

# PHƯƠNG PHÁP VẼ VÀ LẬP TRÌNH NC GIA CÔNG BIÊN DẠNG MỘT SỐ CHI TIẾT ĐẶC BIỆT TRÊN PHẦN MỀM SOLIDWORKS, MASTERCAM

## DRAWING AND NC PROGRAMMING METHODS FOR MACHINING CONTOUR OF SEVERAL SPECIAL MODELS USING SOLIDWORKS AND MASTERCAM

Trần Ngọc Hải - Nguyễn Tiến Dũng

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

Đến Tòa soạn ngày 14/4/2016, chấp nhận đăng ngày 10/5/2016

**Tóm tắt:** Gia công các chi tiết dạng cam phẳng, các bánh răng đặc biệt... có biên dạng là đường Acsimet, hipôxiclôit, êpixiclôit... theo phương pháp truyền thống thường rất khó khăn, biên dạng chi tiết có độ chính xác không cao.

Bài báo trình bày phương pháp gia công mới, theo đó trước hết phải thiết lập phương trình mô tả biên dạng chi tiết, sau đó sử dụng các phần mềm SolidWorks, Mastercam để vẽ, lập trình, gia công trên máy CNC. Kết quả thu được chi tiết có độ chính xác cao. Đây là phương pháp tiên tiến, đúng với công nghệ sản xuất hiện đại.

**Từ khóa:** Lập trình NC.

**Abstract:** Machining flat cam shapes, the special gears which have Acsimet curve profiles, hipoxicloit, epixicloit... According to traditional methods is often very difficult, and not accurate.

The article presents a new method of machining, whereby we must first set up equations describing detailed profiles, and then use the software SolidWorks, Mastercam for drawing, programming, CNC machining. The results are models with high accuracy. These are advanced methods, right with modern production technology.

**Keywords:** NC programming.

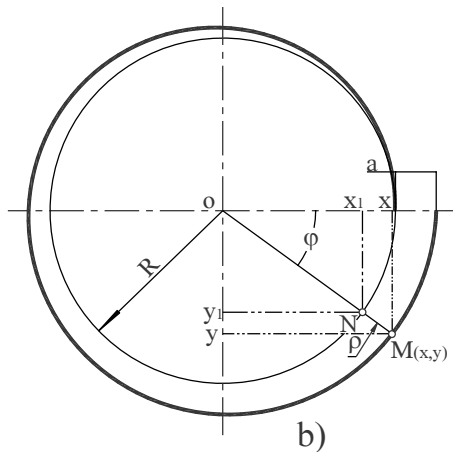
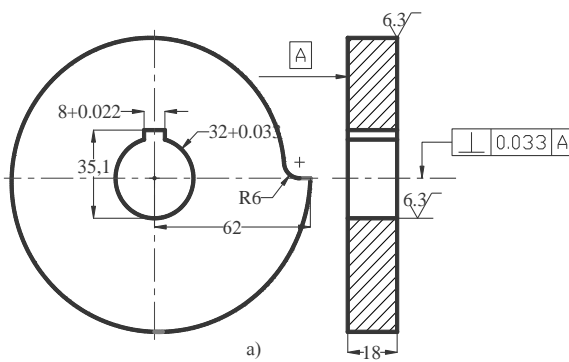
### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những chi tiết dạng cam phẳng cần đẩy, bánh răng trong các loại bơm đặc biệt, mặt cắt buồng hút xyclon lọc bụi kiểu trọng lực... thường có biên dạng là các đường Acsimet, êpixiclôit, hipôxiclôit, đường cong logarit... Việc gia công biên dạng các loại chi tiết trên được thực hiện theo phương pháp chép hình thông qua các cam mẫu. Theo đó cam mẫu được vẽ trên cơ sở xác định tọa độ các điểm thuộc biên dạng rồi nối lại, cách làm này rất khó khi dựng hình, thiếu chính xác, năng suất thấp.

