

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

-----

**NGÔ NGỌC TÂN**

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CỨNG THÉP X12M  
ĐÃ QUA TÔI ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT VÀ MÒN DỤNG  
CỤ KHI TIỆN CỨNG**

**CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC KỸ THUẬT**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**KHOA SAU ĐẠI HỌC**

**PGS.TS PHAN QUANG THỂ**

**11/2009**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Ngô Ngọc Tân, học viên lớp Cao học K10 – CN CTM. Sau hai năm học tập nghiên cứu, được sự giúp đỡ của các thầy cô giáo và đặc biệt là sự giúp đỡ của PGS.TS Phan Quang Thế, thầy giáo hướng dẫn tốt nghiệp của tôi, tôi đã đi đến cuối chặng đường để kết thúc khoá học.

Tôi đã quyết định chọn đề tài tốt nghiệp là: “Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng thép X12M đã qua tôi đến chất lượng bề mặt và mòn dụng cụ khi tiện cứng”

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân tôi dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Phan Quang Thế và chỉ tham khảo các tài liệu đã được liệt kê. Tôi không sao chép công trình của các cá nhân khác dưới bất cứ hình thức nào. Nếu có tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Người cam đoan

Ngô Ngọc Tân

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên tôi xin được cảm ơn PGS.TS Phan Quang Thế - Thầy hướng dẫn khoa học của tôi về sự định hướng đề tài, sự hướng dẫn của thầy trong việc tiếp cận và khai thác các tài liệu tham khảo cũng như những chỉ bảo trong quá trình tôi viết luận văn.

Tôi muốn bày tỏ lòng biết ơn đến cô giáo ThS Nguyễn Thị Quốc Dung về sự giúp đỡ tận tình của cô trong quá trình tôi làm thí nghiệm và viết luận văn.

Tôi xin cảm ơn thầy giáo ThS Lê Viết Bảo về sự tạo điều kiện hết sức thuận lợi cho tôi trong quá trình hoàn thành luận văn này.

Tôi cũng muốn cảm ơn ông giám đốc, cán bộ công nhân viên công ty trách nhiệm hữu hạn Vạn Xuân (Thị xã Sông Công), các cán bộ phụ trách phòng thí nghiệm Quang phổ, khoa vật lý trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên, Khoa cơ khí trường Cao đẳng cơ Khí luyện kim đã dành cho tôi những điều kiện thuận lợi nhất, giúp tôi hoàn thành nghiên cứu của mình.

Cho tôi được gửi lời cảm ơn tới các cán bộ, nhân viên Xưởng cơ khí nơi tôi tiến hành thực nghiệm.

Cuối cùng tôi muốn bày tỏ lòng cảm ơn đối với gia đình tôi, các thầy cô giáo, các bạn đồng nghiệp đã ủng hộ và động viên tôi trong suốt quá trình làm luận văn này.

Tác giả

***Ngô Ngọc Tân***

## MỤC LỤC

Lời cam đoan	
Danh mục các ký hiệu và các chữ viết tắt	5
Danh mục các bảng biểu	6
Danh mục các đồ thị, hình vẽ	6
<b>PHẦN MỞ ĐẦU</b>	<b>8</b>
1. Tính cấp thiết của đề tài	8
2. Nội dung nghiên cứu	9
3. Phương pháp nghiên cứu	9
<b>NỘI DUNG CỦA ĐỀ TÀI</b>	<b>10</b>
<b>Chương 1. BẢN CHẤT VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT KIM LOẠI</b>	<b>10</b>
1.1. Đặc điểm của quá trình tạo phoi khi tiện cứng.	10
1.2. Lực cắt khi tiện	11
1.2.1. Lực cắt khi tiện và các thành phần lực cắt.	11
1.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt khi tiện	12
1.3. Kết luận	15
<b>Chương 2. CHẤT LƯỢNG LỚP BỀ MẶT SAU GIA CÔNG CƠ</b>	<b>16</b>
2.1. Khái niệm chung về lớp bề mặt	16
2.2. Bản chất của lớp bề mặt	16
2.3. Tính chất lý, hoá lớp bề mặt.	16
2.3.1. Lớp biến dạng	16
2.3.2. Lớp Beilbly	17
2.3.3. Lớp tương tác hoá học	17
2.3.4. Lớp hấp thụ hoá học	18
2.3.5. Lớp hấp thụ vật lý.	18
2.4. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng bề mặt sau gia công cơ	18

