

BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

ĐỜI MINH TIẾN

ĐỜI MINH TIẾN

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT
ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG
KHI TIỆN THÉP KHÔNG GỈ SUS304
TRÊN MÁY TIỆN CNC MÃ HIỆU HASS – ST20**

KỸ THUẬT CƠ KHÍ

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHÓA 3

NAM ĐỊNH – NĂM 2021

BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

ĐỜI MINH TIẾN

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM
BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG KHI TIỆN THÉP KHÔNG GỈ SUS304
TRÊN MÁY TIỆN CNC MÃ HIỆU HASS – ST20**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

Mã số: 8520103

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC
TS. TRẦN VĂN KHIÊM

Nam Định – Năm 2021

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên là: Đới Minh Tiến, học viên lớp cao học chuyên ngành kỹ thuật cơ khí – khóa 3 trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Nam Định.

Tôi đã tiến hành thực hiện đề tài "*Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS ST-20*" dưới sự giúp đỡ, hướng dẫn khoa học của TS. Trần Văn Khiêm.

Tôi xin cam đoan rằng ngoại trừ các số liệu, bảng biểu, đồ thịđã được trích dẫn trong các tài liệu tham khảo thì nội dung công bố trong luận văn này là công trình nghiên cứu của cá nhân tôi, không sao chép của bất kỳ ai.

Tôi xin chịu trách nhiệm về lời cam đoan của mình!

Nam Định, ngày 10 tháng 8 năm 2021

Người cam đoan

Đới Minh Tiến

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập, làm luận văn tôi đã nhận được nhiều sự giúp đỡ chỉ bảo của các thầy cô giáo giảng dạy, hướng dẫn giúp tôi hoàn thành tốt chương trình cao học và hoàn thiện được luận văn này.

Trước hết tôi xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo Trường Đại học sư phạm kỹ thuật Nam Định, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Học viện Kỹ thuật Quân sự... đã giảng dạy, giúp đỡ, chỉ bảo tận tình giúp tôi có thêm được nhiều kiến thức bổ ích, nâng cao trình độ năng lực của bản thân.

Tôi xin cảm ơn TS. Trần Văn Khiêm – Hiệu trưởng trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định đã định hướng đề tài, hướng dẫn tận tình tôi trong việc tiếp cận, khai thác tài liệu tham khảo cũng như chỉ bảo tôi trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Tôi xin cảm ơn các thầy cô Ban giám hiệu, Khoa cơ khí Trường Cao đẳng cơ điện xây dựng Việt Xô đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, nhiệt tình giúp đỡ tôi về cơ sở vật chất, trang thiết bị, công nghệ, kỹ thuật trong quá trình làm thực nghiệm.

Cuối cùng tôi xin cảm ơn tất cả bạn bè, đồng nghiệp và gia đình đã ủng hộ tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn này.

Do kinh nghiệm của bản thân còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi thiếu sót. Tôi rất mong nhận được ý kiến nhận xét, góp ý của quý thầy cô và bạn bè đồng nghiệp để luận văn của tôi được hoàn thiện hơn./.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Nam Định, ngày.....tháng năm 2021

Tác giả

Đới Minh Tiến

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	x
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài.....	1
2. Mục đích nghiên cứu.....	2
3. Nội dung nghiên cứu	2
4. Phạm vi nghiên cứu.....	2
5. Phương pháp nghiên cứu.....	2
6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	2
6.1. Ý nghĩa khoa học	2
6.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	3
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ TIỆN	4
1.1. Khái niệm, đặc điểm của công nghệ gia công tiện	4
1.1.1. Khái niệm	4
1.1.2. Đặc điểm	4
1.2. Các phương pháp gia công tiện.....	4
1.2.1. Tiện mặt đầu và khoan lỗ chống tâm	4
1.2.2. Tiện trụ trơn	5
1.2.3. Tiện trục bậc.....	5
1.2.4. Tiện trục lệch tâm	6
1.2.5. Gia công mặt côn	6
1.2.6. Tiện chép hình.....	8
1.2.7. Tiện ren	9
1.3. Thông số chế độ cắt	10
1.3.1. Vận tốc cắt V	10

1.3.2. Lượng chạy dao S	10
1.3.3. Chiều sâu cắt a	11
1.4. Máy tiện CNC	11
1.4.1. Cấu tạo của máy tiện CNC.....	11
a. Hệ thống cơ khí	12
b. Hệ thống điều khiển điện, điện tử	14
1.4.2. Đặc điểm của máy tiện CNC.....	16
1.5. Dụng cụ cắt dùng cho máy tiện CNC	18
1.5.1. Các loại dao tiện	18
1.5.2. Các loại mảnh dao tiện.....	19
1.5.3. Các loại vật liệu làm dao tiện	20
1.5.4. Thân dao tiện.....	22
KẾT LUẬN CHƯƠNG 1	24
CHƯƠNG 2 CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG CƠ.....	25
2.1. Khái niệm chung	25
2.2. Các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt.....	25
2.2.1. Hình dạng hình học bề mặt lý tưởng	25
2.2.2. Tính chất hình học và tính chất cơ lý của bề mặt gia công	26
a. Độ nhám bề mặt	26
b. Độ sóng bề mặt.....	28
c. Sự biến cứng của lớp bề mặt	29
d. Ứng suất dư của lớp bề mặt	30
2.3. Độ nhám bề mặt gia công và các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công khi tiện	30
2.3.1. Độ nhám bề mặt gia công khi tiện	30
2.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công khi tiện	31
a. Tốc độ cắt V	31
b. Lượng chạy dao S	32
c. Chiều sâu cắt a.....	32

d. Thông số hình học của dụng cụ cắt.....	33
2.3.3. Phương pháp đo độ nhám bề mặt.....	36
a. Phương pháp đo bằng quang học	36
b. Phương pháp đo bằng máy đo.....	36
c. Phương pháp so sánh.....	37
2.4. Ảnh hưởng của độ nhám đến khả năng làm việc của chi tiết máy	37
2.4.1. Ảnh hưởng đến tính chống mòn.....	37
2.4.2. Ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết	40
2.4.3. Ảnh hưởng tới tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt chi tiết.....	40
2.4.4. Ảnh hưởng đến độ chính xác mối lắp ghép	41
KẾT LUẬN CHƯƠNG 2	43
CHƯƠNG 3 THỰC NGHIỆM, KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT GIA CÔNG KHI TIỆN THÉP KHÔNG GỈ SUS304 TRÊN MÁY TIỆN CNC MÃ HIỆU HASS – ST20	44
3.1. Phương pháp thực nghiệm	44
3.1.1. Khái niệm	44
3.1.2. Phương pháp thực nghiệm	44
a. Phương pháp truyền thống	44
b. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm.....	45
3.1.3. Phương pháp Taguchi	45
3.1.4. Các thông số cơ bản của hệ thống thực nghiệm	47
a. Sai lệch profin trung bình cộng Ra	47
b. Chiều sâu cắt a	48
c. Lượng chạy dao S.....	49
d. Vận tốc cắt V.....	49
3.1.5. Phương pháp xử lý số liệu	49
3.2. Quy mô thực nghiệm.....	50
3.2.1. Vật liệu dùng trong thực nghiệm	50
3.2.2. Mẫu phôi thực nghiệm	51
3.2.3. Chế độ cắt dùng gia công chi tiết thực nghiệm	52

3.3. Nội dung thực nghiệm.....	53
3.3.1. Máy tiện CNC HASS ST-20.....	53
3.3.2. Dụng cụ cắt	55
a. Thân dao	55
b. Phần cắt của dao.....	55
3.3.3. Dụng cụ đo kiểm	56
3.3.4. Thiết kế quy hoạch thực nghiệm.....	57
a. Lựa chọn chế độ cắt.....	57
b. Lựa chọn mảng trục giao và thiết kế ma trận thực nghiệm	58
3.3.5. Quy trình công nghệ.....	60
3.3.6. Chương trình gia công thực nghiệm trên máy tiện CNC	62
3.4. Đo kiểm, tính toán, đánh giá độ nhám bề mặt gia công của chi tiết thực nghiệm.....	66
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3	71
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO	72
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	73
PHỤ LỤC.....	74

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Nội dung	Thứ nguyên
R_a	Sai lệch trung bình số học của profin	μm
R_z	Chiều cao nhấp nhô tính trên 10 đỉnh của profin	μm
S	Lượng chạy dao	mm/vòng
V	Tốc độ cắt	m/phút
a	Chiều sâu cắt	mm

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1 Gia công trên máy tiện	4
Hình 1.2. Sơ đồ tiện mặt đầu.....	5
Hình 1.3. Các dạng lỗ tâm tiêu chuẩn.....	5
Hình 1.4. Sơ đồ tiện trụ trơn	5
Hình 1.5. Sơ đồ tiện trụ bậc	5
Hình 1.6. Trụ lệch tâm.....	6
Hình 1.7. Phương pháp tiện côn.....	7
Hình 1.8. Tiện côn bằng dao rộng bản.....	7
Hình 1.9. Tiện côn bằng xoay nghiêng bàn dao phụ	7
Hình 1.10. Tiện côn bằng cách đánh lệch ụ sau.....	8
Hình 1.11. Tiện côn bằng thước chép hình.....	8
Hình 1.12. Tiện chép hình.....	9
Hình 1.13. Sơ đồ tiện dao khi tiện ren	9
Hình 1.14. Lượng chạy dao S.....	10
Hình 1.15. Chiều sâu cắt a	11
Hình 1.16. Máy tiện CNC	12
Hình 1.17. Panel điều khiển trên máy tiện CNC.....	15
Hình 1.18. Hệ tọa độ Đề Các 2D và 3D.....	16
Hình 1.19. Hệ tọa độ cực	17
Hình 1.20. Gốc tọa độ của máy, phôi và các điểm chuẩn.....	18
Hình 1.21. Hình dạng một số loại mảnh dao tiện	20
Hình 1.22. Hệ thống dao T – MAX P	23
Hình 1.23. Hệ thống dao T-MAX Q	23
Hình 1.24. Hệ thống dao T – MAX U	23
Hình 2.1. Dạng hình học trên bề mặt khi lưỡi cắt có $r = 0$	25
Hình 2.2. Dạng hình học trên bề mặt khi lưỡi cắt có $r \neq 0$	26