Khác với cách làm truyền thống, bằng cách thiết lập phương trình mô tả biên dạng, chúng tôi sử dụng các phần mềm CAD/CAM tương ứng, vẽ biên dạng chi tiết, từ đó lập chương trình NC, gia công chi tiết trên máy CNC. Đây là phương pháp tiếp cận mới, phản ánh đúng công nghệ sản xuất hiện đại. Phần tiếp sau đây trình bày một số ví dụ để làm rõ phương pháp gia công.

### 2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

*Ví dụ 1:* Gia công biên dạng chi tiết cam phẳng cần đẩy có biên dạng là đường xoáy ốc Acsimet (hình 1a), bước  $a=12$ ,  $R_{cổo}=50$ .



Hình 1. Cam biên dạng Acsimet

Thực hiện theo 5 bước:

#### 1. Lập phương trình tham số biên dạng

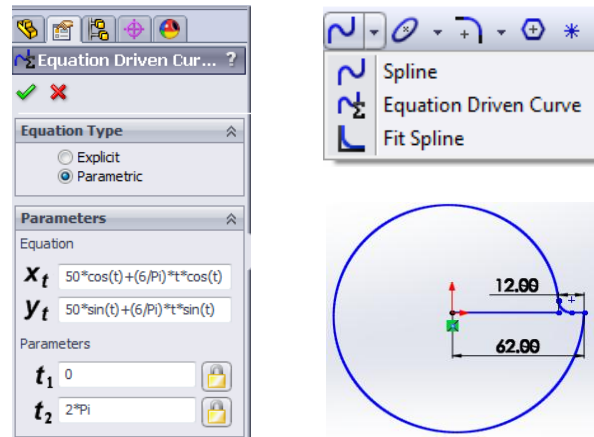
Hình 1b là đường Acsimet nhận vòng tròn  $R=50$  làm vòng cơ sở. Từ hình 1b tính được tọa độ điểm N:  $N(R.\cos\varphi, R.\sin\varphi)$ , tọa độ điểm M:  $M(R.\cos\varphi+\rho\cos\varphi; R\sin\varphi+\rho\sin\varphi)$ .  
 $\Rightarrow$  phương trình tham số đường Acsimet:

$$\begin{cases} x = R*\cos\varphi + \frac{a}{2\pi}.\varphi.\cos\varphi \\ y = R*\sin\varphi + \frac{a}{2\pi}.\varphi.\sin\varphi \end{cases} \quad (1)$$


với  $\rho = \frac{a}{2\pi}.\varphi$  là độ lớn bước ứng với góc  $\varphi$ .

#### 2. Vẽ biên dạng cam Acsimet

- Khởi động SolidWorks, chọn Sketch, chọn Front plane làm mặt cơ sở.
- Vào mục Spline, chọn Equation Driven Curve, hiện ra bảng sau:



Hình 2

- Chọn **Parametric**, từ mục Equation nhập phương trình (1) (đã thay số) vào:  $x_t, y_t$ .
- Trong Parameters, nhập góc:  $t_1=0, t_2=2\pi$ .
- Chọn , được hình vẽ biên dạng cam Acsimet (hình 2).
- Vẽ hoàn chỉnh cam theo cách thông thường ghi lại file, ví dụ: (09.DWG).

#### 3. Lập trình NC, mô phỏng gia công

- Khởi động Mastercam, mở file(09.DWG) vẽ biên dạng chi tiết từ SolidWorks.
- Tiến hành khai báo máy, phôi, dao, thông số công nghệ, chọn lệnh gia công (Face, Contour, Pocket...) phù hợp. Việc thực hiện như lập trình gia công cơ bản.

Chi tiết sau gia công mô phỏng như hình 3.



