

## Л6. Особенности создания твёрдотельных моделей.

### План.

1. Общая характеристика темы.
2. Конструктивная блочная стереометрия.
3. Команды создания трехмерных примитивов.
4. Перемещение (композиция) трехмерных примитивов (блоков).
5. Теоретико-множественные операции.

### Литература:

1. Д. Ткачёв. AutoCAD 2006 Самоучитель. – СПб.: «Питер»; 2006 – 462 с.: ил2.
2. Т. Соколова. AutoCAD 2005: – СПб. : «Питер»; 2005 – 397 с. : ил.

Цель: Дать знания о методах и инструментах создания твёрдотельных моделей.

# 1. Представление реальных объектов в АСАD

Осуществляется с помощью

1 – каскадных

2 – поверхностных и

3 – твёрдотельных моделей(ТТМ).

При создании таких моделей необходимо вводить значения трёхмерных координат( $X$ ,  $Y$  и  $Z$ ).

Техника, применяемая для построения ТТМ, наз. Конструктивной Блочной стереометрией(КБС) или Constructive Solid Geometri(CSG).

1. Твердотельные модели конструируются следующим образом: сначала создаются простые тела (стандартные геометрические трехмерные формы типа кубов, конусов, клиньев, цилиндров и т. д.), а затем из них с помощью теоретико-множественных операций (ТМО) объединения, вычитания и пересечения формируется составное тело. Это относительно быстрый и интуитивно понятный метод моделирования, который имитирует производственный процесс.

- Для изменения внешнего вида поверхностных и твердотельных моделей в AutoCAD используются команды Shademode (раскрашивания), Hide (скрыть), Render (тонировать) и др. На каркасные модели, которые не имеют поверхностей, эти команды не влияют.

2. В состав AutoCAD входит разработчик твердотельных моделей (ACIS), который позволяет, используя простые формы (трехмерные примитивы), создавать с помощью теоретико-множественных (булевых) операций (ТМО) сложные трехмерные детали.

Этот метод моделирования часто называют *конструктивной блочной стереометрией*, - КБС или (Constructive Solid Geometry, - CSG).

Техника формирования твердотельных моделей с помощью ACIS основана на четырех приемах:

1. Создание трехмерных примитивов либо двухмерных форм с последующим превращением их в трехмерные путем **выдавливания** или **вращения**;
2. размещение примитивов относительно друг друга на этапе создания либо их перемещение по завершении создания;
3. использование теоретико-множественных операций (**объединение**, **вычитание** или **пересечение**) для формирования из примитивов составных тел;
4. преобразование моделей составных тел с помощью средств редактирования, предоставляемых командой **Solidedit** (Редакт. тел).

**3. Твердотельные примитивы** — это базовые строительные блоки, из которых создаются более сложные твердотельные модели. **ACIS** предоставляет для создания примитивов ряд команд. При использовании этих команд необходимо вводить координаты объектов для определения их формы, размеров и положения в пространстве. Чтобы у вас не возникло проблем, связанных с указанием координат, следуйте приведенным ниже рекомендациям.

Если вы komponуете составное тело из нескольких примитивов путем их перемещения или вращения, необходимо знать точное расположение примитивов в 3-хмерн.пространстве

Команды, предназначенные для создания примитивов, находятся в подменю **Draw** ► **Solids** (Рисование ► Тела). Кроме того, можно вывести на экран панель инструментов **Solids** (Тела) и использовать ее для построения примитивов. Твёрдотельные примитивы: Box(куб), Sphere(шар), Cylinder(цилиндр), Cone(конус), Wedge(клин), Torus(тор) и др.

ДЕМОНСТРАЦИЯ  
ТРЕХМЕРНЫХ  
ПРИМИТИВОВ



Команда Revolve (Вращать) позволяет создавать тела путем вращения двухмерной формы-шаблона вокруг выбранной оси.

Форма может представлять собой объект типа Pline (Полилиния), Polygon (Многоугольник), Circle (Круг), Ellipse (Эллипс), Spline (Сплайн) или Region (Область) и др.

Невозможно вращать несколько объектов одновременно. Сплайны и полилинии, выбранные для вращения, должны быть замкнутыми.