Hình 2.3. Biên dạng bề mặt chi tiết.....	27
Hình 2.4. Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi bề mặt chi tiết.....	28
Hình 2.5. Độ nhám và độ sóng bề mặt.....	29
Hình 2.6. Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến độ nhám bề mặt.....	32
Hình 2.7. Ảnh hưởng của lượng chạy dao S đến độ nhám bề mặt	32
Hình 2.8. Ảnh hưởng của bán kính mũi dao và góc nghiêng	34
đến độ nhám bề mặt	34
Hình 2.9. Ảnh hưởng của thông số hình học của lưỡi cắt	19
Hình 2.10. Đo độ nhám bằng kính hiển vi quang học	36
Hình 2.11. Đo độ nhám bằng máy đo độ nhám	37
Hình 2.12. Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết ma sát.....	39
Hình 2.13. Quan hệ giữa lượng mòn ban đầu (U) và sai lệch profin trung bình cộng	40
Hình 2.14. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết máy.....	41
Hình 3.1. Chiều sâu cắt a	48
Hình 3.2. Lượng chạy dao S	49
Hình 3.3. Mẫu chi tiết thực nghiệm	52
Hình 3.4. Máy tiện CNC mã hiệu HASS – ST20	53
Hình 3.5. Thân dao tiện PCLNR2525M12	55
Hình 3.6. Phần cắt của dao dùng để gia công mẫu thí nghiệm.....	56
Hình 3.7. Máy đo độ nhám Mitutoyo.....	56
Hình 3.8. Nguyên lý đo độ nhám của máy Mitutoyo	57

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1. Thành phần hóa học của sus304.....	50
Bảng 3.2. Cơ tính của sus304.....	50
Bảng 3.3. Bảng giá trị lựa chọn chế độ cắt để thực nghiệm	53
Bảng 3.4. Thông số kỹ thuật của máy tiện HASS – ST20.....	54
Bảng 3.5. Thông số của cán dao tiện PCLNR2525M12.....	55
Bảng 3.6. Mảng trục giao và ma trận thực nghiệm.....	59
Bảng 3.7. Số liệu thực nghiệm và kết quả đo	66
Bảng 3.8. Kết quả đo và số liệu tính toán	67
Bảng 3.9. Kết quả tỉ lệ S/N của từng yếu tố tại từng mức	68
Bảng 3.10. Kết quả độ nhám R_a của từng yếu tố tại từng mức.....	68
Bảng 3.11. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết theo ANOVA	69
Bảng 3.12. Độ nhám R_a ứng với chế độ cắt tối ưu.....	70

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay các máy điều khiển số được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực, đặc biệt trong ngành cơ khí chế tạo máy, trong công nghiệp và an ninh quốc phòng; trong đào tạo nguồn nhân lực.

Các máy CNC hiện nay có 1 máy tính để thiết lập các chương trình điều khiển các chức năng dịch chuyển của máy để thực hiện quá trình tạo hình chi tiết.

Với sự hỗ trợ của hệ thống máy tính và các phần mềm thiết kế, tính toán thì việc tạo hình sản phẩm đã trở nên dễ dàng hơn nhiều so với trước. Tuy vậy để tạo ra sản phẩm đạt yêu cầu kỹ thuật và đảm bảo năng suất thì việc tính toán chế độ công nghệ và lựa chọn dụng cụ gia công phù hợp vẫn là yếu tố tiên quyết cho mọi phương án gia công.

Mặt khác mỗi loại vật liệu và điều kiện công nghệ khác nhau thì sẽ tương ứng với những chế độ công nghệ khác nhau. ở đây tác giả chọn vật liệu là thép không gỉ SUS304 vì hiện nay trên thế giới nói chung và nước ta nói riêng nhu cầu sử dụng các loại thép có tính chống ăn mòn vật lý và hóa học trong điều kiện hoạt động của chi tiết máy ngày càng cao, đặc biệt là trong các ngành công nghệ thực phẩm, chế biến thủy hải sản, công nghệ hóa chất... các nghiên cứu về ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt cũng đã có, tuy nhiên các nghiên cứu đều gắn trong một điều kiện cụ thể như về địa lý, về phương tiện, dụng cụ, trang thiết bị thực tế ...

Chính vì vậy tác giả chọn đề tài nghiên cứu luận văn thạc sĩ: "***Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS ST-20***".

2. Mục đích nghiên cứu

- Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (tốc độ cắt V , lượng chạy dao S , chiều sâu cắt a) đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS ST-20
- Tìm ra chế độ cắt hợp lý nhất trong miền thực nghiệm để đạt được độ nhám bề mặt gia công R_a tốt nhất

3. Nội dung nghiên cứu

- Tổng quan về công nghệ tiện và dụng cụ cắt khi tiện
- Chất lượng bề mặt chi tiết sau gia công cơ
- Thiết kế thực nghiệm và tiến hành thực nghiệm
- Xử lý số liệu thực nghiệm
- Đánh giá và kết luận.

4. Phạm vi nghiên cứu

- Vật liệu gia công: thép không gỉ SUS 304
- Độ nhám bề mặt chi tiết khi gia công trên máy tiện CNC mã hiệu HASS ST-20;

5. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài này sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp thực nghiệm, cụ thể:

- Lý thuyết: Nghiên cứu tổng quan về công nghệ tiện, chất lượng bề mặt gia công cơ, thông số chế độ cắt, dụng cụ cắt, máy tiện CNC, phương pháp quy hoạch thực nghiệm,...
- Thực nghiệm: Chọn mẫu phôi, chế độ cắt, gia công chi tiết, phân tích, đánh giá ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (V , S , a) đến chỉ tiêu độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi tiện.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

6.1. Ý nghĩa khoa học

Đóng góp vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC nhằm đạt được độ nhám bề mặt tốt nhất, giảm thời gian, chi phí gia công.

6.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu là cơ sở để lựa chọn bộ thông số chế độ cắt hợp lý khi tiện thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC nhằm phục vụ tốt cho quá trình giảng dạy tại các cơ sở đào tạo và trong sản xuất.

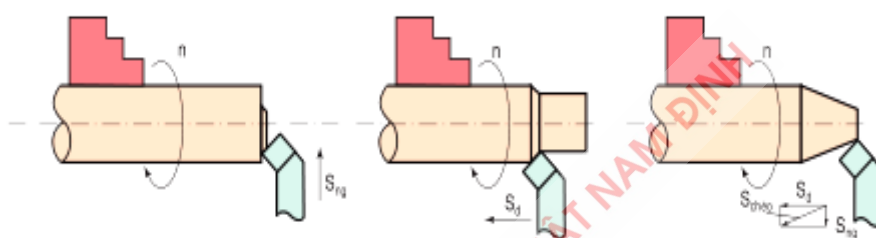
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ TIỆN

1.1. Khái niệm, đặc điểm của công nghệ gia công tiện

1.1.1. Khái niệm

Gia công tiện là quá trình gia công cắt gọt kim loại được thực hiện bằng sự phối hợp hai chuyển động gọi là chuyển động tạo hình gồm chuyển động chính là chuyển động quay tròn của chi tiết gia công và chuyển động chạy dao [11].



Hình 1.1 Gia công trên máy tiện

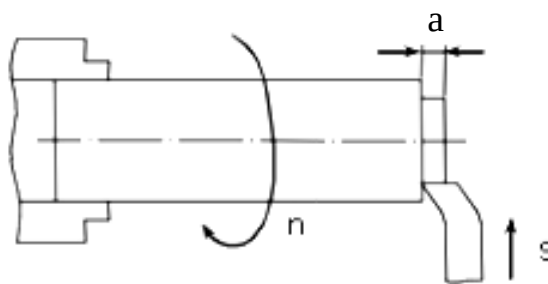
1.1.2. Đặc điểm [11]

- Gia công tiện cho năng suất, độ chính xác cao, vận hành đơn giản;
- Có thể gia công được các dạng bề mặt tròn xoay như: mặt trụ trơn, trụ bậc, ren, gia công lỗ và các dạng trục đặc biệt như trục lệch tâm...
- Khó gia công các bề mặt phức tạp đặc biệt là trên mặt phẳng;
- Với các máy tiện CNC thì khả năng tạo hình ngày càng được mở rộng, do đó sản phẩm của nghề tiện ngày càng đa dạng, phong phú.

1.2. Các phương pháp gia công tiện[11]

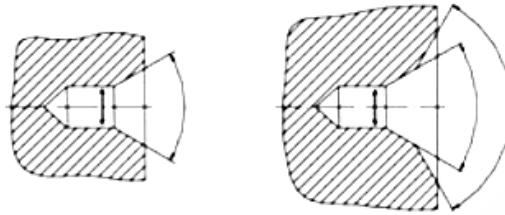
1.2.1. Tiện mặt đầu và khoan lỗ chống tâm

Mục đích là để gia công các bề mặt vuông góc với tâm của chi tiết như các mặt bích dùng để lắp ghép, các mặt đầu của chi tiết để gia công lỗ tâm.



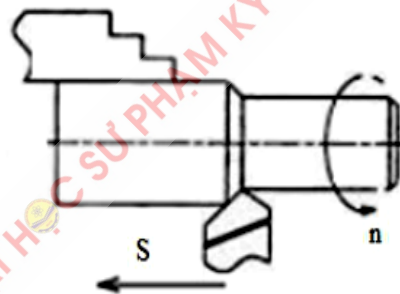
Hình 1.2. Sơ đồ tiện mặt đầu

Khoan lỗ chống tâm: Lỗ chống tâm dùng để định vị chi tiết khi gia công, và được tiêu chuẩn hóa. lỗ tâm được gia công bằng phương pháp khoan, mũi khoan được gá trên nòng ụ động, dùng mũi khoan chuyên dùng để khoan.