2.4.1. Độ nhám bề mặt và phương pháp đánh giá	18
2.4.1.1. Độ nhám bề mặt	18
2.4.1.2. Phương pháp đánh giá độ nhám bề mặt	21
2.4.2. Độ sóng bề mặt	22
2.4.3. Tính chất cơ lý lớp bề mặt sau gia công cơ	22
2.4.3.1. Hiện tượng biến cứng của lớp bề mặt	22
2.4.3.2. Ứng suất dư trong lớp bề mặt	25
2.4.3.3. Đánh giá mức độ, chiều sâu lớp biến cứng và ứng suất dư	27
2.5. Các nhân tố ảnh hưởng đến nhám bề mặt khi gia công cơ	28
2.5.1. Ảnh hưởng của các thông số hình học của dụng cụ cắt	28
2.5.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt	30
2.5.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao	31
2.5.4. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt	31
2.5.5. Ảnh hưởng của vật liệu gia công	32
2.5.6. Ảnh hưởng của rung động của hệ thống công nghệ	32
2.5.7. Ảnh hưởng của độ cứng vật liệu gia công	32
2.6. Kết luận	33
<b>Chương 3. MÒN DỤNG CỤ CẮT</b>	35
3.1. Khái niệm chung về mòn	35
3.2. Mòn dụng cụ	36
3.3. Cơ chế mòn của dụng cụ cắt.	38
3.3.1. Mòn do dính	39
3.3.2. Mòn do hạt mài	40
3.3.3. Mòn do khuyếch tán	40
3.3.4. Mòn do oxy hoá	41
3.4. Mòn dụng cụ CBN	42
3.5. Ảnh hưởng của độ cứng phôi đến mòn dụng cụ và tuổi bền dụng cụ	43
3.6. Kết luận	49

<b>Chương 4. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CỨNG THÉP X12M ĐÃ QUA TÔI ĐẾN CHẤT LƯỢNG LỚP BỀ MẶT VÀ MÒN DỤNG CỤ KHI TIỆN CỨNG</b>	<b>50</b>
4.1. Thí nghiệm	50
4.2. Trình tự thí nghiệm	54
4.3. Kết quả thí nghiệm	55
4.3.1. Xây dựng quan hệ giữa thông số nhám bề mặt với độ cứng phôi.	55
4.3.2. Các hình ảnh chụp về mòn dao và topography bề mặt phôi ở các độ cứng khác nhau và ở các lần cắt khác nhau	58
4.4. Phân tích kết quả thí nghiệm	64
4.4.1. Mòn dụng cụ CBN	64
4.4.1.1. Phân tích thí nghiệm	64
4.4.1.2. Kết quả thí nghiệm mòn dụng cụ CBN	64
4.4.1.3. Kết luận	68
4.4.2. Phân tích chất lượng bề mặt phôi thép X12M ở các độ cứng khác nhau và ở các lần cắt khác nhau	69
4.4.2.1. Phân tích nhám bề mặt	69
4.4.2.2. Phân tích các hình ảnh chụp topography bề mặt	70
4.5. Kết luận	70
4.6. Phần kết luận chung và hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài	72
4.6.1. Phần kết luận chung	72
4.6.2. Hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài	72
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>73</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

$A_p$ : Chiều dày phoi

$K_{bd}$ : Mức độ biến dạng của phoi trong miền tạo phoi

$M_{ms}$ : Mức độ biến dạng của phoi do ma sát với mặt trước của dao

$K_f$ : Mức độ biến dạng của phoi

$\theta$  : Góc trượt

$\gamma$ : Góc trước của dao

$P_X$ : Lực chiều trục khi tiện

$P_Y$ : Lực hướng kính khi tiện

$P_Z$ : Lực tiếp tuyến khi tiện

$S$ : Lượng chạy dao (mm/vòng)