Команда Extrude (Выдавить) добавляет к двумерным формам третье измерение (высоту — ось  $Z$ ). С ее помощью замкнутые двумерные формы, которые не имеют самопересечений и созданы с использованием таких команд, как Circle (Круг), Polygon (Многоугольник), Ellipse (Эллипс), Pline (Полилиния), Spline (Сплайн) и Region (Область), можно преобразовывать в трехмерные тела. Выдавливание осуществляется перпендикулярно плоскости формы или вдоль заданного пути (с помощью опции Path (Траектория)). По умолчанию двумерная форма выдавливается перпендикулярно своей плоскости вне зависимости от ориентации текущей ПСК.

## 4. Перемещение тел в пространстве.

Выполняя трехмерное проектирование, важно расположить объекты в нужной области пространства. Не создавайте примитивы в точках с произвольно выбранными координатами. Сведения о точном расположении примитивов имеют особое значение для операций по перемещению объектов, которые производятся перед сборкой трехмерных составных тел. Лучше сразу чертить примитивы в нужном месте, используя при необходимости ПСК. Если же это не возможно, создайте примитивы в точке  $(0,0,0)$ , а затем переместите их.

Для выполнения перемещения можно применить команду Move (Перенести). Команда Move (Перенести) действует в 3хмерном пространстве точно так же, как в 2мерном. Однако если для изменения положения объектов в плоскости XY достаточно было выбрать точки или указать координаты X и Y, то при работе в трехмерном пространстве требуется вести значения X, Y и Z или установить *режим привязки к объектам*.

*Для придания объекту нужного расположения на чертеже применяется ряд специальных команд.*

*Это Rotate3D(повернуть), Mirror3D(3-зеркало), 3DArray(3-массив).*

## Опции команды Rotate3D (3-повернуть) :

- 2points (2 точки)-для определения оси вращения указываются две точки. Преимущество этой команды по сравнению с командой Rotate (Повернуть) состоит в том, что в данном случае можно выбирать произвольные точки или объекты 3х мерного пространства.
- Object (Объект) - позволяет выполнить поворот вокруг выбранного 2хмерного объекта.
- Last (Последняя) - можно выполнять поворот вокруг оси, заданной для последнего поворота.
- View (Вид) — позволяет указать на экране точку и повернуть выбранный объект вокруг оси, которая перпендикулярна к экрану и проходит через эту точку.

- Xaxis (Хось) — выбранные объекты можно повернуть вокруг оси  $X$  текущей ПСК или любой оси, параллельной оси  $X$  текущей ПСК.
- Yaxis (Уось) — дает возможность использовать в качестве оси вращения ось  $Y$  текущей ПСК или любую параллельную ей ось.
- Zaxis (Zось) — позволяет задать в качестве оси вращения ось  $Z$  текущей ПСК или любую параллельную ей ось.
- Reference (Опорный угол) — после того как определена ось вращения, необходимо задать угол поворота.

- При этом появляется следующая подсказка:

*Specify rotation angle or [Reference]:* R

*Specify the reference angle:* (Укажите две точки: используйте режим привязки к объектам или введите значение)

*Specify the new angle:* (Укажите точку)

Command:

- Угол, который вы укажете в качестве базового (Reference), будет служить начальной позицией поворота. По умолчанию таковой является позиция, отвечающая углу  $0^\circ$ . Для определения базового угла можно ввести значение или выбрать две точки. Затем определяется новый угол. Объект поворачивается так, чтобы в абсолютных единицах базовый угол стал равным новому.

Команда Mirror3D (3-зеркало), как и команда Mirror (Зеркало) в случае с двухмерными объектами, позволяет создавать зеркальные копии выбранных объектов. Однако если при использовании второй команды объекты отражаются относительно оси, лежащей в плоскости  $XU$ , то первая команда обуславливает их отражение относительно плоскости. Задать положение плоскости отражения можно несколькими методами: с помощью трех точек, путем выбора двухмерного объекта, параллельно экрану или плоскостям, которые образуются осями координат.



