

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**NGUYỄN THỊ QUỐC DUNG**

**NGHIÊN CỨU  
QUÁ TRÌNH TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI  
BẰNG ĐAO PCBN**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**Thái nguyên – 2012**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**NGUYỄN THỊ QUỐC DUNG**

**NGHIÊN CỨU  
QUÁ TRÌNH TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI  
BẰNG ĐAO PCBN**

**CHUYÊN NGÀNH: CHẾ TẠO MÁY  
MÃ SỐ: 62 52 04 01**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC  
PGS.TS PHAN QUANG THỂ**

**Thái nguyên – 2012**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Trừ những phần tham khảo đã được ghi rõ trong luận án, những kết quả, số liệu nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

**Tác giả**

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin được cảm ơn PGS.TS. Phan Quang Thế, Hiệu trưởng trường Đại học Kỹ thuật Công Nghiệp, thầy hướng dẫn khoa học của tôi về sự định hướng chiến lược, sự hướng dẫn tận tình cùng những đóng góp quý báu của thầy trong quá trình tôi làm NCS và viết luận án.

Tôi muốn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tập thể cán bộ giảng viên, các giáo sư, tiến sĩ trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đặc biệt là bộ môn Kỹ thuật Cơ khí, về những tình cảm và sự giúp đỡ nhiệt tình mà tôi đã nhận được trong suốt thời gian nghiên cứu.

Tôi muốn được cảm ơn sự giúp đỡ vô tư của bạn bè, đồng nghiệp tại các phòng thí nghiệm trường ĐHKT Công Nghiệp, trường ĐHSP Thái Nguyên, trường ĐH Khoa học Tự nhiên, trường ĐHBK Hà Nội, viện Khoa học Vật liệu Việt Nam, các kỹ sư của các nhà máy cán thép Lưu Xá, NasteelVina, Việt-Ý, công ty TNHH Cơ khí Vĩnh Thái, trung tâm gia công trường ĐH Công Nghiệp Hà Nội đã dành những điều kiện làm việc tốt nhất cho tôi về cơ sở vật chất, dụng cụ, máy móc, giúp tôi hoàn thành được nghiên cứu của mình.

Tôi muốn được bày tỏ sự biết ơn của mình đến Ban Giám Hiệu, khoa Đào tạo sau Đại học, khoa Cơ khí trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã dành những điều kiện thuận lợi nhất để tôi hoàn thành luận án này.

Cuối cùng, tôi muốn được dành tình cảm biết ơn cho gia đình và bạn bè về tình yêu và sự ủng hộ vô bờ của họ trong nghiên cứu của tôi.

Nghiên cứu sinh

Nguyễn Thị Quốc Dung

## MỤC LỤC

	Trang
Lời cam đoan.....	i
Lời cảm ơn .....	ii
Các chữ viết tắt.....	vi
Danh mục các thuật ngữ và ký hiệu .....	vi
Danh mục các bảng biểu .....	x
Danh mục các hình vẽ và đồ thị.....	xi
Phần mở đầu.....	1
<b>Chương 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ TIỆN CỨNG .....</b>	<b>5</b>
1.1. Khái niệm chung .....	5
1.2. Vật liệu dụng cụ cắt PCBN .....	6
1.3. Quá trình tạo phoi khi tiện cứng .....	9
1.3.1. Các hình thái phoi khi cắt kim loại .....	9
1.3.2 Cơ chế hình thành phoi khi tiện cứng .....	10
1.4. Lực và ứng suất trong cắt kim loại.....	12
1.4.1. Mô hình tính toán lực cắt .....	12
1.4.2. Mô hình tính lực khi cắt nghiêng .....	14
1.4.3. Ứng suất trong dụng cụ cắt .....	15
1.4.4. Sự phân bố ứng suất trong vùng biến dạng.....	16
1.4.5. Lực cắt khi tiện cứng.....	17
1.5. Nhiệt cắt trong quá trình tiện cứng .....	19
1.5.1. Các nguồn nhiệt trong cắt kim loại .....	19
1.5.2. Các phương pháp đo đặc nhiệt độ trong cắt kim loại .....	19
1.5.3. Nhiệt cắt khi tiện cứng bằng dụng cụ PCBN.....	20
1.6. Mòn và tuổi thọ dụng cụ CBN .....	21
1.6.1. Các dạng mòn và cơ chế mòn dụng cụ PCBN.....	21
1.6.2. Các nhân tố ảnh hưởng đến mòn dụng cụ PCBN .....	23
1.7. Kết luận chương 1 .....	24
<b>Chương 2. NGHIÊN CỨU ĐẶC TRƯNG CỦA QUÁ TRÌNH TẠO PHOI KHI TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI BẰNG DAO PCBN .....</b>	<b>26</b>
2.1. Phương pháp nghiên cứu sự hình thành phoi.....	26

