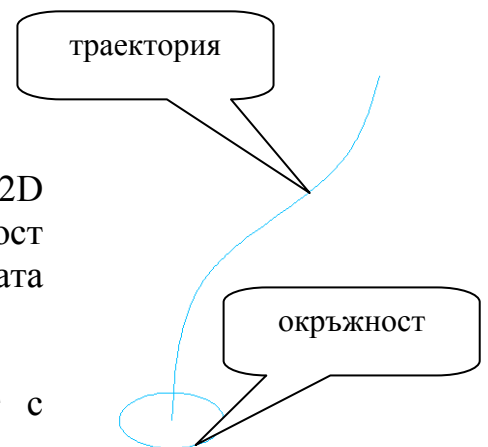
Създаваме нов файл.

Установяваме **SE Isometric** и стил за визуализиране **2D Wireframe**. Установяваме **WCS** – Работна плоскост хоризонтална, ос **Z** перпендикулярна на работната плоскост

1. Начертаваме в основната равнина XY кръг с диаметър 40mm
2. Завъртаме WCS така че равнината XY да стане перпендикулярна на начертания кръг и чертаем произволна крива по познат на нас вече начин с начало центъра на окръжността

Резултатът трябва да е като на фиг.1.8

- Command: `_extrude`
- Current wire frame density: `ISOLINES=4`, Closed profiles creation mode = `Solid`
- Select objects to extrude or [M`ode`]: `_MO` Closed profiles creation mode [`Solid`/`SURface`] <`Solid`>:
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <-9.1901>: `p`
- Select extrusion path or [Taper angle]:(посочваме траекторията)



фиг. 1.8

Екструдирание по предварително създаден път и ъгъл на скосяване.

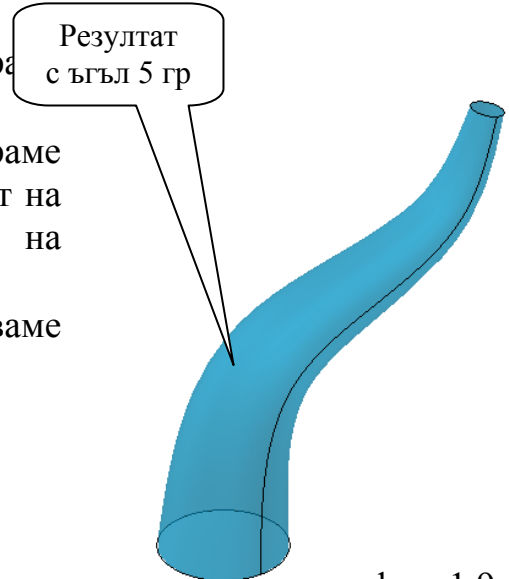
1. Копираме от предното упражнение окръжността и кривата на изтегляне
2. Команда **Extrude**
3. **Select objects to extrude** – избираме окръжността ↵
4. RCM(десен клавиш на мишката)- избираме Taper angle и вкарваме *не голяма* стойност на скосяване за да няма самопресичане на образуващата например 5 градуса ↵
5. На въпроса **Select extrusion path** посочваме направляващата ↵
6. Резултатът трябва да е като на фиг.1.9

- Command: _extrude
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select objects to extrude or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>:
- Select objects to extrude or [MOde]: 1 found
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <-9.7056>: T
- Specify angle of taper for extrusion or [Expression] <5>:
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <-9.7056>: p
- Select extrusion path or [Taper angle]:

В описания по горе алгоритъм са използвани не съвсем технически термини. В текста са показани с курсив. Какво се има предвид под *повърхностна траектория*? Траекторията за екстрадиране трябва да бъде в една равнина и такава форма, че при движение на контура по траекторията да не се получи само пресичане. В противен случай системата извежда съобщение - **Unable to extrude the selected object**. Така се получава и с ъгъла на скосяване. Когато ъгълът е голям се получава самопресичане на изтеглящият се контур преди да е преминал по цялата траектория за изтегляне.

В качество на траектории за екструдирание могат да се използват:

- Отрязъци
- Окръжности и дъги
- Елипси и елиптични дъги
- Полилинии без самопресичане
- Сплайни
- Спирали



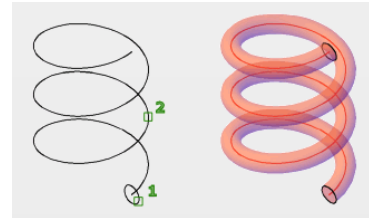
фиг. 1.9



- Тримерни полилинии
- Ръбовати тримерни тела и повърхности

1.2 Създаване на 3D тела по метода на изтегляне по направляваща – Sweep

SWEEP
(Command)



Командата ***Sweep*** създава 3D тела посредством изтегляне на затворени плоски обекти по протежение на траектория. Обекти които могат да се използват за изтегляне по траектория са:

- Кръгове;
- Елипси;
- Затворени несамопресичащи се полилинии;
- Области;
- Ръбове на 3D тела

За траектория на командата Loft могат да служат:

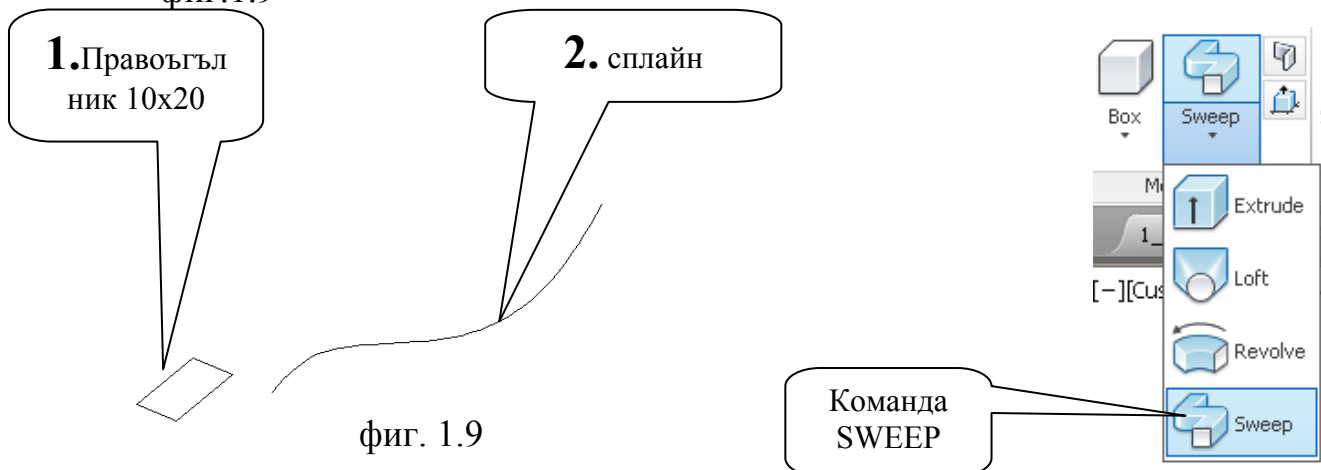
- Сегменти;
- Окръжности и дъги;
- Елипси и елиптични дъги;
- Полилинии без самопресичане
- Сплайни;
- Спирали;
- Тримерни полилинии – като ръбове на тримерни тела и повърхности.

Командата ***Sweep*** ще изучим чрез практически примери.

Създайте нов файл.

- Установете координатна система ***SE Isometric***.
- Изберете стил на визуализация ***2D Wireframe - WCS***
- Начертайте правоъгълник със страни 10x20 mm. и плоска сплайн линия.
- Правоъгълникът е обектът който ще изтегляме, а сплайн линията – предполагаемата траектория. Защо предполагаема ?
- В случай че при изпълнение а командата ***Sweep*** т.е. при изтегляне на правоъгълника по траекторията се получи самопресичане то същата

може да бъде коригирана. трябва да се получи нещо както е показано на фиг.1.9



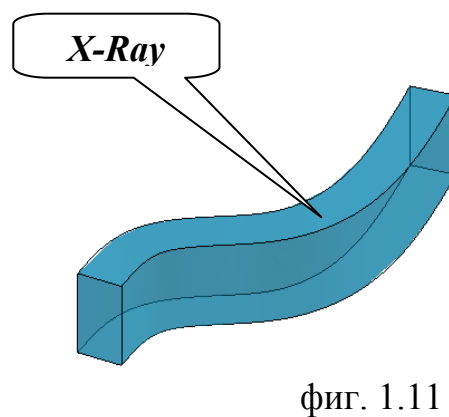
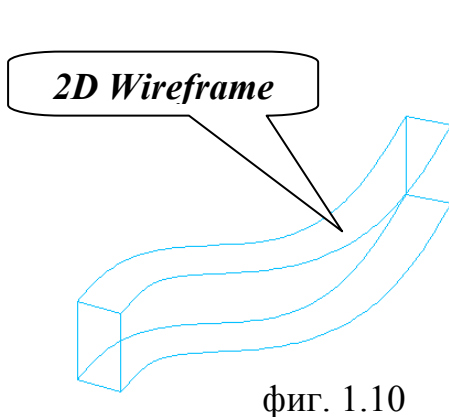
От меню Home избираме командата SWEEP,

1. С курсора на мишката първо посочваме обекта за изтегляне т.е. правоъгълникът. Натискаме Enter.

2. След това посочваме траекторията по която ще изтегляме т.е. сплайн линията.

Командата се изпълнява автоматично. Ако правилно е изпълнена командата резултатът трябва да е като на фиг.1.10.

Сменяме стила на визуализация *на X-Ray* и резултатът трябва да е като на фиг.1.11



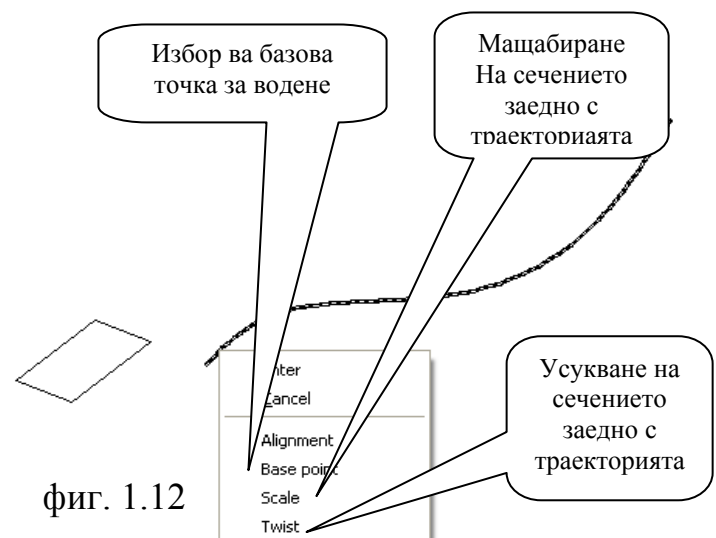
- Command: `_sweep`
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select objects to sweep or [MOde]: `_MO` Closed profiles creation mode [SOlid/SURface]
- Select objects to sweep or [MOde]: 1 found
- Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:

Важното в работата с командата SWEEP е че не е необходимо да се разполагат контурът на обекта за изтегляне и контурът на траекторията във , различни равнини както е при командата EXTRUDE. Командата SWEEP сама разполага напречното сечение по нормалата на траекторията за изтегляне във

всяка точка. По подразбиране обектът за изтегляне се води по центъра на тежестта на контурът му. В случая нашият правоъгълник се води по геометричният му център т.е. пресечницата на диагоналите му.

Опции на командата SWEEP

Опциите на командата SWEEP са показани на фиг. 1.12. Непосредствено след избиране на командата SWEEP и избора на сечението е достъпен и режимът **MODE** - както е показано по долу изображение то в командния ред. По подразбиране е заложено **Closed profiles creation mode**. По подразбиране се създава 3D тяло.

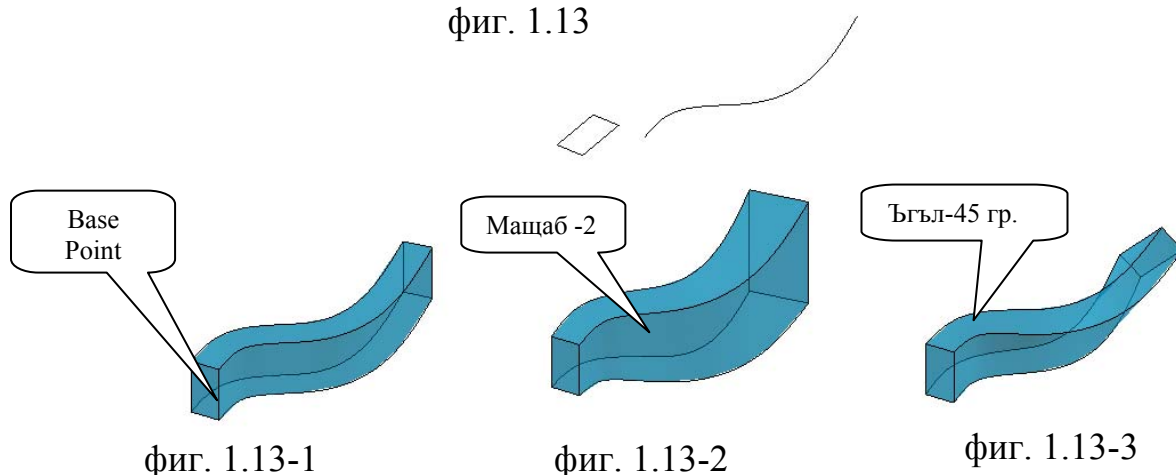


Select objects to sweep or [Mode]:

SWEEP Select sweep path or [Alignment Base point Scale Twist]:

- **Alignment (Подравняване)** – Определя изравняването по нормала на сечението към траекторията
- **Base Point (базова точка)** – С тази опция самият потребител определя точката по която се придвижва сечението по траекторията фиг. 1.13-1
- **Scale (Масщаб)** – Задава се стойността на коефициента на мащабиране с който напречното сечение постоянно променя геометрията си по време на движение по траекторията фиг. 1.13-2
- **Twist (усукване)** – задава се ъгълът на завъртане на напречното сечение по време на движение по траекторията фиг. 1.13-3

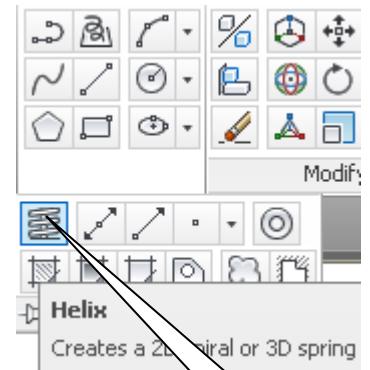
фиг. 1.13



Създаване на пружини – изтегляне на контур по спираловиден *Helix* път.

С помощта на инструмента **Helix** (спирала) разположен в панела **Draw** фиг.1.14 създаваме спирала със следната характеристика

- Диаметър на долното сечение 20mm
- Диаметър на горното сечение – 20 mm
- Брой на витките – 5
- Височина – 100 mm



фиг. 1.14

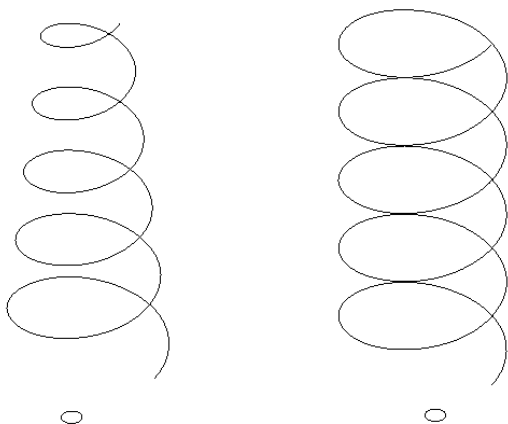
Helix

Командата *Helix* ви позволява да се създаде спирала по различен набор от входни данни. Могат да се зададат различен набор от радиуси на горната и долна основи- коничен път. Могат да се зададат броя на навивките и височината, или обратното височината и броя на навивките.

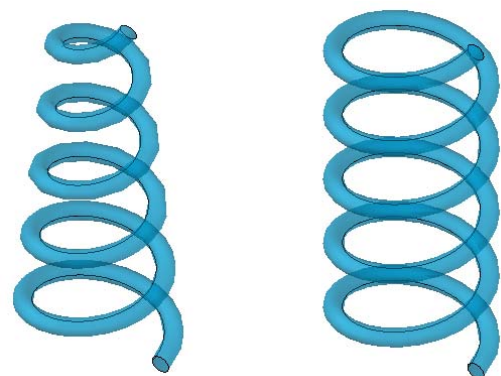
След това начертаваме кръг с диаметър \varnothing 5mm който ще използваме за изтегля фиг.1.15-а.

Изпълняваме командата *Helix* сменяме стила на визуализация на *X-Ray* и резултатът трябва да е като на фиг.1.15б

- Command: `_sweep`
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select objects to sweep or [MObj]: `_MO` Closed profiles creation mode [Solid/Surface] <Solid>: `_SO`
- Select objects to sweep or [MObj]: 1 found
- Select objects to sweep or [MObj]:
- Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:



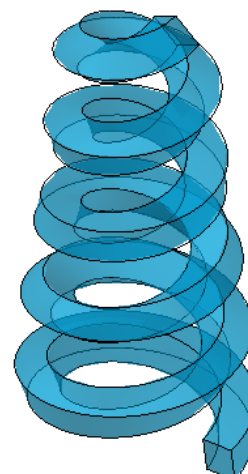
фиг. 1.15-а



фиг. 1.15-б

Задача: За да се оттренира създаването на пружини се опитайте да създадете пружина като показаната на фиг.1.16

Забележка: Когато се създава пружина с голямо количество навивки и сложен профил времето за изпълнение на командата **Sweep** може да се увеличи. По това време не правете нищо, не пипайте клавиатурата, оставете системата да „мисли”. По добре си задайте въпроса дали наистина ви е нужна толкова сложна конструкция и дали в действителност е възможно нейното изработване ?



фиг. 1.16

1.3 Създаване на 3D тела по метода на въртене – Revolve

SWEEP
(Command)

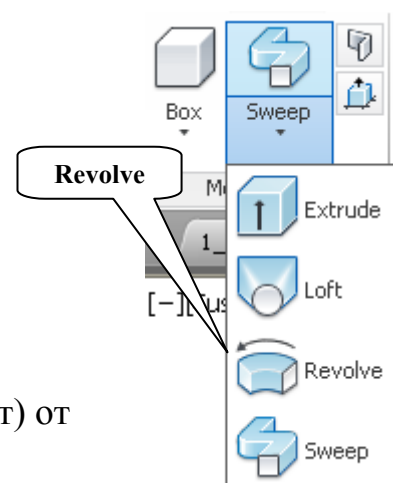
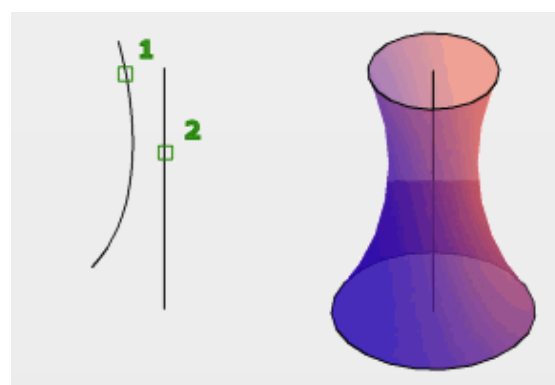


Командата **Revolve** създава 3D-Solid тела посредством затворен контур който се завъртва около ос. Ако завъртим незатворен контур ще получим повърхнина – **surface**.

