

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ И СТРОИТЕЛЬНОМ КОНСТРУИРОВАНИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

У статті розглядаються можливості системи AutoCAD у побудові тривимірних твердотільних моделей і аналізуються оптимальні способи проектування для будівельних і машинобудівних креслень. Наведено приклади і обґрунтування вибору способу побудови твердотільної моделі.

В статье рассматриваются возможности системы AutoCAD в построении трехмерных твердотельных моделей и анализируются оптимальные способы проектирования для строительных и машиностроительных чертежей. Приведены примеры и обоснования выбора способа построения твердотельной модели.

AutoCAD possibilities of 3D solid modeling are described in the article. The optimum methods of designing for construction and machine drawing applying are analyzed. The choice of methods for 3D solids drawing is proved by samples.

### Введение

С развитием информационных технологий появились новые возможности их использования в образовательном процессе. Одним из основных направлений внедрения САПР в учебный процесс является система AutoCAD.

Применение системы AutoCAD в процессе обучения позволяет достичь повышения производительности и качества труда преподавателей с точки зрения педагогики и обеспечения у студентов индивидуального характера обучения. При этом возможности системы реализованы таким образом, что:

- 1) студент работает с графической и текстовой информацией;
- 2) возможно многократное редактирование работы без существенных потерь времени и усилий обучаемого студента;
- 3) система AutoCAD дает возможность студенту пользоваться возможностями системы в различных режимах: обучающем, контролирующем, консультирующем и подсказывающем;
- 4) качественно реализованная визуализация результатов работы развивает у студентов пространственное воображение и мышление.

Возможности системы позволяют создавать двумерные объекты, пространственные трехмерные модели, а также плоские чертежи методами проецирования. В процессе проектирования различных объектов большая часть графических работ приходится на формирование каркасных, поверхностных или твердотельных моделей. Отображение объектов на экране дис-

плея происходит в реальном времени, что, в свою очередь, облегчает представление о конечном результате работы. Как правило, по завершении работы над моделью, а иногда и в процессе проектирования, требуется максимально правдоподобное изображение сконструированного объекта. Данный подход в последнее время получил широкое распространение благодаря простоте формирования в системе AutoCAD сложных трехмерных объектов [1 – 5].

### Постановка проблемы

Анализируя графические работы студентов, нужно отметить, что система AutoCAD является наилучшим средством индивидуализации и интенсификации обучения. Безусловно, кроме AutoCAD, существует еще ряд таких систем. Ознакомление с этими разработками показало, что все они имеют ряд недостатков, которые влияют на процесс обучения, а именно: эти системы затрудняют цельное видение всего объема работы над проектом, усложняют процесс обучения, загромождают лишней графической информацией поле работы. Проблема использования AutoCAD при усвоении альтернативных способов построения моделей и плоских чертежей заключается в том, что при моделировании детали студент выбирает самый простой способ – сочетание твердотельных примитивов, игнорируя выдавливание и вращение.

Следовательно, для ускорения и упрощения использования систем САПР необходимо исследовать методики, позволяющие облегчить

обучение и использование систем проектирования и уменьшающие трудозатраты в работе над проектом, т.к. в дальнейшем студент будет сталкиваться с объемными машиностроительными и строительными проектами, создание и редактирование которых затруднительно без оптимальных навыков использования возможностей САПР.

Поэтому важно рассмотреть способы использования возможностей системы AutoCAD для твердотельного трехмерного моделирования и дать характеристику каждому из них, учитывая:

- гибкость и адаптивность к различным способам построения;
- возможность реализации многоуровневой системы подготовки студентов;
- планирование и стимулирование самостоятельной познавательной деятельности студентов;
- требования различных направлений по специальностям в обучении студентов.

### Результаты исследований

Создание трехмерных моделей – более трудоемкий процесс, чем построение их проекций на плоскости, но при этом трехмерное моделирование обладает рядом преимуществ, среди которых:

- возможность рассмотрения модели из любой точки;
- автоматическая генерация основных и дополнительных видов на плоскости;
- построение сечений на плоскости;
- подавление скрытых линий и реалистичное тонирование;
- проверка взаимодействий;
- экспорт модели в анимационные приложения;
- инженерный анализ;
- извлечение характеристик, необходимых для производства.