Hình 3



Hình 4

#### 4. Xuất chương trình NC gia công (trích)

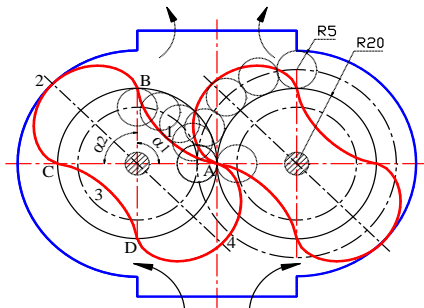
(NC FILE - C:\¥USERS¥NGOC  
 HAI¥DOCUMENTS¥MY  
 MCAMX5¥MILL¥NC¥09.NC)  
 (T1 || H1)(T2 || H2)(T3 || H3)  
 N100 G21; N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90;

N104 T1 M6;  
N106 G0 G90 G54 X-106.25 Y64.998 A0.  
S350 M3;  
.....

### 5. Gia công trên máy phay CNC

- Dùng chương trình NC mới lập, gia công trên máy CNC, thu được sản phẩm (hình 4) đạt yêu cầu cao về độ chính xác biên dạng.

Ví dụ 2: Cho một cặp bánh răng xiclôit của bơm “Root” (hình 5). Viết chương trình NC, mô phỏng gia công biên dạng chi tiết, biết cung  $A1B$ ,  $C3D$  là đường hipôxiclôit, cung  $B2C$ ,  $D4A$  là đường êpoxiclôit.



Hình 5. Cặp bánh răng xiclôit

Thực hiện theo các bước:

#### 1. Lập phương trình tham số biên dạng

Theo khái niệm, đường êpoxiclôit và đường hipôxiclôit là quỹ đạo của một điểm thuộc một đường tròn khi đường tròn đó lăn không trượt trên một đường tròn cố định khác. Đường tròn lăn gọi là đường cơ sở, đường tròn cố định gọi là đường tròn định hướng.

Nếu hai đường tròn tiếp xúc ngoài thì quỹ đạo của điểm là đường êpoxiclôit, nếu hai đường tròn tiếp xúc trong thì quỹ đạo của điểm là đường hipôxiclôit. Từ khái niệm trên ta lập được phương trình:

- Cung  $A1B$ ,  $C3D$  (đường hipôxiclôit)

$$\begin{cases} x = (R-r)\cos\varphi + r\cos\frac{R-r}{r}\cdot\varphi \\ y = (R-r)\sin\varphi - r\sin\frac{R-r}{r}\cdot\varphi \end{cases} \quad (2)$$

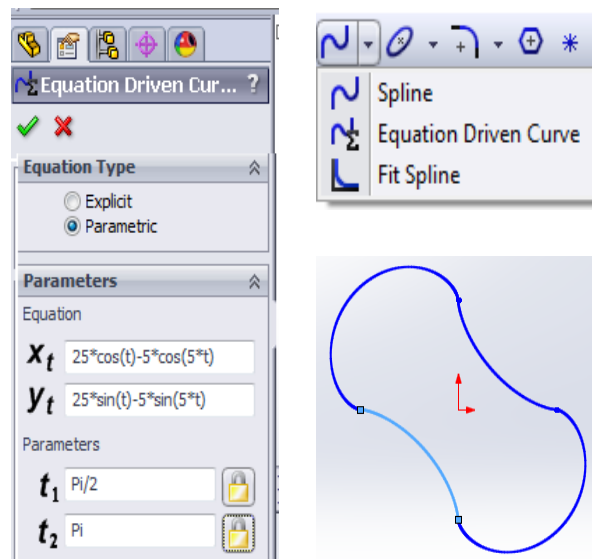
- Cung  $B2C$ ,  $D4A$  (đường êpoxiclôit)

$$\begin{cases} x = (R+r)\cos\varphi - r\cos\frac{R+r}{r}\cdot\varphi \\ y = (R+r)\sin\varphi - r\sin\frac{R+r}{r}\cdot\varphi \end{cases} \quad (3)$$

- Xác định góc  $\alpha_1, \alpha_2$  chắn cung  $A1B, B2C$  dùng công thức:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{360 \cdot r}{R} = \frac{360 \cdot 5}{20} = 90^\circ$

2. Vẽ biên dạng  $A1B, B2C, C3D \dots$  như sau:


- Khởi động SolidWorks, chọn Sketch, chọn Front plane làm mặt cơ sở.
- Vào mục Spline, chọn Equation Driven Curve, hiện ra bảng sau:



Hình 6

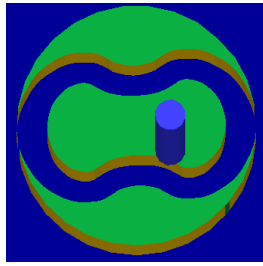
- Chọn Parametric, trong Equation lần lượt nhập phương trình (2), (3) (đã thay số) vào:  $x_t, y_t$  để vẽ các cung:  $A1B, B2C \dots$

- Trong Parameters, tại  $t_1, t_2$  nhập các góc:  $(0 \dots \pi/2), (\pi/2 \dots \pi), (\pi \dots 3\pi/4), (0 \dots -\pi/2)$  để lần lượt vẽ các cung  $A1B, B2C, C3D, D4A$ .

- Chọn , được hình vẽ biên dạng răng xiclôit (hình 6), ghi lại file, ví dụ (19.DWG).

#### 3. Lập trình NC, mô phỏng gia công

- Khởi động Mastercam, mở file (19.DWG).
- Tiến hành các bước tiếp theo như ví dụ 1 Chi tiết sau gia công mô phỏng như hình 7.

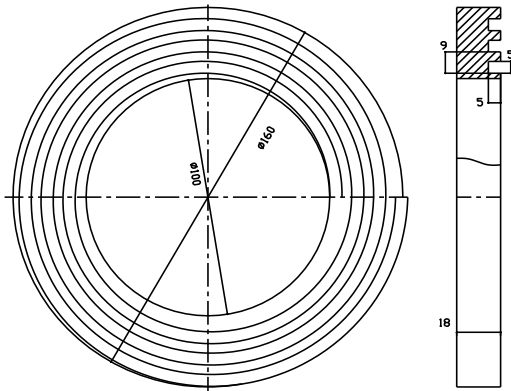


Hình 7. Chi tiết sau gia công mô phỏng

4. Xuất chương trình NC gia công (trích) N100 G21; N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90;

Ví dụ 3:

Gia công rãnh cam phẳng mặt đầu, biên dạng rãnh là đường xoắn ốc Acsimet (hình 8), bước  $a = 9$ ,  $R_{cổ\ s\ ơ} = 52,5$ .



Hình 8. Rãnh cam biên dạng Acsimet

Thực hiện theo 5 bước

1. Thiết lập phương trình tham số biên dạng

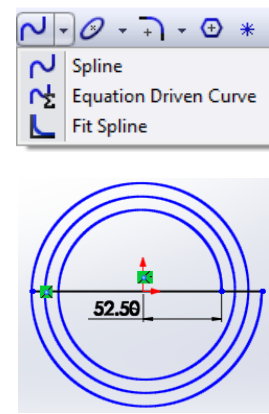
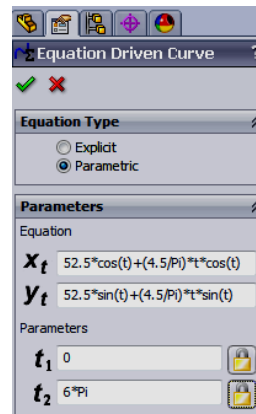
- Dùng phương trình đường Acsimet dưới dạng tham số ở ví dụ 1.

$$\begin{cases} x = R \cdot \cos \varphi + \frac{a}{2\pi} \cdot \varphi \cdot \cos \varphi \\ y = R \cdot \sin \varphi + \frac{a}{2\pi} \cdot \varphi \cdot \sin \varphi \end{cases} \quad (4)$$

ở đây:  $a = 9$ ;  $R_{cổ\ s\ ơ} = 52,5$ ;  $\varphi = 0 \dots 6\pi$ .

