

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

=====

**NGUYỄN THỊ QUỲNH NGA**

**ỨNG DỤNG TOÁN HỌC MÔ HÌNH HÓA  
BỀ MẶT OFFSET KHI GIA CÔNG BỀ MẶT  
TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC BẰNG ĐÀO  
PHAY ĐẦU CẦU**

**Chuyên ngành: Công nghệ chế tạo máy**

**Mã số: 60.52.04**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**Thái Nguyên - 2010**

# ***Lời cảm ơn***

*Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Khoa đào tạo sau đại học và các thầy giáo đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện bản luận văn này.*

*Với sự kính trọng sâu sắc, Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới TS. Hoàng Vị- người Thầy đã tận tình hướng dẫn tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận văn.*

*Sau hết Tôi xin cảm ơn gia đình, đồng nghiệp và người thân đã động viên giúp đỡ tôi trong suốt thời gian qua.*

*Xin trân trọng cảm ơn!*

***Tác giả***

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan toàn bộ luận văn này do chính bản thân tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn khoa học của **TS. Hoàng Vị**.

Nếu sai tôi xin chịu mọi hình thức kỷ luật theo quy định.

Người thực hiện

**Nguyễn Thị Quỳnh Nga**

## MỤC LỤC

Nội dung	Trang
Lời cảm ơn	1
Lời cam đoan	2
Mục lục	3
Danh mục kí hiệu và chữ viết tắt	5
Danh mục các hình vẽ, đồ thị, ảnh chụp	5
Phần mở đầu	9
1. Tính cấp thiết của đề tài	9
2. Mục đích nghiên cứu	10
3. Phương pháp nghiên cứu	10
4. Nội dung nghiên cứu	10
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ GIA CÔNG PHAY BẰNG DAO PHAY ĐẦU CẦU</b>	
1.1. Giới thiệu	11
1.1.1. Các thông số kỹ thuật cần thiết	11
1.1.1.1. Các thông số hình học của bề mặt chi tiết gia công	13
1.1.1.2. Các thông số hình học của dao phay đầu cầu	22
1.2. Mô hình lực cắt	26
1.2.1. Xác định tương tác của dụng cụ cắt	26
1.2.2. Hiện tượng đảo dao	29
1.3. Một số đặc điểm bề mặt chi tiết sau khi gia công	32
1.4. Kết luận	36

CHƯƠNG 2: TẠO HÌNH BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG	38
2.1. Mô hình hình học bề mặt chi tiết gia công	38
2.2. Quan hệ hình học giữa profin của dao và phôi	39
2.3. Mô hình lực cắt khi phay	46
2.4. Kết luận	53
CHƯƠNG 3: MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA CÁC BỀ MẶT OFFSET	
3.1. Giới thiệu	55
3.2. Thực thể của các bề mặt	55
3.3. Biểu diễn các bề mặt	60
3.4. Phân tích bề mặt	64
3.4.1. Vecto tiếp xúc ( tiếp tuyến )	64
3.4.2. Vecto xoắn (Twist vector)	65
3.4.3. Các véc tơ thông thường	66
3.4.4. Phép tính khoảng cách	67
3.4.5. Các đường cong	69
3.4.6. Các mặt phẳng tiếp xúc	70
3.5. Phân tích các bề mặt	72
3.6. Mặt phẳng	72
3.7. Mặt phẳng xiên	76
3.8. Mặt trụ kê	78
3.9. Tổng hợp các bề mặt	78
3.10. Bề mặt song lập phương Hermite	79
3.11. Bề mặt Bezier	82

3.12.	Bề mặt B- spline	85
3.13.	Bề mặt Coon	88
3.14.	Bề mặt đa hợp	94
3.15.	Các phần tử tam giác	95
3.16.	Các thao tác với bề mặt	96
	3.16.1. Biểu diễn bề mặt	96
	3.16.2. Đánh giá các điểm và các đường cong trên bề mặt	98
	3.16.3. Sự phân mảnh	98
	3.16.4. Cắt	99
	3.16.5. Giao tuyến	100
	3.16.6. Phép chiếu	101
3.17.	Bề mặt offset	103
3.18.	Kết luận	104
	CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN CHUNG	105

