

LẬP TRÌNH THAM SỐ ĐỂ GIA CÔNG CÁC BỀ MẶT CÓ QUỸ ĐẠO PHỨC TẠP TRÊN TRUNG TÂM GIA CÔNG CNC 5 TRỤC

THE PARAMETRIC PROGRAM TO PROCESS COMPLEX MECHANICAL PRODUCTS BY 5 AXIS CNC MACHINING

Nguyễn Ngọc Kiên¹, Trần Ngọc Tiếp², Phạm Văn Hùng¹

¹Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Lữ đoàn Không quân 918

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp, kỹ thuật lập trình tham số để chế tạo các sản phẩm có biên dạng và quỹ đạo phức tạp trên trung tâm gia công CNC 5 trục SIEMENS; ngoài ra, lập trình mô phỏng trước khi sản xuất thực tế để tăng khả năng đạt độ chính xác khi gia công cũng như chuẩn bị công nghệ. Qua kỹ thuật mô phỏng và lập trình tham số đã gia công được chi tiết cầu không gian cho hệ giàn liên kết trong không gian với độ chính xác cao trên trung tâm gia công 5 trục Siemens DMU65 Monoblock –DMG Mori.

Từ khóa: Máy CNC; Lập trình tham số; Chương trình Macro; Chương trình con; Gcode.

ABSTRACT

The newspaper presents methods and parameter programming techniques for manufacturing products with complex profiles and orbits on SIEMENS 5-axis CNC machining center; in addition to programming simulation before actual production to increase the ability to achieve precision processing and technology preparation. Through simulation technique and parameter programming, we have processed the space bridge for space-based truss system with high accuracy on Siemens DMU65 Monoblock –DMG Mori 5-axis machine-tool center.

Keywords: Sinumerik code, siemens; parameter, variable, CNC machine tools, automatic processing.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, để gia công các bề mặt có biên dạng và quỹ đạo phức tạp, các đơn vị sản xuất cơ khí thường sử dụng gia công trên các trung tâm CNC 5 trục. Trong đó, quy trình thường được các đơn vị sản xuất triển khai từ tính toán các kích thước cần gia công, mô hình hóa chi tiết trên phần mềm CAD, sau đó mô phỏng gia công chi tiết trên phần mềm CAM để xuất ra file Gcode – Đầu vào chương trình cho máy CNC để thiết lập và chạy gia công. Khi khách hàng yêu cầu thay đổi một số kích thước, hoặc yêu cầu sản xuất đồng thời 2 module với số lượng khác nhau trên cùng 1 chi tiết thì người thiết kế bắt buộc phải thực hiện lại các thao tác từ đầu, hoặc xây dựng thêm 1 chương trình CAD/CAM/CNC, mới đây là quy trình thiết kế phổ biến hiện nay của các đơn vị sản xuất cơ khí ở nước ta. Tuy nhiên, việc này làm khối lượng công việc trở nên chồng chéo, tăng chu kỳ sản xuất cũng như làm tăng thời gian và bộ nhớ máy lên nhiều lần. Bằng phương pháp lập trình tham số, cụ thể là số hóa những thông số quan trọng thành tham số chính và những kích thước phụ thay đổi theo tham số chính, người vận hành máy chỉ cần nhập tham số đầu vào theo yêu cầu khách hàng, chương trình trong máy sẽ tự gọi các chương trình con để tính toán và gia công ra sản phẩm hoàn chỉnh mà không cần phải làm các bước trước đó, điều này mang ý nghĩa rất lớn trong sản xuất cơ khí thực tế làm giảm thời gian chuẩn bị sản xuất, chu kỳ chế tạo sản phẩm, do đó làm tăng năng suất. Để tối ưu hóa thiết kế, đưa tự động hóa vào sản xuất hàng loạt các chi tiết đồng dạng với các kích thước khác nhau, rút ngắn thời gian và chi phí. Nhận thấy nhu cầu rất lớn trong sản xuất, thiết kế giàn không gian (mái vòm, mái sân vận động, trạm thu phí...) và chưa có đơn vị cơ khí nào thực sự đưa tự động hóa sản xuất sản phẩm trên với tự động theo lập trình tham số vào sản

xuất, bài báo này giới thiệu lập trình tham số trong máy phay CNC 5 trục hãng Siemens để sản xuất chi tiết nút cầu không gian trong hệ giàn không gian. Đặt các thông số, kích thước quan trọng của chi tiết nút cầu thành các biến số, qua đó sử dụng lập trình để gia công chi tiết với các kích thước thay đổi tùy ý, đáp ứng được nhu cầu từ thực tiễn.

