

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

---

**PHẠM XUÂN TÙNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**NGHIÊN CỨU MỐI QUAN HỆ GIỮA CHẾ ĐỘ CẮT  
ĐẾN TUỔI BỀN CỦA ĐAO PHAY NGÓN PHỦ  
TIALN KHI PHAY RÃNH THEN TRÊN THÉP  
KHÔNG GỈ**

**Chuyên ngành : Kỹ thuật cơ khí  
Mã số : 60520103**

**THÁI NGUYÊN - 2015**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của bản thân thực hiện dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Quốc Tuấn. Trừ những phần tham khảo đã được ghi rõ trong luận văn, những kết quả, số liệu nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Người cam đoan

Phạm Xuân Tùng

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin được cảm ơn PGS.TS. Nguyễn Quốc Tuấn, thầy hướng dẫn khoa học của tôi về sự định hướng đề tài, sự hướng dẫn tận tình cùng những đóng góp quý báu trong quá trình tôi làm thực nghiệm và viết luận văn.

Tôi muốn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các thầy Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp 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 Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã dành những điều kiện thuận lợi nhất để tôi hoàn thành luận văn này.

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

Tác giả

Phạm Xuân Tùng

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	1
LỜI CẢM ƠN .....	3
MỞ ĐẦU.....	9
1. Tính cấp thiết của đề tài:.....	9
2. Mục tiêu của nghiên cứu .....	10
3. Ý nghĩa nghiên cứu .....	10
3.1. Ý nghĩa khoa học: .....	10
3.2. Ý nghĩa thực tiễn:.....	10
4. Phương pháp và phương pháp luận.....	10
4.1. Phương pháp nghiên cứu: .....	10
4.2. Phương pháp luận: .....	10
5. Công cụ và thiết bị thí nghiệm: .....	12
6. Nội dung nghiên cứu: .....	13
Chương I - THÉP KHÔNG GỈ .....	14
1.1. Khái quát về thép không gỉ.....	14
1.2. Đặc tính của thép không gỉ.....	15
1.3. Ứng dụng thép không gỉ:.....	16
1.4. Các loại thép không gỉ.....	16
1.4.1. Thép không gỉ austenit.....	17
1.4.2. Thép không gỉ Ferit.....	18
1.4.3. Thép không gỉ mactenxit .....	19
1.4.4. Thép không gỉ tăng cứng bằng hoá già ở nhiệt độ thấp (precipitation hardening). .....	19
1.4.5. Thép không gỉ lưỡng pha .....	20
1.5. Thành Phần hóa học và cơ tính .....	20
1.6. Kết luận chương 1 .....	23
Chương 2 - PHỦ PVD VÀ ỨNG DỤNG TRONG CẮT KIM LOẠI.....	23
2.1. Phủ bay hơi hoá học CVD (Chemical Vapour Deposition) - Phủ bay hơi lý học PVD (Physical Vapour Deposition).....	23
2.1.1. Khái niệm phủ PVD .....	24
2.1.2. Khái niệm phủ CVD .....	27
2.1.3. Tại sao phải sử dụng phủ PVD hoặc CVD .....	27
2.1.4. Phủ PVD và CVD nâng cao tuổi thọ và hiệu suất dụng cụ.....	27
2.1.5. Mức độ nâng cao tuổi thọ dụng cụ sau khi phủ PVD và CVD .....	28
2.1.6. Phương pháp phủ nào tốt hơn, PVD hay CVD .....	28
2.2. Ứng dụng phủ PVD: .....	29
2.3. Kết luận chương 2 .....	32
Chương 3 - NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ QUÁ TRÌNH PHAY- MÒN VÀ TUỔI BỀN CỦA DAO PHAY PHỦ.....	33
3.1. Quá trình phay và phay rãnh.....	33
3.1.1. Khái niệm chung .....	33