$t$  : Chiều sâu cắt (mm)

$v$  : Vận tốc cắt (m/phút)

$c$ : Nhiệt dung riêng

$\Phi$ : Góc tạo phoi

$K$ : Hệ số thâm nhiệt

$\Delta F_c, \Delta F_t$ : Áp lực tiếp tuyến và pháp tuyến trên vùng mòn mặt sau

$\mu$  : Hệ số ma sát trên vùng ma sát thông thường của mặt trước

$H_v$ : độ biến cứng ( $N/mm^2$ )

$r$  : Bán kính mũi dao

$h_{min}$ : Chiều dày phoi nhỏ nhất

$h_s$ : Độ mòn giới hạn

$T$ : Thời gian cắt - tuổi bền của dụng cụ cắt (phút)

$R_a, R_z$ : Độ nhám bề mặt khi tiện

## DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Các giá trị  $R_a$ ,  $R_z$  và chiều dài chuẩn  $l$  ứng với các cấp độ nhám bề mặt

Bảng 2.2. Mức độ và chiều sâu lớp biến cứng của các phương pháp gia công cơ

Bảng 4.1. Thành phần các nguyên tố hoá học thép X12M

Bảng 4.3. Độ cứng phôi và các thông số nhám

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Hệ thống lực cắt khi tiện

Hình 1.2. a) Quan hệ giữa lực cắt và góc trước  $\gamma_n$

b) Ảnh hưởng của góc trước đến ứng suất trên dụng cụ cắt

Hình 1.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao và độ cứng phôi đến lực cắt

Hình 1.4. Ảnh hưởng của bán kính mũi dao (a) và góc trước đến lực cắt

Hình 2.1. Độ nhám bề mặt

Hình 2.2. Quan hệ giữa bán kính mũi dao và chiều sâu lớp biến cứng với các lượng chạy dao khác nhau (khi dao chưa bị mòn)

Hình 2.3. Quan hệ giữa vận tốc cắt với chiều sâu lớp biến cứng ứng với các lượng mòn mặt sau khác nhau của dao tiện

Hình 2.4. Ảnh hưởng của hình dạng lưỡi cắt và lượng chạy dao đến nhám bề mặt (54,7HRC, chiều dài 101,6mm)

Hình 2.5. Ảnh hưởng của hình dạng lưỡi cắt và lượng chạy dao đến nhám bề mặt (51,3HRC, chiều dài = 101,6mm)

Hình 2.6. Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến nhám bề mặt khi gia công thép

Hình 2.7. Ảnh hưởng của lượng chạy dao đến độ nhám bề mặt

Hình 2.8. Ảnh hưởng của độ cứng phôi và hình dạng lưỡi cắt đến nhám bề mặt (lượng chạy dao = 0,2mm/vòng, chiều dài = 203,2mm)

Hình 3.1. Các dạng mòn phần cắt của dụng cụ

Hình 3.2. Quan hệ giữa một số dạng mòn của dụng cụ hợp kim cứng với thể tích  $V_c.t_1^{0,6}$ , trong đó  $V$  tính bằng m/ph,  $t_1$  tính bằng mm/vòng



Hình 3.3. Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến cơ chế mòn khi cắt liên tục (a) và khi cắt gián đoạn (b)

Hình 3.4. Mòn mặt sau ở các độ cứng khác nhau

Hình 3.5. Biểu đồ mòn ở độ cứng 60HRC

Hình 3.6. Biểu đồ mòn của các dụng cụ ở các độ cứng khác nhau (thời gian gia công là 5 phút)

Hình 3.7. Ảnh hưởng của độ cứng phôi đến lực cắt ( $v = 100\text{m/phút}$ ;  $S = 0,1\text{mm/vòng}$ ;  $t = 0,2\text{mm}$ )