- С помощью команды `Array3D` (3-массив) создается трехмерный массив.
- Для прямоугольного массива, опция `Rectangular` (Прямоугольный), необходимо определить количество строк, столбцов и уровней, а также расстояние между первыми, вторыми и третьими (соответственно вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ).
- Круговой массив (опция `Polar` (Круговой)) в трехмерном пространстве строится так же, как и в двухмерном. Единственное отличие состоит в том, что трехмерный массив создается не вокруг точки, а вокруг оси вращения, поэтому для опции требуется задать две точки в трехмерном пространстве.

## 5. Теоретико-множественные операции.(ТМО)

После создания требуемых 3мерных примитивов и размещения их в нужных позициях можно начинать собирать конструкцию.

Для комбинирования примитивов и создания из них твердотельных моделей используются команды теоретико-множественных операций (**см.табл.**). Они содержатся в подменю Modify ► Solids Editing (Редакт ► Редактирование тел).

Выполняя теоретико-множественные операции, программа сама удаляет или добавляет требуемые элементы конфигурации тела и определяет линии пересечения исходных объектов.

# Таблица 8.1

## Команды теоретико-множественны операций

| Команда               | Описание                                                                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Union(Объединение)    | Объединяет выбранные тела                                                    |
| Subtract(вычитание)   | Вычитает одно множество тел из другого                                       |
| Intersect(Пересеч.-е) | Создаёт тело, котор. состоит из общей части, полученной при пересечении тел. |

## 6. **Просмотр трёхмерных объектов**

Для просмотра трехмерных объектов используют команды View (Вид), Vpoint(: (Тзрения), Plan (План) и команды группы 3Dorbit (3М орбита). При этом предполагается, что вращается не сам объект, а наблюдатель. Объект и система координат всегда остаются неподвижными, сохраняя свою ориентацию по отношению к поверхности Земли. Поскольку перемещается **наблюдатель**, а не **модель**, значения координат составляющих ее объектов остаются неизменными.

- Команду **View** (Вид) можно активизировать, выбрав пункт **Named Views** (Именованные виды) в меню **View** (Вид). В появившемся в результате этого диалоговом окне **View** (Вид) трехмерные виды представлены на вкладке **Orthographic & Izometric Views** (Ортогональные и изометрические виды). Диалоговое окно **View** (Вид) позволяет задавать для трехмерной модели следующие виды.
- **Top** (Верх) — наблюдатель находится над моделью. На плоскость  $XU$  он также смотрит сверху (ориентация по умолчанию). Обратите внимание на положение значка **ПСК**: работая с трехмерной моделью, следует время от времени проверять его ориентацию.

- **Bottom** (Низ)- модель видна наблюдателю снизу. Значок сист. коорд имеет обратную ориентацию.
- **Left** (Слева)- видим левую сторону модели.
- **Right** (Справа) - видим правую сторону модели.
- **Front**(Спереди) — модель отображается спереди. Этот вид часто используют создания объекта.
- **Back** (Сзади) — модель отображается так, будто наблюдатель находится сзади.
- Создать трехмерный вид можно и без вызова диалогового окна **View** (Вид) — для этого используются кнопки стандартной панели инструментов или команды подменю **View > 3D Views** (Вид > 3М Виды).

- **SW Isometric** (Ю-З изометрический) - позволяет увидеть три измерения модели, а не два; как виды, рассмотренные ранее. Поэтому изометрические виды чаще используются при создании 3хмерных моделей, чем ортогональные (виды спереди, сверху, справа и тд.).
- **SE Isometric** (Ю-В изометрический) — отображаются передняя, верхняя и правая стороны модели при условии, что базовой является плоскость  $XU$  ( $X$  соответствует длине,  $U$  - глубине, а  $Z$  - высоте). При конструировании вида желательно использовать данный режим в качестве основного. Обратите внимание на ориентацию знака МСК.
- **NE Isometric** (С-В изометрический) — дает возможность увидеть правую, верхнюю и заднюю стороны модели (если она ориентирована так же, как было описано выше).
- **NW Isometric** (С-З изометрический) — наблюдатель видит левую, верхнюю и заднюю стороны модели.