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

2.1. Cơ sở tính toán thiết kế nút cầu không gian

a) Sự liên quan giữa các thông số kích thước của nút cầu không gian

- Đường kính quả cầu: $D = 150, 180, 200, 220, \dots$;

- Số lỗ tối đa có thể gia công trên nút cầu: $n = \text{Div}(D/25)$; (1-1)

- Lượng dư gia công của nguyên công phay:

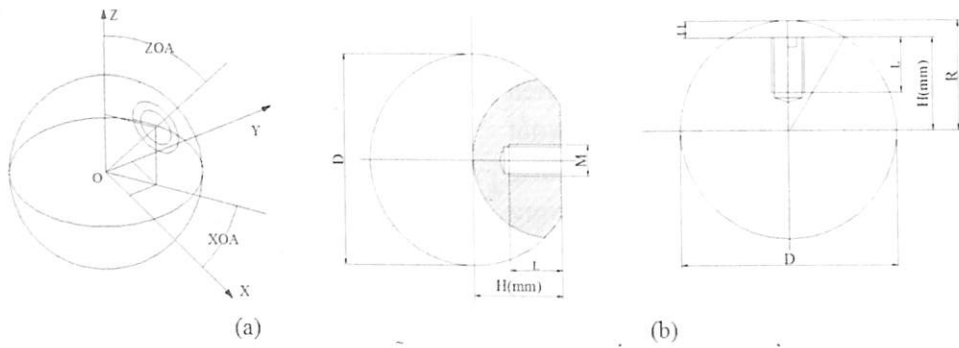
$$L1 = \frac{D}{2} - H \text{ (mm)}; \quad (1-2)$$

- Diện tích bề mặt phay:

$$S = \pi \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - H^2 \right); \quad (1-3)$$

- Tốc độ cắt khi Taro: $F = S \times P$. (1-4)

Trong đó: D- Đường kính quả cầu có thể lựa chọn bất kỳ(mm); n- Số lỗ tối đa có thể gia công, trong ví dụ này tối đa là 8 lỗ; L1- Chiều dài phay(mm); H- chiều dài từ tâm O tới bề mặt phay; S- Diện tích mặt cắt tạo bởi dao với quả cầu (m²); L- Chiều sâu lỗ ren, (mm); M- Đường kính ren (m); S- Tốc độ quay trục chính (vòng/phút); F- Vận tốc cắt (mm/phút).

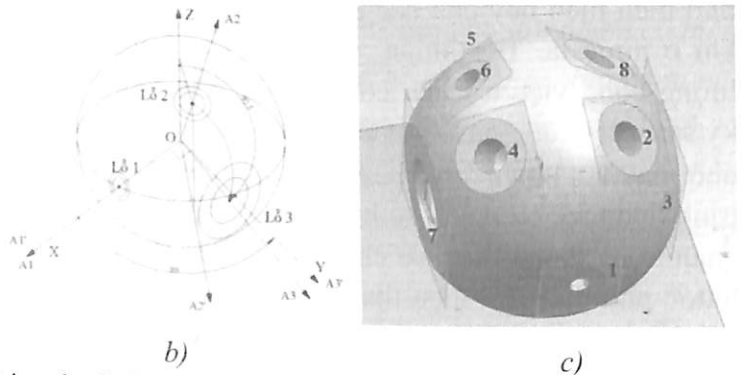


Hình 1. (a) Cách xác định vị trí lỗ gia công; (b) Thông số hình học quả cầu.

Các lỗ gia công được xác định theo góc XOA và góc ZOA, thứ tự lỗ gia công tùy chọn, vị trí lỗ gia công, thông số hình học quả cầu, kích thước lỗ ren, bước ren đều có thể thay đổi theo mọi yêu cầu từ phía khách hàng.

b) Thông qua 8 kích thước lỗ tiêu chuẩn của quả cầu D220 mô phỏng 3D.

TT	XOA (Độ)	ZOA(Độ)	Ren
1	0	90	16
2	52.9	38.6	27
3	90	92.5	56
4	127.1	38.6	27
5	180	90	16
6	232.9	38.6	22
7	270	92.5	64
8	307.1	38.6	27

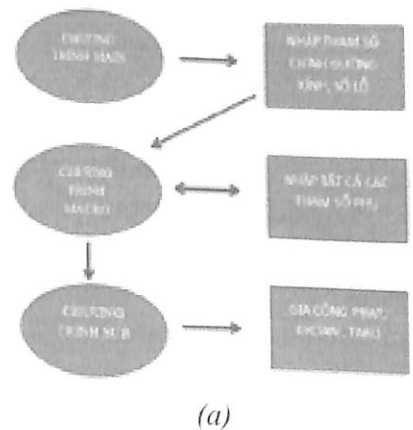


Hình 2: (a)(b) Thông số lỗ và phương pháp xác định; (c) Mô phỏng cầu 3D với 8 mặt gia công.