3.1.2. Những hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt khi phay: .....	35
3.1.3. Các chuyển động cơ bản khi phay .....	37
3.1.4. Các thành phần của lớp bề mặt bị cắt khi phay.....	37
3.1.5. Các thành phần lực cắt và công suất cắt khi phay.....	42
3.1.6. Phay bậc và phay rãnh bằng dao phay ngón .....	44
3.2. Mòn và tuổi bền của dụng cụ.....	46
3.2.1. Mòn dụng cụ .....	46
3.2.2. Tuổi bền của dụng cụ .....	53
3.3 Kết luận chương 3 .....	60
<b>CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ....</b>	<b>61</b>
<b>CẮT ĐẾN TUỔI BỀN CỦA DAO PHAY NGÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>Φ6 PHỦ TiAlN KHI GIA CÔNG THÉP KHÔNG GỈ SUS201 .....</b>	<b>61</b>
4.1 Thép không gỉ SUS 201 .....	61
4.2. Lựa chọn chỉ tiêu xác định tuổi bền của dao.....	62
4.3. Thiết kế thí nghiệm.....	62
4.3.1. Các giới hạn của thí nghiệm .....	63
4.3.2. Mô hình thí nghiệm.....	63
4.3.3. Mô hình toán học .....	63
4.3.4. Điều kiện thí nghiệm.....	64
4.4. Thực nghiệm để xác định tuổi bền dao phay ngón phủ TiAlN khi gia công thép không gỉ SUS 201.....	66
4.4.1. Nội dung.....	66
4.4.2. Các thông số đầu vào của thí nghiệm .....	67
4.4.3. Hàm mục tiêu khi phay thép không gỉ SUS 201 .....	68
4.4.4. Chọn dạng hàm hồi quy .....	68
4.4.5. Tiến hành thí nghiệm .....	69
4.4.6. Tính toán xử lý số liệu và vẽ biểu đồ.....	77
4.5. Kết luận chương 4.....	84
<b>Chương 5 KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO CỦA ĐỀ TÀI.....</b>	<b>86</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>87</b>

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình	Nội dung	Trang
Hình 1	Tác động của hàm lượng Crom đến tốc độ ăn mòn	13
Hình 2	Cấu trúc lớp phủ	22
Hình 3	Bột phủ PVD	22
Hình 4	Sơ đồ 4 phương pháp phủ PVD cơ bản	27
Hình 5	Các dụng cụ được ứng dụng phủ PVD	28
Hình 6	Hình ảnh các dạng dao phay ngón	31
Hình 7	Góc tiếp xúc khi phay bằng dao phay mặt đầu, dao phay ngón	36
Hình 8	Phay không đối xứng bằng dao phay mặt đầu, dao phay ngón	36
Hình 9	Chiều dày cắt khi phay bằng dao phay ngón, dao phay mặt đầu	37
Hình 10	Các phương pháp phay rãnh	38
Hình 11	Phân tích các thành phần lực cắt khi phay	39
Hình 12	Phay lỗ chữ nhật trên phôi hộp, phay bậc bằng dao phay ngón	42
Hình 13	Phay rãnh then bằng dao phay ngón	42
Hình 14	Sơ đồ thể hiện các khả năng tương tác của hạt mài với bề mặt của vật liệu, vết mòn và mặt cắt ngang của nó.	45
Hình 15	Hình ảnh SEM mòn ở góc và mặt sau trên lưỡi cắt chính dao phay	47
Hình 16	Hình ảnh SEM mòn ở góc trên mặt trước dao phay ngón thép gió	47
Hình 17	Hình ảnh SEM phá hỏng góc và lưỡi cắt dao phay ngón thép gió	47
Hình 18	Các dạng mòn phân cắt của dụng cụ	48
Hình 19	Các thông số đặc trưng cho mòn mặt trước và mặt sau	49
Hình 20	Mòn mặt trước và mặt sau của dụng cụ có thể tính toán gần đúng như sau:	50
Hình 21	Ảnh hưởng của độ cứng vật liệu đến mòn mặt sau khi phay ở tốc độ cắt 25m/phút và 50m/phút trong 12 phút.	51
Hình 22	Biểu đồ so sánh khi gia công bằng dụng cụ phủ TiN và không phủ	51
Hình 23	Sơ đồ thể hiện 3 giai đoạn mòn mặt trước của dụng cụ thép gió phủ TiN	52
Hình 24	Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến mòn mặt trước và mặt sau của dao	54
Hình 25	Quan hệ tuổi bền của dao thép gió phủ PVD theo vận tốc cắt	55
Hình 26	Quan hệ giữa thời gian, tốc độ và độ mòn của dao	57
Hình 27	Quan hệ giữa tốc độ cắt $V$ và tuổi bền $T$ của dao	57