AutoCAD поддерживает три типа трехмерных моделей: каркасные, поверхностные и твердотельные. Каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками. Для моделей каждого типа существует своя технология создания и редактирования.

Поскольку перечисленным типам моделирования присущи собственные методы создания пространственных моделей и способы редактирования, не рекомендуется смешивать несколько типов в одном рисунке. AutoCAD предоставляет ограниченные возможности преобразования тел в поверхности и поверхностей

в каркасные модели, однако обратные преобразования недопустимы. Основное внимание при рассмотрении поставленной проблемы следует уделить созданию твердотельных трехмерных моделей и работе с ними. Как было указано выше, создание трехмерной модели может заключаться в наборе формы модели из твердотельных примитивов, таких как ящиков, конусов, цилиндров, шаров, клиньев, пирамид и торов и дальнейшем использовании команд редактирования (объединение, вычитание и пересечение). Альтернативным способом является создание трехмерных твердотельных моделей с помощью команд «вращение» и «выдавливание» (рис. 1, 2).

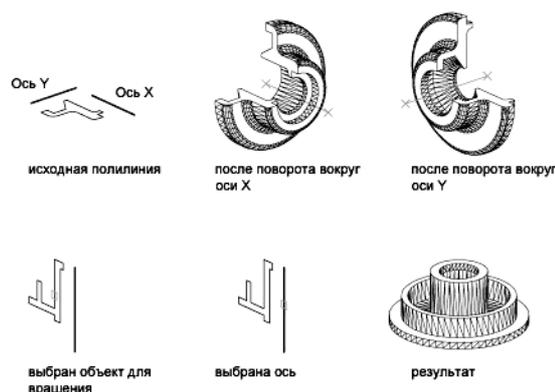


Рис. 1



Рис. 2

Применение подобных команд намного ускоряет создание твердотельной модели, но сопряжено с некоторыми умолчаниями, которые становятся препятствием на пути их использования в работе. Прежде всего, следует заметить, что для правильной работы команды необходимо, чтобы объект операции (контур) был замкнутой полилинией. Если это условие не соблюдается, то в результате операции пользователь получит не твердотельную модель, а поверхность – это приводит к полной переделке процедуры. Также следует соблюдать условие отсутствия взаимных пересечений для линии контура начального объекта – при наличии таких пересечений команда выдаст сбой процедуры.

Покажем использование команды «выдавливание» для построения твердотельной модели такого распространенного объекта строительного черчения, как ребристое пролетное строение.

1. По размерам поперечного сечения создаем замкнутый контур (рис. 3). В целях лучшей визуализации построения используем стандартную изометрию (рис. 4).

2. Далее зададим прямолинейную траекторию выдавливания произвольной длины (рис. 5).

3. Применим команду «выдавливание» и выполним скрытие невидимых линий в целях лучшего представления формы модели (рис. 6).

