

**Н.М. Белашов (УО «ГГТУ имени П.О. Сухого», Гомель)**

Науч. рук. **В.М. Мурашко**, ст. преподаватель

## **ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ 3D-МОДЕЛЬ ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ» В AUTOLISP**

Моделирование с помощью тел – это самый простой способ трехмерного моделирования. Средства AutoCAD позволяют создавать трехмерные объекты на основе базовых пространственных форм: параллелепипедов, конусов, цилиндров, сфер, клинов, торов (колец). Из этих форм путем их объединения, вычитания и пересечения строятся более сложные пространственные тела. Кроме того, тела можно строить, сдвигая плоский объект вдоль заданного вектора или вращая вокруг оси.

Сущность параметрического проектирования состоит в создании математической модели класса конструктивно однородных изделий, а затем в генерации изображений этих изделий по набору задаваемых размерных параметров.

Для проектирования формирования чертежей используются два основных метода: и вариантный и генерирующий.

Принцип работы системы, использующей генерирующий метод [3], основан на разделении чертежа изделия на элементы и создании новых чертежей изделий из имеющихся элементов. Различают следующие группы элементов: основные (функциональные), вспомогательные (конструктивные геометрические и геометрические элементы) и технологические. С помощью основных элементов описывается геометрическая форма детали (наружные и внутренние контуры), проточки (внутренняя и наружные). Это дает прежде всего общее описание детали. С помощью вспомогательных элементов осуществляется более подробное описание детали, что позволяет полностью передать геометрическую форму детали.

Объектом исследования являются детали валы трех типов: валы с фаской, валы с полусферой, валы с усеченной сферической поверхностью.

Цель работы – построение параметрической 3D модели многоступенчатого вала, используя генерирующий метод для основных элементов.

Получить 3D модель многоступенчатого вала можно путем вращения 2D объекта вокруг оси, используя команду `_revolve` (Вращать).

Для 2D объекта-вал возможны три способа прорисовки его ступеней [1]. Анализ графических изображений, представленных на рисунке 1, показывает, что каждое из них можно построить с помощью второго варианта. В первом случае (рис. 1а) точки T10 и T40 совпадают с базовой точкой BT, в третьем (рис. 1в) точка T10 совпадает с точкой T1, а точка T40 – с точкой T4. Если диаметр, на концах которого лежат точки T10 и T40, обозначить D0, то в первом варианте его величина будет равна 0, во втором – диаметру предыдущей ступени, в третьем – диаметру изображаемой ступени. Точки T10 и T40 определяются путем перемещения от базовой точки строящейся ступени соответственно вверх и вниз на величину, равную половине ширины (диаметра) D0. Создания графического изображения объекта можно выполнить с помощью цикла.

Для построения параметрической 3D модели многоступенчатого вала необходимо создать одну замкнутую область (команда `_region`), представляющую собой контур верхней половины 2D объекта-вал (рисунок 2).

