

## Геометрия поверхностей и кривых

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗОНТИЧНОГО ТИПА

В.А. РОМАНОВА, доцент

Российский университет дружбы народов (РУДН),

105215, Москва, ул. 11-Паркова, 44-1-121, email: v.a.r-victoryna@mail.ru

*Рассматривается возможность визуализации процесса образования зонтичных поверхностей в динамическом режиме путем создания мини-фильма, который может быть использован как преподавателем на лекциях или практических занятиях, так и учащимися при самостоятельном изучении курса «Компьютерная графика».*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** поверхность, визуализация, функциональный язык AutoLisp, система AutoCAD, пользовательская функция, отсек поверхности.

Визуализация образования поверхностей выполняется путем демонстрации мини-фильмов, отображающих процессы образования поверхностей [1]. Основной алгоритм мини-фильмов является классическое определение поверхности: «поверхностью называют множество последовательных положений образующей линии, перемещающейся в пространстве по направляющим линиям».

Для демонстрации процесса образования поверхностей в системе AutoCAD используются пользовательские функции - команды для AutoCAD, составленные на встроенном в AutoCAD функциональном языке AutoLisp [2], [3]. Алгоритм пользовательских функций разрабатывается в соответствии с законом образования конкретных поверхностей.

В настоящее время довольно широко применяются зонтичные поверхности, реже - поверхности зонтичного типа. Есть пример использования поверхности зонтичного типа с параболическими образующими [4]. Однако, направляющими кривыми могут быть линии разного типа: эпициклоида, гипоциклоида, синусоидальная кривая и другие [5].

Поверхности зонтичного типа с параболическими образующими имеют в основании  $z = 0$  эпициклоиду или гипоциклоиду. Координаты эпициклоиды определяются из следующих параметрических уравнений:

$$x = (R + r) \cos \varphi - r \cos(1 + n) \varphi, y = (R + r) \sin \varphi - r \sin(1 + n) \varphi,$$

где  $R$  - радиус неподвижной окружности,  $r$  - радиус подвижного круга,  $n$  - количество внешних вершин у эпициклоиды. На рис. 1 изображена схема расположения элементов поверхности в начальном и в  $i$ -том положении, где  $m$  - эпициклоида, направляющая;  $n$  - направляющая окружность, ее центр - точка  $B$ ,  $R_D$  - радиус-вектор точки  $D$  эпициклоиды,  $\Psi$  - плоскость, содержащая радиус-вектор  $R_D$ , ось  $AB$  и параболу  $q$ ,  $h$  - высота поверхности.

Радиус-вектор  $R_D$ , парабола  $q$  и плоскость  $\Psi$  вращаются вокруг оси  $AB$ , при этом одновременно парабола скользит по образующим  $m$  и  $n$ , формируя поверхность зонтичного типа. Во время движения параметры параболы изменяются, что приводит к изменению ее формы и формы поверхности.

Парабола вычерчивается в плоскости  $xu$  с использованием канонического уравнения:

$$y = -\frac{(x - a)^2}{p},$$

где  $x_C \leq x \leq x_D$ ,  $y_{max} = h$ ;  $x_C$ ,  $x_D$ ,  $h$  - задаются;  $a$  - радиус окружности  $n$ .



один отсек и вычерчивается одна парабола. Параметр  $\varphi$  необходим для определения радиус-вектора точек эпициклоиды, ориентирования оси  $x$  по радиус-вектору и построения парабол в плоскостях  $\Psi_i$ .

Фрагмент программы для образования отсеков приведен ниже.

```

;          Цикл для образования отсеков поверхности
(setq x1 a dx 1.0 dfig 10.0 fig 0.0 i 1 j 1)
(while (< fig 359)
  (setq nsloy (strcat "vent" (itoa j)) )
  (command "layer" "s" nsloy "")
  (setq i (1+ i))
  (if (= fig 350) (setq dfig 9.5))
  (if (= fig 359.5) (setvar "loftparam" 8))
  (setq fig (+ fig dfig))
  (setq fi (/ (* fig pi) 180))
;          Вычерчивание парабол и создание списка ssp
  (setq pt1 (epucycle ));          pt1 - точка  $D_i$  на эпициклоиде
  (setq Rt (sqrt (+ (expt x 2)(expt y 2))));          RT - величина радиус-вектора  $R_D$ ,
  (setq p1 (/ (expt (- rt a) 2) (* hmax -1)));          p1 - параметр параболы
  (command "ucs" "3" '(0 0 0) pt1 "");          ось  $x$  направляется на точку  $D_i$ 
  (command "ucs" "x" 90)
  (parabola-lin rt p1)
  (setq e3 (entlast))
  (command "_change" e3 "" "_p" "_c" "7" "_lw" "0.4" "")
  (setq ssp (cons e3 ssp))
  (command "_delay" 100)
  (setq j (+ j 1))
;          Образование отсеков поверхности
  (command "loft")
  (foreach ent ssp
    (command ent))
  (command "" "")
  (command "ucs" "x" -90) (setq x1 a) )
;Создание блока с отсеками поверхности и запись его в определенную директорию
(command "block" "zont" '(0 0 0) "all" "")
(command "wblock" "D:/acad-2013-work/Zont" "Zont")