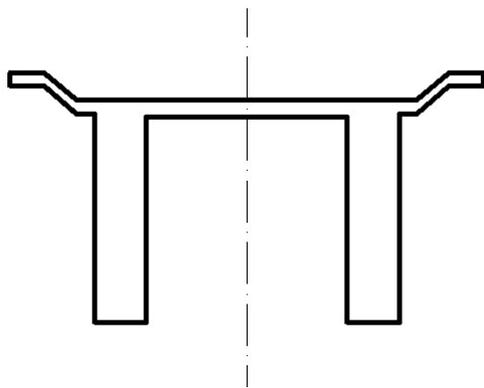


Рис. 3

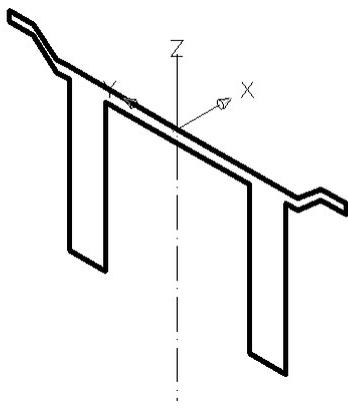


Рис. 4

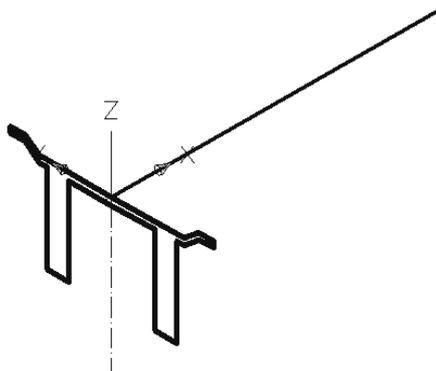


Рис. 5

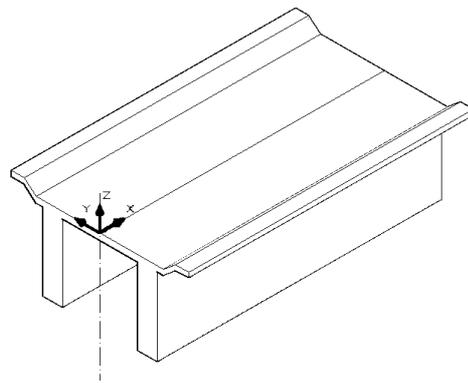


Рис. 6

Используя команду «выдавливание», создать твердотельную модель любой формы не вызывает затруднений. Построение подобной модели с помощью примитивов привело бы к значительным затратам времени в процессе создания каждой части объекта по отдельности, а в дальнейшем объединения всех частей в единое целое. В случае же поперечного сечения сложной криволинейной формы построение объекта посредством создания отдельных примитивов не представляется возможным.

В следующем примере воспользуемся возможностями команды «вращение» для создания твердотельной модели машиностроительной детали.

Команда «вращение» позволяет выполнить построение любой твердотельной модели, которая основана на окружностях и задать угол поворота плоского контура сечения произвольным числом, меньшим  $360^\circ$ . Но для использования этой команды необходимо учитывать некоторые требования, которые в самой команде не оговорены. Прежде всего, контур для построения должен быть замкнутым, без разрывов, и построен с помощью команды «полилиния», или контур необходимо объединить с помощью команды «область».

Покажем использование команды вращения на примере наконечника, достаточно распространенной машиностроительной детали. Построения выполним по следующему алгоритму:

1. В плоском моделировании выполним контур сечения наконечника, а также построим ось вращения, строго выдержав расстояние от контура до оси (рис. 7). Для наиболее наглядного изображения заменим вид на плоскость на стандартную изометрию (рис. 8).

2. Используем команду вращения, задав угол вращения в  $270^\circ$ . Таким образом, мы получим модели с вырезом четвертой части, которую широко используют в обучении для контроля построений (рис. 9).