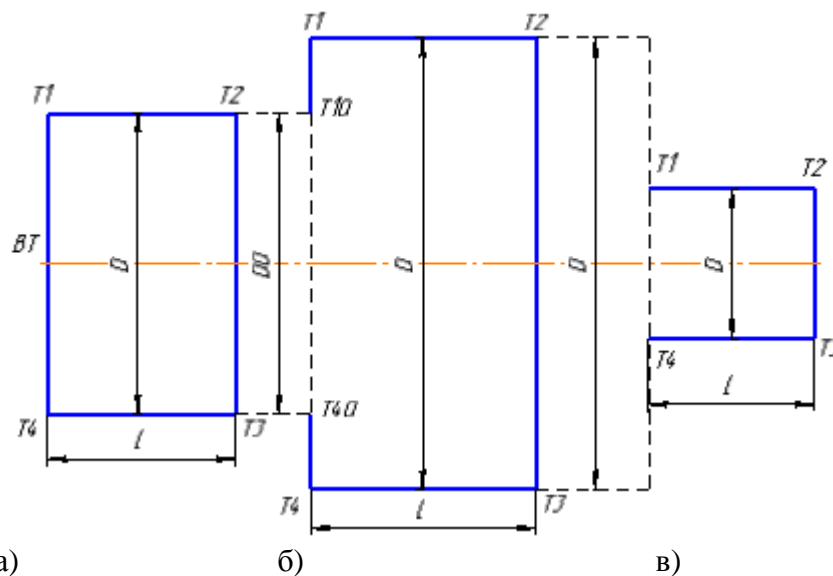


Рисунок 1 – Варианты графического изображения ступеней вала: а – первой ступени; б – ступени, ширина которой больше ширины предыдущей ступени; в – ступени, ширина которой меньше ширины предыдущей ступени

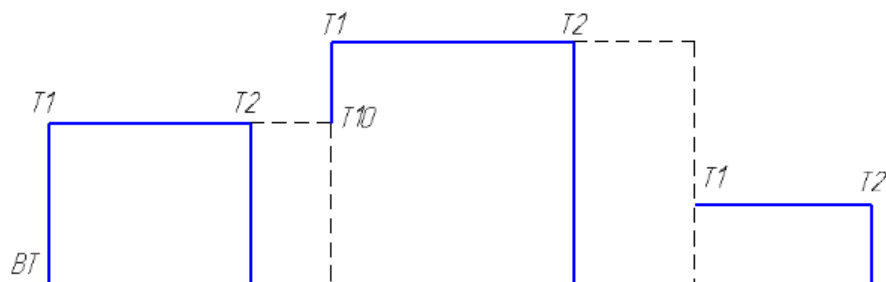


Рисунок 2 – Варианты изображения ступеней вала для построения области

Для выполнения поставленной задачи использовалась конкретная реализация языка LISP – встроенный в САПР AutoCAD интерпретатор языка AutoLISP. Выбор этого языка в качестве встроенного для САПР AutoCAD вызван тем, что список – оптимальный способ представления графической информации, а также легкостью реализации и небольшими размерами интерпретатора. Система автоматизированного проектирования AutoCAD предусматривает возможность самостоятельного написания диалоговых окон, отличных от определенных в системе. Для этой цели был разработан специальный язык – DCL (Dialogue Control Language, или другими словами – язык управления диалоговыми окнами).

В результате была разработана программа «VAL», которая выполняет следующие функции.

1. Загрузка диалога DCL.DCL для выбора типа вала (рисунок 3).
2. Загрузка нового диалога для выбранного типа вала DCL2.DCL (рисунок 4).
3. Вызов функции ok\_tab, формирующей список данных, являющихся результатом диалога DCL2 (рисунок 4).
4. Создание первоначально пустого списка DL – диаметр-длина ступени.
5. Загрузка диалога DCL3.DCL для ввода параметров ступени вала. Добавление указанного выше списка данными для данной ступени (рисунок 5).
6. В зависимости от выбранного типа вала корректируется длина последней ступени.
7. Циклически рисование контура верхней части ступени вала – функция stup (рисунок 2, рисунок 6).

8. В зависимости от выбранного типа вала дорисовка функционального элемент: фаски или полусферы, или усеченной поверхности сферы (рисунок 7).
9. Получить 3D модель детали – необходимо программно вызвать команды AutoCAD: объединение объектов в регион, вращение объектов, раскрашивание, вид (рисунок 8-10).
10. По выбору пользователя изменить визуальный стиль выбранного вид на 3D каркас, 3D скрытый, концептуальный
11. Повторить все действия с п.1 Д/Н?