## DANH MỤC KÍ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

CNC	Computer Numerical Control	Điều khiển số máy tính
CAD	Computer Aided Design	Thiết kế bằng máy tính
CAM	Computer Aided Manufacturing	Sản xuất bằng máy tính
NURBS	Non-uniform rational B-splines	Bề mặt NURBS
MCS	Machine Coordinate system	Hệ tọa độ máy
WCS	Workpiece Coordinate system	Hệ tọa độ phôi

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ - ĐỒ THỊ - ẢNH CHỤP

TT	Hình	Nội dung	Trang
1.	Hình 1.1	Hệ tọa độ của máy phay CNC	12
2.	Hình 1.2	Phay mặt cong bằng dao phay cầu	13
3.	Hình 1.3	Tọa độ cong trên mặt cong	14
4.	Hình 1.4	Góc giữa hai mặt cong	17
5.	Hình 1.5	Độ cong của mặt cong	17
6.	Hình 1.6		18
7.	Hình 1.7	Độ cong trung bình của mặt cong	20
8.	Hình 1.8	Các điểm đặc biệt	21
9.	Hình 1.9	Hình học của dao phay đầu cầu	23
10.	Hình 1.10	Thông số hình học của lưỡi cắt	26
11.	Hình 1.11	Vị trí tương đối của điểm P với vị trí trước đó của dụng cụ cắt trong mặt phẳng thẳng đứng, với $Z=Z_P$	27
12.	Hình 1.12	Các thông số tại điểm P trong mặt phẳng (x, z), trường hợp cắt lên dốc	29
13.	Hình 1.13	các thông số đảo hướng tâm: (a) mô tả hiện tượng đảo hướng tâm; (b) bán kính tương đương $R_c(z_p)$ của dao phay tại điểm P	30
14.	Hình 1.14	Khi bán kính dao lớn hơn bán kính cong chi tiết	32
15.	Hình 1.15	Tiếp xúc ngoài	33
16.	Hình 1.16	Tiếp xúc trong	33
17.	Hình 1.17	Điểm lùi của đường cong lồi	33
18.	Hình 1.18	Điểm lùi của đường cong lõm	33
19.	Hình 1.19	Thay đổi kích thước và thông số kết cấu của dụng cụ	34
20.	Hình 1.20	Độ nhấp nhô bề mặt chi tiết	34
21.	Hình 1.21	Sự hình thành bề mặt khi gia công bằng dao phay cầu	35
22.	Hình 2.1	Các thông số hình học của quá trình phay	40

23.	Hình 2.2	Mô hình hình học phần cầu của dao	41
24.	Hình 2.3	Mối quan hệ giữa các thông số hình học của dao	43
25.	Hình 2.4	Đồ thị của hàm $F_1$	44
26.	Hình 2.5	Mô hình bề mặt chi tiết gia công tại một vị trí cắt	45
27.	Hình 2.6	Các thành phần của vận tốc cắt tại một điểm cắt	46
28.	Hình 2.7	Kiểu chạy dao theo biên dạng chi tiết	47
29.	Hình 2.8	Kiểu chạy dao theo phương ngang	47
30.	Hình 2.9	3 thành phần của vectơ tốc độ chạy dao răng và các góc tương ứng	48
31.	Hình 2.10	Quá trình tạo phoi	49
32.	Hình 3.1	Các bề mặt trụ tròn	56
33.	Hình 3.2	Các mặt phẳng	57
34.	Hình 3.3	Mặt cơ sở	57
35.	Hình 3.4	Mặt cong	58
36.	Hình 3.5	Mặt trụ kê	58
37.	Hình 3.6	Mặt phẳng Bezier	59
38.	Hình 3.7	Mặt phẳng B – spline.	59
39.	Hình 3.8	Bề mặt coons	59
40.	Hình 3.9.	Bề mặt fillet	60
41.	Hình 3.10.	Bề mặt offset	60
42.	Hình 3.11.	Vị trí của điểm P	61
43.	Hình 3.12.	Biểu diễn tham số của mặt phẳng	62
44.	Hình 3.13.	Hai mảnh (2 patch) của bề mặt	62
45.	Hình 3.14.	Những mặt nối các mảnh hình tam giác và chữ nhật	63
46.	Hình 3.15.	Điều kiện biên của bề mặt	63
47.	Hình 3.16.	Hình học của vec tơ xoắn	66