Обекти които могат да се използват за изтегляне по траектория са:

- Кръгове;
- Елипси;
- Затворени несамопресичащи се полилинии;
- Области;
- Лица на 3D тела

За ос на въртене може да служи само отрязък (част) от права



фиг. 1.17

Тази част от ос или ос може да бъде както физически съществуваема така и вообразяема. С два клика на мишката автоматически създаваме две точки и с това определяме и права т.е. ос на въртете.

Командада **Revolve** се намира в основно меню **Home** фиг.1.17.

Непосредствено след задаване на командата **Revolve** и веднага след избиране на обекта на ротация е досъпен и режимът **Mode**

```
Select objects to revolve or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [Solid/SURface] <Solid>: _SO
```

```
REVOLVE Select objects to revolve or [MOde]:
```

Изборът на тази опция води до появата на съобщение - **Closed profiles creation mode**- т.е. режим за създаване на затворени профили.Имаме възможност да създадем или **Solid** или **Surface**.По подразбиране е зададено **Solid**.

След натискане на **Enter** излиза подкана която ни дава възможност да изберем ос на въртене.(както е показано по долу)

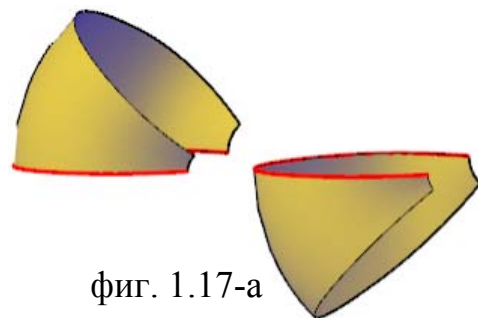
```
REVOLVE Specify axis start point or define axis by [Object X Y Z]
```

- **Object** – В ролята на обекта може да бъде праволинеен отрязък от 3D тяло,правоъгълен сегмент полилиния.
- **X, Y, Z** – избор на една от главните оси на **UCS** – потребителската координатна система както и да изберем наша потребителска ос като кликнем на две произволни точки с мишката и дефинираме ос.

След дефиниране на оста излиза следното съобщение

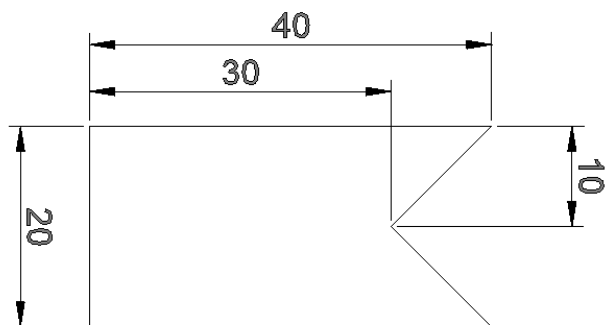
```
REVOLVE Specify angle of revolution or [Start angle Reverse EXpression] <360>:
```

- **Start Angle** – начален ъгъл- задаваме произволен по наше усмотрение т.е. задаваме началният ъгъл от който ще почне изпълнението на командата.
- **Reverse** – обръщане- Изменя направлението на въртене около оста по подразбиране е въведена посока по правилото на дясната ръка или обратно на часовниковата стрелка.фиг 1.17-а
- **Expression** – Рпри избор н атази функция имаме възможност за въвеждане на формула по която да се определи ъгъла на завъртане.

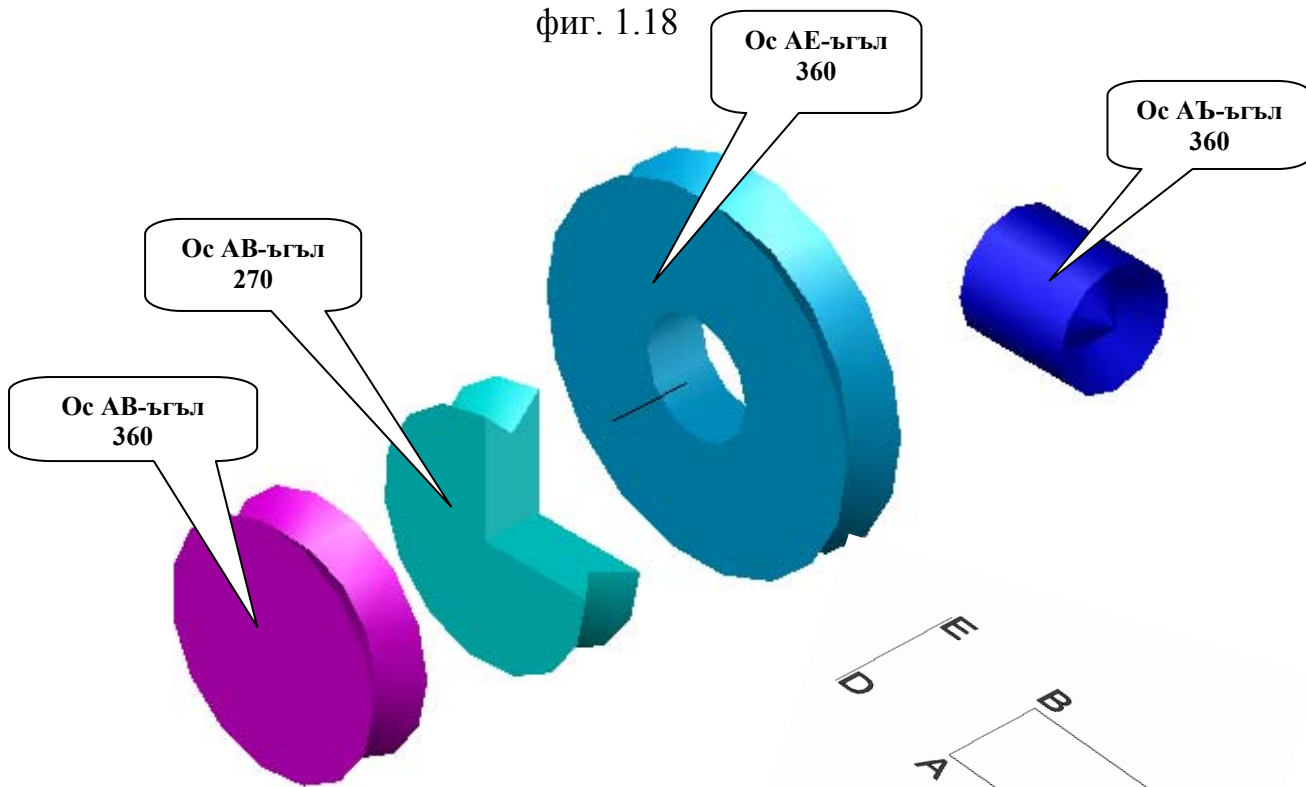


За да се изучи работата на командата **Revolve** практически изпълняваме следния пример.

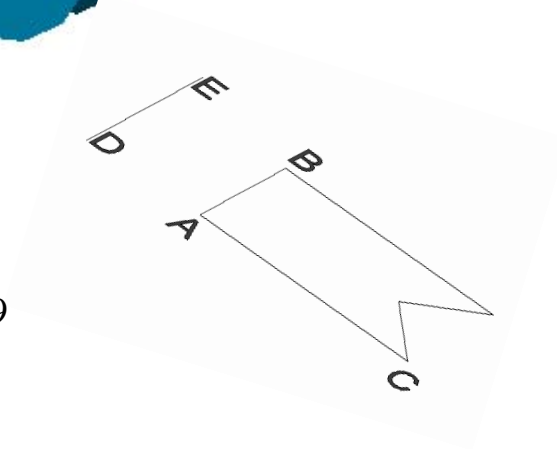
- Установете координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**
- Начертаваме следният контур.фиг 1.18



фиг. 1.18



фиг. 1.19



1.4 Създаване на 3D тела по метода на лофтинга- Loft

LOFT (Command)

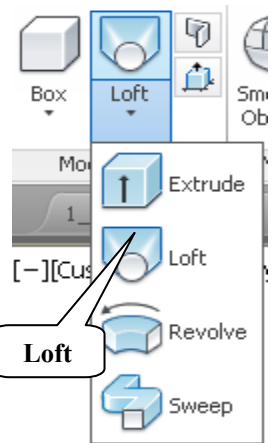


Методът на създаване на **3D Solid** чрез използване на командата **Loft** е един от най-сложните методи за създаване на сложни **3D** тела. Командада **Loft** се намира в основно меню **Home** фиг.1.19

Например построяването на крило на самолет е само по себе си доста сложна задача.Още повече ,че крилата имат стреловидна форма което от своя страна говори че профилите менят своите размери по протежение на размаха на крилото.

За да се поддържат различните аеродинамични характеристики на профила то в определени места профилът може да бъде завъртян на необходимия ъгъл.В аеродинамиката това е познато като геометричен обрат.Ако се мени и формата на самият профил тогава говорим и за аеродинамичен обрат. Но методът на лофтинга не намира единствено приложение в авиацията.

В този раздел ще се изучи по детайлно неговата работа.Както и преди работата по този раздел ще се проведе директно на компютъра.



фиг. 1.19

3D свойства на плоските обекти

Командата **Sweep** ще изучим чрез практически примери

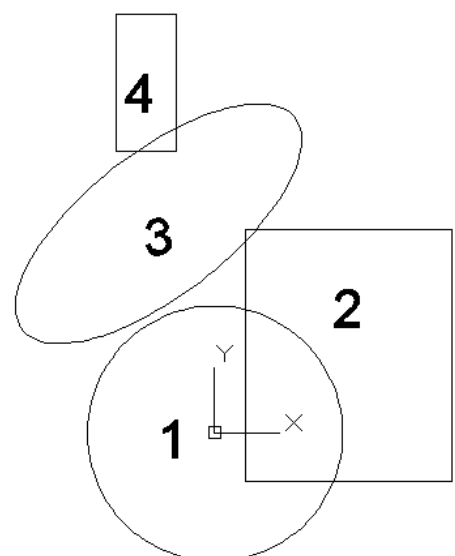
Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top** – **XY** Установете Координатна система **SE Isometric**.

Изберете стил на визуализация **2D Wireframe - WCS**

В произволна точка от пространството начертаваме окръжност с диаметър $\varnothing 20\text{mm}$.

До нея чертаем правоъгълник с произволни размери.След това чертаем елипса и още един правоъгълник. Фиг.1-20

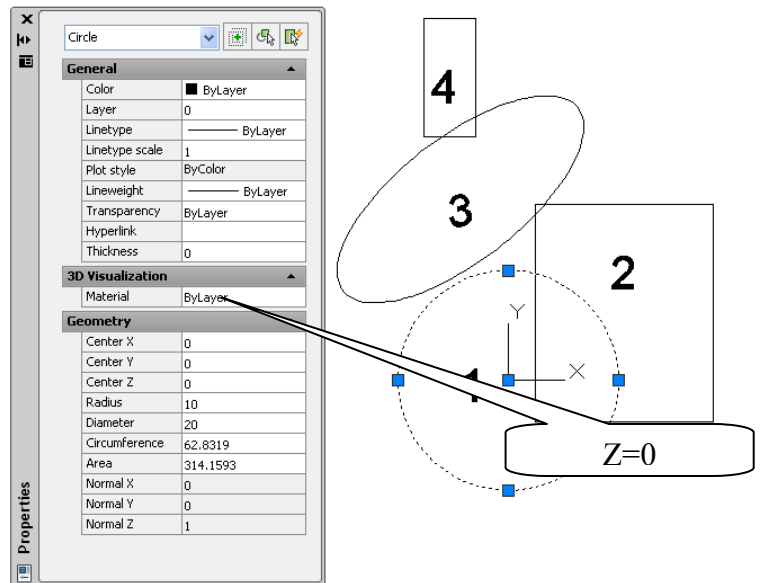
Опитайте се да постигнете подобно взаимно разположение на фигурите



фиг. 1.20

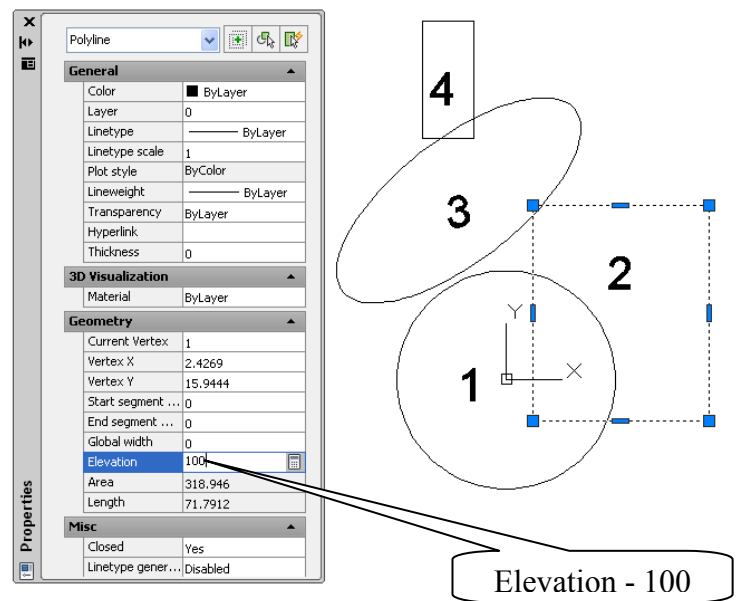
На фиг.1-20 те са пронумеровани за по-голямо улеснение при по-нататъчна работа.

- Всяка фигура сама по себе си представлява затворен контур. посочваме окръжността и с *RCM* избираме *Properties*. На фиг.1.21 е в секцията „геометрия“ е показана необходимата ни информация и задаваме свойство на координата $Z=0$. това означава че всички точки от окръжността се намират в равнина със координата $Z=0$.



фиг. 1.21

- Същата операция повтаряме и с фигура 2 правоъгълника като в секцията *Elevation*(Ниво) задаваме стойност 100 фиг. 1.22.
- Излизаме от свойствата на фигурата и повтаряме същото с фигура 3 – елипсата. Както и първата фигура – окръжността и нейната координата $Z=0$, което ще рече че лежат в една равнина. Затова променяме стойността на координата $Z=200$.



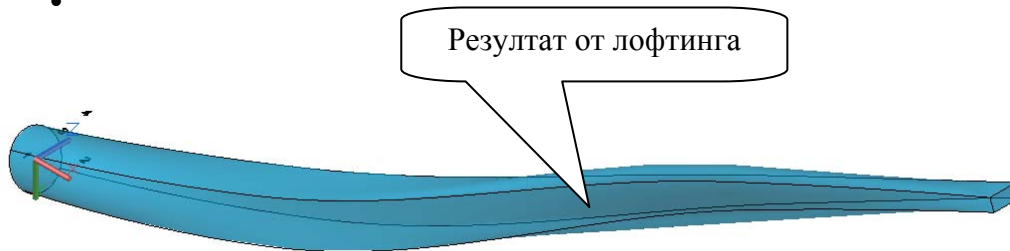
фиг. 1.22

- Повтаряме същите операции и с фигура 4 като там в секцията *Elevation*(Ниво) задаваме стойност 400. Затваряме палитрата *Properties*.
- Установете координатна система *SE Isometric*. Всички направени изменения са достатъчно онагледени вече фиг.1.23
- Изберете стил на визуализация *2D Wireframe – WCS*

Метод на лофтинга

Стартираме командата Loft фиг.1.19.В отговор на първия въпрос на системата изпираме сеченията във възходящ ред а именно посочваме контурите по ред на номерацията 1,2,3, и 4. фиг.1.23

- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:
-



фиг. 1.24

- Command: _loft
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>: _SO
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found, 2 total
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found, 3 total
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found, 4 total
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:
- 4 cross sections selected
- Enter an option [Guides/Path/Cross sections only/Settings] <Cross sections only>:

Забележка: **CTRL+Shift+колелцето на мишката** включва **3D orbit**

Опитайте да го завъртите така в пространството че да изглежда както е показано на фиг.1.24

Ще разгледаме работата на метода на лофтинга по детайлно. За целта създаваме няколко затворени контура на различни нива както е показано на фиг.1.25.направете няколко копия на контурите за да използваме различни методи на Лофтинг.

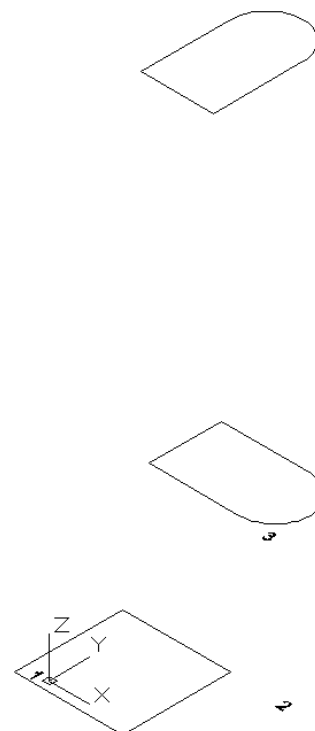
Избираме командата **LOFT**

Посочваме контурите в порядък на намаляване на стойността на координата **Z**. Избираме три сечения от първия набор обекти фиг.1.25.

- Command: `_loft`
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: `_MO` Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>: `_SO`
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found, 2 total
- Select cross sections in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]: 1 found, 3 total
- Select **cross sections** in lofting order or [POint/Join multiple edges/MOde]:
- 3 cross sections selected
- Enter an option [Guides/Path/Cross sections only/Settings] <Cross sections only>:

Ще ви бъде предложен списък с опции:

Enter an option [Guides/Path/Cross sections only/Settings] <Cross sections only>:



фиг. 1.25

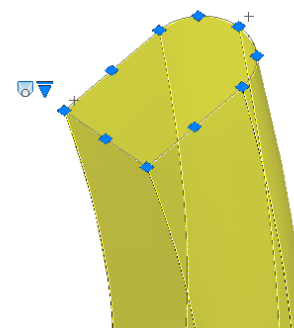
1. **Guides** (направляващи)- При избор на тази опция е необходимо да се дефинира направляваща крива, която да управлява формата на създаване по сеченията. Към направляващите криви съществуват следните изисквания:

- Трябва да преминават през всички напречни сечения;
- Да започва в първото напречно сечение.
- Да завършват в последното напречно сечение.

2. **Path** (Траектория) – Дефинира се единична траектория за изтегляне на сечения или повърхности. Криволинейната траектория трябва да пресича всички напречни сечения.

3. **Cross sections only** (по напречни сечения) – зададена е по подразбиране.

4. **Settings** (Параметри) – Дава възможност за по-детайлни настройки на лофтинга – като (непрекъснатост, отклонения, гранични условия на ъглите). Използва се за създаване на 3D тела с много високи изисквания и точности на построението.

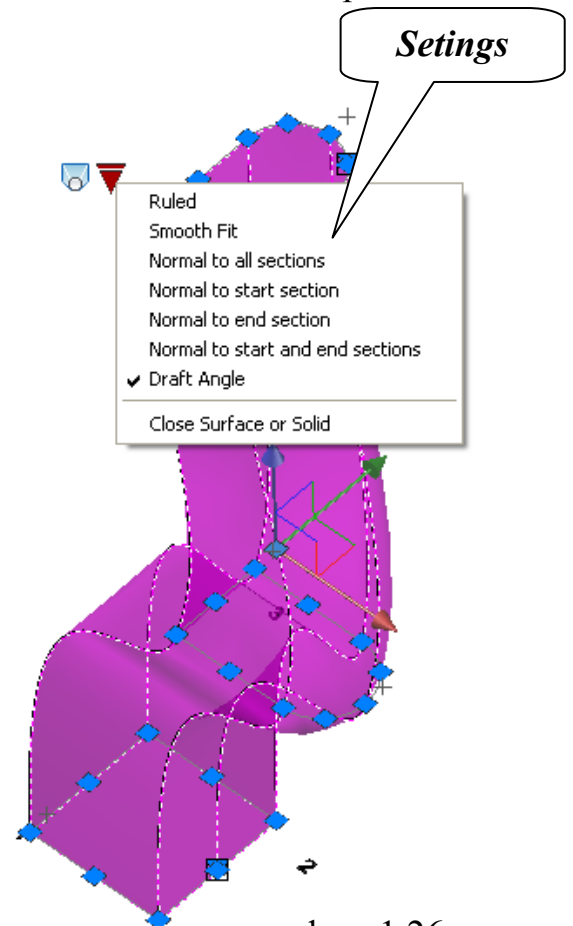


[Guides/Path/Cross sections only/Settings] <Cross sections only>

Сега от направените копия на затворените контури ще направим няколко лофтинга като построим 3D тела чрез използване опцията **Settings** и съответно променим настройките фиг.1.26.Построението на телата винаги завършва с „J“. Командата **Loft** (по сечения) в AutoCAD 2014 дава изключителна възможност – за управление формата на телата след тяхното построение. Действително е достатъчно трудно да се предугади предварително какво би се получило накрая.