Hình 28	<i>Quan hệ giữa V và T (đồ thị lôga)</i>	58
Hình 29	<i>Hình ảnh thực nghiệm so sánh của TungMeister</i>	59
Hình 30	<i>Dao phay ngón 2Me <math>\phi 6</math> phủ PVD-TiAlN của HGT</i>	65
Hình 31	<i>Phôi thép không gỉ SUS 201 200x200x10mm</i>	65
Hình 32	<i>Dụng cụ đo nhám SJ-201</i>	66
Hình 33	<i>Kế hoạch thí nghiệm bề mặt chỉ tiêu.</i>	68
Hình 34	<i>Biểu đồ so sánh tuổi bền của dao phủ TiAlN và dao thép gió</i>	74
Hình 35	<i>Kiểm tra độ chính xác của rãnh</i>	75
Hình 36	<i>Đo độ nhám bề mặt gia công bằng máy đo SJ-201</i>	75
Hình 37	<i>Ảnh SEM của dụng cụ với chế độ cắt <math>v = 40\text{m/phút}</math>, <math>S = 0,07\text{mm/vòng}</math>, chiều sâu cắt <math>t = 3\text{mm}</math></i>	76
Hình 38	<i>Nhập số liệu thí nghiệm tuổi bền</i>	78
Hình 39	<i>Kết quả phân tích số liệu thí nghiệm ảnh hưởng của vận tốc cắt và lượng tiến dao đến tuổi bền</i>	79
Hình 40	<i>Kết quả phân tích số liệu thí nghiệm ảnh hưởng của vận tốc cắt và lượng tiến dao đến tuổi bền</i>	80
Hình 41	<i>Hình 39. Kết quả phân tích số liệu thí nghiệm ảnh hưởng của vận tốc cắt và lượng tiến dao đến tuổi bền</i>	81
Hình 42	<i>Đồ thị bề mặt</i>	81
Hình 43	<i>Đồ thị đường mức</i>	82
Hình 44	<i>Đồ thị tối ưu</i>	82
Hình 45	<i>Kết quả tối ưu</i>	83

## DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

<b>Bảng</b>	<b>Nội dung</b>	<b>Trang</b>
Bảng 1	<i>Thành phần hóa học và cơ tính của thép không gỉ</i>	19
Bảng 2	<i>Tính của thép không gỉ</i>	20
Bảng 3	<i>Dữ liệu thị trường thế giới về phủ bay hơi cho dụng cụ trong lĩnh vực tạo hình và cắt vật liệu.</i>	21
Bảng 4	<i>Các dạng phủ PVD</i>	23
Bảng 5	<i>Độ cứng của các kim loại, hợp kim và vật liệu phủ</i>	25
Bảng 6	<i>Ứng dụng của phủ PVD</i>	29
Bảng 7	<i>Giới thiệu các dạng phủ PVD</i>	29
Bảng 8	<i>Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy</i>	64
Bảng 9	<i>Thành phần phối thép</i>	65
Bảng 10	<i>Giá trị thông số chế độ cắt V, S cho thực nghiệm</i>	67
Bảng 11	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	69
Bảng 12	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	69
Bảng 13	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	70
Bảng 14	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	70
Bảng 15	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	71
Bảng 16	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	71
Bảng 17	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	72
Bảng 18	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	72
Bảng 19	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng</i>	73
Bảng 20	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng của dao thép gió</i>	73
Bảng 21	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng dao thép hợp kim</i>	74
Bảng 22	<i>Giá trị Rz và thời gian cắt tương ứng dao thép hợp kim</i>	74
Bảng 23	<i>quy hoạch và kết quả thực nghiệm xác định tuổi bền</i>	77
Bảng 24	<i>Ma trận thí nghiệm</i>	77



## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài:

Quá trình gia công phay trước đây đa phần đều sử dụng các loại dao phay làm từ thép gió hoặc cacbít. [2] Tùy từng loại vật liệu gia công khác nhau mà người ta chọn loại vật liệu dao phù hợp. Đối với phay rãnh kín thường sử dụng dao phay ngón. Tuy nhiên khi phay rãnh, nhất là những rãnh hẹp, sâu và kín thì chúng đều gặp phải vấn đề là mòn rất nhanh [3]. Nguyên nhân chính có thể kể đến là do khó khăn trong quá trình thoát phoi, chiều dày cắt lớn (bằng 100% đường kính dao), chiều dài gá dao lớn nên tốc độ cắt không cao.