2.2. Ảnh hưởng của độ cứng phôi đến hình thái phoi khi tiện thép hợp kim qua tôi bằng dao PCBN.....	26
2.3. Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến hình thái phoi.....	29
2.4. Cơ chế hình thành phoi khi tiện thép hợp kim qua tôi bằng dao PCBN.....	32
2.5. Kết luận chương 2 .....	36
<b>Chương 3. NGHIÊN CỨU ĐẶC TRƯNG VỀ LỰC CẮT KHI TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI BẰNG DAO PCBN .....</b>	<b>37</b>
3.1. Biến thiên lực cắt theo chiều dài cắt khi tiện thép hợp kim qua tôi bằng dao PCBN .....	37
3.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến các thành phần lực cắt khi tiện cứng trực giao thép 9XC bằng dao PCBN. ....	40
3.3. Phân tích ảnh hưởng của điều kiện cắt đến các thành phần lực cắt khi tiện cứng trực giao thép 9XC bằng dụng cụ PCBN. ....	41
3.4. Kết luận chương 3 .....	43
<b>Chương 4. XÁC ĐỊNH TRƯỜNG PHÂN BỐ NHIỆT TRONG DỤNG CỤ PCBN KHI TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI.....</b>	<b>45</b>
4.1. Xác định trường phân bố nhiệt trong dụng cụ PCBN khi tiện cứng trực giao bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM).....	45
4.1.1. Mô hình tính nhiệt.....	45
4.1.2. Các thông số xác định từ thực nghiệm.....	48
4.1.3. Tính toán tốc độ sinh nhiệt riêng .....	50
4.1.4. Trường phân bố nhiệt trong dụng cụ PCBN khi tiện cứng trực giao thép 9XC bằng dao PCBN xác định bằng phương pháp phần tử hữu hạn .....	55
4.2. Trường phân bố nhiệt trong dụng cụ PCBN khi tiện cứng trực giao thép 9CX xác định bằng phương pháp thực nghiệm .....	57
4.2.1. Thiết bị và chế độ thí nghiệm.....	57
4.2.2. Trường phân bố nhiệt trong dụng cụ PCBN .....	59
4.3. Kết luận chương 4 .....	61
<b>Chương 5. MÒN DỤNG CỤ PCBN VÀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT KHI TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI.....</b>	<b>62</b>
5.1. Mòn và cơ chế mòn dụng cụ PCBN khi tiện thép hợp kim qua tôi .....	62