В по раните версии беше необходимо да се направят няколко копия на напречните сечения и да се направят няколко експеримента да получаване незадоволителна форма.Ще разгледаме как се управляват законите на Лофтинг след построението на телата.

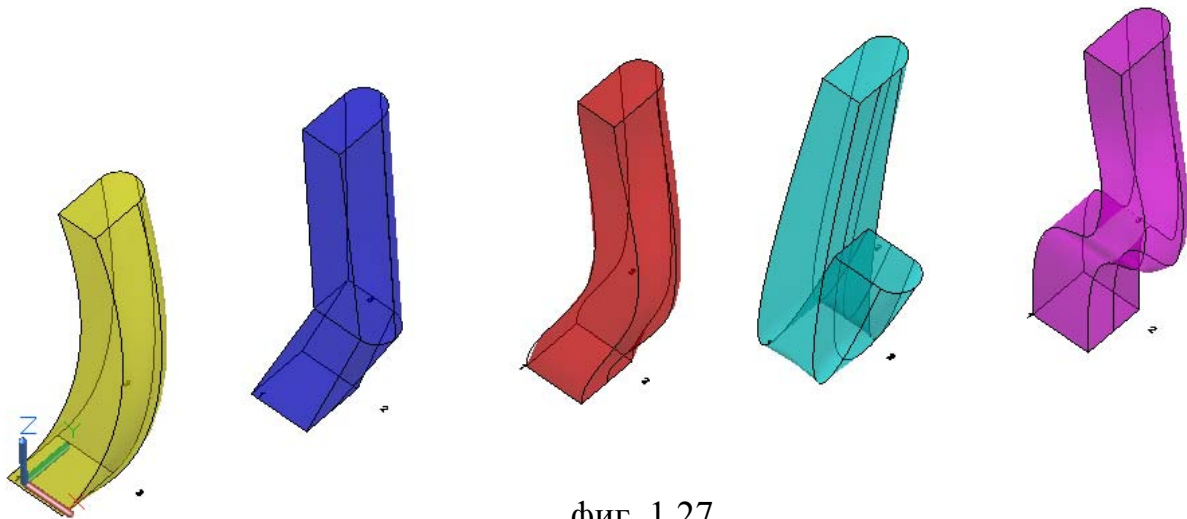
Различаваме методите на построение на тялото чрез двукратно кликване с мишката върху самото тяло и изберем стрелката от ляво на модела фиг.1.26.Появява се прозорец в който са отбелязани всички опции за промяна а тази която сме използвали е с отметка.



фиг. 1.26

- **Ruled** – Свързва плоски напречни сечения.
- **Smooth Fit** – Създава гладка повърхност между сеченията.Законите за донастройка на гладкостта на преходите между сеченията се донастроят от погорепоменатата опция – **Settings**.
- **Normal to all sections** – Съединява всички сечения по нормали;
- **Normal to start section** - По нормала към първото сечение;
- **Normal to end section** – По нормала към крайното сечение;
- **Normal to start and end section** - По нормала към началното и крайното сечения;
- **Draft Angle** – Управление на ъгъла на наклона;
- **Close Surface or Solid** - Затваряна на повърхността или тялото

Резултат от промяната на параметрите в секция **Settings** на лофтинг на едни и същи напречни сечения можете да видите на фиг.1.27. Най често използваните опции са **Ruled** и **Smooth Fit**



фиг. 1.27

Следва да се запомни това, че голямото количество сложни сечения и траектории в лофтинга превръщат тази операция в изчислителен процес който може да отнеме доста време.

Изучаваните способности за създаване на 3D тела позволяват създаването на достатъчно голям брой реални обекти.

Огледайте се наоколо, подръжете в ръце различни предмети и погледнете на тях с нови очи. Гладко, грубо, плътно! Какво е всичко това погледнато от гледна точка на AutoCAD?

Правоъгълник с размери 900x40mm разположен в хоризонтална плоскост и изтеглян на височина 2100 mm. Могат да бъдат и други размери но принципни различия няма.

За създаване на обекти на нас ни е необходимо:

- Да построим в работната плоскост контур на обекта във вид на затворени полилинии и области.
- Да зададем височина на обекта
- Възможност, допълнително да се предадат скосявания, ъгли на усуквания, ос на въртене, допълнителни сечения в равнините, паралелни работни плоскости.

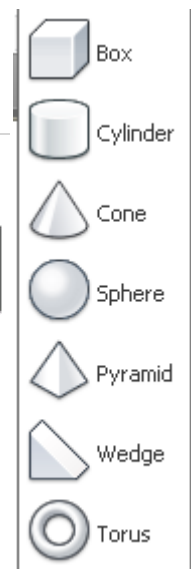
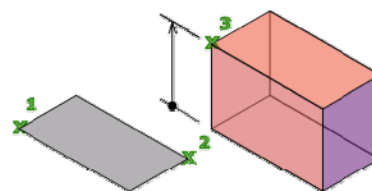
От по горе изложените методи за създаване на 3D тела могат да бъдат създадени само "монообекти" т.е тела създадени само с една команда. За реално конструиране в 3D пространството на нас ни е необходимо да местим вече създадените реални тела относително едно спрямо друго, да правим комбинации между тях, да изменяме геометрията на вече създадените обекти. За тази цел съществува набор от инструменти за редактиране с изучаването на които ще се запознаем в следващата част.

1.5 3D примери

Също като във всяка система за 3D проектиране така и в AutoCAD имаме стандартна библиотека от примитиви които ускоряват работата при създаване на относително прости тела.

• **Ribbon** (Лента) → **Home** (Главна) → фиг.1.28

Box – (паралелепипед)



Базовата фигура винаги се изчертава в основната хоризонтална равнина – XY. височината се задава по ос Z.

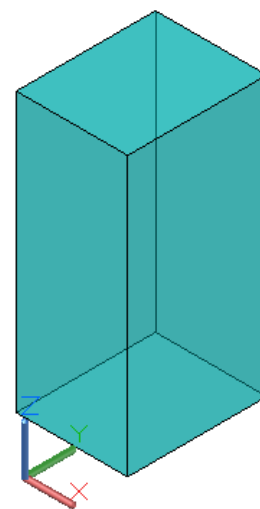
За височина може да се укаже положително или отрицателно значение на стойността. При избор на опцията **Length** построението се извършва със зададената стойност на дължината, ширината и височината. Въвеждането значение за дължина съответства на ос X, за ширина ос- Y и за височина ос- Z.

фиг. 1.28

- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top – XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**

Като пример ще начертаем паралелепипед с размери съответно (дължина-50, ширина -40 и височина-100mm)

- Command: `_box`
- Specify first corner or [Center]:
- Specify other corner or [Cube/Length]: L
- Specify length <100.0000>: 50
- Specify width <50.0000>: 40
- Specify height or [2Point] <100.0000>:



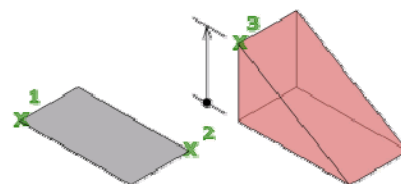
фиг. 1.29

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.29



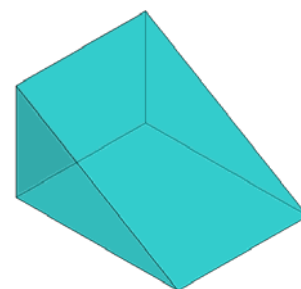
Wedge (Клин)

Базовата фигура винаги се изчертава в основната хоризонтална равнина – XY на текущата UCS(потребителска координатна система), а скосеният ръб се разполага обратно на първоуказания ъгъл на основата.



- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top – XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**

Като пример ще начертаем клин с размери съответно (дължина-50, ширина -40 и височина-30mm)



фиг. 1.30

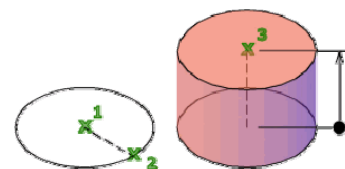
Command: `_wedge`
Specify first corner or [Center]:
Specify other corner or [Cube/Length]: L
Specify length <50.0000>:
Specify width <40.0000>:
Specify height or [2Point] <30.0000>:

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.30

Cylinder (Цилиндър)



Базовата фигура винаги се изчертава в основната хоризонтална равнина – XY(по подразбиране) на текущата потребителска координатна система UCS. Височината се задава по ос Z. Предлага се опция за създаване на цилиндър с кръгова или елиптична основа. При стартиране на командата системата ви дава следните опции:



Command: `_cylinder`
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: *Cancel*

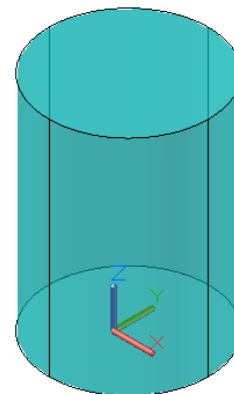
- **3P** (по три точки)- Определя се базовата обиколка на основната окръжности равнината на цилиндъра.
- **2P** (по две точки) – Дефинира се базовият диаметър на цилиндъра.
- **TTR** (по две тангенти и радиус) - Определя основата на цилиндъра, с определен радиус допирателна към двата обекта. Понякога повече от

една база отговаря на определените критерии. Програмата обръща основата на определения радиус, чийто допирателната точка са най-близо до избраните точки.

- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top – XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**

Като пример ще начертаем цилиндър с размери съответно (диаметър-50, и височина-70mm)

Command: `_cylinder`
 Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
 Specify base radius or [Diameter] <25.0000>: `d`
 Specify diameter <50.0000>:
 Specify height or [2Point/Axis endpoint] <70.9508>:

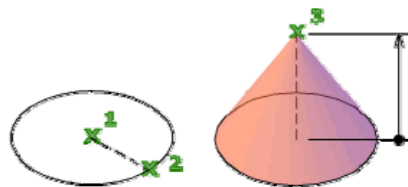


фиг. 1.31

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.31

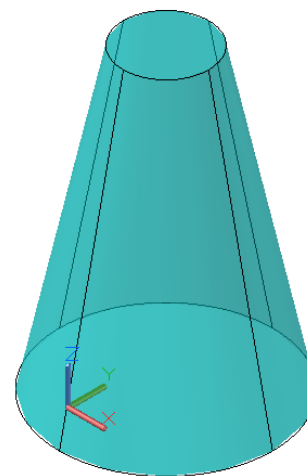
Cone (Конус)

Командата **Cone** ни дава възможност за създаване на заострен или пресечен конус с кръгова или елиптична основа. По подразбиране основата на конуса се разполага в основната работна равнина XY. Височината на конуса е паралелна на оста Z. За построението на пресечен конус служи параметърът **Top Radius** (радиус на горната основа). Методът на построение е аналогичен на построението на цилиндър.



- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top – XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**

Като пример ще начертаем пресечен конус с размери съответно (диаметър голяма основа-50, диаметър малка основа-20 и височина-70mm)



фиг. 1.32

Command: `_cone`
 Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
 Specify base radius or [Diameter] <25.0000>: 25
 Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <70.0000>: t
 Specify top radius <0.0000>: 10
 Specify height or [2Point/Axis endpoint] <70.0000>: 70

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.32

Pyramid (Пирамида)



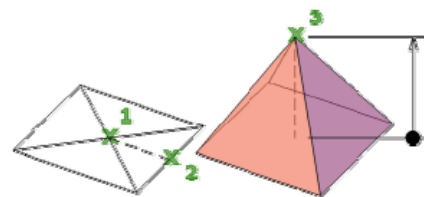
Командата **Pyramid** дава възможност за построяване на пирамида с до 32 лица. За управление на размерите, формата и ъгъла завъртане се използват следните параметри:

- Дефиниране на количеството равнини. За дефинирането им се използва параметърът **Sides**(страни)

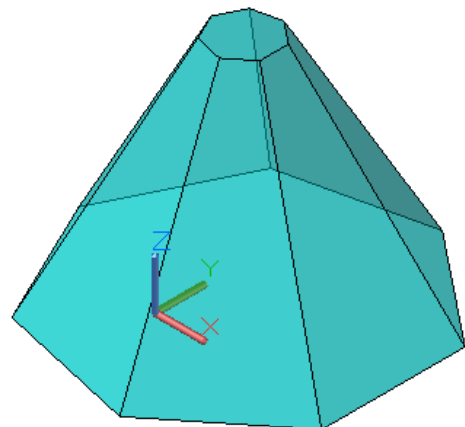
За създаване на апресечена пирамида стесняваща се към плоско лице се използва параметърът **Top radius** (радиус на горната основа). Лицето на горната основа трябва да е паралелно на голямата основа и да има същото количество страни. Методът на построение е аналогичен на построението на конус.

- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top – XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe – WCS**

Като пример ще начертаем пресечена пирамида с размери съответно (брой на страните – 7, диаметър голяма вписана основа-50, диаметър малка вписана основа-20 и височина-70mm). По подразбиране броят на страните е зададен – 4.



на

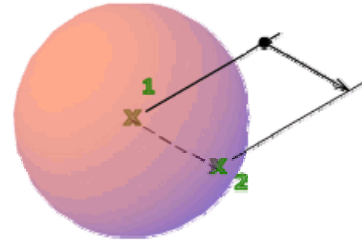


фиг. 1.33

- Command: `_pyramid`
- 4 sides Circumscribed
- Specify center point of base or [Edge/Sides]: s
- Enter number of sides <4>: 7
- Specify center point of base or [Edge/Sides]:
- Specify base radius or [Inscribed] <50.0000>:
- Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <70.0000>: t
- Specify top radius <10.0000>:
- Specify height or [2Point/Axis endpoint] <70.0000>:

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.33

Sphere (Сфера)

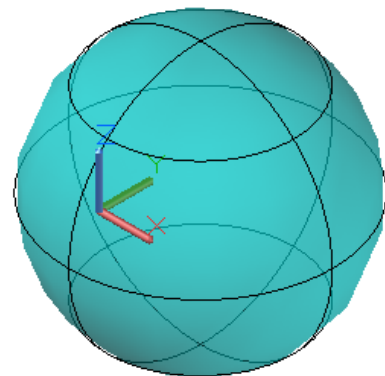


Построението започва от определяне централната точка на сферата.

Когато зададете точката на центъра, сферата трябва да бъде разположен така, че нейната централна ос да е успоредна на оста *Z* на текущата потребителска координатна система (UCS). Географската ширина линии са успоредни на равнината *XY*.

При стартиране на командата **Sphere** системата ни дава следното предложение за построяване

- Specify center point or [3P/2P/Ttr]:
- **3P** (по три точки)- Определя обиколката на областта, като посочите трите точки, където и да е в 3D пространството. Трите определени точки дефинират равнината на обиколката.
- **2P** (по две точки) – Определя обиколката на областта чрез определяне на две точки, където и да е в 3D пространството. Равнината на обиколката се определя от стойността на *Z* на първата точка.
- **TTR** (по две тангенти и радиус) - Определя сфера с определен радиус допирателна към двата обекта. Посочените точки на допиране се проектират върху текущата UCS.
- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top** – **XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe** – **WCS**



фиг. 1.34

Като пример ще начертаем сфера с централна точка и диаметър 30mm.

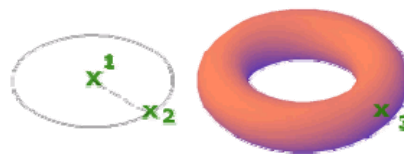
- Command: `_sphere`
- Specify center point or [3P/2P/Ttr]:
- Specify radius or [Diameter] <8.1173>: `d`
- Specify diameter <16.2345>: `30`

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.34

Torus (Торус)



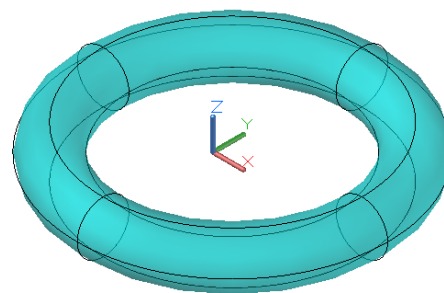
Торусът представлява кръгло колелообразно тяло с напречно сечение – кръг. Построяването на торус се осъществява като се дефинира центъра на тялото и след това се дефинира неговият радиус и диаметър на кръглото сечение което обикаля торуса. Може да се контролира гладкостта на образуващата на 3D тялото чрез промяна на стойността на системната променлива **FACETRES** чиято стойност по подразбиране е 0,5.



- Command: FACETRES
- Enter new value for FACETRES <0.5000>:

- Създайте нов файл. Започваме работа в **2D** равнината - **Top** – **XY**
- Установете Координатна система **SE Isometric**.
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe** – **WCS**

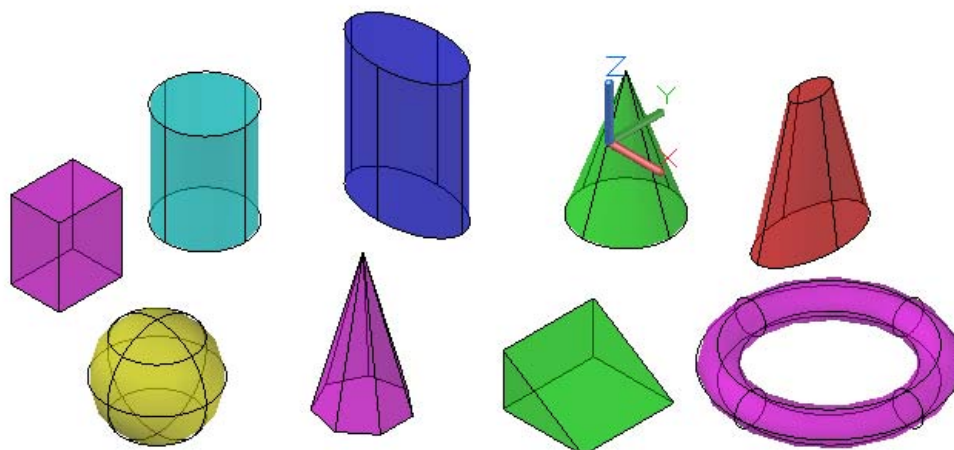
Като пример ще създадем торус с централна точка ,диаметър на образуващата 100mm и диаметър на напречното сечение – 20 mm



фиг. 1.35

- Command: _torus
- Specify center point or [3P/2P/Ttr]:
- Specify radius or [Diameter] <37.6439>: 100
- Specify tube radius or [2Point/Diameter] <12.9522>: 20

Резултатът трябва да изглежда като на фиг.1.35



Общо редактиране на 3D-тела

Команди за редактиране

1. Explode.....	31
2. Separate.....	31
3. Move.....	34
4. 3D Move.....	34
5. Copy.....	34
6. 3D Object Snap.....	34
7. 3D Mirror.....	35
8. 3D Array.....	36
9. Arraypath.....	37
10. 3DAlign	38

Ще започнем с ограниченията.