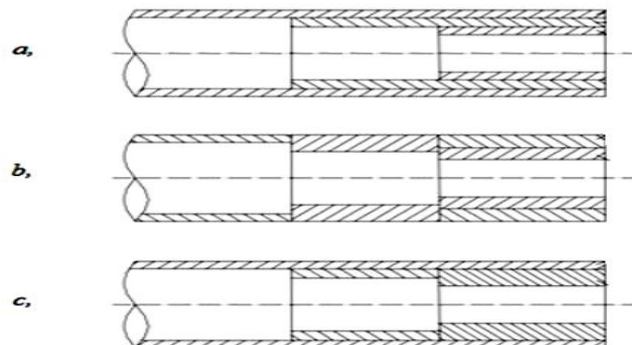
Hình 1.3. Các dạng lỗ tâm tiêu chuẩn

1.2.2. Tiện trụ trơn



Hình 1.4. Sơ đồ tiện trụ trơn

1.2.3. Tiện trục bậc

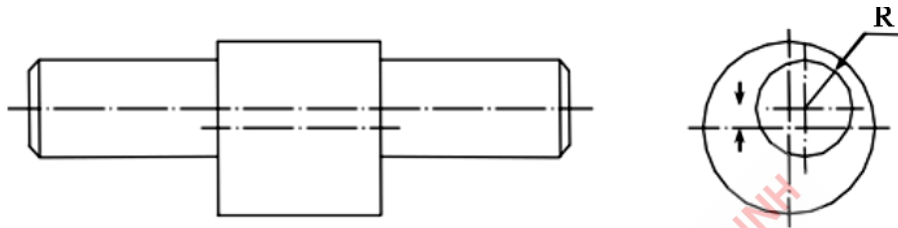


Hình 1.5. Sơ đồ tiện trục bậc

Khi tiện thô mặt trụ ngoài ta có thể áp dụng 3 sơ đồ cắt trên. Cụ thể (hình a) là sơ đồ cắt theo lớp, (hình b) là sơ đồ cắt theo đoạn, (hình c) sơ đồ cắt phối hợp.

1.2.4. Tiện trục lệch tâm

Để tiện các trục lệch tâm ta dựa theo nguyên lý đưa các bề mặt lệch tâm về tâm quay trục chính.



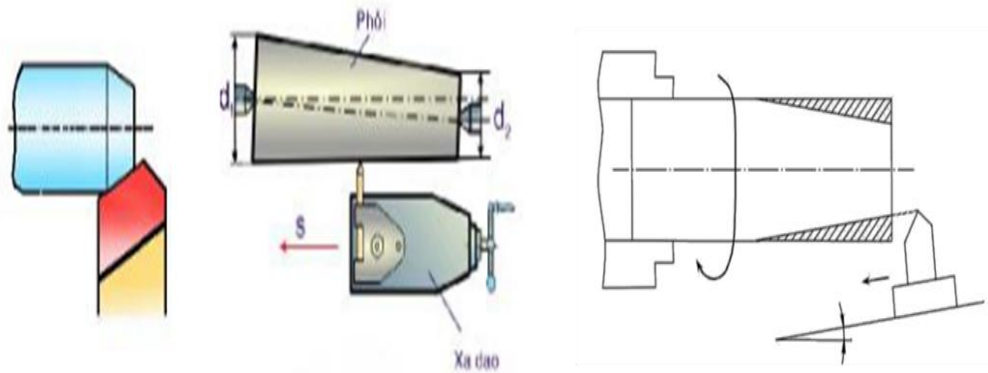
Hình 1.6. Trục lệch tâm

Các phương án tiện trục lệch tâm như sau:

- Nếu trục có đường kính lớn thì trên mặt đầu ta khoan các lỗ tâm, tính toán hợp lý để đưa bề mặt lệch tâm về tâm quay trục chính, sau đó dùng sơ đồ định vị chống tâm 2 đầu
- Nếu trục có kích thước nhỏ chế tạo thêm đồ gá, đồ gá là các bạc lệch tâm không thông và được chế tạo lắp trên 2 đầu trục, trên mặt đầu bạc khoan các lỗ tâm, tính toán các lỗ tâm để đưa các bề mặt lệch tâm về tâm quay trục chính sau đây cũng dùng sơ đồ định vị 2 mũi tâm để gia công chi tiết .
- Sử dụng bạc lệch tâm có xẻ rãnh dọc bạc (nên chọn vật liệu là thép có độ đàn hồi cao) lúc này ta sẽ dùng sơ đồ định vị kẹp trụ ngoài .
- Tiện trục lệch tâm bằng mâm cặp 4 chấu: phương án này chỉ sử dụng trong sản xuất nhỏ, đơn chiếc vì thời gian gá đặt lớn

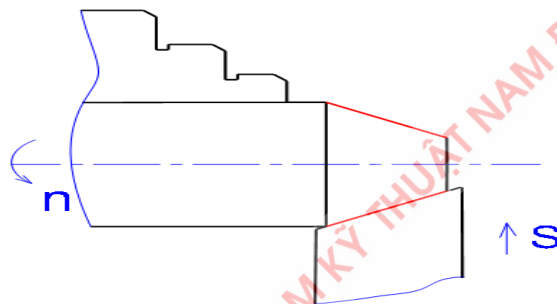
1.2.5. Gia công mặt côn

Có thể dùng dao bản rộng hoặc xê dịch ngang ụ động hoặc nghiêng bàn xe dao tùy theo chi tiết yêu cầu mà ta sử dụng cho phù hợp.



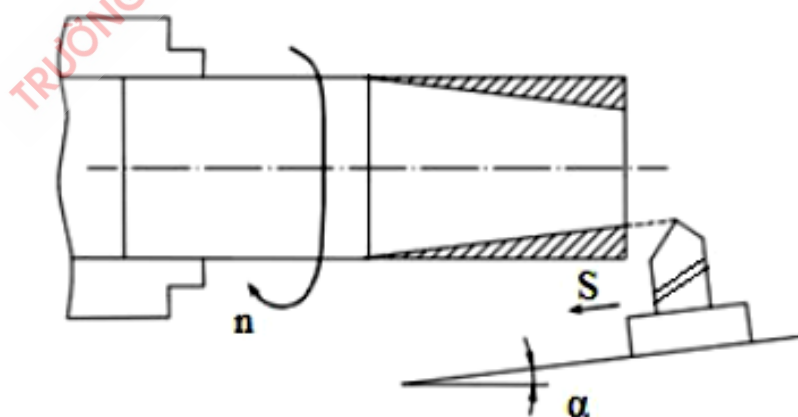
Hình 1.7. Phương pháp tiện côn

- Gia công mặt côn bằng dao bản rộng: dùng gia công những mặt côn có chiều dài ngắn như các mép vát nghiêng.



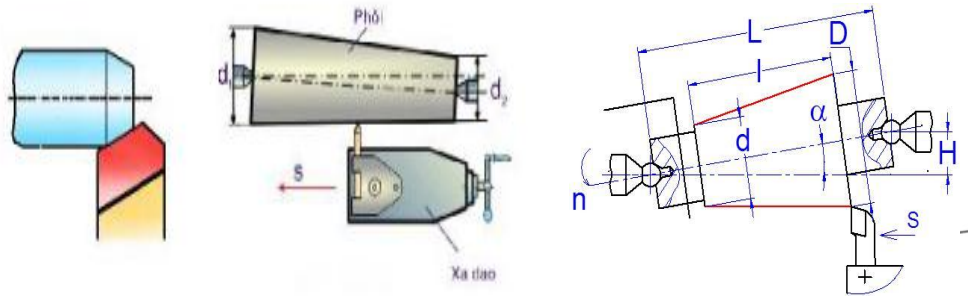
Hình 1.8. Tiện côn bằng dao rộng bản

- Gia công mặt côn bằng cách quay nghiêng bàn xe dao phụ: có thể gia công được góc côn lớn nhưng chiều dài côn phụ thuộc và khoảng dịch chuyển của bàn xe dao phụ.



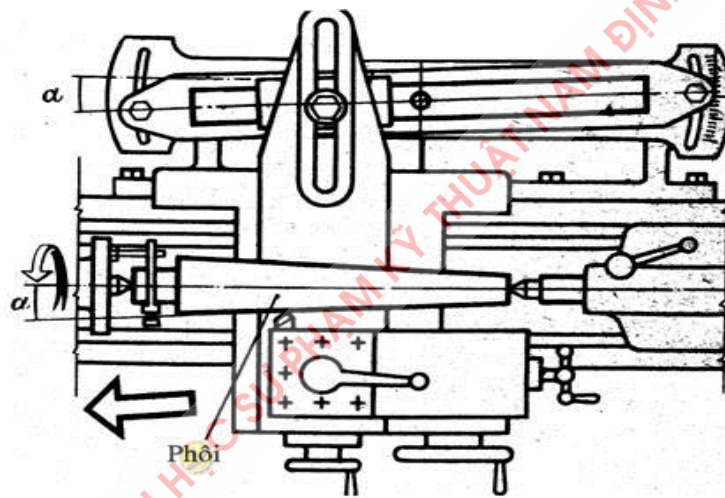
Hình 1.9. Tiện côn bằng xoay nghiêng bàn dao phụ

- Gia công mặt côn bằng cách đánh lệch ụ sau: phương án này áp dụng khi góc côn nhỏ và chiều dài côn lớn



Hình 1.10. Tiện côn bằng cách đánh lệch ụ sau

- Gia công mặt côn bằng thước chép hình: cho độ chính xác và năng suất cao, phù hợp với góc côn và chiều dài côn nhỏ



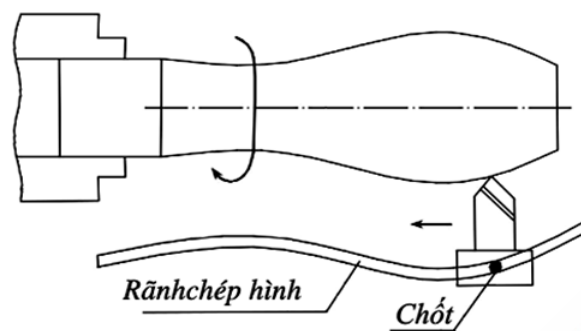
Hình 1.11. Tiện côn bằng thước chép hình

- Gia công mặt côn bằng máy tiện CNC: cách này cho năng suất và chất lượng tốt nhất, có thể gia công góc côn và chiều dài côn bất kỳ tùy thuộc vào khoảng dịch chuyển của máy.

1.2.6. Tiện chép hình

Để tiện chép hình trên công nghệ tiện truyền thống cũng có các phương án khác nhau như dùng dao chép hình tức là biên dạng của chi tiết gia công được chép lại nguyên bản biên dạng của dụng cụ cắt. với phương pháp này chỉ có thể gia công được những chi tiết nhỏ, có biên dạng đơn giản.