2. Vẽ biên dạng rãnh cam Acsimet

- Khởi động SolidWorks, chọn Sketch, chọn Front plane làm mặt cơ sở.
- Vào mục Spline, chọn Equation Driven Curve, hiện ra bảng sau:



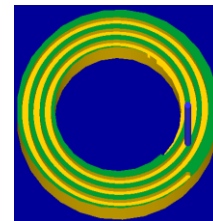
Hình 9

- Chọn **Parametric**, từ mục Equation nhập phương trình (4) (đã thay số) vào:  $x_t, y_t$ .
- Trong Parameters, nhập góc:  $t_1 = 0, t_2 = 6\pi$ .
- Chọn **OK**, được hình vẽ đường Acsimet (hình 9). Ghi lại file, ví dụ (99.DWG).

3. Lập trình NC, mô phỏng gia công

- Khởi động Mastercam, mở file (99.DWG).
- Tiến hành khai báo máy, phôi, dao, các thông số công nghệ, chọn lệnh gia công (Face, Contour, Pocket...) phù hợp. Tiếp tục như lập trình gia công cơ bản.

Chi tiết sau gia công mô phỏng như hình 10.



Hình 10. Rãnh cam sau gia công mô phỏng

4. Xuất chương trình NC gia công (trích)

(NC FILE - C:\¥USERS¥NGOC  
HAI¥DOCUMENTS¥MY  
MCAMX5¥MILL¥NC¥99.NC)  
(T4 || H4)(T2 || H2)(T3 || H3)  
N100 G21;N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90  
N104 T4 M6;  
N106 G0 G90 G54 X-91. Y0. A0. S650 M3  
N108 G43 H4 Z50. M8;  
N110 Z1;N112 G1 Z-1. F50.

.....  
N8132 G0 Z50.

N8134 M5

N8136 G91 G28 Z0. M9

N8138 G28 X0. Y0. A0.

N8140 M30;

### 5. Gia công trên máy phay CNC

Dùng chương trình NC vừa tính toán thiết kế, gia công chi tiết trên máy. Hình 11a là chi tiết đang được gia công trên máy và hình 11b là sản phẩm sau gia công.



Hình 11a



Hình 11b

### 3. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp lập trình

NC theo biên dạng, gia công một số dạng chi tiết đặc biệt. Phương pháp được thực hiện qua 5 bước trong đó phần quyết định của phương pháp là bước 1: Thiết lập phương trình mô tả biên dạng chi tiết.

Việc sử dụng các phần mềm Solidworks, Mastercam là dựa trên tính năng nổi bật về CAD/CAM của mỗi phần mềm, nhờ đó việc tính toán, vẽ, lập trình NC được thực hiện nhanh chóng.

Phương pháp lập trình theo biên dạng cho phép các kỹ sư công nghệ chủ động trong lập trình gia công các dạng chi tiết phức tạp Đây là phương pháp tiên tiến, đúng với công nghệ sản xuất hiện đại.

Mặc dù đã cố gắng sử dụng các thông số chế độ cắt ( $s$ ,  $v$ ,  $t$ ) hợp lý khi lập trình NC nhưng bài báo chưa thể hiện được việc xác định bộ thông số ( $s$ ,  $v$ ,  $t$ ) là tối ưu trong chương trình NC đó. Điều này sẽ được khắc phục trong chương trình gia công các dạng sản phẩm tiếp sau.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tôn Tích Ái, *Phần mềm toán cho kỹ sư*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2005.
- [2] Trần Vĩnh Hưng (chủ biên), Trần Ngọc Hiền, *Mastercam - Phần mềm thiết kế công nghệ CAD/CAM điều khiển các máy CNC*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2011.
- [3] Nguyễn Tiến Dũng (chủ biên), Nguyễn Hồng Thái, Mai Văn Hào, *Thực hành thiết kế với SOLIDWORKS 2005 qua các ví dụ*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2011.
- [4] Tạ Ngọc Hải, *Bài tập nguyên lý máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
- [5] Trần Hữu Quế (chủ biên), Đặng Văn Cứ, Nguyễn Văn Tuấn, *Vẽ kỹ thuật cơ khí tập 1*, NXB Giáo dục, 2007.

Thông tin liên hệ:

**Trần Ngọc Hải**

Điện thoại: 01663341951- Email: tnhai@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