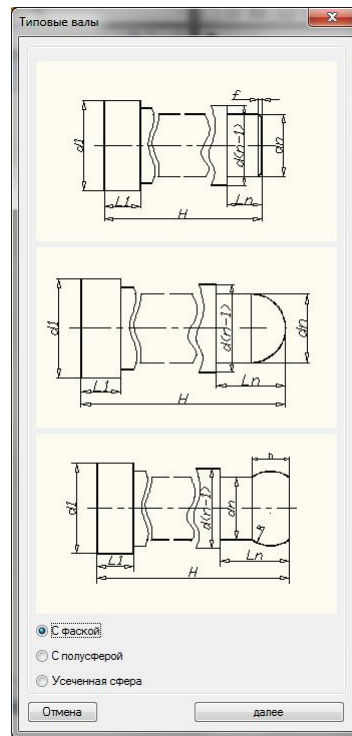
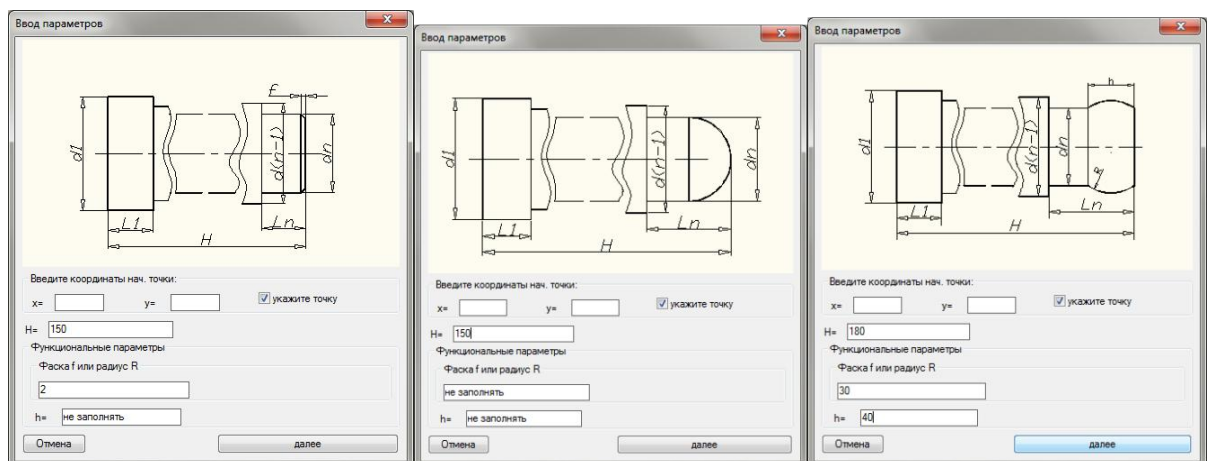


Рисунок 3 – Типовые валы



а)

б)

в)

Рисунок 4– Ввод параметров: а) валы с фаской; б) валы с полусферой; в) валы с усеченной сферической поверхностью

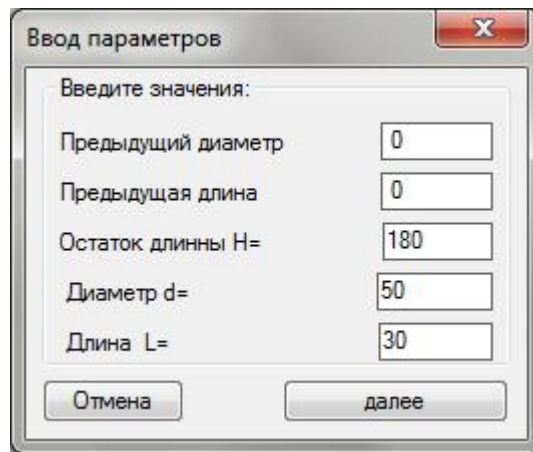


Рисунок 5 –Ввод размеров ступени

```
;;Функция - Рисование ступени вала для области
(defun stup ()

  (setq T10 (polar BT (/ PI 2) R0 )
        T1 ( polar BT (/ PI 2) R)
        T2 ( polar T1 0 L)
        )
  (command "ТИПЛИН" "УСТАНОВИТЬ" "CONTINUOUS" "" )
  (if (> R1 R) (command "ПЛИНИЯ" T1 "ширина" 1 1 ( polar BT (/ PI 2) R1) "" ))
  (command "ПЛИНИЯ" T10 "ширина" 1 1 T1 T2 "" )
  (setq BT ( polar BT 0 L ))
)