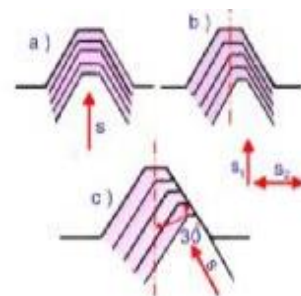
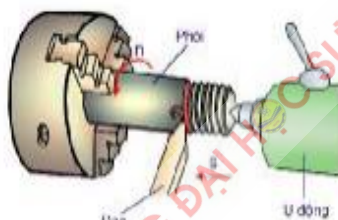
Ngoài ra còn có thể sử dụng đường chép hình để dao chuyển động theo đường và giữ nguyên khoảng cách từ chi tiết đến vị trí kẹp dao. Sử dụng trong sản xuất hàng loạt và có khả năng tạo hình những biên dạng phức tạp.



Hình 1.12. Tiện chép hình

1.2.7. Tiện ren

Phương pháp tiện dao khi tiện ren phổ biến:



Hình 1.13. Sơ đồ tiến dao khi tiện ren

- Tiến dao ngang (hình a): Phương pháp này tương đối dễ thực hiện, dùng cắt ren bước nhỏ. Phương pháp này được thực hiện bằng cách đặt tay quay của bàn dao ngang bằng với chiều sâu cắt.
- Tiến dao theo sườn ren (hình c): Cũng giống như phương pháp lần dao ngang, phương pháp này cũng khá đơn giản, dễ thực hiện, dùng cắt ren bước trung bình. Phương pháp này được thực hiện bằng cách quay tay quay của ổ dao một góc bằng nửa góc đỉnh ren.

- Tiến dao kết hợp (hình b): So với 2 phương pháp trên thì phương pháp này khó thực hiện hơn, và chúng thường sử dụng cho những chi tiết có bước ren lớn, có hình dạng đặc biệt như: ren thang, ren vuông,... Để thực hiện phương pháp này, người ta luân phiên quay tay quay của bàn dao ngang và ổ dao trên hay nói cách khác là luân phiên giữa tiến dao ngang và tiến dao dọc.

1.3. Thông số chế độ cắt [11]

1.3.1. Vận tốc cắt V

Là quãng đường mà một điểm của dao trên lưỡi cắt dịch chuyển được trong một đơn vị thời gian tính tương đối so với phôi.

Tốc độ cắt là một yếu tố quyết định đến công suất cắt, lực cắt, nhiệt cắt và chất lượng bề mặt gia công...

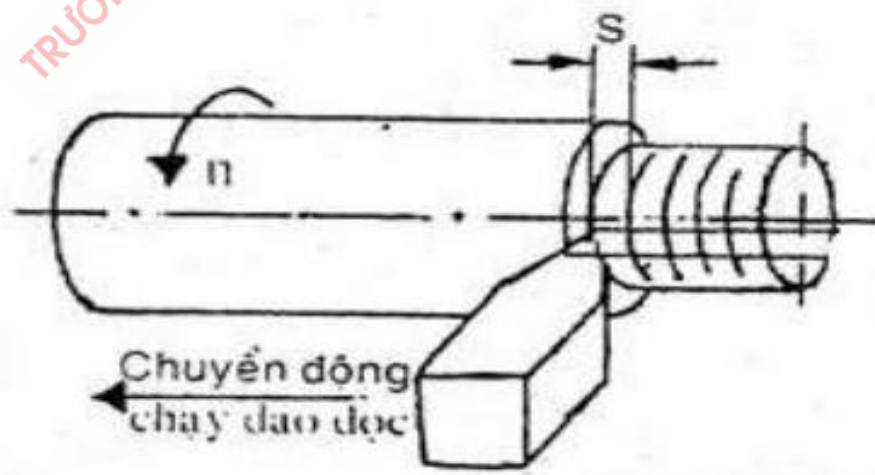
$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/ph)}$$

1.3.2. Lượng chạy dao S (mm/vòng)

Là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt dọc theo phương của chuyển động tịnh tiến sau một vòng quay của chi tiết gia công.

Diện tích lớp cắt F là tích số của chiều sâu cắt và trị số lượng tiến dao S

$$F = a \cdot S \text{ (mm}^2\text{)}$$



Hình 1.14. Lượng chạy dao S

1.3.3. Chiều sâu cắt a (mm)

Là chiều dày vật liệu được bóc đi trong một lần chuyển dao, đo theo phương vuông góc với bề mặt gia công.

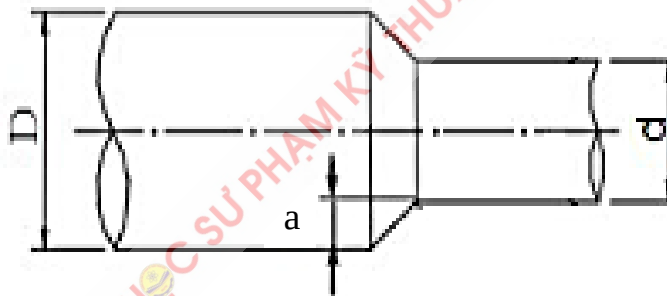
$$a = \frac{D-d}{2}$$

trong đó D - là đường kính bề mặt chưa gia công (mm)

d - là đường kính bề mặt đã gia công (mm)

Khi tiện mặt đầu, chiều sâu cắt a là kích thước của lớp kim loại bị cắt đi theo phương vuông góc với mặt đầu.

Khi tiện lỗ chiều sâu cắt là nửa hiệu đường kính của lỗ sau khi gia công và lỗ trước khi gia công.



Hình 1.15. Chiều sâu cắt a

1.4. Máy tiện CNC [10]

1.4.1. Cấu tạo của máy tiện CNC

Máy tiện CNC có cấu tạo về cơ bản giống với máy tiện thường nhưng được lập trình điều khiển bằng hệ thống máy tính và được giám sát bằng các hệ thống cảm biến, cùng với đó là các hệ thống cơ khí cũng có sự khác biệt như sử dụng động cơ bước thay vì động cơ thông thường, hệ thống truyền động trục vít me đai ốc bi thay cho trục vít me đai ốc thông thường, các hệ thống cảm biến, giám sát hành trình, giám sát tốc độ, nhiệt cắt, lực cắt... để phản hồi về hệ thống máy tính xử lý và điều chỉnh cho phù hợp.



Hình 1.16. Máy tiện CNC

a. Hệ thống cơ khí

- Thân máy và đế máy thường được chế tạo bằng các chi tiết gang vì gang có độ bền nén cao gấp 10 lần so với thép và đều được kiểm tra sau khi đúc để đảm bảo không có khuyết tật đúc. Bên trong thân máy chứa hệ thống điều khiển, động cơ của trục chính và rất nhiều hệ thống khác.

- Cụm trục chính: Chuyển động quay của trục chính sẽ sinh ra lực cắt để cắt gọt phôi trong quá trình gia công. Trục chính được điều khiển bởi các động cơ, thường sử dụng động cơ Servo theo chế độ vòng lặp kín, bằng công nghệ số để tạo ra tốc độ điều khiển chính xác và hiệu quả cao dưới chế độ tải nặng. Hệ thống điều khiển chính xác góc giữa phần quay và phần tĩnh của động cơ trục chính để tăng momen xoắn và gia tốc nhanh, hệ thống điều khiển này cho phép người sử dụng có thể tăng tốc độ của trục chính lên rất nhanh.

- Hệ thống thanh trượt dẫn hướng có nhiệm vụ dẫn hướng cho các chuyển động của bàn gá dao theo các trục truyền động.

- Trục vít me, đai ốc trong máy công cụ điều khiển số người ta thường sử dụng vít me đai ốc bi là loại mà vít me và đai ốc có dạng tiếp xúc lăn

- Bàn xe dao là bộ phận đỡ ổ chứa dao thực hiện các chuyển động tịnh tiến ra (vào) song song, vuông góc với trục chính nhờ các chuyển động của động cơ bước.

- Ổ tích dao (Đầu rovonve): Máy tiện thường dùng hai loại sau:

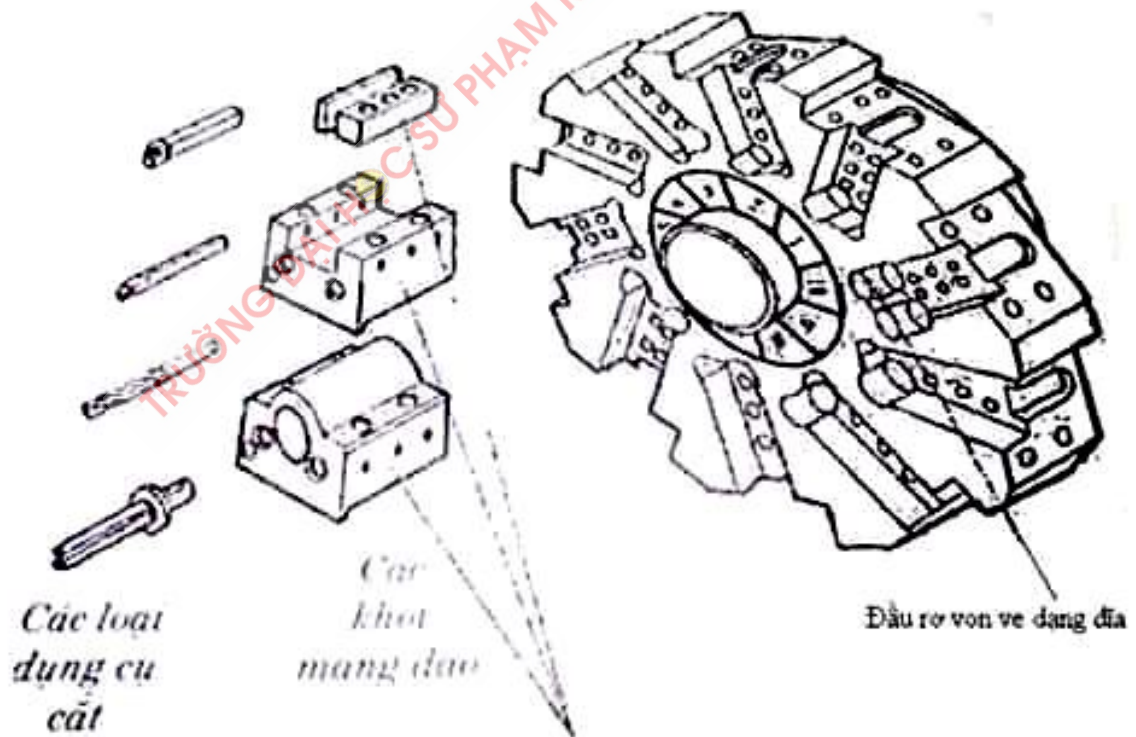
+ Đầu rơvônve có thể lắp từ 8 đến 12 dao các loại.