Thép không gỉ được sử dụng rộng rãi trong chế tạo máy cũng như các lĩnh vực khác như làm bulông, đai ốc, các chi tiết máy yêu cầu khả năng chống ăn mòn, các chi tiết trong lĩnh vực y tế, thực phẩm, hóa chất, công nghiệp sậy, đồ dùng gia đình, giáo dục ... Trong đó, thép không gỉ SUS 201 là loại vật liệu rất khó gia công với giới hạn bền khoảng có thể lên đến 1700 MPa (thép C45 có giới hạn bền chỉ khoảng 700 – 800 MPa), độ cứng cao, khả năng thoát nhiệt trong quá trình gia công kém nên năng suất gia công thấp, dao bị mòn rất nhanh [5-6].

Để khắc phục vấn đề này thì hiện nay người ta xem xét sử dụng dao phay ngón với lớp phủ khác nhau như Ti, TiN, TiAlN ... Tuy nhiên việc nghiên cứu xác định chế độ cắt hợp lý cho loại dụng cụ cắt này vẫn chưa được tiến hành đầy đủ. Do đó vẫn chưa tận dụng được tối đa ưu điểm của loại dụng cụ mới này nhằm giảm thời gian gia công, nâng cao tuổi thọ dụng cụ, giảm giá thành tạo ra sản phẩm. Đặc biệt ở Việt Nam hiện nay dụng cụ cắt phủ TiAlN được sử dụng ngày càng phổ biến. Vì vậy việc "**Nghiên cứu mối quan hệ giữa chế độ cắt đến tuổi bền của dao phay ngón phủ TiAlN khi phay rãnh then trên thép không gỉ" (SUS 201)** là rất cần thiết.

## **2. Mục tiêu của nghiên cứu**

Mục tiêu chung của đề tài nghiên cứu ảnh hưởng của các chế độ cắt khác nhau đến tuổi thọ của dao phay ngón phủ TiN khi phay rãnh có  $B = 6$  mm, vật liệu là thép không gỉ SUS 201

Các mục tiêu cụ thể là

- Xây dựng mô hình thực nghiệm để xác định mối quan hệ giữa chế độ cắt đến tuổi thọ của dao phay ngón có lớp phủ
- Tiến hành gia công thực nghiệm để xác định mối quan hệ giữa tuổi thọ của dao và các thông số của chế độ cắt
- Xây dựng bảng quy hoạch số liệu thực nghiệm đo được, xác định hàm hồi qui thực nghiệm nhằm chọn chế độ cắt phù hợp với từng mục tiêu cụ thể.

## **3. Ý nghĩa nghiên cứu**

### **3.1. Ý nghĩa khoa học:**

Nghiên cứu lý thuyết về ảnh hưởng của các chế độ cắt đến mòn và tuổi bền của dao phay ngón phủ TiAlN khi phay rãnh

### **3.2. Ý nghĩa thực tiễn:**

Là kiến thức thực tế, giúp người kỹ sư lập trình lựa chọn các thông số của chế độ cắt phù hợp, làm giảm mòn, tăng tuổi bền, tiết kiệm kinh phí gia công, hạ giá thành sản phẩm khi gia công thép SUS 201 với rãnh  $B = 6$  mm bằng dao phay ngón phủ TiAlN.

## **4. Phương pháp và phương pháp luận**

### **4.1. Phương pháp nghiên cứu:**

Tìm hiểu lý thuyết kết hợp nghiên cứu thực nghiệm.

### **4.2. Phương pháp luận:**

- Giới hạn tuổi bền của dao được xác định thông qua chỉ tiêu về chất lượng bề mặt. Khi tiến hành gia công ứng với mỗi chế độ cắt sẽ kiểm tra chất lượng của bề mặt theo chỉ tiêu về độ nhám bề mặt. Giới hạn tuổi bền của dao được xác định là khi độ nhám thay đổi đột ngột.

- Dùng các phương pháp quang học dùng kính hiển vi hoặc phương pháp đo độ nhám bề  $R_a, R_z$ ... Bằng máy đo Profin