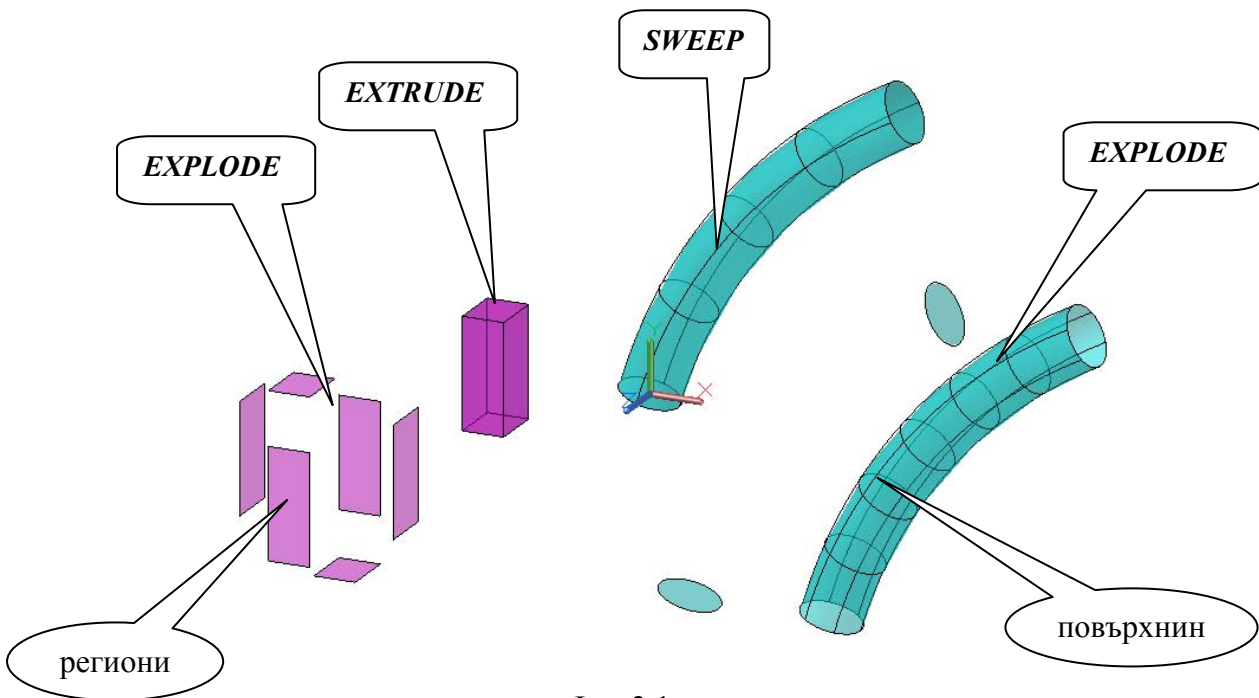
EXPLODE (Command)

Командата **EXPLODE** не се използва за построяване на 3D тела. Всъщност може не само от любопитство за да може да видите какво точно има вътре в даденото тяло как е устроено то ?. За съжаление не може след това да се възстанови първоначалното състояние на обекта.

При изпълнение на командата **EXPLODE** се образуват повърхности и региони (области). Друга област на приложение на тази команда е че се създават прости примитиви в AutoCAD като отрязаци, дъги, сплайни и др. Промените са необратими.

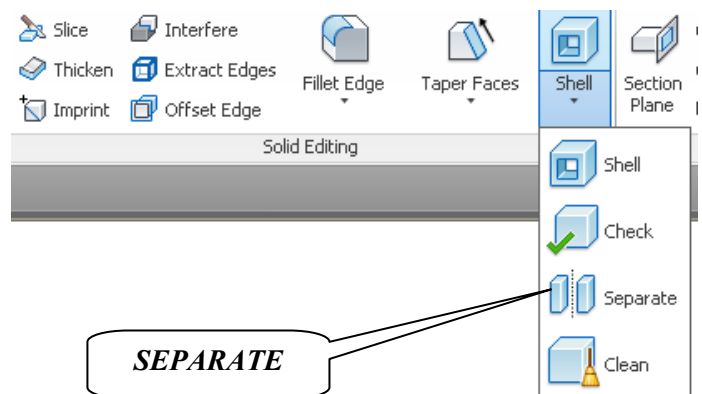
Естествено командата **Redo** не се счита.

Резултат от изпълнение на командата **EXPLODE** (Разчленяване) е показан на фигура 2.1.



Фиг.2.1

Ограничение на тази команда все пак има. При изпълнение на логическите операции върху 3D тела могат да се създадат тела които да имат две несвързани групи тела. За да се редактира всяко 3D тяло поотделно в среда на твърдото телното моделиране ще използваме командата **Separate** (между другото тя не подхожда да се



Фиг.2.2

използва за образи) вместо *Explode* (Разделяне),фиг.2.2

- **Ribbon** → **Home** → **Solid Editing** → **Separate**
- **Ribbon** → **Home** → **Solid** → **Solid Editing** → **Separate**

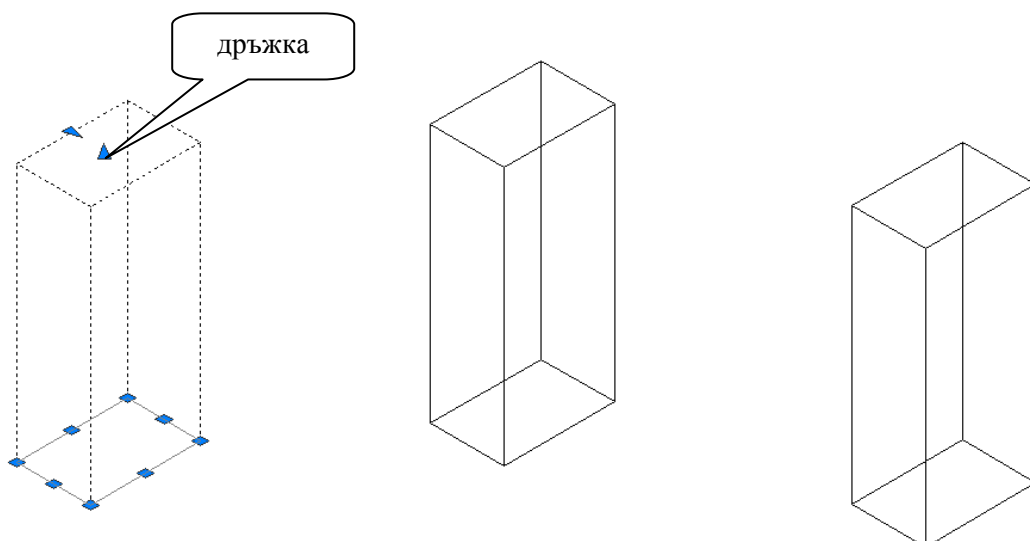
В AutoCAD 2014 ѝществуват асоциативни масиви които не са обект на разглеждане в тази глава.Това е един много удобен инструмент в който ще се убедим по късно но към асоциативни масиви от 3D тела не са приложими булевите операции.Ако към такъв масив се приложи команда *Explode* ,(веднъж) то масивът се разпада до съставляващите го 3D тела а към всяко от тях да се приложат булеви операции.

Редактиране с помощана „ръчки”

Ако сме създали 3D моно тяло по един от по горе описаните методи, то след неговото построяване по него се образуватгъй наречениете „дръжки” т.е. фиксирани точки чрез които ние можем д апроменяме геометрията на тялото. За целта ще направим едно 3D тяло и съответно няколко негови копия.

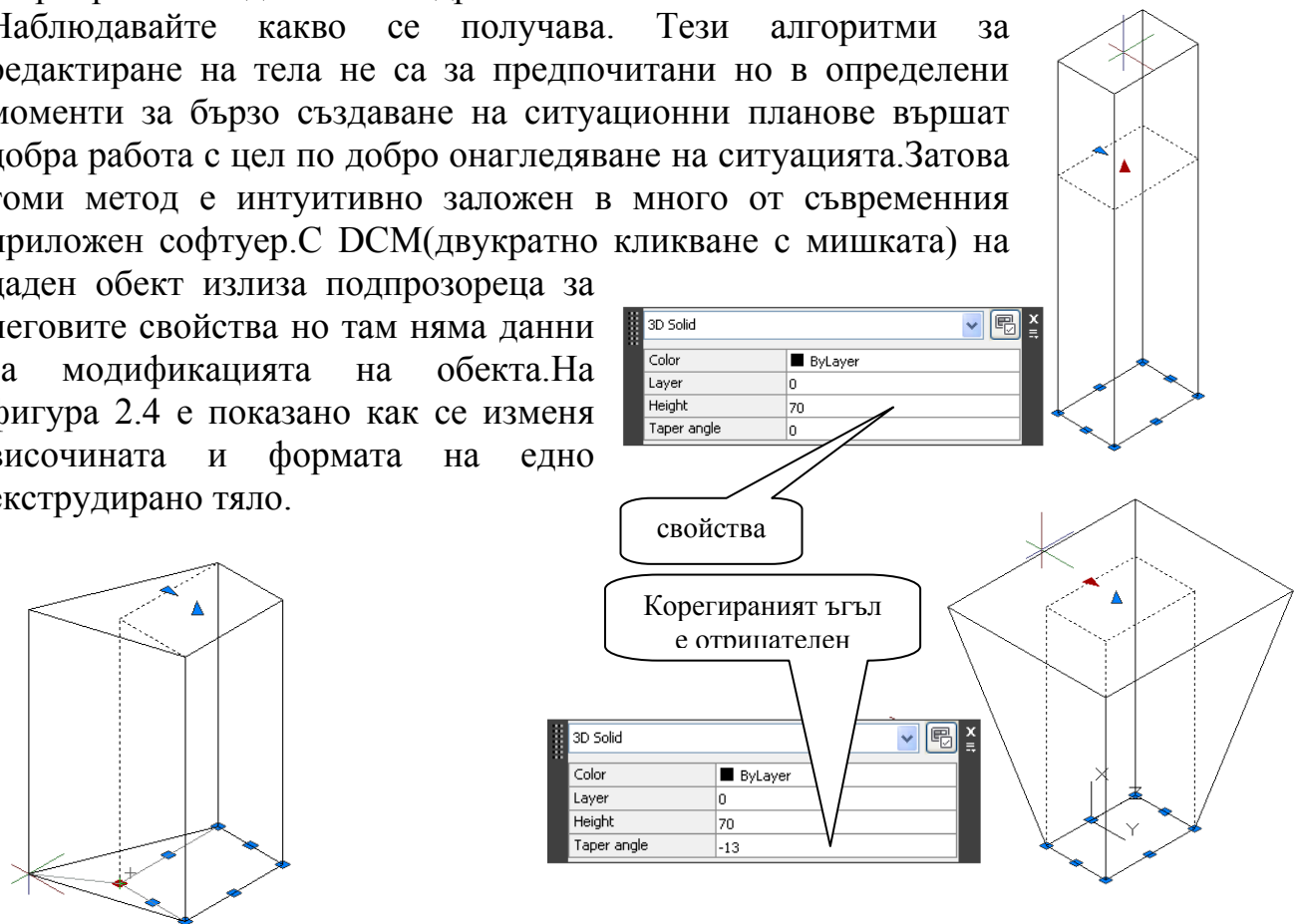
Пример: Построяваме паралелепипед с размери 20x30x70mm. чрез използване на командата *Extrude*

- Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: <Ortho on> 30Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 20
- Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 30
- Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:
- Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: *Cancel*
- Command: _extrude
- Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
- Select objects to extrude or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>: _SO
- Select objects to extrude or [MOde]: 1 found
- Select objects to extrude or [MOde]:
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <161.0414>: 70



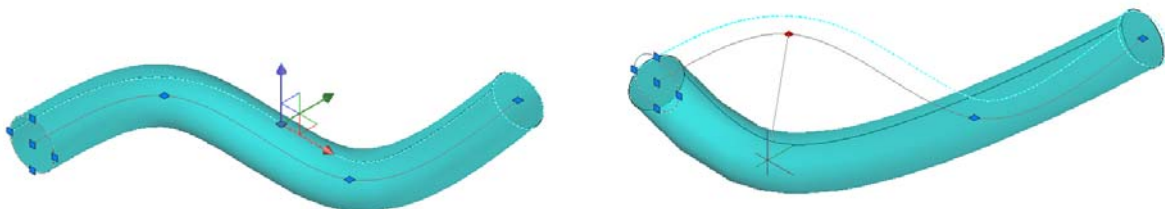
Фиг.2.3

Маркирайте една от дръжките и изтеглете навън. Наблюдавайте какво се получава. Тези алгоритми за редактиране на тела не са за предпочитани но в определени моменти за бързо създаване на ситуационни планове вършат добра работа с цел по добро онагледяване на ситуацията. Затова този метод е интуитивно заложен в много от съвременния приложен софтуер. С DCM (двукратно кликуване с мишката) на даден обект излиза подпрозореца за неговите свойства но там няма данни за модификацията на обекта. На фигура 2.4 е показано как се изменя височината и формата на едно екструдирано тяло.



Фиг.2.4 Резултат от редактирането

Обърнете внимание че при ъглово корегирание на тялото в случая ъгълт е отрицателен. А при положителен ъгъл се получава пирамида. При изтегляна по траектория също можем да променяме и самата траектория както е показано на фиг.2.5



Фиг.2.5 Изменение формата на траекторията

Никой не може да ви задължи да бъдете художник и да променят геометрията на телата „на око”. За всяка промяна и модификация на обектите използвайте специално създадени за целта команди и въвеждайте точната числова стойност на корекцията.

Как да използваме дадената свобода? Например конструкторът на крило на самолет, той никога няма редактира коя да е част от крилото по този метод защото това е плод на задълбочени и сложни инженерни изчисления гарантиращи добрата работа на елемента в дадена ситуация.

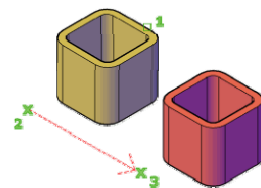
Единственото нещо върху което трябва да се мисли при работа с AutoCAD е подобряване на технологичността на изделието и методите за неговото по лесно изработване.

Общи команди за редактиране

Командите :

Move (преместване)  , **3D Move** 

Copy (копиране).



Те вече са разгледани и по раното запознаване с работата в AutoCAD среда и в 2D чертането. Те работят в 3D пространството също както и при 2D.

Ако в пространството се намира едно създадено 3D тяло то с командите **Move** и **Copy** ние можем да го местим и копираме в работната равнина. При наличие на две 3D тела координатите се задават с помощта на инструментите за 3D привързване на обекти.

Включване на инструментите за 3D привързване **3D Object Snap** става от лентата пот командния ред или с бутона **F4**. Включването на **3D Object Snap** довежда до намаляване производителността на компютъра.

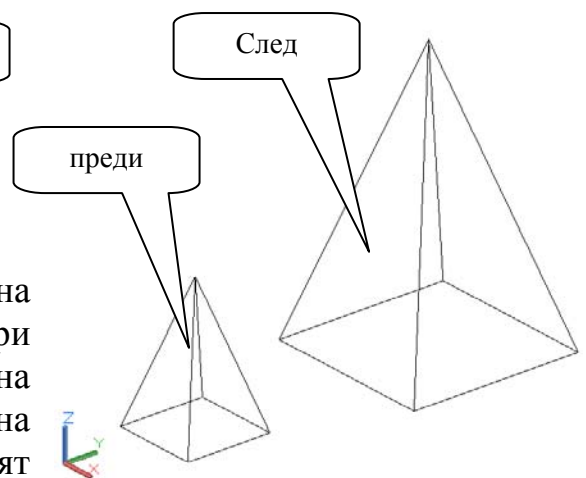


3D Object Snap

Команда **Scale**(мащабиране)-



Команда **Scale** мащабира размерите на нашите създадени 3D тела във всичките три измерения по потребителска зададена стойност на коефициента на мащабиране. Фиг.26. Остава само промененият обект

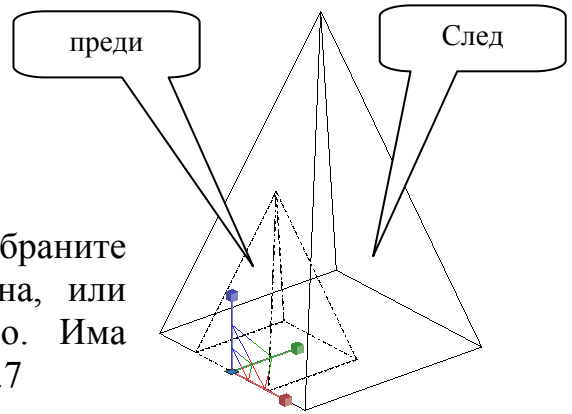


Фиг.2.6

Команда **3D Scale**(3Dмашабиране)-

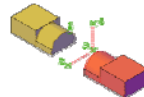


С **3D Scale**, можете да преоразмерите избраните обекти и под обекти по ос, или равнина, или преоразмеряване на обектите равномерно. Има опция и да остави предишното копие- фиг.2.7



Фиг.2.7

Команда **3D Mirror** (3D Огледало)



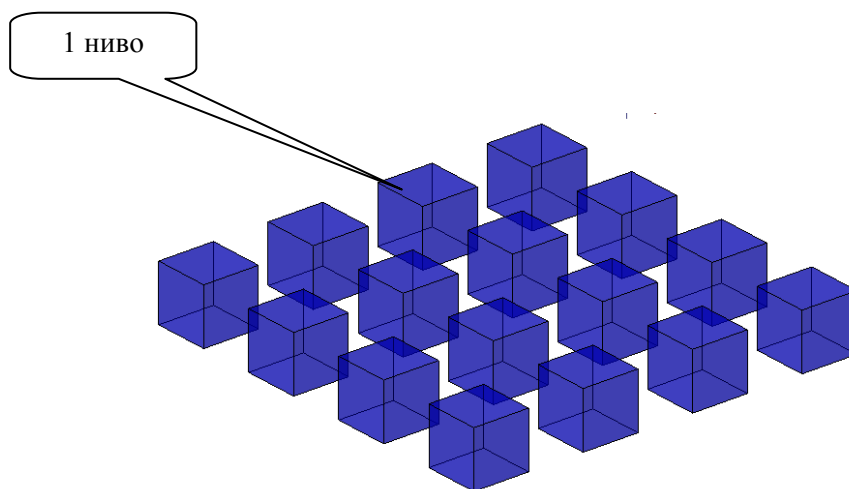
Създава огледален образ на тяло спрямо въображаема равнина определена в най простия случай от три точки.

Команда **3D Array** (3D решетка)-

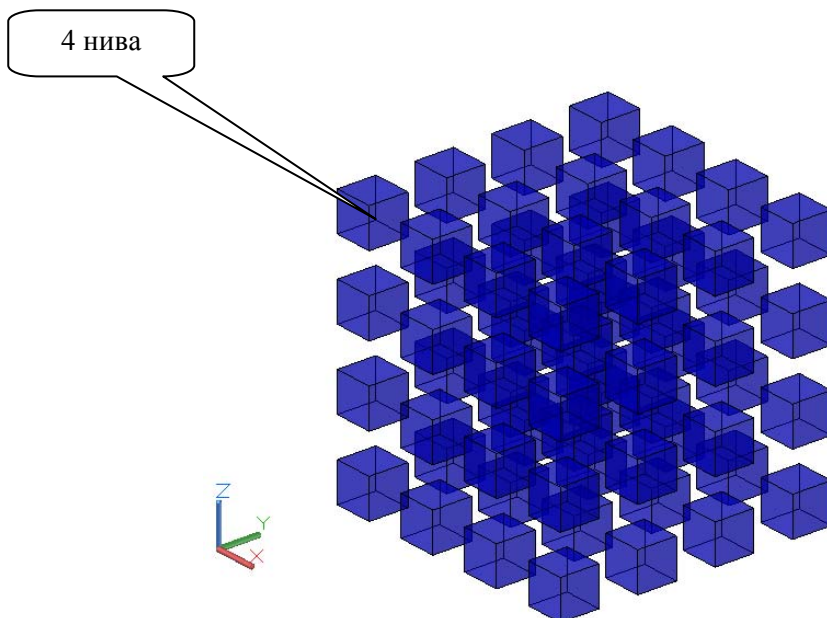


Командата дава възможност за построяване на 3D масиви от тела както в правоъгълна решетка така и в полярна. В правоъгълния масив съществува и опция да се построят редове и колони и нива по ос Z. За полярният 3D масив е необходимо да се дефинира въображаема ос на въртене определена от две точки. За онагледяване на командата ще направим следния пример.