+ Các ổ chứa trong tổ hợp gia công với các bộ phận khác (đồ gá thay đổi dụng cụ).

- Đầu rơ vôn ve cho phép thay dao nhanh trong thời gian ngắn đã được chỉ định, còn ổ chứa dao thì mang một số lượng lớn dao mà không gây nguy hiểm, va chạm trong vùng làm việc của máy tiện.

Trong cả hai trường hợp chuỗi của dao thường được kẹp trong khối mang dao tại những vị trí xác định trên bàn xe dao. Các khối mảnh dao tiện phù hợp với các giá đỡ dao trên máy tiện và được tiêu chuẩn hóa.

Các kết cấu của đầu rơ vôn ve tùy thuộc vào công dụng và yêu cầu công nghệ của từng loại máy. Bao gồm các đầu rơ vôn ve (kiểu chữ thập, kiểu đĩa hình tròn).



Đầu rơ vôn ve có thể lắp được các loại dao: Tiện, phay, khoan, khoét, cắt ren được tiêu chuẩn hóa phần chuôi có thể lắp lẫn và lắp ghép với các đồ gá ở trên đầu rơ vôn ve.

b. Hệ thống điều khiển điện, điện tử

- Các cụm điều khiển chính trên máy CNC:

Cụm điều khiển máy MCU (Machine Control Unit) được hình thành trên cơ sở thiết bị điều khiển điện tử, thiết bị vào ra và các thiết bị số. Nó được coi là trái tim của máy công cụ điều khiển số CNC. Lệnh CNC thực hiện bên trong bộ điều khiển sẽ thông báo cho mô tơ chuyển động quay đúng số vòng cần thiết làm cho trục vít me bi quay đúng số vòng quay tương ứng kéo theo chuyển động thẳng của bàn máy và dao. Thiết bị phản hồi ở đầu kia của vít me bi cho phép kiểm soát kết thúc lệnh đúng khi số vòng quay cần thiết được thực hiện.

Cụm dẫn động (Driving Unit): là tập hợp những động cơ, sensor phản hồi, phần tử điều khiển, khuếch đại và các hệ dẫn động.

- Các loại động cơ trên máy CNC

Có 4 loại động cơ trên máy CNC gồm: động cơ 1 chiều, động cơ xoay chiều, động cơ bước, động cơ servo

	Ưu Điểm	Nhược điểm
Động cơ một chiều	+ Momen khởi động lớn, dễ điều khiển tốc độ và chiều, giá thành rẻ.	+ Dải tốc độ điều khiển hẹp. + Phải có mạch nguồn riêng.
Động cơ xoay chiều	Cấp nguồn trực tiếp từ điện lưới xoay chiều. + Đa dạng và phong phú về chủng loại, giá thành rẻ.	+ Phải có mạch cách ly giữa phần điều khiển và phần chấp hành để đảm bảo an toàn, momen khởi động

		nhỏ. + Mạch điều khiển tốc độ phức tạp.
Động cơ bước	Điều khiển vị trí, tốc độ chính xác, không cần mạch phản hồi. + Thường được sử dụng trong các hệ thống máy CNC.	+ Giá thành cao, momen xoắn nhỏ, momen máy nhỏ.
Động cơ servo	+ Đặc điểm động học tốt. + Thường tích hợp sẵn cảm biến đo tốc độ hay góc quay. Có dải tần số rộng 0÷400 Hz	+ Momen quán tính nhỏ.

- Các loại cảm biến: Máy CNC sử dụng phần mềm để lập trình, sử dụng thuật toán để điều khiển thông qua các mạch điện, điện tử và sử dụng các cảm biến để giám sát điều khiển và phản hồi kết quả về máy tính trung tâm để xử lý. Trong đó máy tiện CNC sử dụng các Resolver là các thiết bị đo kiểu tương tự dùng để đo vị trí hoặc tốc độ theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, ngoài ra còn một số loại máy sử dụng thêm cảm biến đo lực cắt, nhiệt cắt...

- Các hệ thống khác: Bao gồm các hệ thống an toàn, hệ thống làm mát, hệ thống truyền thông...

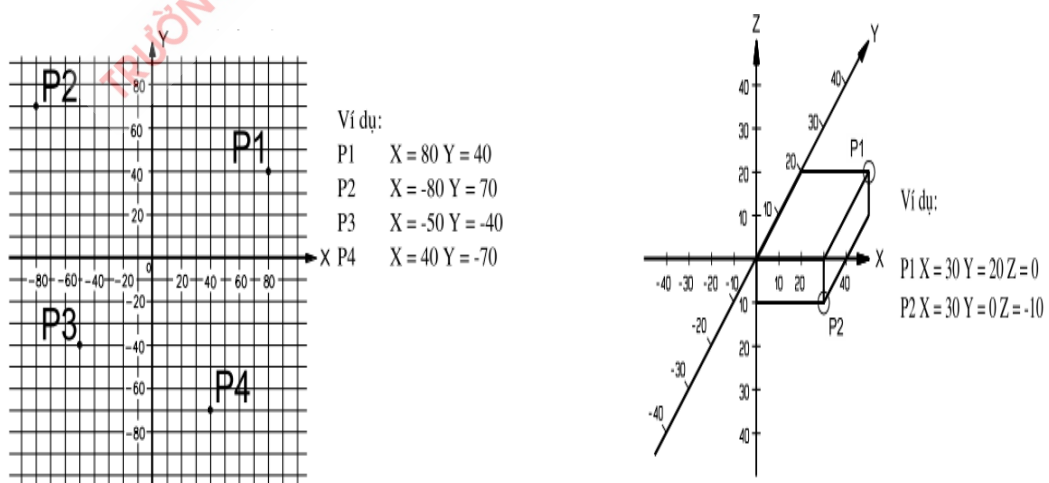


Hình 1.17. Panel điều khiển trên máy tiện CNC

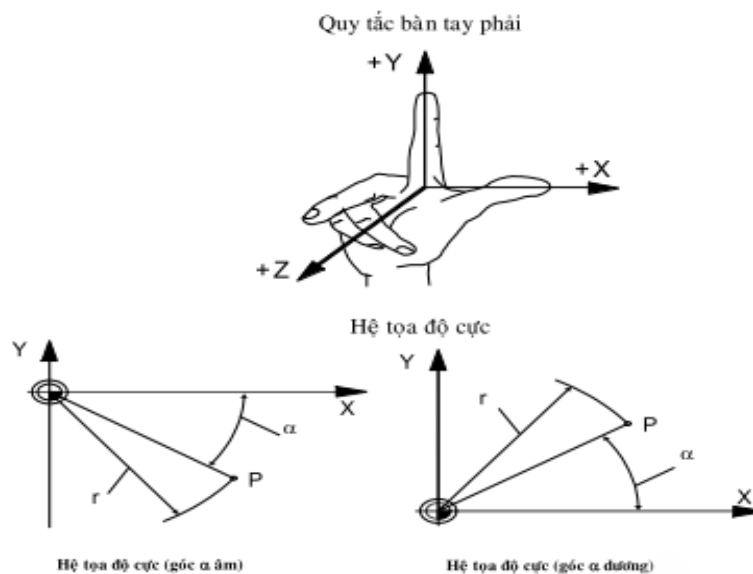
1.4.2. Đặc điểm của máy tiện CNC [10]

- Máy tiện CNC có tính tự động hóa cao, hoạt động theo lập trình có sẵn, ít phụ thuộc vào tay nghề của thợ gia công.
- Máy gia công CNC có tính linh hoạt lớn, có thể thay đổi các chương trình gia công tự động một cách đơn giản để thay đổi sản phẩm.
- Độ chính xác, an toàn cao vì hoạt động thông qua lập trình tiêu chuẩn.
- Hiệu quả kinh tế cao hơn, mặc dù lúc ban đầu phải tiêu tốn khoản tiền lớn cho đầu tư mua máy tiện CNC, song hao mòn và hiệu suất hoạt động cao, lại giảm bớt nhân lực.
- Một chương trình được lập trình sẵn có thể dùng nhiều lần cho sản xuất hàng loạt, sản phẩm có sự đồng nhất cao, đảm bảo các tiêu chuẩn trong sản xuất cơ khí chính xác.
- Máy tiện CNC hoạt động dựa trên hệ tọa độ và các điểm chuẩn quy định trong lập trình, để người lập trình lên kế hoạch chuyển động cho dụng cụ so với chi tiết gia công, khi lập trình chi tiết coi như đứng yên còn dụng cụ thì di chuyển so với chi tiết gia công.