Hình 3.8. Ảnh hưởng của độ cứng phôi đến nhiệt cắt

Hình 3.9. Ảnh hưởng của độ cứng phôi đến góc trượt

Hình 4.1. Mô hình thí nghiệm

Hình 4.2. Máy tiện CNC – HTC 2050

Hình 4.3. Mảnh dao PCBN sử dụng trong nghiên cứu

Hình 4.4. Thân dao MTENN 2020 K16 – N

Hình 4.5. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần đầu chụp trên kính hiển vi điện tử (độ cứng phôi 45 – 47 HRC)

Hình 4.6. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần thứ 2 ứng với chiều dài cắt  $L = 750\text{ mm}$  (Độ cứng phôi 45 – 47 HRC)

Hình 4.7. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần thứ 3 ứng với chiều dài cắt  $L = 750\text{ mm}$  (Độ cứng phôi 45 – 47 HRC)

Hình 4.8. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần thứ nhất chụp trên kính hiển vi điện tử (độ cứng phôi 54 – 56 HRC)

Hình 4.9. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần thứ 3 chụp trên kính hiển vi điện tử (độ cứng phôi 54 – 56 HRC)

Hình 4.10. Hình ảnh của mảnh dao CBN và mẫu phôi khi cắt lần thứ nhất chụp trên kính hiển vi điện tử (độ cứng phôi 60 – 62 HRC)

Hình 4.11. Mòn mặt sau ở các độ cứng khác nhau ( $L = 750\text{ mm}$ )

Hình 4.12. Đồ thị quan hệ giữa độ cứng phôi và nhám bề mặt ở các lần cắt khác nhau ( $L = 750\text{ mm}$ )

## PHẦN MỞ ĐẦU

### 1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI.

Thuật ngữ tiện cứng (hard turning) được hiểu là phương pháp gia công bằng tiện các chi tiết có độ cứng cao ( $45 \div 70$  HRC). Tiện cứng nói chung được tiến hành cắt khô hoặc gần giống như cắt khô và phổ biến sử dụng dao bằng vật liệu siêu cứng như Nitrit Bo lập phương đa tinh thể (PCBN – Polycrystalline Cubic Boron Nitride, thường được gọi là CBN – Cubic Boron Nitride), PCD hoặc Ceramic tổng hợp.

Tiện cứng là 1 phương pháp gia công tinh lần cuối đòi hỏi độ chính xác và chất lượng bề mặt cao. Nghiên cứu về tiện cứng nhằm tìm ra các thông số gia công thích hợp để tối ưu quá trình gia công, đạt các chỉ tiêu tốt nhất về kỹ thuật là cần thiết.

Chất lượng bề mặt gia công và mòn dụng cụ là hai yếu tố quan trọng trong quá trình gia công. Chất lượng bề mặt ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng làm việc, độ bền, độ bền mòn của chi tiết máy. Mòn dụng cụ không chỉ làm giảm độ chính xác hình dạng chi tiết mà còn làm tăng lực cắt, tăng ma sát và nhiệt một cách đáng kể dẫn đến phá huỷ bề mặt chi tiết gia công và dụng cụ cắt. Mòn dụng cụ là hàm số của cơ tính của vật liệu gia công và chế độ cắt trong tiện cứng.

Độ cứng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng bề mặt gia công, bên cạnh đó nó cũng ảnh hưởng đến mòn, cơ chế mòn và tốc độ mòn dao. Tuy nhiên, những kết quả nghiên cứu được công bố gần đây trên các tạp chí khoa học cho thấy việc nghiên cứu chủ yếu tập trung vào nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số cắt, chế độ cắt đến quá trình tiện cứng, ảnh hưởng của độ cứng phôi đến nhám bề mặt và lực cắt khi tiện thép *AISI H13* [6], [9]. Nghiên cứu về ảnh hưởng của độ cứng phôi đến tính chất bề mặt và mòn dụng cụ trong quá trình tiện thép X12M đã qua tôi sẽ tiếp tục đóng góp thêm các kiến thức vào việc nghiên cứu quá trình tiện cứng.