- Построяваме куб със страна 20 mm. Ще го размножим по ос X и ос Y по 4 броя т.е. 16 бр. В една равнина и ще направим и 4 нива по ос Z като отстоянието между всички редове, колони и нива ще е 40mm.



Фиг.2.7

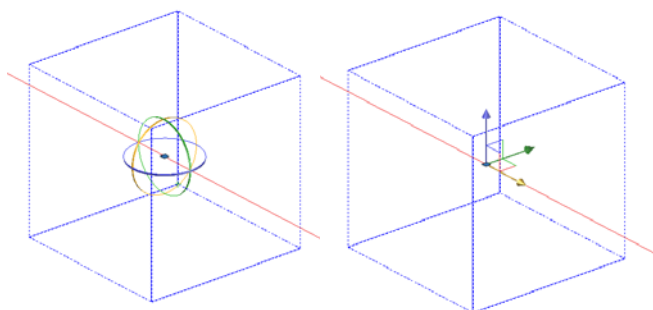


Фиг.2.8

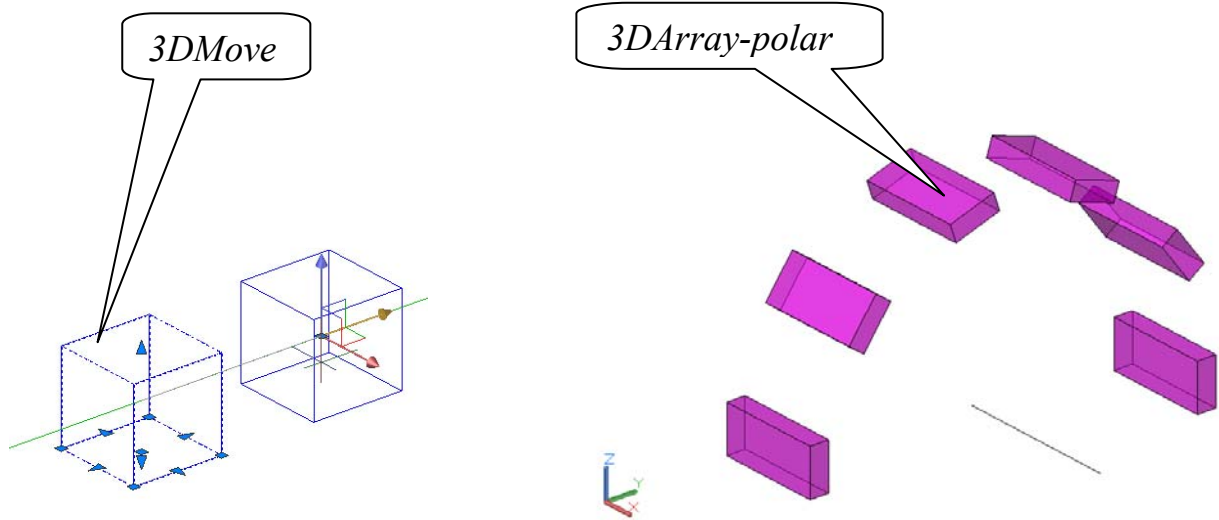
- Command: 3DARRAY
- Select objects: 1 found
- Select objects:
- Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:r
- Enter the number of rows (---) <1>: 4
- Enter the number of columns (|||) <1>: 4
- Enter the number of levels (...) <1>: 4
- Specify the distance between rows (---): 40
- Specify the distance between columns (|||): 40
- Specify the distance between levels (...): 40

При работа с тези команди се появява тъй нареченото Гизмо – елемент на интерфейса на програмата във вид на цветна координатна система. Например при работа с командата **3D Move** или **3D Rotate**.

Command → **-3D Move (3D Rotate)** ↵
 Посочваме желаната ос на преместване или завъртане даваме съответната стойност на преместване или ъгълна завъртане и тялото заема новото си положение – фиг.2.9.



Фиг.2.9

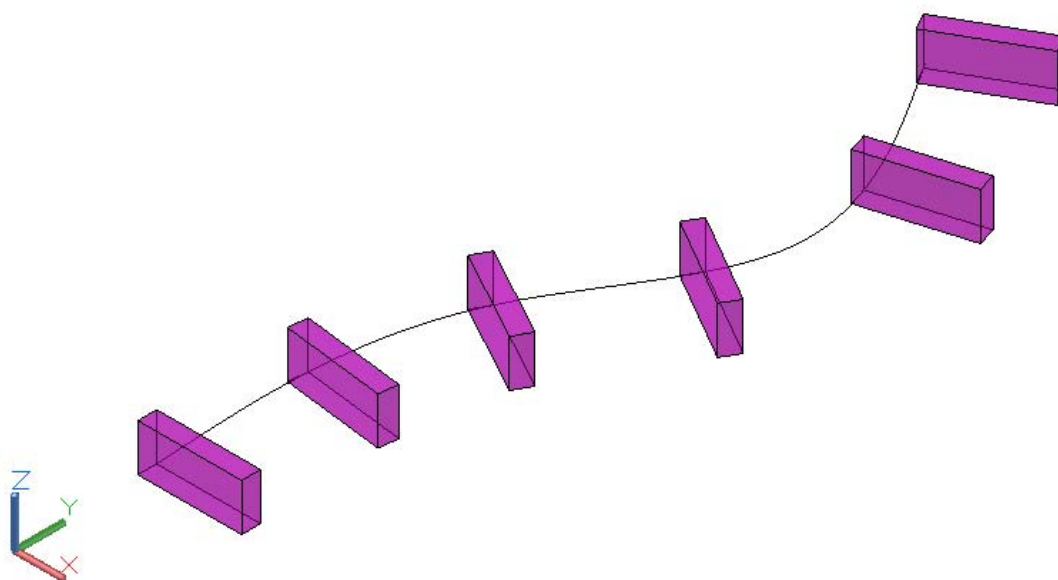


**ARRAYPATH
(Command)**



Тази команда изтегля 3D обекти по предварително зададена траектория с възможности за настройки от менюто показано на фи.2.10

Path	Items:	9	Rows:	1	Levels:	1	Associative	Base Point	Tangent Direction	Measure	Align Items	Z Direction	Close Array
	Between:	60	Between:	15	Between:	37.3133							
Type	Items		Rows		Levels		Properties				Close		
	Total:	480	Total:	15	Total:	37.3133							



Фиг.2.10

Командите

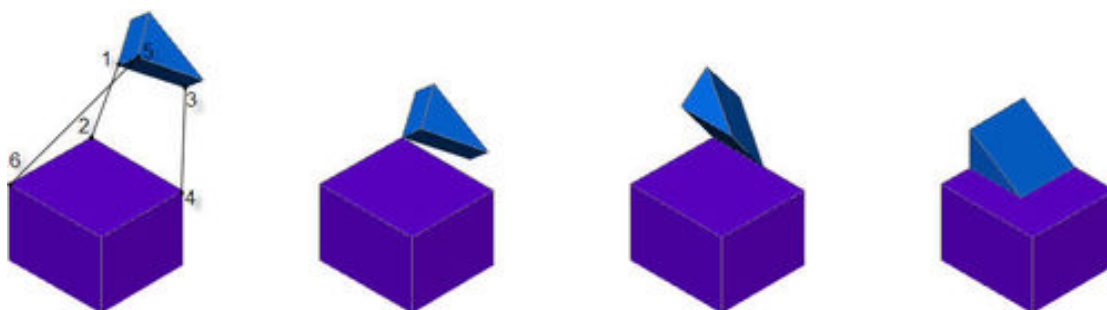
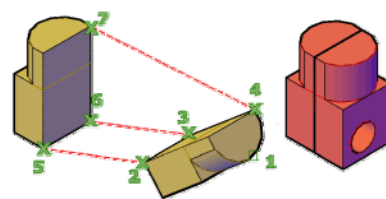
- **3D Align** (3D прилепяне)- 

- **Align** (Прилепяне) 

- **Ribbon** → **Home** → **Modify** → **3DAlign**

- **Ribbon** → **Home** → **Modify** → **Align**

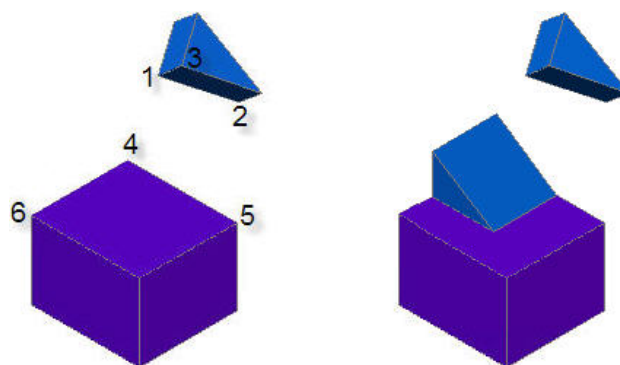
Терминът **Align** означава- строяване или подреждане в права линия. В командите можем да дефинираме една , две или три точки по които да подредим 3D обектите. Както знаем ако дефинираме две точки щ еимаме права и ли ако дефинираме три точки - равнина. За да подравним един 3D обект в пространството към друг ще са необходими три комплекта точки.



Фиг.2.11

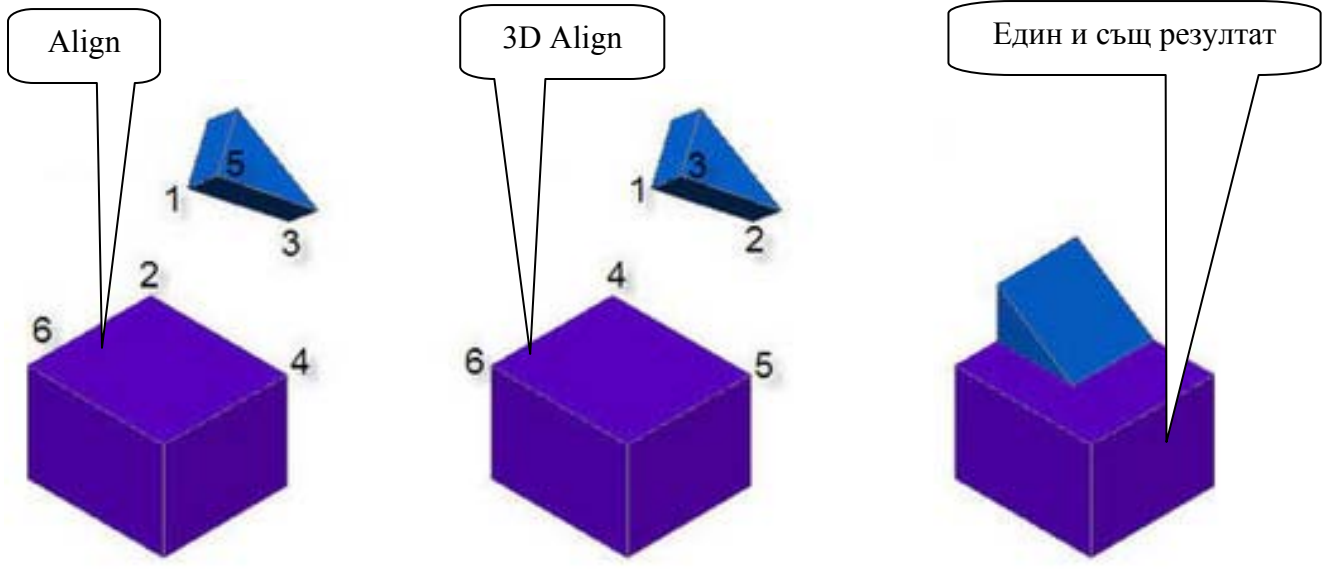
Ще разгледаме случая когато ще подравним един 3D клин към една 3D кутия. На фиг.2.11 се виждаи последователността от избиране на точките. т.е. посочваме последователно коя точка от първото дяло към коя точка от второто тляло да се подравни и при пососване и на третата точка командата се изпълнява автоматично. Вслучая говорим за командата **Align**.

Целна на командата **3DAlign** фиг.2.12 е същата но процедурата на изпълнение е различна. При **Align** можем д авземеем три двойки точки (1 източник/1 дестинация) т.е. източник 1 към дестинация 1; 2към2 и 3към3. При командата **3DAlign** избираме всичките три точки първоначално от едното тяло и след това техните дестинации от другото тяло.



Фиг.2.12

В крайна сметса резултатът е един и същ и това може да се види на фиг.2.13



Фиг.2.13

Способи и примери за създаване на 3D-тела

Команди за редактиране:

1. Subtract.....	44
2. Union	45
3. Intersect	45
4. Редактиране на лица 3.1	47
• Extrude	
• Taper	
• Move	
• Copy	
• Offset	
• Delete	
• Rotate	
• Color	
5. Редактиране на ръбове 3.2.....	50
• Extract	
• Color	
• Copy	
• Inprint	
6. Команда Shell 3.3	51
7. Команда Slice 3.4.....	52
8. Команда Separate 3.5.....	54
9. Команда Polysolid 3.6	56
10. Команда Presspull 3.7	57

Методи и способности – синоними ли са тези думи. Под методи авторът разбира описаните по горе косновни команди като:

- Extrude, Sweep, Revolve, Loft.

За създаването на много сложни тримерни тела е необходимо да се извършат само по себе си различни комбинации между тези команди. Необходимо е тези тела да бъдат правилно ориентирани в пространството едно спрямо друго. По нататък ще влязат в сила и правилата на Булевата алгебра. Всички тези правила се явяват основата за създаване на сложни 3D тела.

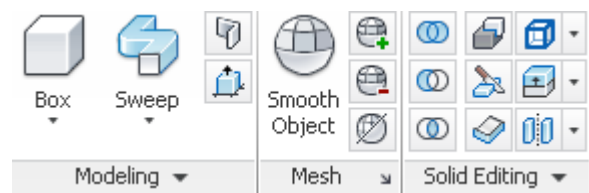
И така след правилното ориентирание на телата в пространството ние преминаваме към изпълнение на логическите операции обединяване, пресичане и изваждане за получаване на ново на вид тяло. След прилагане на най малко една логическа операция на две или повече 3D тела операцията за редактиране с помощана „дръжките“ става невъзможна. И ето сега идват в сила операциите за редактиране на 3D тела – за което ще стане дума в тази глава.

Методи за моделиране – това е най рационалната последователност от действия по отношение на прилагането на набор процедури както известни так а все още неизучени, като се използват спомагателни средства на системата.

Разбира се триковете и прийоми идват с опита както и със силният индивидуален подход на всеки инженер. В настоящата глава авторът си позволява да наблегне само на някои от тях, а в хода на работа всеки може да подходи строго индивидуално и да създаде своя собствена практика.

В AutoCAD 2014 се позволява разграничаване на обектите с помощана бутона Ctrl. което намалява времето за извършване на съответната операция. Използването на динамична координатна система е също част от арсенала от техники за оптимизиране на работата. В подходящи примери и задачи ще се обърне достатъчно време на тези похвати.

Командите за редактиране на 3D обекти са разположени в главният раздел фиг.3.1:

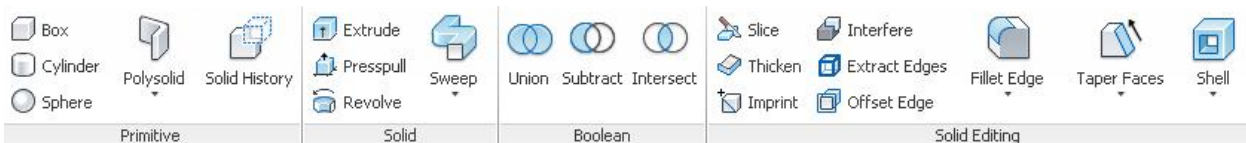


Фиг.3.1

- **Ribbon → Home → Solid Editing**

или

- **Ribbon → Solid** фиг.3.2



Фиг.3.2

Командите за редактиране в лентата *Solid* са разположени в по различна групировка от колкото в лентата *Home*.


Ето защо вместо да се описва стъпка по стъпка всяка операция ще се дава само нейната икона. Изучаването на материала в тази глава ще премине като се построяват действителни тела по приведени примери в текста и се редактират.

Построяване на учебен 3D обект

- Установете координатна система *SE Isometric*.
- Изберете стил на визуализация *2D Wireframe - WCS*
- Построяваме правоъгълник с размери 60x70mm и го изтегляме на височина 170mm.

Във всеки етап от работата можем да ползваме инструменти от панела с инструменти *Measurement Tools*.

Способ 1. Създайте UCS разположена в плоскостта XY фронтална равнина на нашият паралелепипед, както споменах по горе всички основни контури се създават в равнината XY а изтегленето става по ос Z. За проверка на размерите ползваме и инструмента за измерване **DIST**. Само през командния ред. Посочваме последователно точките 1 и 2 фиг 3.3.

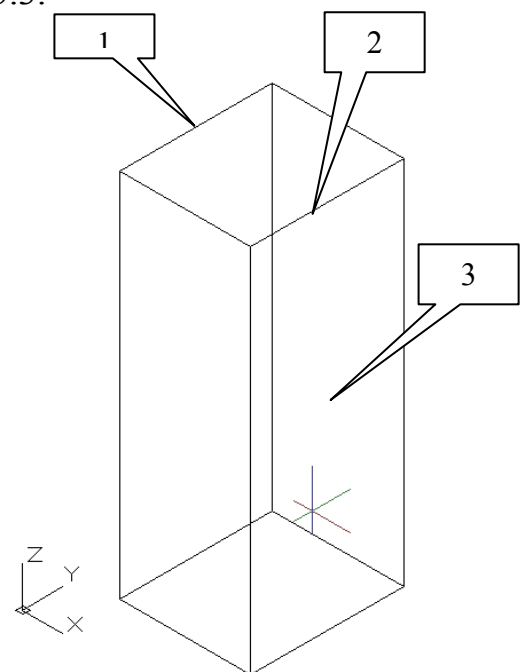
 **DIST** Specify first point:

- Distance = 60.0000, Angle in XY Plane = 0, Angle from XY Plane = 0
- Delta X = 60.0000, Delta Y = 0.0000, Delta Z = 0.000

В центъра на равнината посочена с 3 на фиг 3.3 начертаваме окръжност с диаметър 20mm. тъй като знаем че чертаем само в XY равнината но трябва установим така UCS че тя да е успоредна на равнина 2 и да лежи на нея.

- Command: UCS
- Current ucs name: *TOP*
- Specify origin of UCS or [Face/NAmed/OBject/Previous/View/World/X/Y/Z /ZAxis] <World>: n
- Specify origin of new UCS or [ZAxis/3point/OBject/Face/View/X/Y/Z] <0,0,0>:
- Command: *Cancel*

След като изпълним командния ред системата ни дава възможност да поставим UCS на равнина 2 но тя не е ориентирана правилно. Затова я завъртаме по правилото на дясната ръка и я установяваме така че NY равнината да лежи на равнина 2. Тогава вече сме готови да начертаем по познат вече способ кръг с диаметър 20mm.