Có hai hệ tọa độ cơ bản: Hệ tọa độ Đề-các và Hệ tọa độ cực



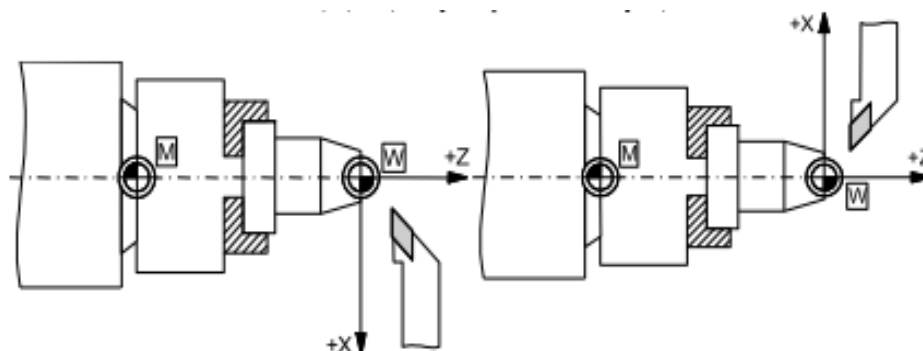
Hình 1.18. Hệ tọa độ Đề Các 2D và 3D

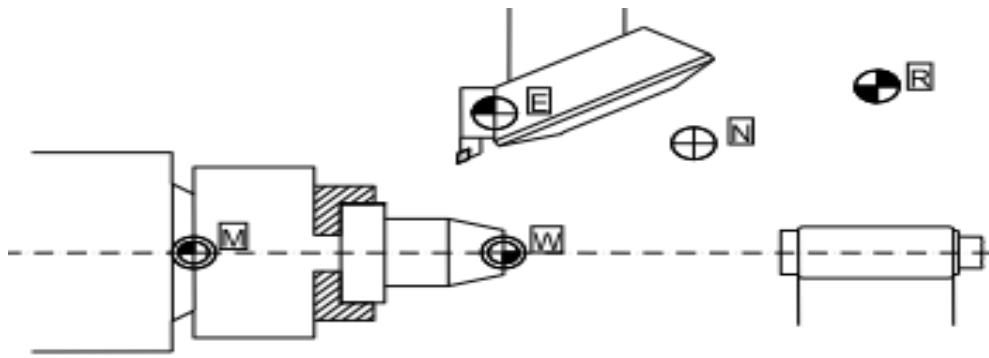


Hình 1.19. Hệ tọa độ cực

Hệ tọa độ trên máy tiện CNC được xác định bằng quy tắc bàn tay phải, người ta quy ước các ngón tay (như hình 1.20) thay cho các trục để xác định phương và chiều cho chuyển động. Trong đó trục Z trùng với trục chính của máy, chiều dương hướng ra khỏi bề mặt gia công, chiều âm là chiều ăn sâu vào vật liệu. Trục X vuông góc với trục Z, chiều dương của trục X hướng từ tâm chi tiết đến dụng cụ cắt và ngược lại.

Để máy tiện CNC hoạt động được chính xác và an toàn thì phải xác định được chính xác vị trí của từng điểm trên quỹ đạo của dao so với chi tiết gia công và không gian làm việc của chúng. Muốn vậy ta phải gắn hệ trục tọa độ vào vị trí thuận lợi trong phạm vi làm việc của máy, việc đó là chọn gốc tọa độ.





Hình 1.20. Gốc tọa độ của máy, phôi và các điểm chuẩn

Trên máy CNC quy định điểm gốc của phôi và gốc của máy và các điểm chuẩn như trong hình 1.21. Cụ thể:

Điểm M là điểm gốc 0 của máy

Điểm W là điểm gốc 0 của phôi

Điểm R là điểm tham chiếu

Điểm E là điểm chuẩn của dụng cụ cắt

Điểm N là điểm thay dao.

1.5. Dụng cụ cắt dùng cho máy tiện CNC

1.5.1. Các loại dao tiện [10]

Tất cả các loại dao tiện trên máy CNC thường là dạng dao lắp ghép, có mảnh cắt là hợp kim cứng và phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

Có tính cắt gọt ổn định, phải đảm bảo việc sử dụng với thời gian lâu nhất các mảnh hợp kim cứng không mài lại để thông số hình học của dao không bị thay đổi trong quá trình sử dụng.

Có khả năng tạo phoi và thoát phoi tốt.

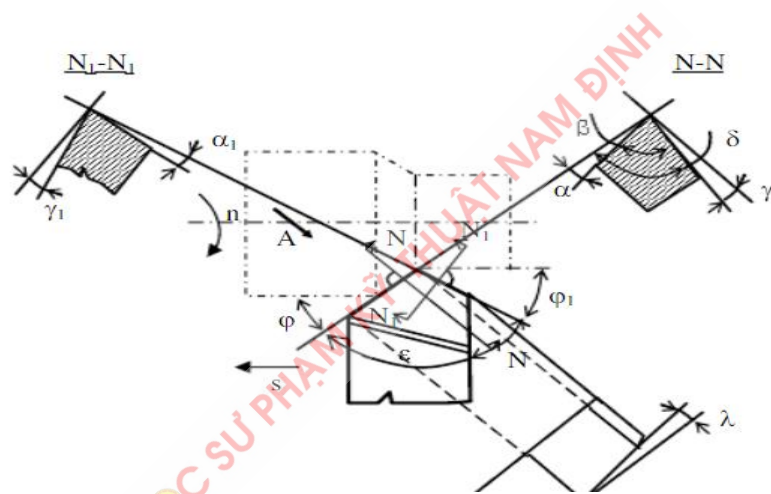
Có tính vạn năng cao để có thể gia công được những bề mặt điển hình của nhiều chi tiết khác nhau trên các máy khác nhau.

Có khả năng thay đổi nhanh khi cần gá dao khác để gia công chi tiết khác loại hoặc khi dao bị mòn.

Như vậy không thể dùng những dụng cụ thông thường để gia công trên các máy điều khiển Số CNC.

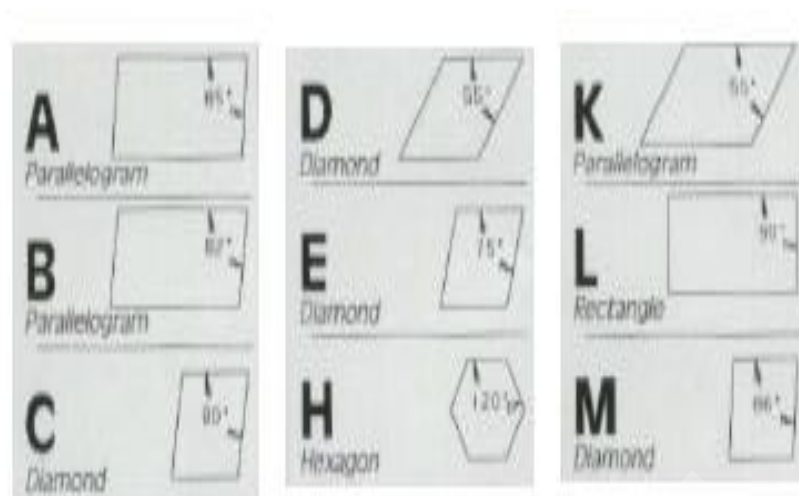
Hiện nay để gia công trên máy CNC người ta thiết kế những loại dao tiện lắp ghép gồm thân dao tiêu chuẩn, mảnh cắt tiêu chuẩn đảm bảo cho quá trình thay thế, lắp ghép nhanh, không ảnh hưởng đến thông số hình học của dao trong quá trình gia công.

1.5.2. Các loại mảnh dao tiện và thông số hình học của dao tiện[10]



Hình 1.21a. Thông số hình học của dao tiện

Phần cắt dao tiện CNC thường dùng là các mảnh dao (insert) tiêu chuẩn. có các dạng hình bình hành (ký hiệu A, B, K), hình thoi (ký hiệu C, D, E, M, V), hình chữ nhật (ký hiệu L), hình tròn (R), hình vuông (S), hình tam giác (T)....



Hình 1.21b. Hình dạng một số loại mảnh dao tiện

1.5.3. Các loại vật liệu làm dao tiện [10]

- Thép gió là một loại thép dụng cụ có tính chịu nóng rất cao và độ cứng lớn, loại thép này bao gồm các mác thép hợp kim hóa cao, được dùng chủ yếu để làm các dụng cụ cắt gọt vì thép này khi làm dụng cụ cắt gọt cho phép làm việc với tốc độ rất cao mà không giảm độ cứng của dụng cụ cắt gọt.

Thành phần và tác dụng của các nguyên tố hóa học trong thép gió:

+ Cacbon: 0,7-1,5%: đảm bảo đủ hoà tan vào mactenxit tạo thành cacbit với các nguyên tố tạo thành cacbit mạnh là Wolfram, Mô lip đen và đặc biệt là Vanadi.

+ Wolfram, Mô lip đen khá cao: > 10%.

+ Crom: Khoảng 4% (từ 3,8÷4,4%) có tác dụng làm tăng mạnh độ thấm tôi. Nhờ tổng lượng Cr+W+Mo cao (>15%) nên thép gió có khả năng tự tôi, tôi thấu với tiết diện bất kỳ và có thể áp dụng tôi phân cấp.

+ Vanadium: Nguyên tố tạo thành các bít rất mạnh. Mọi thép gió đều có ít nhất 1%V, khi cao hơn 2% tính chống mài mòn tăng lên, tuy nhiên không nên dùng quá 5% vì làm giảm tính mài.

- Hợp kim cứng WC và TiC:

Trong tất cả các loại vật liệu làm dụng cụ cắt thường dùng, hợp kim cứng là loại có tính cứng nóng cao hơn cả, hơn 800 độ C, tốc độ cắt có thể đạt tới hàng trăm m/min.

Thành phần chủ yếu của mọi loại hợp kim cứng là cacbit: WC (chiếm tỷ lệ cao nhất), TiC, TaC rất cứng và nhiệt độ chảy rất cao, ngoài ra còn có lượng nhỏ coban làm chất dính kết, nhờ vậy bảo đảm độ cứng, tính chống mài mòn và cứng nóng rất cao, hơn nữa đây là bản chất tự nhiên không phải qua nhiệt luyện.

Hiệu quả sử dụng hợp kim cứng trong cắt gọt cao hơn hẳn thép gió nhưng không thể làm mất vị trí của thép gió là do những nhược điểm sau:

+ Không tạo hình phức tạp được vì dùng cách ép bột chỉ tạo được các mảnh nhỏ đơn giản và sau đó cũng không thể gia công định hình được vì quá cứng, do vậy hợp kim cứng thường chỉ dùng làm dao đơn giản một lưỡi cắt (hầu hết các dao một lưỡi cắt hiện nay bằng hợp kim cứng).

+ Tính giòn tương đối cao, dễ gãy, vỡ, mẻ dưới tải trọng va đập.

+ Tính dẫn nhiệt kém: ~ 50% của thép.

- Vật liệu gồm Cermet:

Là vật liệu phi kim loại, thành phần chính là oxit nhôm (Al_2O_3), gồm có độ cứng và độ bền nhiệt rất cao (>12000⁰c) nhưng độ bền uốn lại thấp.

Vật liệu gốm thường dùng để chế tạo các mảnh dao tiêu chuẩn gia công các loại gang, thép.