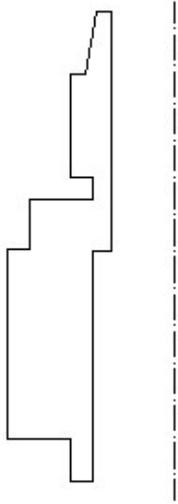


Рис. 7

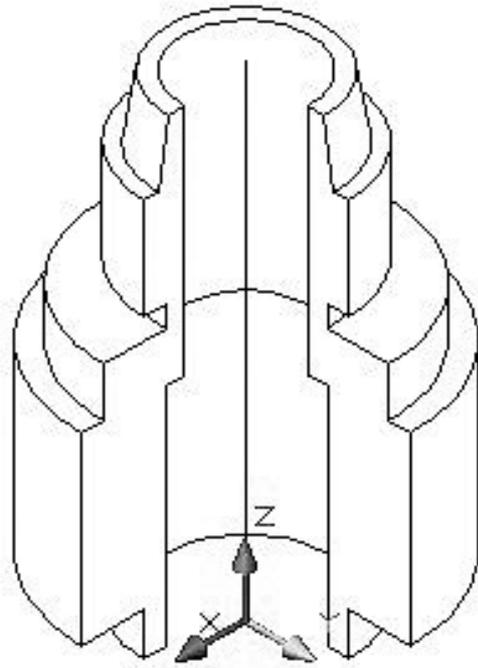


Рис. 9

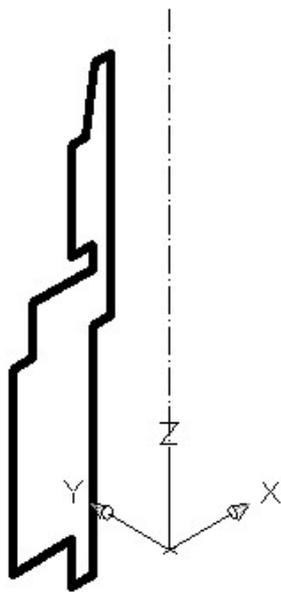


Рис. 8

3. Для получения полной модели необходимо при выполнении команды вращение задать угол вращения  $360^\circ$  (рис. 10).

### Выводы

При отборе и исследовании способов построения твердотельных моделей в системе AutoCAD преследовались, прежде всего, такие цели, как:

- упрощение процесса построения твердотельной модели;

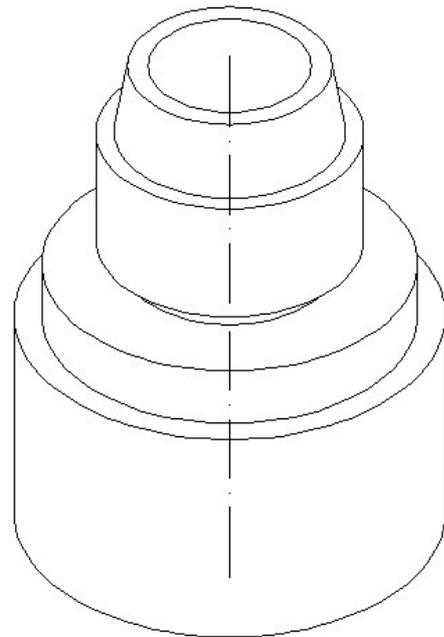


Рис. 10

- ускорение создания модели в целях экономии времени и людских ресурсов;
- оптимального применения возможностей системы AutoCAD в зависимости от поставленной задачи и особенностей черчения.

Возможность использования способа выдавливания и способа вращения облегчает создание как моделей строительных элементов, так и объектов машиностроительного черчения.

В процессе конструирования модели студент способен контролировать объемную графическую информацию, отображающую процесс создания объекта, вносить необходимые правки в создаваемую модель и оперативно реагировать на изменение первоначальных условий и требований к разрабатываемому заданию. Широкий спектр решаемых задач, современные способы работы, значительное сокращение затрат времени при решении поставленной задачи делают систему AutoCAD наиболее оптимальным выбором в применении к процессу обучения студентов, позволяют использовать её для преподавания графических дисциплин на более высоком уровне и дают возможность обеспечения индивидуального темпа изучения учебного материала.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полещук, И. AutoCAD в инженерной графике [Текст] / И. Полещук, Н. Карпушкина. – СПб.: Питер, 2005. – 496 с.
2. Уваров, А. С. AutoCAD для конструкторов [Текст] / А. С. Уваров. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 399 с.
3. Каламейя, А. Дж. Курс инженерной графики в AutoCAD 2004 [Текст] / А. Дж. Каламейя. – М.: AutoDesk Press, 2005. – 1264 с.
4. Хейфец, А. Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD. Опыт преподавания и широта взгляда [Текст] / А. Л. Хейфец. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 432 с.
5. Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия [Текст] / Л. Г. Нартова, В. И. Якунин. – М.: Академия, 2005. – 288 с.

Поступила в редколлегию 08.07.2009.

Принята к печати 16.07.2009.