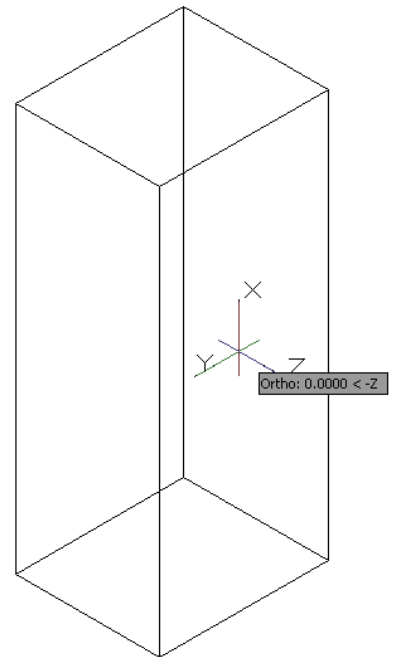
Фиг.3.3

Чрез използването на **Dynamic UCS** системата веднага прикрепя UCS към равнина 2 и я ориентира правилно- и можем да работим върху нея вече. С F6 включваме или изключваме **Dynamic UCS** фиг.3.4

- F6 <Dynamic UCS on>
- Command: `_circle`
- Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:
- Specify radius of circle or [Diameter] <16.3523>: 20

Използването на **Dynamic UCS** улеснява многократно работата относно ориентирание на UCS.

Забележка: Динамичната координатна система разполага работната равнина заедно с видимото лице на обекта. Тя работи само във времето на изпълнение на командата




Фиг.3.4

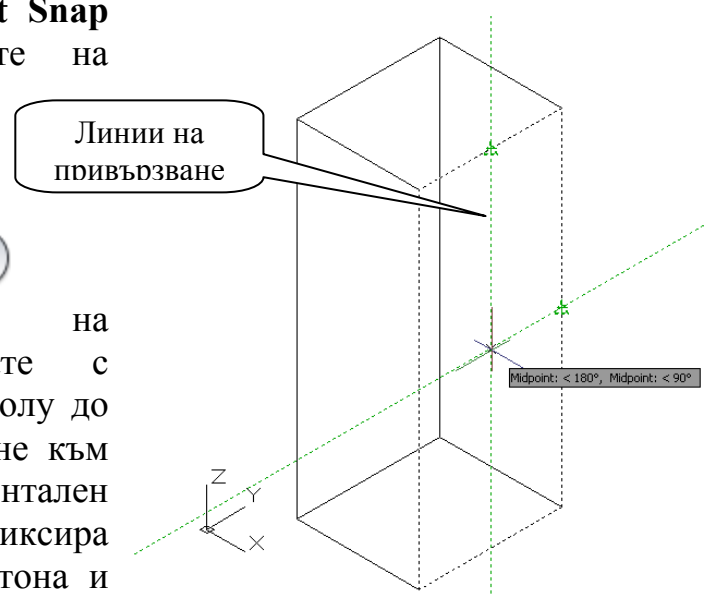
Командата е предназначена само за плоски повърхности на предмети. Въпреки това не винаги е необходимо да се разполага UCS върху лицето при включена **DUCS**. Динамичната UCS не е в състояние да извършва каквито и да било други действия, освен тези върху избраната работна равнина. След свършване на работа с **DUCS** не забравяйте да я изключите.

Използване на **Object Snap Tracking**. Много от вас вече са предприели този съвременен способ за избягване на допълнителни построения при 2D моделирането. Ако още не сте, е време да го усвоите.

Включете F11 или изберете бутона в лентата под командния ред. Само по време на работа на командата **Object Snap Tracking** ще се появяват линиите на привързване. фиг.3.5

Способ 1

- Включете DUCS
- Стартирайте команда - *circle* - 
- Маркирайте горния ръб на паралелепипеда (без да кликате с мишката) и плъзнете курсора надолу до появяване на знак за привързване към среда, маркирайте горния хоризонтален ръб и плъзнете надолу докато фиксира средата след което кликате с бутона и изчертавате окръжността. фиг.3.5




Фиг.3.5

- Command: `_circle`
- Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:
- Specify radius of circle or [Diameter] <20.0000>:

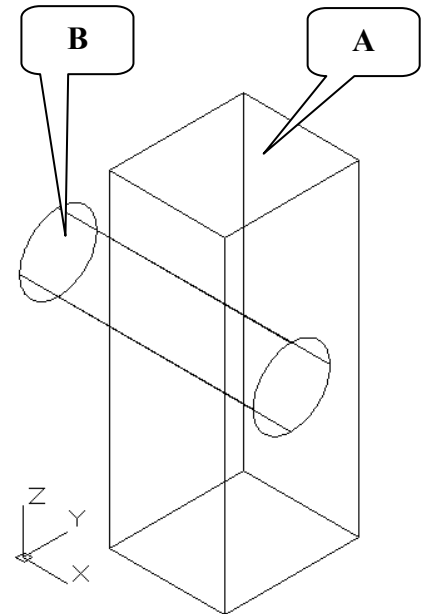
Полученото 3D учебно тяло го копираме няколко пъти и ще изучим различни команди за редактиране. За целта използваме командата **RCM** → **Copy Selection**

Създаване на проходен отвор

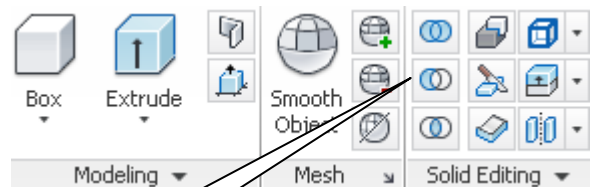
За целта използваме командата **Extrude** и екструдираме в обратна посока на разстояние по голямо от дебелината на обекта. Образуваха се две 3D тела – паралелепипед и цилиндър тяло А и тяло В фиг.3.6. Кликнени двукратно на всяко от телата за да се появи прозорецът **Properties** и се убедете че и на двете 3D тела характеристиките са такива каквито сте ги задали.

Стартираме команда **Subtract**  фиг.3.7

Действието на командата е изваждане на едно тяло от друго. Обектите се избират в такава последователност като първо дефинираме обекта от който ще се изважда другото тяло т.е. първо посочваме паралелепипеда и после цилиндъра.



Фиг.3.6



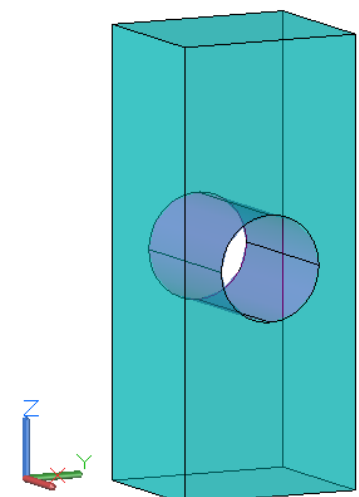
Фиг.3.7

- Command: `_subtract` Select solids, surfaces, and regions to subtract from ..
- Select objects: 1 found
- Select objects:
- Select solids, surfaces, and regions to subtract ..
- Select objects: 1 found
- Select objects:

Фиг.3.8

Резултатът трябва да е като на фиг.3.8

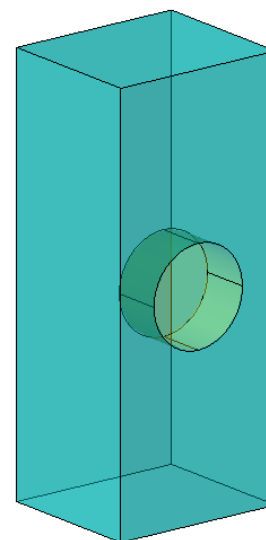
- Възтановяваме първоначалната изометрия т.е.
- **SE Isometric.**
- Изберете стил на визуализация **2D Wireframe - WCS**



Създаване на не проходен отвор.

За целта използваме същото тяло и същите команди само ,че при използване на командата **Extrude** даваме стойност на екструдирането – 20mm т.е. размерът е по малък от дебелината на тялото. Тъй като положителната стойност на ос X е по нейното протежение както е показана UCS затова даваме отрицателна стойност на екструдирането за да бъде в противоположна посока т.е. едното тяло навлиза в другото.фиг.3.9

- Select objects to extrude or [MOde]: _MO Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>: _SO
- Select objects to extrude or [MOde]: 1 found
- Select objects to extrude or [MOde]:
- Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] <20.0000>:-20



Фиг.3.9

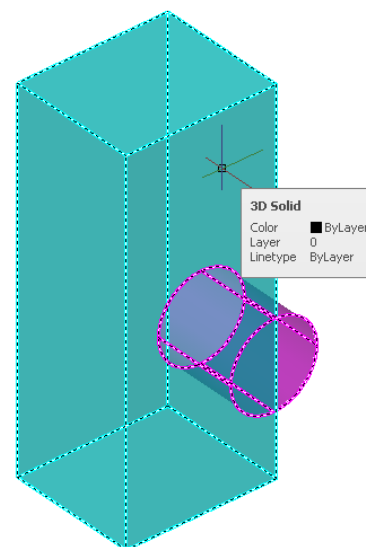
Комбинация на обекти

За целта използваме пак същата комбинация от тела но този път правим екструдиранията на разстояние 40 mm по оста X.Образуват се две тела които не се пресичат.

Използваме командата **Union** 

Тази команда обединява два или повече 3D обекта в едно тяло.Обектите се избират последователно без определен ред.След натискане на клавиша Enter командата се изпълнява автоматично фиг.3.10.След посочване с курсора на тялото се маркира вече общото 3D тяло.

- Command: _union
- Select objects: 1 found
- Select objects: 1 found, 2 total



Фиг.3.10

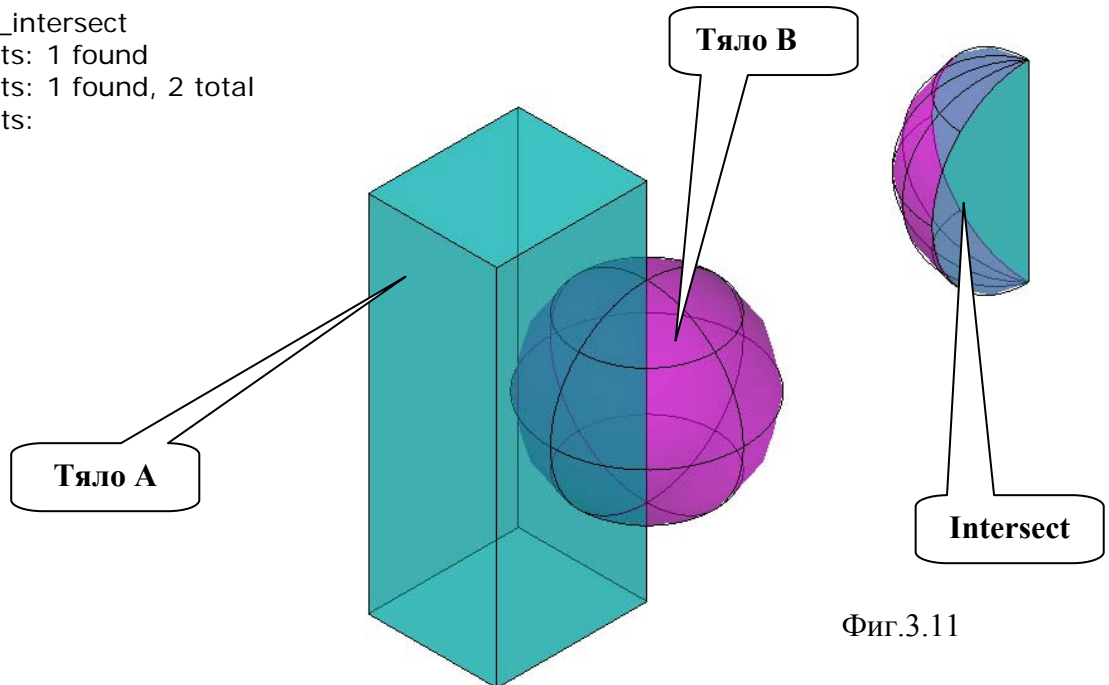
Създаване на обект от самопресичащи се тела

За целта използваме паралелепипеда и построяваме на десният му ръб сфера с радиус 45mm.

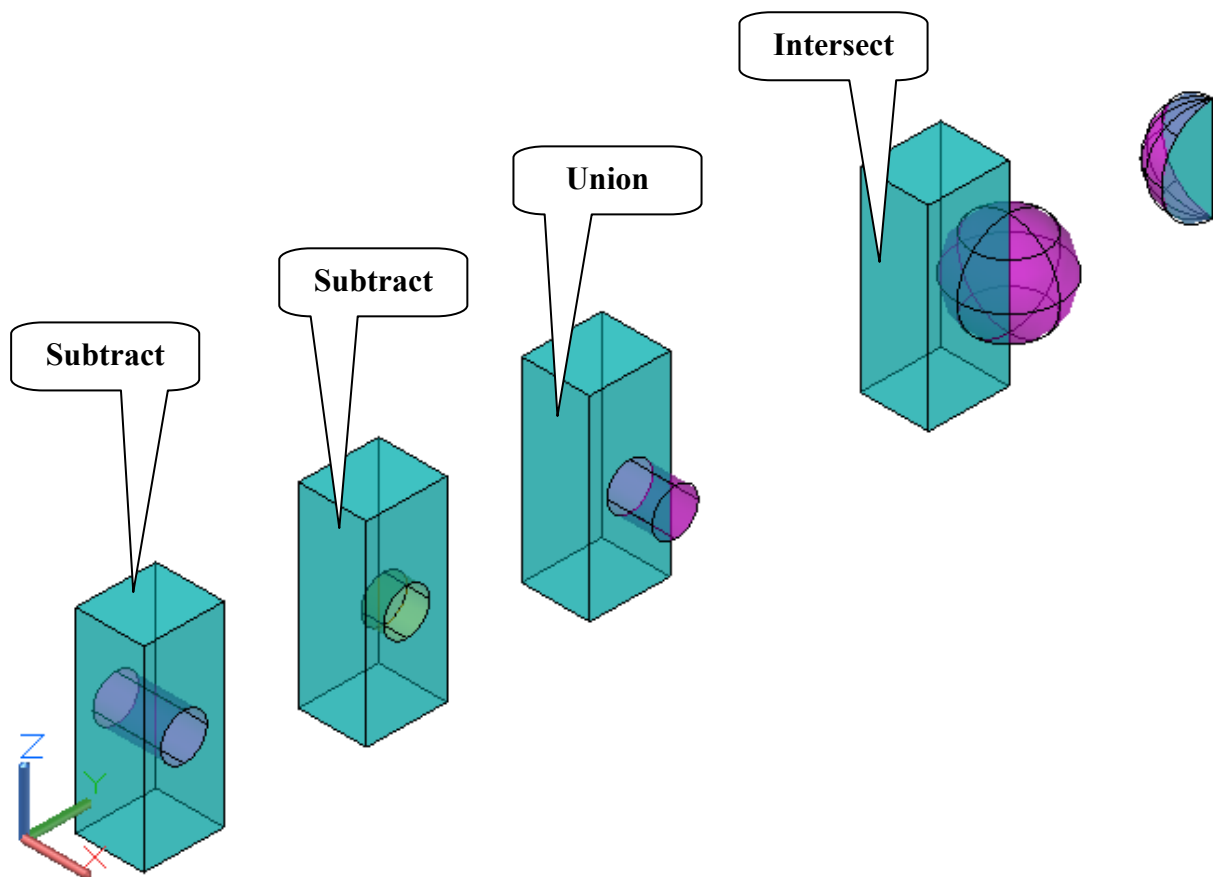
Използваме командата **Intersect** 

При тази команда се получава 3Dтяло само от самопресичащите се части на избраните тела.Телата ги избираме последователно без определен ред.След натискане на клавиш **Enter** командата се изпълнява автоматично.фиг.3.11

Command: `_intersect`
Select objects: 1 found
Select objects: 1 found, 2 total
Select objects:



Фиг.3.11



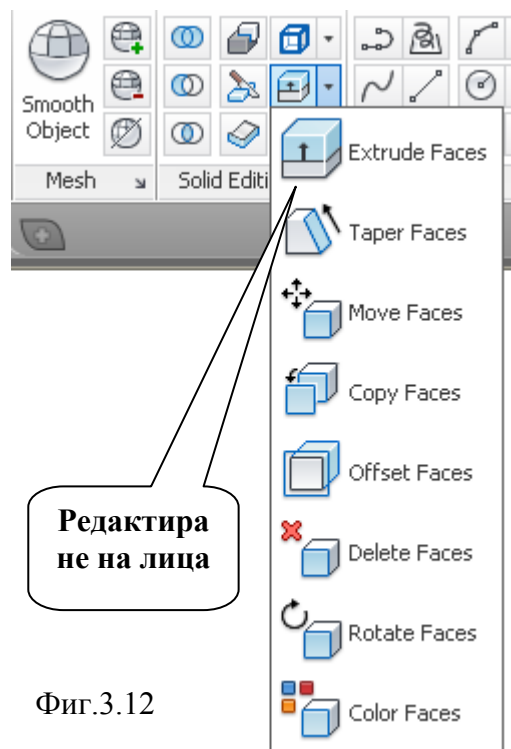
Редактиране на лица 3.1

Solidedit.

• Ribbon → Home → Solid editing

Фиг.3.12

В действителност това е една от най старите команди в AutoCAD, а в падащия списък са дадени опциите на командата. При стартиране на командата трябва да се окаже видима та повърхност(или повърхности) на тялото. Ако лицето е избрано неправилно натиснете **Shift** и де маркирайте лицето с повторно кликуване. След избиране на правилното лице натиснете **Enter** и отговорете а въпросите на системата.

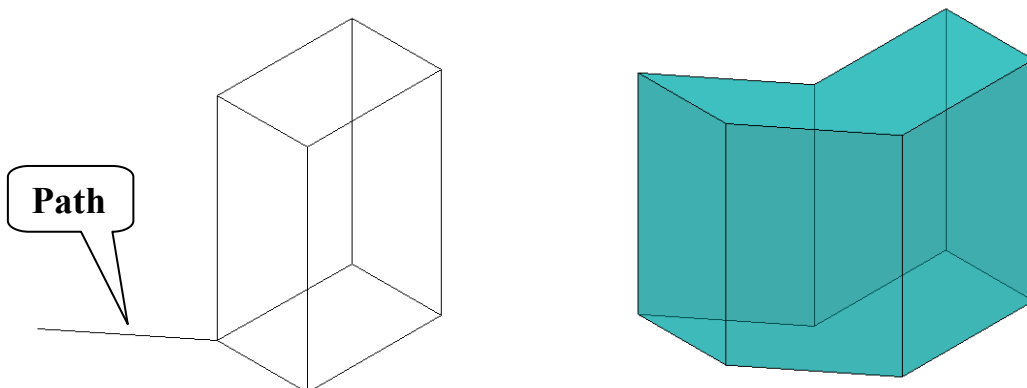


Фиг.3.12

Extrude faces – Резултатът при

изпълнение на командата е като при командата Extrude т.е. действа само на посоченото лице на съществуващия 3D обект. Един от възможните варианти е **Path**:

- Ако изберем (**P**) трябва да има предварително начертан път по който де се изтегли лицето.фиг.3.13
- Можем и да зададем само стойност на екструдията която ще е перпендикулярна на самото лице.