5.1.1. Ảnh hưởng của độ cứng vật liệu gia công đến mòn và cơ chế mòn dụng cụ PCBN .....	62
5.1.2. Ảnh hưởng của chế độ cắt đến mòn và cơ chế mòn dụng cụ PCBN .....	67
5.1.3. Biến thiên chiều cao mòn dụng cụ PCBN theo chiều dài cắt khi tiện thép hợp kim qua tôi.....	70
5.2. Chất lượng bề mặt gia công khi tiện thép hợp kim qua tôi bằng dao PCBN .....	72
5.2.1. Nhám bề mặt gia công.....	72
5.2.2. Luồng vật liệu biến dạng dẻo và lớp biến cứng bề mặt gia công.....	73
5.3. Kết luận chương 5 .....	77
<b>Chương 6. TỐI ƯU HÓA ĐA MỤC TIÊU CHẾ ĐỘ CẮT KHI TIỆN THÉP HỢP KIM QUA TÔI BẰNG DAO PCBN .....</b>	<b>79</b>
6.1. Xây dựng mô hình toán.....	79
6.1.1. Thiết bị và chế độ thực nghiệm.....	80
6.1.2. Xây dựng mô hình hồi qui mô tả nhám bề mặt.....	81
6.1.3. Xây dựng mô hình hồi qui mô tả mòn dụng cụ .....	84
6.2. Tối ưu hóa đa mục tiêu chế độ cắt khi tiện thép 9XC qua tôi bằng giải thuật di truyền (GAs).....	87
6.2.1. Xác định bài toán .....	87
6.2.2. Kết quả thực hiện giải thuật di truyền cho bài toán tối ưu đơn mục tiêu.....	89
6.2.3. Kết quả thực hiện giải thuật di truyền cho bài toán tối ưu đa mục tiêu .....	90
6.3. Kết luận chương 6 .....	91
KẾT LUẬN VÀ PHƯƠNG HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO .....	92
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	94
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	96

## CÁC CHỮ VIẾT TẮT

<b>Ký hiệu</b>	<b>Ý nghĩa</b>
PCBN	Nitrit Bo lập phương đa tinh thể
CBN	Nitrit Bo lập phương
BN	Nitrit Bo
SEM	Kính hiển vi điện tử quét
QSD	Cơ cấu dừng dao nhanh
EDX	Phân tích nhiễu xạ Ronghen
RTD	Cảm biến nhiệt điện trở
FEM	Phương pháp phần tử hữu hạn
GA	Giải thuật di truyền

## DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ VÀ KÝ HIỆU

<b>Ký hiệu</b>	<b>Đơn vị</b>	<b>Ý nghĩa</b>
$\varepsilon$	-	Biến dạng
$\tau_0$	MPa	Giới hạn trượt
$\gamma$	-	Biến dạng trượt
$\dot{\gamma}$	1/s	Tốc độ biến dạng
$\tau$	MPa	Ứng suất trượt
G	MPa	Mô đun đàn hồi trượt
$\mu$	-	Hệ số ma sát
A	mm <sup>2</sup>	Diện tích tiếp xúc
A <sub>R</sub>	mm <sup>2</sup>	Diện tích tiếp xúc thực
V	m/p	Vận tốc cắt
t <sub>1</sub>	mm	Chiều dày cắt hay lượng chạy dao
t <sub>2</sub>	mm	Chiều dày phoi
$\phi$	rad	Góc trượt
$\alpha, \gamma$	rad	Góc trước và góc sau của dụng cụ
$\Delta y$	mm	Chiều dày vùng biến dạng