- Nitribo (BN): Thường dùng để gia công các loại vật liệu có độ cứng cao như thép tôi, thép hợp kim vì đây là vật liệu có độ cứng và độ bền nhiệt cao
- Kim cương nhân tạo hay kim cương tổng hợp:

Là loại đá được sản xuất với ánh sáng, tính chất vật lý giống như một viên kim cương tinh khiết và do con người và máy móc hiện đại làm ra. Kim cương nhân tạo có độ cứng rất cao nhưng độ bền uốn lại thấp.

- Vật liệu phủ lớp dụng cụ cắt:

Làm tăng khả năng chịu mài mòn của dụng cụ cắt, sức bền nhiệt được nâng cao, qua đó có thể đạt được tốc độ cắt và bước tiến lớn.

Vật liệu phủ lớp bao gồm Titan nitrit (TiN), Titan cacbit (TiC), Titan cacbonitrit (TiCN), Oxit nhôm (Al_2O_3) và kim cương nhân tạo.

1.5.4. Thân dao tiện [10]

Thân dao tiện trên máy CNC cũng được tiêu chuẩn hóa để đảm bảo cho quá trình thay dao được chính xác và thuận tiện và được phân loại theo từng dạng như tiện tinh, tiện thô trong và ngoài (T-MAX P), dao tiện định hình, dao tiện ren (T-MAX U), hệ dao tiện rãnh trong, ngoài và tiện cắt đứt (T-MAX Q)...



Hình 1.22. Hệ thống dao T – MAX P



Hình 1.23. Hệ thống dao T-MAX Q



Hình 1.24. Hệ thống dao T – MAX U

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Trên cơ sở tìm hiểu các nội dung lý thuyết, tác giả thấy rằng tiện là công nghệ gia công cho độ chính xác cao, có tính đa dạng. Do đó cho phép khả năng nâng cao chất lượng chi tiết gia công và hạ giá thành sản phẩm.

Trong chương 1 tác giả đã tập trung nghiên cứu các nội dung:

- Khái niệm, đặc điểm và các phương pháp gia công tiện;
- Các thông số chế độ cắt (S , V , a);
- Máy tiện CNC và dụng cụ cắt dùng cho máy tiện CNC.

Trên thực tế công nghệ, trang thiết bị và chế độ cắt ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bề mặt gia công cơ. Do đó việc nghiên cứu các vấn đề tổng quan tại chương 1 này nhằm mục đích làm tiền đề nghiên cứu những vấn đề quan trọng trong các trang tiếp theo của luận văn.

CHƯƠNG 2 CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG CƠ

2.1. Khái niệm chung

Để đánh giá chất lượng chế tạo chi tiết máy, người ta dùng 4 yếu tố cơ bản [12]:

- Độ chính xác về kích thước
- Độ chính xác về hình dạng
- Độ chính xác vị trí tương quan giữa các bề mặt
- Chất lượng bề mặt.

Trong đó chất lượng bề mặt của chi tiết được đánh giá bằng các yếu tố đặc trưng đó là:

- Tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt (mức độ biến cứng, chiều sâu biến cứng và ứng suất dư lớp bề mặt)

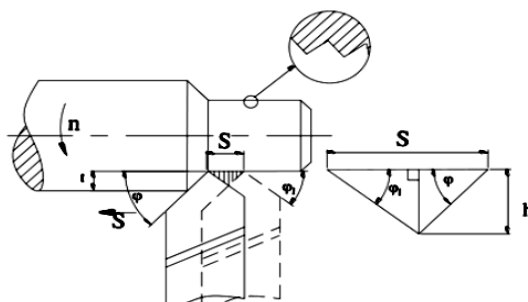
- Hình dáng hình học lớp bề mặt (độ nhám bề mặt, độ sóng bề mặt...)

Chất lượng bề mặt chi tiết máy phụ thuộc vào phương pháp, điều kiện gia công cụ thể. Là mục tiêu chủ yếu cần đạt được ở bước gia công tinh lần cuối.

2.2. Các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt

2.2.1. Hình dạng hình học bề mặt lý tưởng [12]

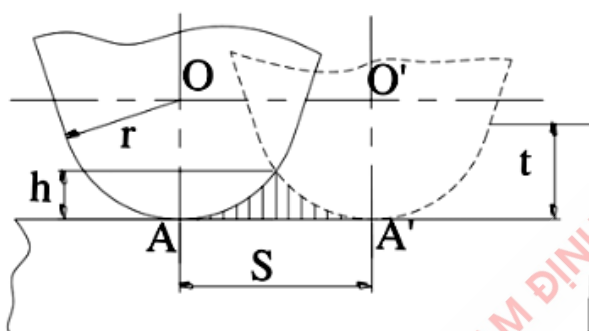
Tiện là phương pháp gia công bề mặt bằng dụng cụ có lưỡi cắt, do đó trên bề mặt chi tiết gia công khi tiện sẽ in dập lại biên dạng của lưỡi cắt và được biểu diễn cụ thể như trên hình 2.1



Hình 2.1. Dạng hình học trên bề mặt khi lưỡi cắt có $r=0$

Khi tiện mà dụng cụ có bán kính mũi dao $r = 0$ như hình 2.1 thì chiều cao nhấp nhô do hình dạng hình học của mũi dao chếp lại được tính như sau:

$$h = \frac{S}{\cot g\varphi + \cot g\varphi_1}$$



Hình 2.2. Dạng hình học trên bề mặt khi lưỡi cắt có $r \neq 0$

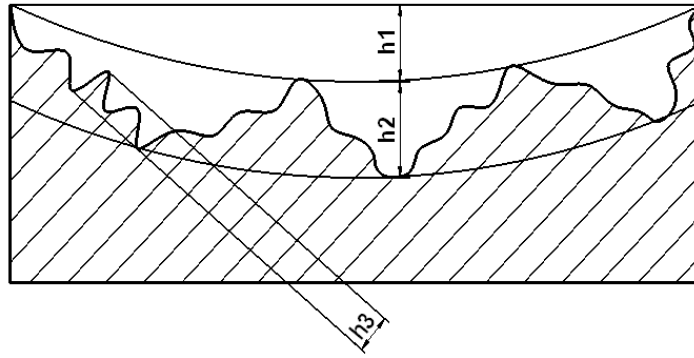
Khi bán kính mũi dao $r \neq 0$, chiều cao h của tam giác cong (hình 2.2) chính là chiều cao nhấp nhô bề mặt do hệ số in dập của lưỡi cắt để lại trên bề mặt gia công, tính bằng công thức: $h = \frac{S^2}{8r}$.

Trong quá trình cắt, lưỡi cắt của dụng cụ cắt và sự hình thành phoi tạo ra những vết xước cực nhỏ trên bề mặt gia công được đặc trưng bởi độ nhấp nhô tế vi bề mặt hay độ nhám bề mặt.

2.2.2. Tính chất hình học và tính chất cơ lý của bề mặt gia công [12]

a. Độ nhám bề mặt

Bề mặt sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những mấp mô (hình 2.3). Những mấp mô này là do quá trình biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết khi gia công cắt gọt, vết lưỡi cắt để lại trên bề mặt gia công, và ảnh hưởng của rung động khi cắt và nhiều nguyên nhân khác.



Hình 2.3. Biên dạng bề mặt chi tiết

Tuy nhiên không phải toàn bộ nhấp nhô trên đều thuộc về nhám. Để làm rõ vấn đề này ta xét một phần của bề mặt đã được khuếch đại (hình 2.3) trên đó có những loại nhấp nhô sau:

- Nhấp nhô có độ cao h_1 thuộc về độ không phẳng của bề mặt.
- Nhấp nhô có độ cao h_2 thuộc về độ sóng bề mặt.
- Nhấp nhô có độ cao h_3 thuộc về độ nhám bề mặt.

Trong quá trình cắt, lưỡi cắt của dụng cụ cắt và sự hình thành phoi kim loại tạo ra những vết xước cực nhỏ trên bề mặt gia công. Như vậy bề mặt gia công có độ nhám (độ nhấp nhô tế vi).

Độ nhấp nhô tế vi của bề mặt gia công được đo bằng chiều cao nhấp nhô (R_z) và sai lệch profil trung bình cộng (R_a) của lớp bề mặt.

Chiều cao nhấp nhô (R_z) là trị số trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhấp nhô bề mặt tế vi tính trong phạm vi chiều dài chuẩn L .

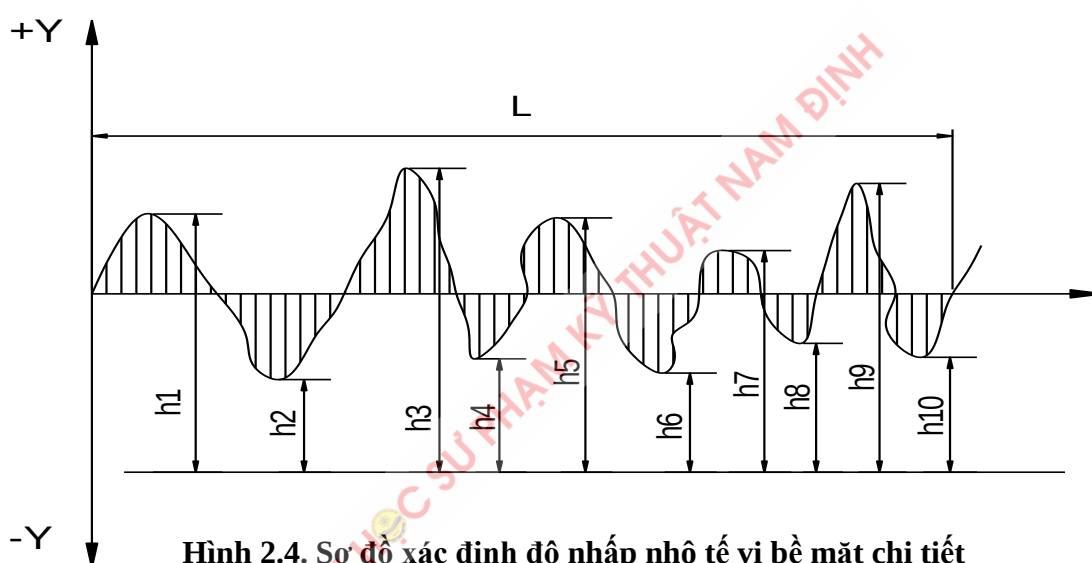
Trị số R_z được xác định như sau:

$$\begin{aligned}
 R_z &= \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5} \\
 &= \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) + (h_5 - h_6) + (h_7 - h_8) + (h_9 - h_{10})}{5}
 \end{aligned}$$

Sai lệch profin trung bình cộng (R_a) là trị số trung bình của khoảng cách từ các đỉnh trên đường nhấp nhô tế vi tới đường trục tọa độ OX:

$$\text{Tính gần đúng } R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|; \text{ Tính chính xác } R_a = \frac{1}{l} \int_{x=0}^l |y_i| dx$$

Độ nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt) là cơ sở để đánh giá độ nhẵn bề mặt trong phạm vi chiều dài chuẩn rất ngắn l.