Фиг.3.13

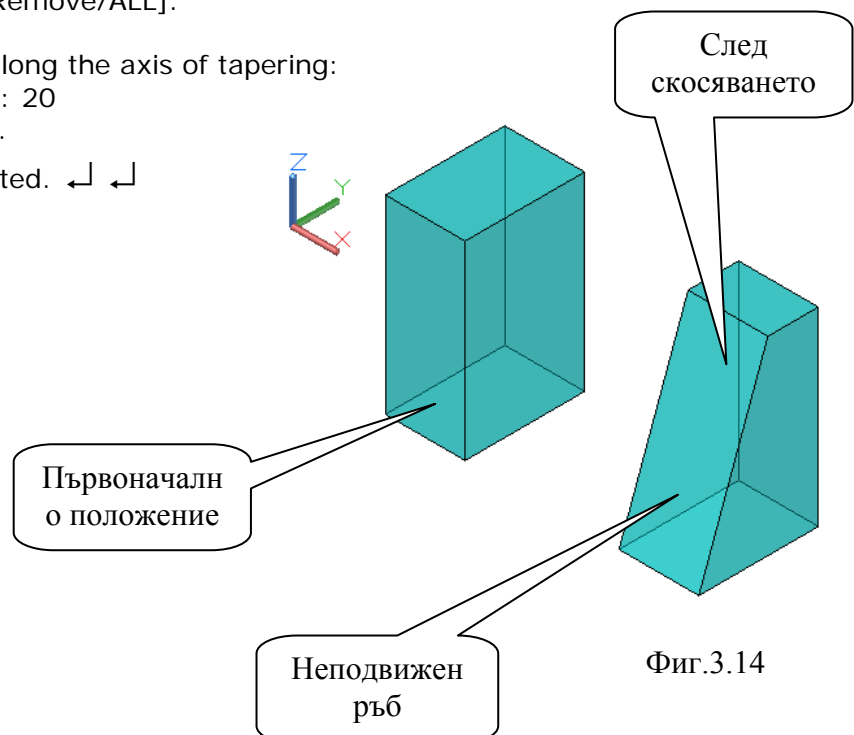
Преди и след екструдирането с **Path**

- Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1
- Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face
- Enter a face editing option
- [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _extrude
- Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.
- Select faces or [Undo/Remove/ALL]:
- Specify height of extrusion or [Path]: p
- Select extrusion path:
- Solid validation started.
- Solid validation completed. ↵ ↵

Taper faces

Командата води до скосяване на посоченото лице на 3D тялото. Може да се зададе както положителен така и отрицателен ъгъл на скосяване но базовата точка трябва да е винаги на неподвижния ръб. В случая скосяваме предното лице като посочваме базова точка по долен неподвижен ръб и ъгъл на скосяване – 20 градуса. фиг.3.14

- Command: _solidedit
- Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1
- Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face
- Enter a face editing option
- [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _taper
- Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.
- Select faces or [Undo/Remove/ALL]:
- Specify the base point:
- Specify another point along the axis of tapering:
- Specify the taper angle: 20
- Solid validation started.
- Solid validation completed. ↵ ↵

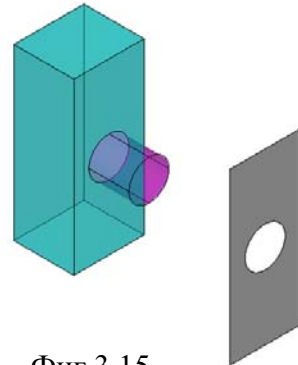


Move faces (движение на лица)

- Командата придвижва лица на зададено разстояние. По същество работи също като **Extrude faces** но без ъгъл на скосяване.

Copy faces (копиране на лица)

- Командата копира лица. Много удобен инструмент за копиране на сложни лица. Ако копираме например предното лице на един от обектите фиг.3.11 ще получим готова област която може да се използва за създаване на друго 3D тяло фиг.3.15



Фиг.3.15

Offset faces (Отместване на лица)

- Също копира лица

Delete faces (Изтриване на лица)

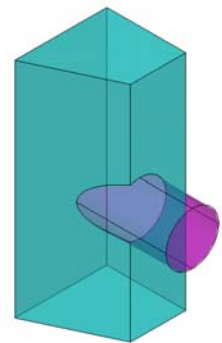
- Основно се използва за изтриване на лица кат офаски и закръгления.

Rotate faces (въртене на лица)

- Командата завърт алица на определен ъгъл спрямо определена ос на въртене.

Пример: Ще завъртим близкото олице на горепосочената фигура на -25 градуса. фиг.3.16

- Command: `_solidedit`
- Solids editing automatic checking: `SOLIDCHECK=1`
- Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] `<eXit>: _face`
- Enter a face editing option
- [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Color/material/Undo/eXit] `<eXit>: _rotate`
- Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.
- Select faces or [Undo/Remove/ALL]:
- Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis] `<2points>:`
- Specify the second point on the rotation axis:
- Specify a rotation angle or [Reference]: `r`
- Specify the reference (starting) angle `<0>:`
- Specify the ending angle: `25 ↵ ↵`



Фиг.3.16

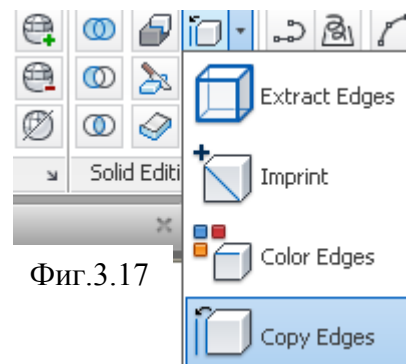
Color faces (оцветяване на лица)

- Командата оцветява лица по зададен цвят или да се подчертае дадена лице за по нататъчно редактиране при голям брой на обектите в пространството.
- **Забележка:** Не избирайте много лица за една операция. Ако не притежавате достатъчно добро пространствено ориентиране може да доведе до объркване от много пресичащи се ръбове и повърхнини.

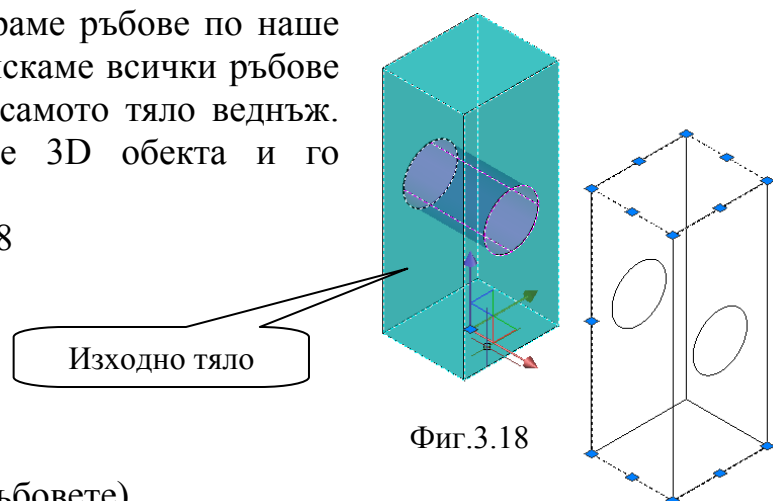
Редактиране на ръбове 3.2

Ribbon → *Home* → *Solid editing* Фиг.3.17

- **Extract Edges** (извличане на ръбове)
- Много полезна и нужна команда. За да се онагледнейното действие ще я приложим върху един от последните обекти. След избора на примерният обект прилагаме командата **Extract Edges** и следваме диалога в командния ред. Избираме ръбове по наше съображение или ако искаме всички ръбове тогава кликаме върху самото тяло веднъж. след което маркираме 3D обекта и го отместваме в страни. Резултатът е на фиг.3.18



Фиг.3.17



Фиг.3.18

Color Edges (оцветяване на ръбовете)

- Командата оцветява ръбовете в 3D тялото за последващо редактиране.

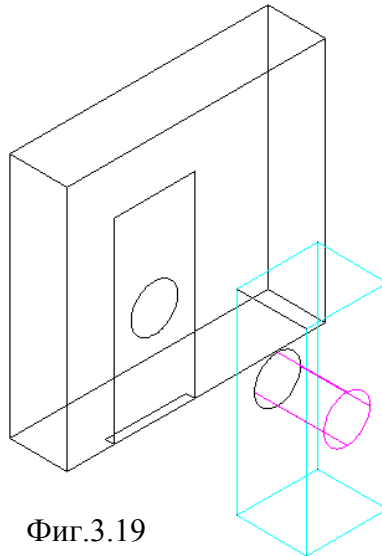
Copy Edges(копиране на ръбове)

- Командата копира избрани ръбове от 3D тялото.

Imprint(отпечатък)

- Командата оставя отпечатък от едно 3D тяло на друго 3D тяло. Много удобна и функционална команда чрез която се избягват много допълнителни построения. Резултат от ефекта на командата е показан на фиг.3.19

Забележка: 3D тялото което ще се отпечата върху другото 3D тяло трябва или да пресича първото тяло или да е долепено до него.

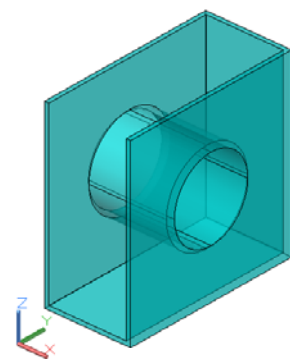
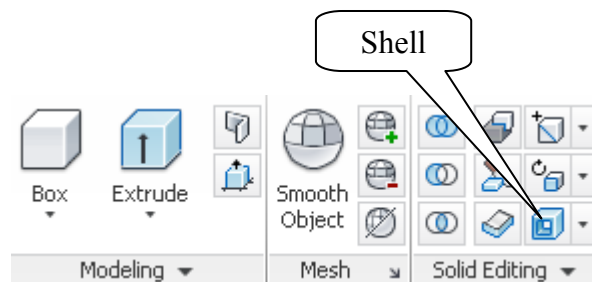


Фиг.3.19

Команда - Shell 3.3

Ribbon → *Home* → *Solid editing* → *Shell*

- Командата **Shell** прави от 3D тяло черупкова конструкция по зададена дебелина на черупката. Ако 3D тялото е много сложно то е възможно и системата да не генерира черупка. Друга причина за несъздаване на черупка е неправилно дефиниране на лицата които трябва да се премахнат. Операциите са много прости. Просто избирате 3D тялото без натискане на Enter посочвате кои лица да се премахнат и задавате стойност на дебелината на черупката. Резултатът е показан на фиг.3.20



Фиг.3.20

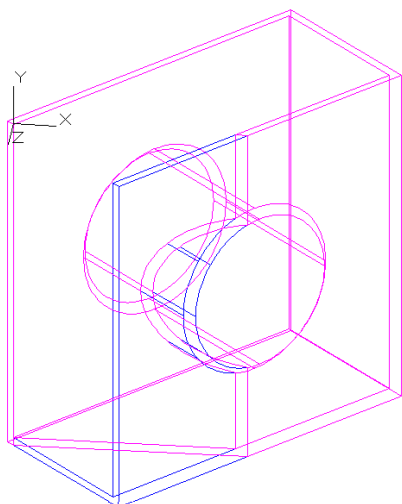
Команда - Slice 3.4

Ribbon → *Home* → *Solid editing* → *Slice*

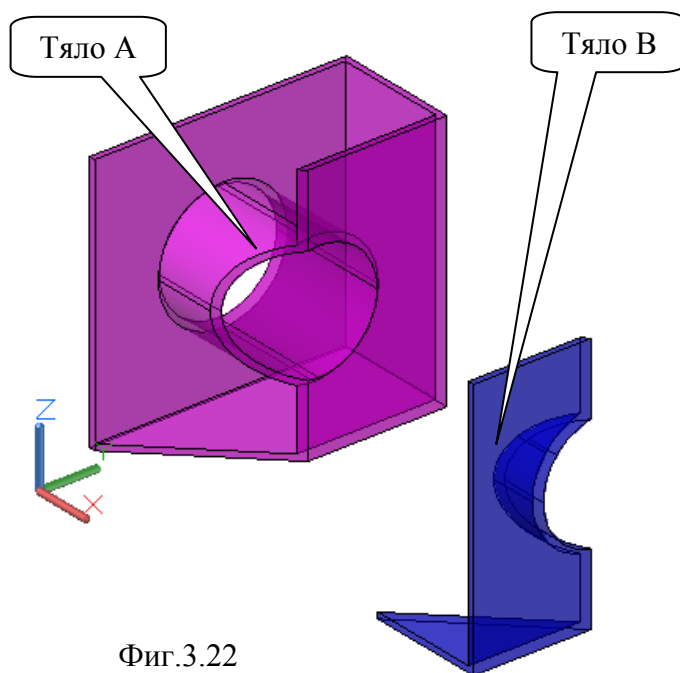


Командата Slice прави сечения на 3D тела като ги разделя на две такива въру всяко едно от което може да използва същата команда. Като пример ще разгледаме по горното тяло и ще установим UCS на горния ляв ръб и ще я завъртим на 45 градуса както е показано на фиг. 3.21 След стартиране на командата ще изберем секущата равнина. В случая ще бъде XY. Резултатът е на фиг. 3.22

- Command: _slice
- Select objects to slice: 1 found
- Select objects to slice:
- Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]: xy
- Specify a point on the XY-plane <0,0,0>:
- Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:



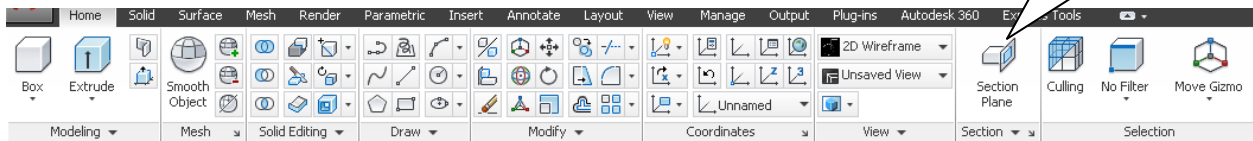
Фиг.3.21



Фиг.3.22

Section Plane (Сечение)

Ribbon → Home → Solid editing → Slice



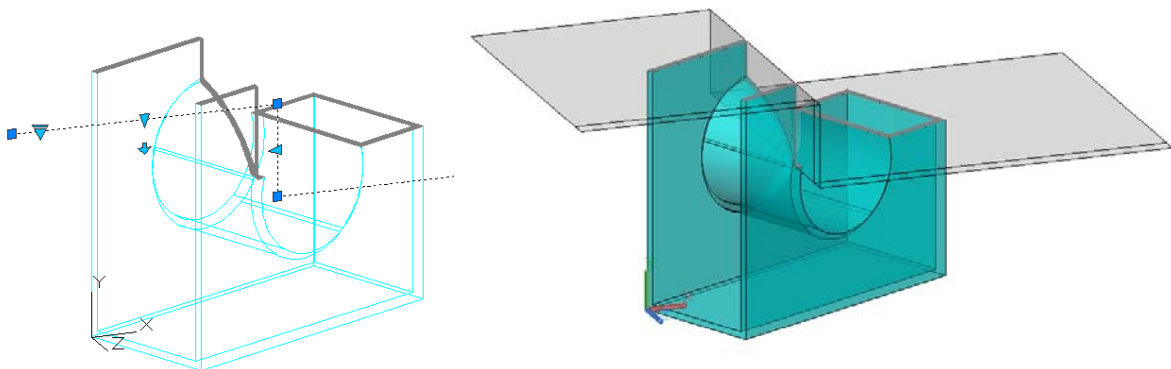
Командата създава само сечение на обекта като не го разделя на половини. За целта може да се използват както прави секущи равнини така и изместени като се използва командата **Add Jog** т.е. в самата секуща равнина вкарваме отместване на като дефинираме точка по наше предпочитание. Самата секуща равнина се определя от две точки. Същата секуща равнина става модифицируема тъй като с помощта на „дръжките“ можем да контролираме геометрията и. За целта ще го демонстрираме с по горния обект. фиг.3.23

Създаване на **Section Plane**- секуща равнина.

Добавяме отместване- **Add Jog**

Модифицираме отместването

- Command: Section Plane
- Specify point location or [Base point/Undo/eXit]: _move
- Point or option keyword required.
- Specify point location or [Base point/Undo/eXit]:
- Command: *Cancel*
- Command: _sectionplanejog
- Command generate section