Chọn quả cầu có đường kính 220 với 8 lỗ gia công với kích thước lỗ theo tiêu chuẩn, xác định vị trí lỗ bằng các Vecto trên mặt phẳng XOZ, ZOY, XOY với các góc âm (vị trí lỗ nằm ở phía nửa dưới quả cầu) là các góc >90° vẽ 3D biểu diễn quả cầu qua PM Solidwork.

Lên kế hoạch lập trình gia công với 3 chương trình chính: Chương trình MAIN, chương trình Macro và chương trình SUB - CT Main: Nhập 2 tham số chính D và n; CT Macro Nhập tất cả tham số phụ; CT Sub: Gọi và tiến hành gia công phay, khoan, taro. Truyền tham

số cho các kích thước chính và kích thước phụ theo bảng dưới đây:



STT	Tên tham số	Tham số
1	D cầu	R101
2	Lỗ thứ 1	R201
3	Lỗ thứ 2	R202
4	Lỗ thứ 3	R203
5	Lỗ thứ 4	R204
6	Lỗ thứ 5	R205
7	Lỗ thứ 6	R206
8	Lỗ thứ 7	R207
9	Lỗ thứ 8	R208

(b)

No	Lỗ ren(R3)	P(R43)	L(R40)	D220 (R101) H(R36)
1	M16	2	21	108
2	M20	2	25	108
3	M22	2.5	27	108
4	M27	3	35	106
5	M42	4	52	102
6	M48	4	58	101
7	M56	4	68	96
8	M64	4	78	93

(c)

Hình 3. (a)(b)Thông số lỗ và phương pháp xác định;(c)Mô phỏng cầu 3D với 8 mặt gia công.

2.2. Lập trình tham số bằng ngôn ngữ Sinumerik trên máy phay CNC 5 trục Siemens DMU65 Monoblock – DMG Mori

```

;-----BEGIN INPUT DATA -----
R101=100 ; NHẬP ĐƯỜNG KÍNH QUẢ CẦU
;----- LỰA CHỌN LO CÁN KHOAN-----
R201=1 ; LO THU NHAT
R202=1 ; LO THU HAI
R203=1 ; LO THU BA
R204=1 ; LO THU BON
R205=1 ; LO THU NAM
R206=1 ; LO THU SAC
R207=1 ; LO THU BAY
R208=1 ; LO THU TAM
;-----END INPUT-----
CASE R101 OF 100 GOTOF CALLSUB 100 GOTOF CALLSUB 180
GOTOF CALLSUB 150 GOTOF CALLSUB DEFAULT GOTOF ERROR1
;ERROR3:
MSG ("NHAM ĐƯỜNG KÍNH LỖ")
GOTOF ERROR3:
CALLSUB:
CALL "MAIN"
M30
IF R201==0 GOTOF _LB2:
IF R201 <>1 GOTOF _LB9:
STOPRE
N017 MSG("LO THU 1-M16")
R1=1 ; FACE MILL TOOL
R2=2 ; DRILL TOOL
R3=3 ; TAPE TOOL
R30= 0 ; GIA TRI XOA
R33= 90 ; GIA TRI ZOA
R36= 108 ; GIA TRI H
R100=100 ; S KHI KHOAN
R40=30 ; CHIEU SAU KHOAN
R41=40; FEED RATE KHOAN
R42=30; S KHI TARO
R43=2 ; BUOC REN
S USERTXT[1]="M16"
R50=0
R51=90
STOPRE
CALL "SUB"
;-----OPF DRILL -----
N018 MSG("OPERATION : DRILL")
N024 T<<R2 M06
N025 S=R100 M3 M8
N026 D1
N027 G54
N028 G0 X0 Y0
N029 CYCLE800(1,"DMG",0,39,0,0,0,R30,0,R33,0,0,R36,
1,,1)
N030 G0 X0 Y0
N031 Z=(R101/2+20)
N032 G01 Z5 F=R41
N033 CYCLE80(10,0,5,,R40,0,10,1,11)
N034 X0 Y0
N035 G80
N043 Z50.
N044 CYCLE800()
N045 SUFA G0 Z=_Z_HOME ỚO
N046 SUFA G0 X=_X_HOME Y=_Y_HOME
N047 G0 A0.0 C=DC(0.0)

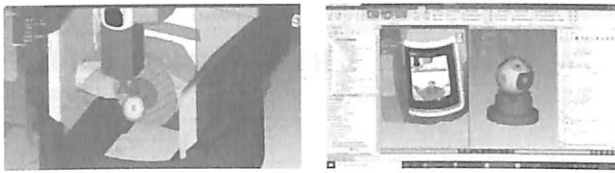
```

Hình 4. (a)Chương trình Main; (b)Chương trình Macro (c)Chương trình Sub.