```

Рисунок 6– Рисования ступени вала для области

```
(setq p8 (list (+ x H) y ))
(Cond
  ((= on_rad "rad1") ;Рисование фаски
   (setq p7 (list (+ (nth 0 T2) f) (- (nth 1 T2) f )))
   (command "_pline" T2 "Ш" 1 1 p7 p8 ""))
  )
  ((= on_rad "rad2");Рисование полусферы
   (command "_pline" T2 "Ш" 1 1 "Д" p8 ""))
  )
  ((= on_rad "rad3");рисование усеченной сферы
   (setq p6 (list (+ (nth 0 T2) h1) (+ y (/ (nth 0 DDS) 2.0))))
   )
   (command "_pline" p6 "Ш" 1 1 p8 "")
   (command "_pline" p6 "Ш" 1 1 "Д" "P" Rr T2 ""))
)

```

Рисунок 7 - Дорисовка функционального элемента: фаски или полусферы, или усеченной поверхности сферы

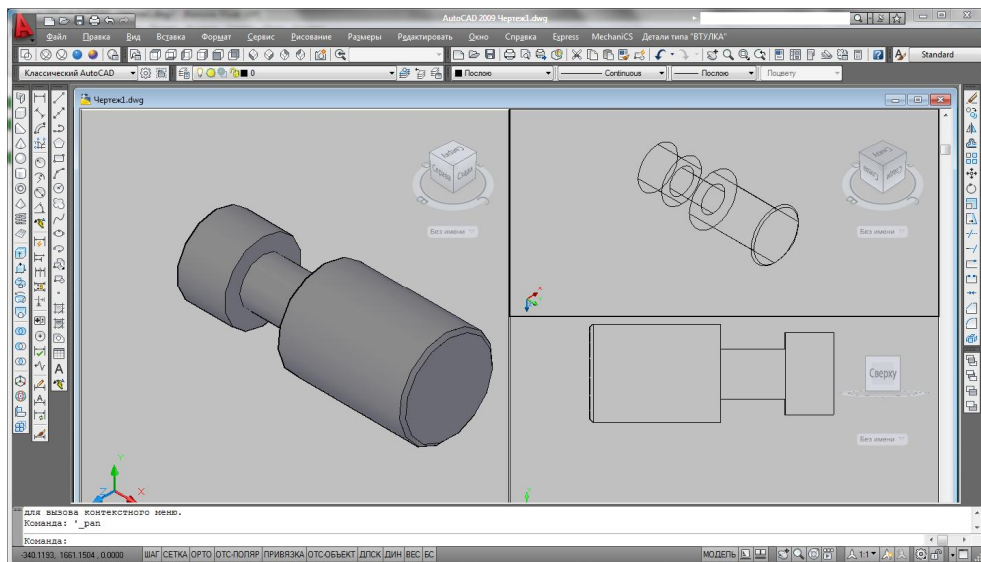


Рисунок 8 – Параметрическая 3D модель: вал с фаской

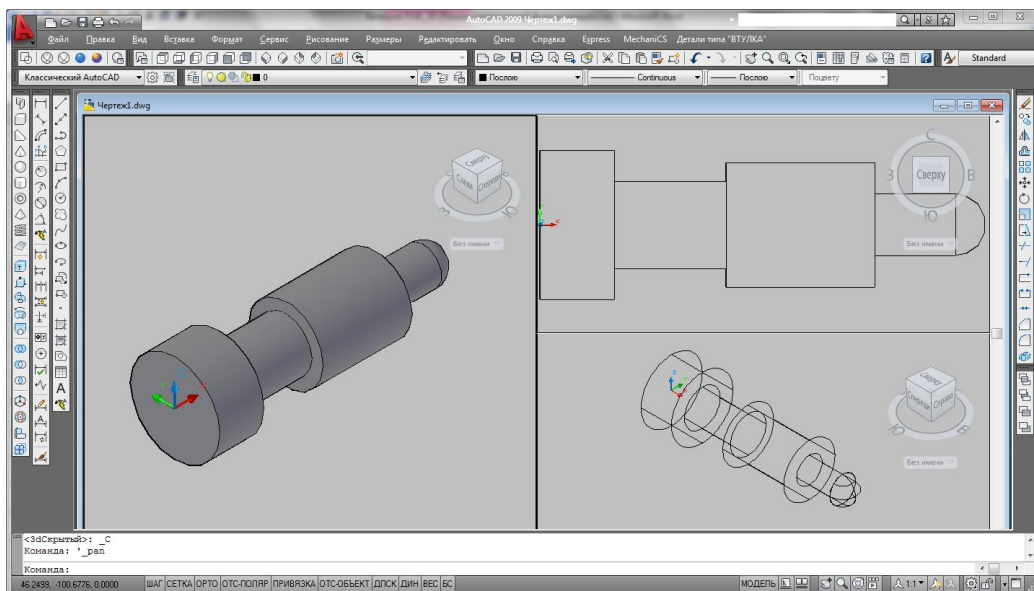


Рисунок 9 – Параметрическая 3D модель: вал с полусферой;

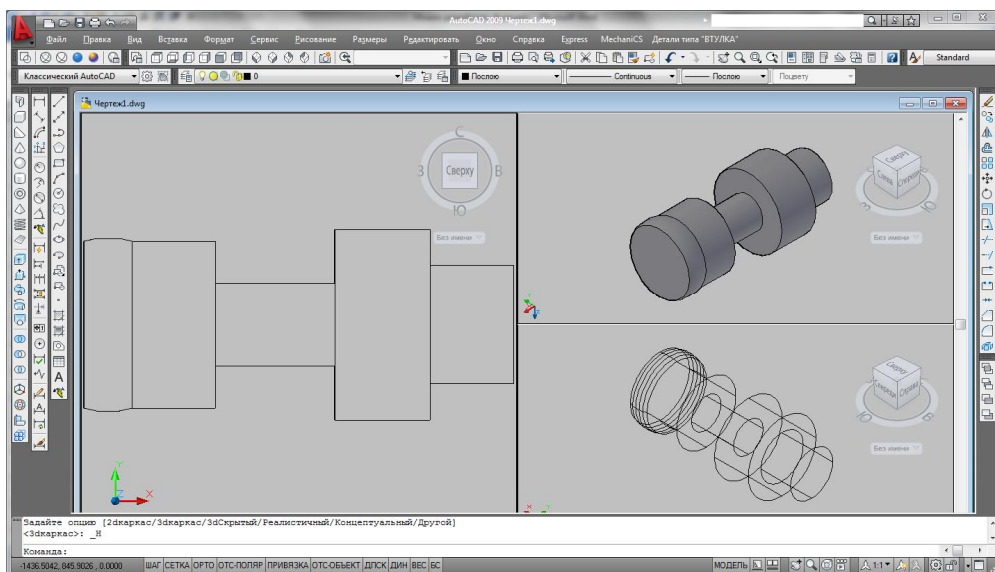


Рисунок 10 – Параметрическая 3D модель: вал с усеченной сферической поверхностью

Программа «VAL» удобна в обращении и позволяет быстро построить 3D модель выбранного типа вала для дальнейшей работы. У полученной 3D модели можно анализировать массовые свойства: объем, момент инерции, центр масс и т.п. Данные о теле могут экспортироваться в такие приложения, как системы числового программного управления (ЧПУ) и анализа методов конечных элементов (МКЭ).

В дальнейшем планируется для более подробного представления параметрической 3D модели детали вал разработка вспомогательных элементов, что позволит более полно передать геометрическую форму детали

#### **Литература**

1. Кудрявцев Е.М. AutoLISP. Основы программирования в AutoCAD 2000 – Москва: ДМК, 2000. – 240 с.
2. Мурашко В. С. Использование языка AutoLISP для автоматизированного проектирования: лаб. Практикум по курсу «Основы автоматизированного проектирования» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» днев. и заоч. форм обучения – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 35 с.
3. Мурашко В.С. Системы компьютерной графики в автоматизированном проектировании: курс лекций по одноим. Дисциплине для студентов специальности 1-40 01 02 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» днев. Формы обучения. В 2 ч. Ч. 1 Язык AutoLISP – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. – 109 с.