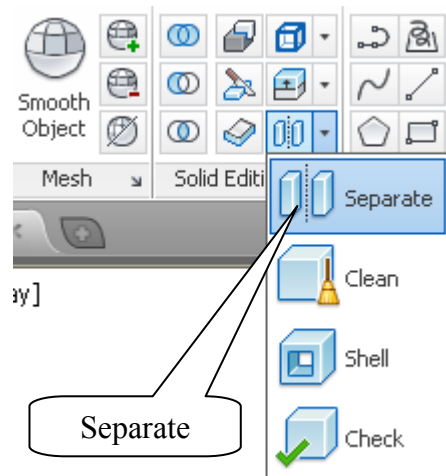


Фиг.3.23

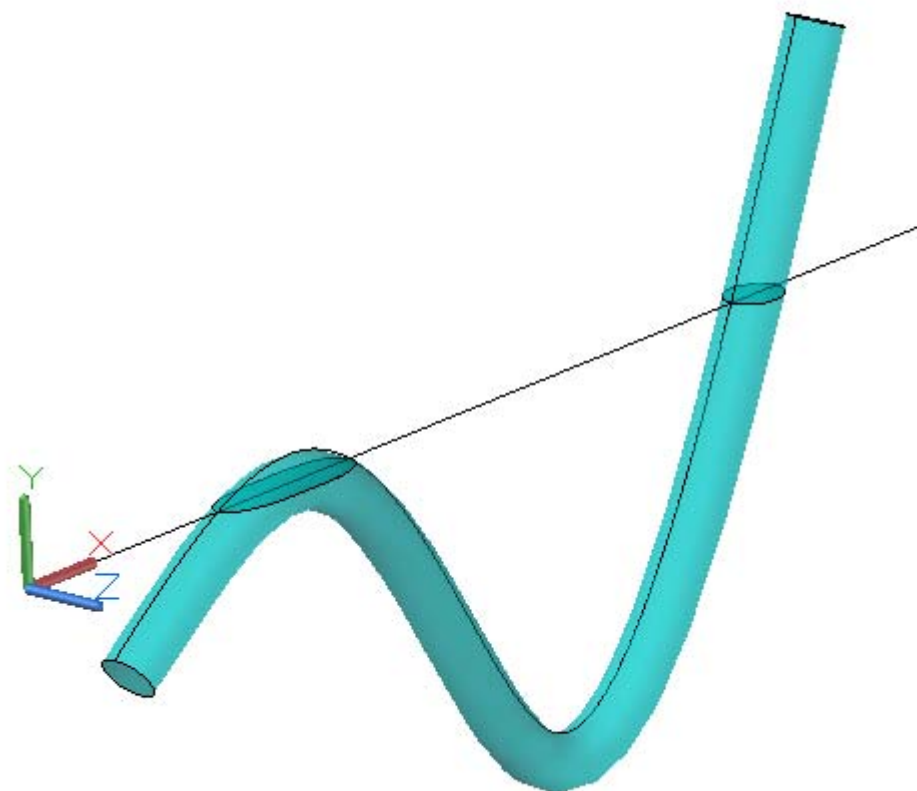
Команда - Separate 3.5

- *Ribbon* → *Home* → *Solid editing* → *Separate*

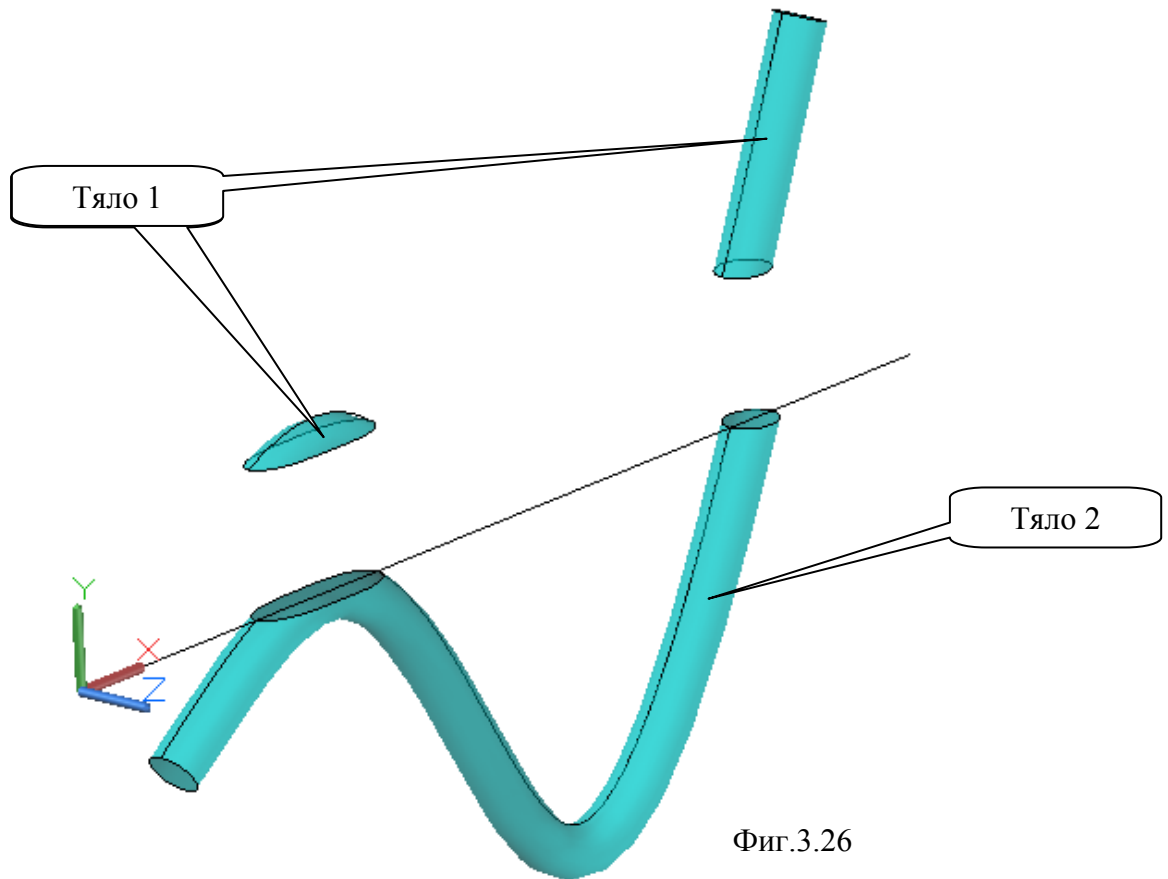
В резултат на командата *Slice* може да възникне ситуация като тази на фиг. 3.25 и 3.26. Получили са се две (или повече) обемни тела. За AutoCAD това са група тела. Всяко от тях може да се редактира поотделно. Ако искаме да имаме всяко едно тяло като отделно 3D тяло използваме командата *Separate* (една от опциите на *Solid Edit*) която означава разделяне. фиг. 3.24.



Фиг.3.24

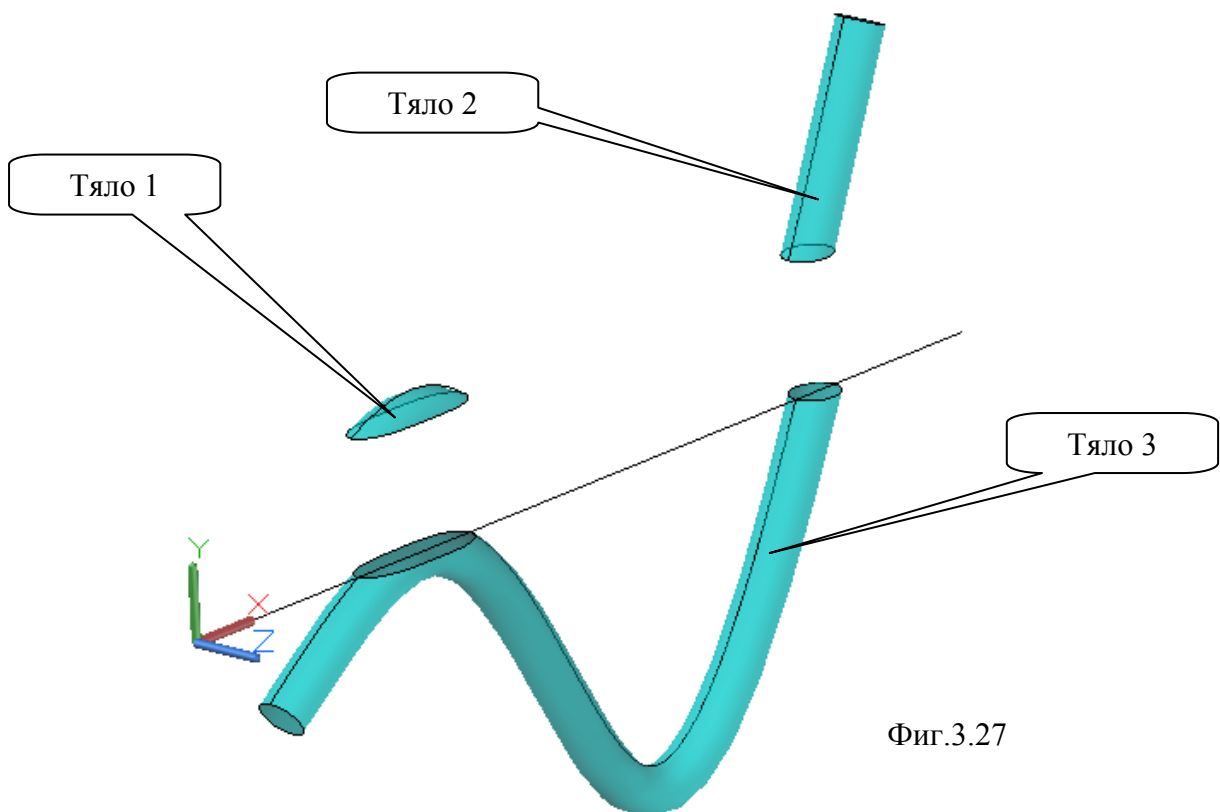


Фиг.3.25



Фиг.3.26

Запомнете, че при възникване на такава ситуации при работа с области се използваше командата Explode.Тук тя също е възможна но съществува и по добро решение на проблема.Като приложим командата **Separate** върху тяло 1 вследствие на командата тялото се разбива на две отделни 3D тела т.е. получават се общо 3 3D тела фиг 3.27



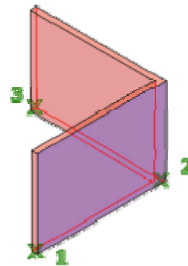
Фиг.3.27

Команда - Polysolid 3.6

- *Ribbon* → *Home* → *Polysolid*

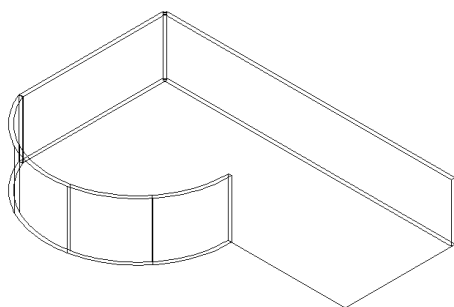


Командата *Polysolid* създава 3D стена с прави и криви участъци с константна височина и дебелина. Командата позволява да се създаде стена както при предварително начертана 2D скица или директно да се работи в 3D.

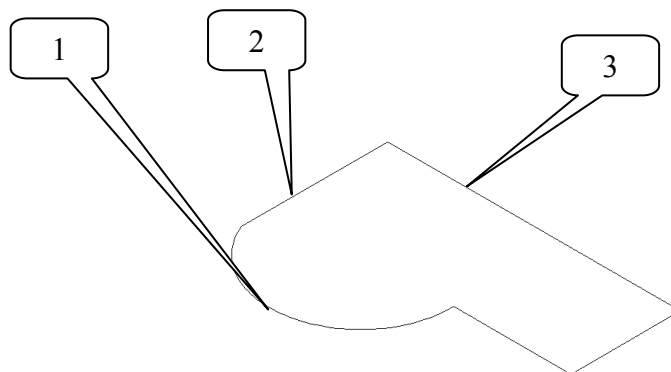


POLYSOLID Specify start point or [Object Height Width Justify] <Object>:

За да работим с 2D скица използваме опцията **Object**. Фиг 3.27
Посочваме поотделно сегменти 1,2 и 3. Фиг 3.27-а и Фиг.3.27-б



Фиг.3.28-б



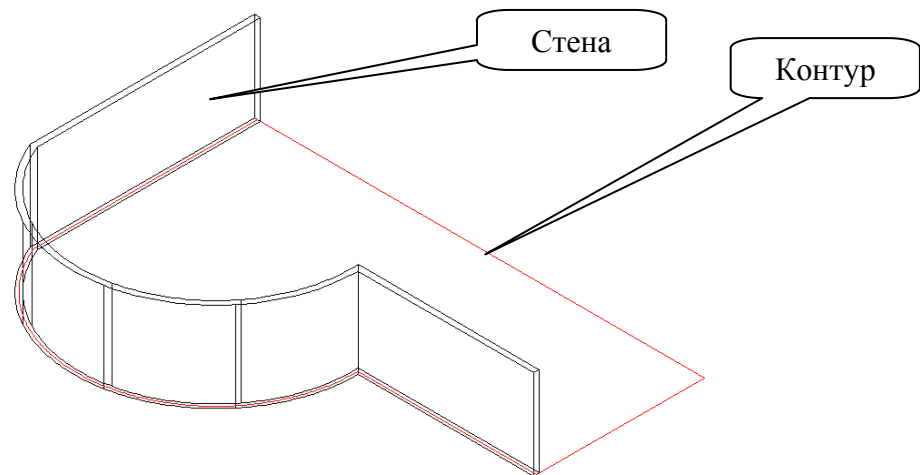
Фиг.3.28-а

При използване на 2D скица ако накрая се получи затворена крива то трябва да се разбие на сегменти с командата *Explode*. При използване директно командата задаваме височина и дебелина на стената и чертаем полилинии:

Line, Arc


- Command: `_Polysolid Height = 80.0000, Width = 5.0000, Justification = Center`
- Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: h
- Specify height <80.0000>:
- Height = 80.0000, Width = 5.0000, Justification = Center
- Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: w
- Specify width <5.0000>:
- Height = 80.0000, Width = 5.0000, Justification = Center
- Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>:
- Specify next point or [Arc/Undo]:
- Specify next point or [Arc/Undo]: A
- Specify endpoint of arc or [Close/Direction/Line/Second point/Undo]:
- Specify next point or [Arc/Close/Undo]: Specify endpoint of arc or [Close/Direction/Line/Second point/Undo]: L

Можем и да използваме 2D контура и да повтаряме върху него след избора на командата. В случая ще построим стена с височина 80 mm дебелина 5mm и контур който имаме.фиг.3.29

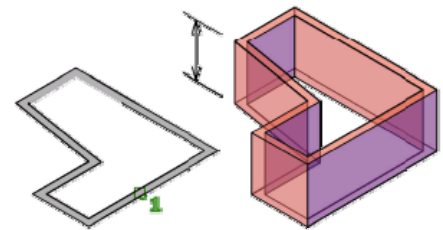


Фиг.3.29

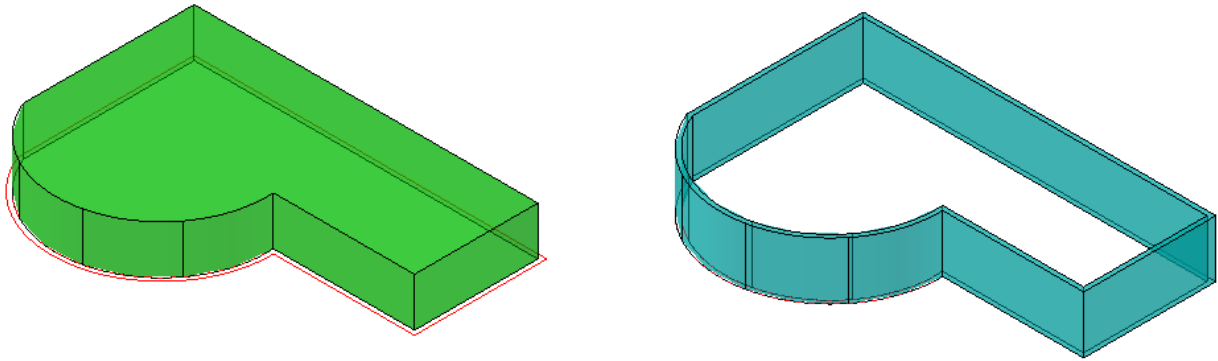
Команда – Presspull 3.7

- *Ribbon* → *Home* → *Presspull* 

След избора на командата имаме обратна визуална връзка като изберем или пространството образувано от затворена полилиния и изтегляме на горе – получава се масивно 3D тяло или ако изберем пространството между двете линии и изтеглим се получава 3D стена.фиг.3.30. За целта използваме контура от по горния пример но забележете разбитите вече сегменти сега трябва да ги обединим в една затворена полилиния с командата *Edit Poliline*. След това използваме командата *Offset* и отместваме контура на 5mm навън или навътре.



- Стартираме командата *Presspull* и избираме последователно първо вътрешният затворен контур и гледаме резултата след което наново повтаряме операцията но избираме областта затворена между двата контура и изтегляме пак. Резултата може да се види на фиг.3.30.



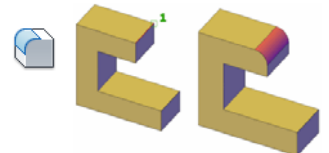
Фиг.3.30

Команди – Fillet Edge и Chamfer 3.8

По принцип понятието фаски и закръгления не се нуждае от допълнителни обяснения. Съществуват и съответстващи двумерни команди. Освен това тези двумерни команди са приложими и за 3D тела. Преди първото им използване те трябва да се настроят т.е. да се въведат конкретни стойности за скосяването или за радиусът на закръгление. В 2D моделирането тези стойности по подразбиране са равни на нула.

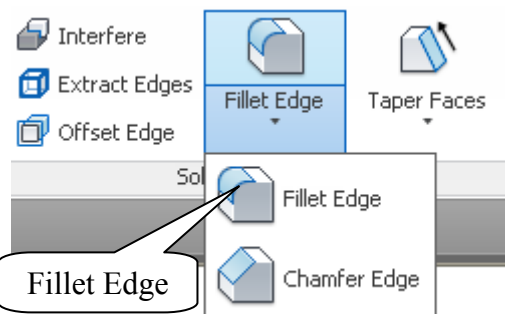
- **Ribbon** → **Home** → **Solid** → **Solid editing** → **Fillet Edge**

фиг.3.31



- Закръгление на ръбове на твърдотелни обекти. Може да се избера повече от един ръб. След избиране се въвежда стойността на радиуса на закръгление.

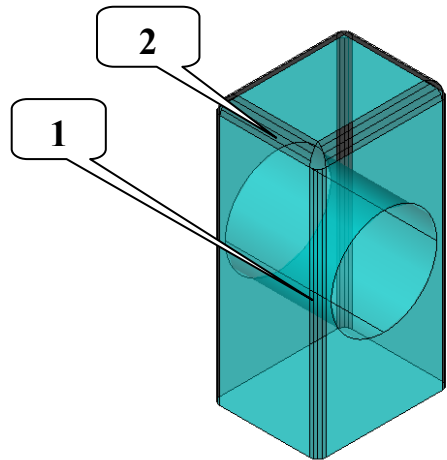
- За онагледяване ще построим паралелепипет с размери 50x40x100mm. На челната повърхнина точно в центъра ще направим проходен отвор с диаметър 20mm. Горните ръбове ще ги закръглим с $R=5$ а страничните с $R=3$. Най-напред посочваме страничните ръбове **1** и задаваме стойност на радиуса 5mm след което избираме опцията **Loop** и посочваме горният ръб. Маркира се една от страничните повърхнини. С опцията **Next** избираме горната повърхнина след което избираме **Radius** и даваме



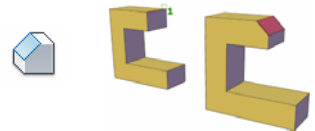
Фиг.3.31

стойност 5 mm.Завършваме командата с **Enter**.Резултатът трябва да е като на фиг.3.32.

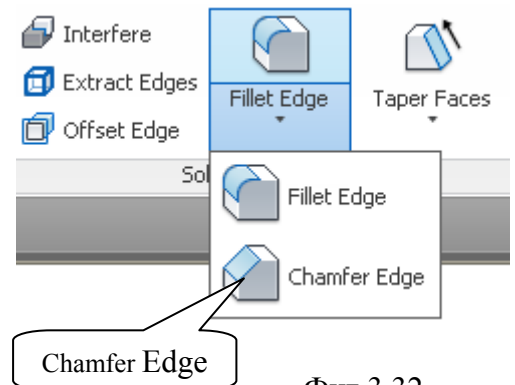
- Command: `_FILLETEDGE`
- Radius = 3.0000
- Select an edge or [Chain/Loop/Radius]: 1
- Select edge of loop or [Edge/Chain/Radius]:
- Enter an option [Accept/Next] <Accept>: n
- Enter an option [Accept/Next] <Accept>:
- Select edge of loop or [Edge/Chain/Radius]: r
- Enter fillet radius or [Expression] <3.0000>: 5
- Select edge of loop or [Edge/Chain/Radius]:
- 8 edge(s) selected for fillet.
- Press Enter to accept the fillet or [Radius]:



- **Ribbon** → **Home** → **Solid** → **Solid editing** → **Chamfer**
фиг.3.32



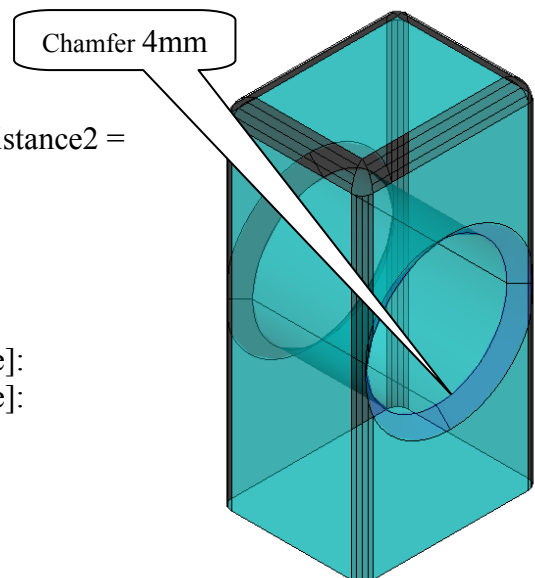
- Действията с командата Chamfer Edge са абсолютно единични както работата с командата Fillet Edge.Затова ще използваме създаденото за предходната операция тяло и ще направим фаска 4 mm.на отвора от двете страни.Обърнете внимание, имаме два пъти опцията Distance.Това означава че можем да направим скосяване по две страни с два различни размера.фиг.3.33



Фиг.3.32

Command: `_CHAMFEREDGE` Distance1 = 5.0000, Distance2 = 3.0000

- Select an edge or [Loop/Distance]: d
- Specify Distance1 or [Expression] <5.0000>: 4
- Specify Distance2 or [Expression] <3.0000>: 4
- Select an edge or [Loop/Distance]:
- Select another edge on the same face or [Loop/Distance]:
- Select another edge on the same face or [Loop/Distance]:
- Press Enter to accept the chamfer or [Distance]:



Ако искамеа да премахнем закръгленията или фаските за друг вид
радактиране използваме командата изучена по г Фиг.3.33 *aces*.