Nhập tham số chính đường kính quả cầu, các lỗ được mã hóa hệ nhị phân 1-Gia công, 0-Không gia công, sau đó các tham số phụ sẽ thay đổi và ràng buộc theo tham số chính bằng các công thức đã được tính toán.

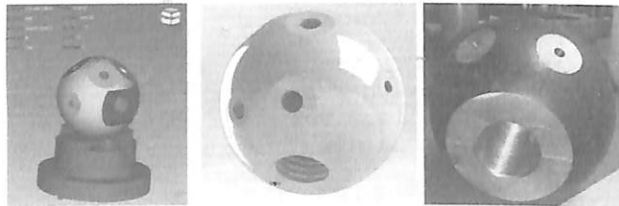
2.3. Nhập chương trình vào phần mềm mô phỏng gia công Vericut, tiến hành mô phỏng gia công để rà soát lỗi và cụ thể hóa quy trình sản xuất chi tiết thực tế.

Sử dụng phần mềm mô phỏng gia công cho máy CNC Vericut, chọn trung tâm gia công CNC 5 trục SIEMENS DMU65 Monoblock – DMG Mori với hệ điều hành Sinumerik, sau đó set phôi cầu, cài đặt các thông số dụng cụ cắt và nhập phần Code lập trình vào máy để tiến hành chạy mô phỏng.



Hình 5. (a) Tham số đầu vào trong Macro;
(b) Chu trình khoan lỗ trong chương trình SUB.

Sau khi mô phỏng gia công với Vericut, nhóm tác giả đã áp dụng chương trình lập trình để sản xuất thực tế ra quả cầu không gian tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội với kích thước tiêu chuẩn, cho kết quả hoàn toàn chính xác và đáp ứng yêu cầu đề ra. Với việc lập trình tham số cho chương trình gia công quả cầu không gian, thời gian lập trình được rút ngắn, đảm bảo độ chính xác gia công và tiết kiệm thời gian vận hành máy.



Hình 6. (a) Kết thúc CT gia công; (b) Kết quả thu được; (c) Sản xuất ra chi tiết thực tế.

Từ những phân tích đó, đưa được giải thuật chu trình gia công (Phay, khoan, taro) tổng quan cho chi tiết quả cầu không gian, cho phép lựa chọn các phương án gia công lỗ với các thông số cụ thể nằm trong phạm vi giải thuật và đảm bảo độ chính xác gia công yêu cầu.

3. KẾT LUẬN

Từ các phân tích về qui trình sản xuất trong thực tế đã thiết lập phương pháp lập trình tham số cho bề mặt và quỹ đạo phức tạp để gia công các chi tiết đồng dạng thay đổi về thông số hình học. Từ đó làm giảm thời gian chuẩn bị sản xuất và giảm chu kỳ chế tạo sản phẩm, do

đó làm tăng năng suất, hạ giá thành cũng như đáp ứng nhanh sản phẩm cho thị trường điều mà doanh nghiệp luôn mong muốn. Sử dụng phương pháp lập trình tham số để mô phỏng, gia công được nút cầu giàn không gian trên Trung tâm gia công 5 trục CNC SIEMENS SINUMERIK DMU65 MonoBLOCK – DMG MORI. Sản phẩm đáp ứng độ chính xác yêu cầu về kích thước đường kính, biên dạng, góc độ, kích thước lỗ khoan, taro... Qui trình đã được ứng dụng đưa vào sản xuất tại Nhà máy Cơ khí Z119, đem lại hiệu quả cao trong sản xuất công nghiệp. Từ kết quả của nghiên cứu này giúp các doanh nghiệp có thể mở rộng cho các dạng kết cấu, bề mặt sản phẩm tương tự. ❖

Ngày nhận bài: 10/9/2019

Ngày phản biện: 20/9/2019

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Peter Smid. (2004), *Fanuc CNC Custom Macros programming resources Fanuc Custom Macro B users*.
- [2]. Sout chay soar vi xay (2008); *Nghiên cứu lập trình nâng cao Macro cho máy phay CNC Bridgeport – TC1*.
- [3]. PGS,TS. Tạ Duy Liêm (1999); *Máy công cụ CNC*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4]. PGS,TS. Tạ Duy Liêm (2005); *Kỹ thuật điều khiển điều chỉnh và lập trình khai thác máy công cụ CNC*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. *SIEMENS Milling Vietnamese*, <https://support.industry.siemens.com/cs/start>.
- [6]. Sách hướng dẫn vận hành Bộ điều khiển máy phay SIEMENS SINUMERIK 840D sl/ 840DE sl/ 828D, <https://support.industry.siemens.com/cs/start>.