$V_s$	m/p	Vận tốc trượt trên mặt phẳng trượt
$V_c$	m/p	Vận tốc phoi trên mặt trước dụng cụ
$k_y$	MPa	ứng suất giới hạn
$\gamma'$	-	Biến dạng giới hạn
$\dot{\gamma}_y$	1/s	Tốc độ biến dạng giới hạn
w	mm	Chiều rộng cắt
$F_C$	N	Lực tiếp tuyến
$F_T$	N	Lực dọc trục
$F_R$	N	Lực tổng hợp
$F_S$	N	Lực cắt nằm trong mặt phẳng trượt
$F_{SN}$	N	Lực vuông góc với mặt phẳng trượt
$F_F$	N	Lực ma sát trên mặt trước của dụng cụ
$F_N$	N	Lực pháp tuyến với mặt trước của dụng cụ
$F_x, F_y, F_z$	N	Các thành phần lực cắt
$\beta$	rad	Góc ma sát
$\lambda$	rad	Góc nâng của lưỡi cắt chính
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Khối lượng riêng của vật liệu gia công
c	J/(kg.°C)	Nhiệt dung riêng của vật liệu gia công
$R_T$	-	Hệ số phân phối nhiệt
$k_x, k_y, k_z$	W/(m.°C)	Hệ số dẫn nhiệt theo ba phương x, y và z
$\dot{q}$	W/m <sup>3</sup>	Tốc độ sinh nhiệt riêng thể tích
$\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z}$	-	Biến thiên nhiệt độ theo các phương x, y và z
h	W/(m <sup>2</sup> .°C)	Hệ số truyền nhiệt đối lưu
T	°C	Nhiệt độ xác định theo không gian và thời gian
$T_\infty$	°C	Nhiệt độ môi trường xung quanh
$l_x, l_y, l_z$	-	Các cosin chỉ phương của pháp tuyến ngoài trên các biên
V	mm <sup>3</sup>	Thể tích của vật thể rắn
$u_x, u_y$	m/p	Thành phần vận tốc của vật liệu theo hai phương x và y
$S_T, S_q, S_h$	-	Các biên phân biệt tạo nên diện tích của phần tử khảo sát

$T_i, T_j, T_k$	°C	Nhiệt độ tại các điểm nút
$k_{AB}$	MPa	Ứng suất cắt trên mặt phẳng trượt
$A_s$	mm <sup>2</sup>	Diện tích mặt phẳng trượt
$\tau_{(x)}$	MPa	Ứng suất tiếp trên mặt trước
$V_{(x)}$	m/p	Vận tốc của lớp phoi dưới cùng
$\tau_s$	MPa	Giới hạn chảy trượt trung bình trên bề mặt tiếp xúc
$l$	mm	Chiều dài tiếp xúc giữa phoi và dụng cụ
$\tau_{sec}$	MPa	ứng suất chảy trượt trong vùng biến dạng thứ hai
$\dot{\gamma}_{sec}$	1/s	Tốc độ biến dạng trong vùng trượt thứ hai
$q_{21}$	W/mm <sup>2</sup>	Tốc độ sinh nhiệt do ma sát giữa phoi và mặt trước
$q_{22}$	W/mm <sup>2</sup>	Tốc độ sinh nhiệt do biến dạng dẻo của phoi trong miền biến dạng thứ hai
$q_3$	W/mm <sup>2</sup>	Tốc độ sinh nhiệt trên mặt tiếp xúc giữa dao và phôi
$K_c$	-	Hệ số lực cắt khi dụng cụ mòn
$F_{if}, F_{cf}$	N	Lực cắt dọc trục và lực cắt tiếp tuyến khi dụng cụ mòn
$y$	-	Hàm hồi qui thực nghiệm
$x_j$	-	Các biến mã hóa của thông số $z_j$
$b_j$	-	Hệ số hồi qui của các biến độc lập
$b_{ju}$	-	Hệ số hồi qui của các biến kép
$N$	-	Số thí nghiệm
$k$	-	Số yếu tố độc lập
$m$	-	Số thí nghiệm lặp lại tại tâm
$X^T$	-	Ma trận chuyển vị của ma trận kế hoạch
$t_{bj}$	-	Chuẩn số Student
$t_{pf_2}$	-	Trị số tra bảng của chuẩn số Student
$p$	-	Mức có nghĩa của mô hình hồi qui
$f_2$	-	Bậc tự do lặp
$S_b$	-	Độ lệch trung bình của phân bố b
$l$	-	Số hệ số có nghĩa trong phương trình hồi qui
$S_{ll}^2$	-	Phương sai lặp của các thí nghiệm lặp lại ở tâm