```

#### Алгоритм второго этапа образования поверхности

Формирование поверхности выполняется вслед за движением образующей. В связи с этим сначала выполняется вычерчивание образующей и оси вращения, «замораживаются» слои, содержащие отсеки поверхности и вставляется в чертеж, созданный заранее, блок *Zont*. «Размораживается» слой *Vent1* и выполняется расчленение блока *Zont* на составляющие его отсеки. Далее организуется цикл для «размораживания» остальных слоев. При появлении отсеков на экране, начиная со второго, предыдущий отсек удаляется. В результате по завершении работы цикла на экране остается только последний отсек – полная поверхность.

Образование поверхности (рис. 2) выполняется методом «размораживания»

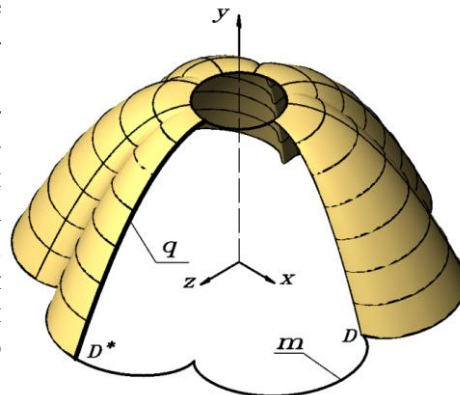


Рис. 2 . Образование поверхности зонтичного типа

слоев с отсеками и образующими, при этом используется пользовательская функция *Form – surface*. Фрагмент из этой функции представлен ниже.

```

;
      Образование первого отсека
(setq adres (getstring "\n Введите адрес блока __:"))

; Размораживание слоя Vent1, расчленение блока
(setq j 1 )
(setq nsloyi (strcat "vent" (itoa j)) )
(command "_insert" adres '(0 0 0) 1 1 0)
(command "_layer" "_thaw" nsloyj "")
(command "erase" e1 "")
(command "_explode" ptr ); расчленение блока в точке ptr

; s1 – идентификатор первого отсека поверхности
(setq s1 (ssget "x" (list (cons 8 (substr nsloyj 1 6)) )))
(command "_delay" 100)
(setq j (+ j 1))
;
      Образование поверхности
(repeat (- nsl 1)
(setq nsloyj (strcat "vent" (itoa j)) )
(command "_layer" "_thaw" nsloyj ""); «разморозка» слоев
(setq s2 (ssget "x" (list (cons 8 (substr nsloyj 1 6)) )))
(command "_erase" s1 ""); удаление элементов предыдущего слоя
(setq s1 s2)
(command "_delay" 200)
(setq j (1+ j))
);end repeat
),

```

#### Л и т е р а т у р а

1. Романова В.А. Особенности изображения процесса образования поверхностей в системе САПР AutoCAD// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2012, №4. – С. 3-5.
2. Рыжиков Р.К. Введение в АВТОЛИСП.- М.: Изд-во РУДН, 2006. – 24 с.
3. Хейфец А.Л., Логиновский А.Н., Буторина И.В., Васильева В.Н. Инженерная 3D - компьютерная графика. – М: «ЮРАЙТ», 2013. – 464 с.
4. Кривошапко С.Н., Емельянова Е.М., Мамиева И.А. Объемно- планировочные решения спортивно-развлекательного комплекса// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2011. – № 4. – С. 46-49.
5. Кривошапко С.Н., Иванов В.Н. Энциклопедия аналитических поверхностей. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.– 560 с.

#### References

1. Romanova, VA (2012). Features of the image of process of formation of surfaces in AutoCAD system. Structural Mechanics of Engineering Construction and Buildings. № 4, 3-5.
2. Ryzhikov, RK (2006). Introduction into AVTOLISP. M.: Izd-vo RUDN, 24 p.
3. Heyfetz, AL, et al. (2013). Engineering 3D Computer Graphics. M.: YURAYT, 464 p.
4. Krivoshapko SN, Emelianova EM, Mamiyeva IA (2011). Design of sports-and-relaxation building. Structural Mechanics of Engineering Construction and Buildings. № 4, 46-49.
5. Krivoshapko SN, Ivanov, VN (2010). Encyclopedia of Analytical Surfaces. Knizhn. Dom “LIBROKOM”, 560 p.

### FEATURES OF THE IMAGE OF PROCESS OF FORMATION OF SURFACES IN AUTOCAD SYSTEM

V.A. Romanova

The article considers the possibility of visualization of the process of formation of umbrella surfaces in the dynamic mode by creating a mini-film, which can be used as a lecturer at lectures or practical classes and students for self-study course «Computer graphics».

**KEYWORDS:** a surface, visualization, a forming line, a directing line, a plane of parallelism, the functional AutoLisp language, AutoCAD system, a user function, cut surface.