48.	Hình 3.17.	Khoảng cách giữa 2 điểm	68
49.	Hình 3.18.	Góc của mặt phẳng tiếp xúc	71
50.	Hình 3.19.	Xác định bề mặt mặt phẳng đi qua 3 điểm	73
51.	Hình 3.20.	Xác định bề mặt mặt phẳng qua một điểm tới hai hướng	74
52.	Hình 3.21.	Một điểm và vector pháp tuyến của mặt phẳng	74
53.	Hình 3.22.	Khoảng cách nhỏ nhất giữa một điểm và một mặt phẳng	75
54.	Hình 3.23.	Mặt phẳng xiên	77
55.	Hình 3.24.	Mặt trụ kẻ	78
56.	Hình 3.25.	$4 \times 5$ bề mặt bezier	83
57.	Hình 3.26.		84
58.	Hình 3.27.	$4 \times 5$ mảnh của bề mặt B- spline	87
59.	Hình 3.28.	Đường biên của bề mặt coon	89
60.	Hình 3.29.	Các dạng điều khiển hình học của $P(u,v)$	90
61.	Hình 3.30	Chuyển tiếp qua đường biên	90
62.	Hình 3.31.	Mặt coon phức hợp	91
63.	Hình 3.32.		93
64.	Hình 3.33	Bề mặt đa hợp	94
65.	Hình 3.34.	Biểu diễn mảnh hình tam giác.	95
66.	Hình 3.35.	Những mặt Bezier hình tam giác.	97
67.	Hình 3.36.	Các phần tử bề mặt phân mảnh	99
68.	Hình 3.37.	Cắt bề mặt	100
69.	Hình 3.38.	Giao tuyến giữa bề mặt với bề mặt	101
70.	Hình 3.39	Phép chiếu một điểm trên một mặt phẳng	102
71.	Hình 3.40	Phép chiếu một đường cong trên một mặt phẳng	103

## PHẦN MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

#### a. Cơ sở khoa học

Tạo hình bề mặt bằng dao phay đầu cầu trên máy công cụ CNC có thể chế tạo được các chi tiết có hình dáng hình học phức tạp, khó mài (chi tiết khuôn, mẫu ...), được làm bằng các vật liệu khó gia công như thép hợp kim có độ bền cao, thép chịu nhiệt, thép không gỉ... đòi hỏi ngày càng cao về nâng cao chất lượng bề mặt. Công việc nghiên cứu sâu, rộng đã thu hút được sự chú ý của các nhà nghiên cứu khác nhau. Các nhà nghiên cứu [1]..[6] đã phát triển các mô hình cho các dự đoán của tạo hình bề mặt nhằm nâng cao chất lượng bề mặt của chi tiết gia công. Tuy nhiên việc nghiên cứu bù bán kính dụng cụ cắt trong không gian theo mặt offset cho đến nay là chưa thấy được công bố. Mặt offset của bề mặt chi tiết gia công được hiểu như là quỹ tích của gốc hệ tọa độ tương đối (Incremental Coordinate system).

Vì vậy nghiên cứu mô hình hoá bề mặt offset khi gia công bề mặt trên máy công cụ CNC bằng dao phay đầu cầu nhằm đưa ra thuật toán bù bán kính tránh hiện tượng cắt lẹm biên dạng của bề mặt, nâng cao chất lượng chi tiết gia công, tăng hiệu quả kinh tế của quá trình máy.

#### b. Cơ sở thực tiễn của đề tài

Ở Việt Nam hiện nay, các trung tâm phay CNC được sử dụng phổ biến trong sản xuất chế tạo máy, việc lập trình điều khiển chúng thường được thực hiện