Hình 2.4. Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi bề mặt chi tiết

Theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam thì độ nhám bề mặt được chia làm 14 cấp ứng với các giá trị R_a , R_z . Độ nhám bề mặt cao nhất ứng với cấp 14 ($R_a \leq 0,01 \mu\text{m}$; $R_z \leq 0,05 \mu\text{m}$). Trên bản vẽ chi tiết máy, yêu cầu về độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của R_a hoặc R_z . Trị số R_a cho khi yêu cầu độ nhám bề mặt cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12 ($R_a = 2,5 \div 0,04 \mu\text{m}$). Trị số R_z được ghi trên bản vẽ nếu yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt trong phạm vi từ cấp 1 đến cấp 5 là ($R_z = 320 \div 20 \mu\text{m}$), hoặc từ cấp 13 đến cấp 14 là ($R_z = 0,08 \div 0,05 \mu\text{m}$). Trong thực tế sản xuất nhiều khi người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô, bán tinh, tinh và siêu tinh.

b. Độ sóng bề mặt

Là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt. Như trong hình 2.5 mô tả tổng quát về độ nhám và độ sóng bề mặt, trong đó:

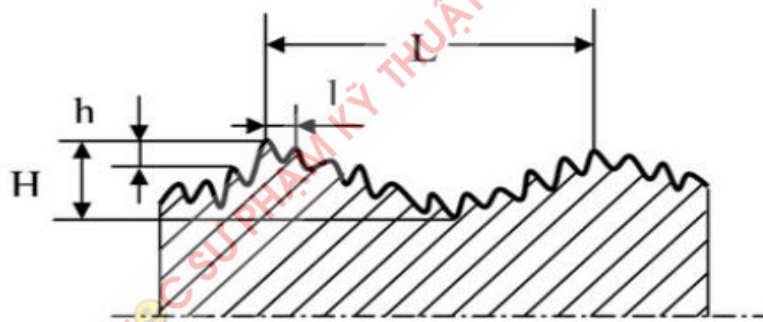
L - là khoảng cách của 2 đỉnh sóng, H - là chiều cao của sóng

l - là khoảng cách 2 đỉnh nhấp nhô tế vi, h - là chiều cao nhấp nhô tế vi

Phân biệt độ nhám và độ sóng dựa vào tỉ lệ gần đúng giữa chiều cao nhấp nhô và bước sóng:

$l/h = 0 \div 50$ tương ứng với độ nhám

$L/H = 50 \div 1000$ tương ứng với độ sóng



Hình 2.5. Độ nhám và độ sóng bề mặt

Ngoài 2 yếu tố đặc trưng về tính chất hình học là độ nhám và độ sóng bề mặt thì còn 2 yếu tố về tính chất cơ lý của lớp bề mặt cũng ảnh hưởng lớn đến chất lượng bề mặt đó là sự biến cứng và ứng suất dư của lớp bề mặt.

c. Sự biến cứng của lớp bề mặt [12]

Trong quá trình gia công do tác dụng của lực cắt làm xô lệch mạng tinh thể lớp kim loại bề mặt gây biến dạng dẻo lớp kim loại ở vùng trước và vùng sau lưỡi cắt. Phoi được tạo ra do biến dạng dẻo của các hạt kim loại trong vùng trượt, giữa các hạt tinh thể kim loại xuất hiện ứng suất, thể tích riêng tăng và mật độ kim loại giảm ở vùng cắt. Giới hạn bền, độ cứng của lớp bề

mặt tăng trong khi độ dẻo dai lại giảm và các tính chất khác của lớp bề mặt cũng bị thay đổi.

Có 2 chỉ tiêu để đánh giá độ biến cứng đó là độ cứng tế vi và chiều sâu lớp biến cứng.

Mức độ và chiều sâu lớp biến cứng phụ thuộc vào tác dụng của lực cắt, tính chất của vật liệu gia công và ảnh hưởng của nhiệt cắt trong vùng gia công.

d. Ứng suất dư của lớp bề mặt

- Trong quá trình cắt xuất hiện hiện tượng biến dạng dẻo, và do nhiều yếu tố tác động nên hiện tượng biến dạng dẻo trên bề mặt là không đều nhau do đó sinh ra ứng suất dư trên lớp bề mặt.

- Khi cắt một lớp vật liệu mỏng, trường lực xuất hiện gây ra hiện tượng biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực trong lớp bề mặt, khi trường lực mất đi biến dạng dẻo không đều này sẽ sinh ra ứng suất dư trong lớp bề mặt.

- Biến dạng dẻo làm chắc lớp bề mặt, tăng thể tích riêng của lớp kim loại mỏng ở ngoài cùng. Lớp kim loại bên trong do không chịu biến dạng dẻo nên vẫn giữ thể tích riêng bình thường, lớp kim loại ngoài cùng có xu hướng tăng thể tích nên gây ra ứng suất dư nén do đó lớp kim loại bên trong phải sinh ra ứng suất dư kéo để cân bằng.

- Nhiệt sinh ra ở vùng cắt nung nóng cục bộ các lớp mỏng bề mặt làm giảm mô đun đàn hồi của vật liệu, sau khi cắt lớp vật liệu bị làm nguội nhanh co lại gây ra ứng suất dư kéo, để cân bằng thì lớp vật liệu bên trong sẽ sinh ra ứng suất dư nén.

2.3. Độ nhám bề mặt gia công và các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công khi tiện

2.3.1. Độ nhám bề mặt gia công khi tiện

Trong quá trình gia công trên máy tiện thì chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố và trong đó ảnh hưởng của chế độ cắt là rất lớn.

Các nghiên cứu về sự ảnh hưởng độc lập của các yếu tố chế độ cắt cho thấy sự ảnh hưởng của vận tốc cắt V và lượng chạy dao S đến độ nhấp nhô tế vi R_a là rất nhiều, còn ảnh hưởng của chiều sâu cắt a đến R_a là không lớn. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng mối quan hệ giữa chế độ cắt với độ nhám bề mặt (R_a) tuân theo quy luật hàm mũ:

$$R_a = C_1 \cdot V^a \cdot S^b \cdot t^c$$

Trong đó C là hằng số, a , b , c là các số mũ tính đến ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt. Các trị số này được xác định bằng thực nghiệm trong những điều kiện nhất định.

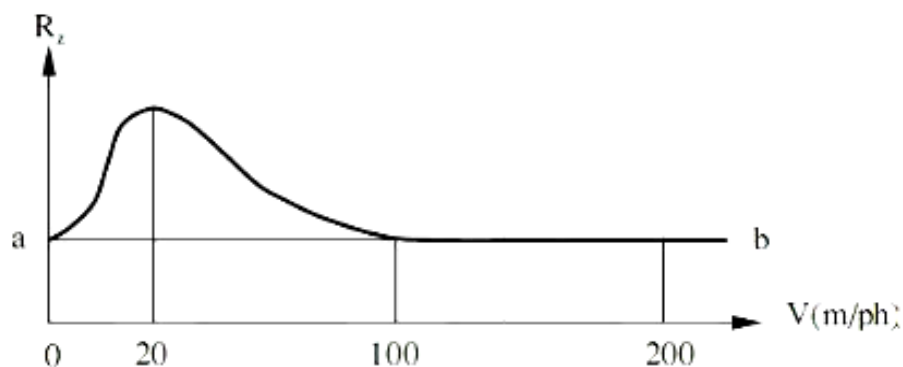
2.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công khi tiện [12]

a. Tốc độ cắt V

Là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt. Khi cắt thép các bon ở tốc độ cắt thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại dễ tách, biến dạng của lớp bề mặt không nhiều vì vậy độ nhám bề mặt thấp.

Khi tăng vận tốc cắt đến khoảng (15-20) m/phút thì nhiệt cắt và lực cắt đều tăng gây ra biến dạng dẻo mạnh, ở mặt trước và mặt sau dao kim loại bị chảy dẻo. Khi lớp kim loại bị nén ở mặt trước dưới nhiệt độ cao làm tăng hệ số ma sát, ở vùng cắt sẽ hình thành lẹo dao làm tăng độ nhám bề mặt gia công

Nếu tiếp tục tăng vận tốc cắt $v = (30-60)$ m/ph, lẹo dao bị cuốn đi. Với vận tốc >60 m/ph lẹo dao không hình thành được nên độ nhám bề mặt giảm và độ bóng tăng.



Hình 2.6. Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến độ nhám bề mặt

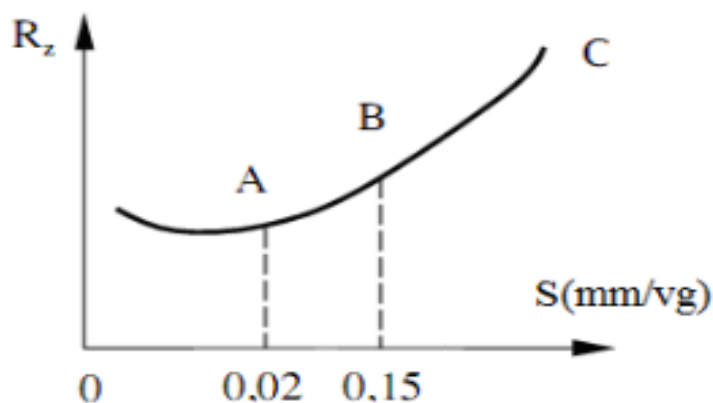
b. Lượng chạy dao S

Lượng chạy dao là thành phần thứ hai của chế độ cắt ảnh hưởng đến chiều cao nhấp nhô R_z

Khi gia công thép các bon, bề mặt gia công có độ nhấp nhô tế vi thấp nhất ở lượng chạy dao ($S = 0,02 - 0,15$) mm/vg.

Khi S giảm $< 0,02$ mm/vg thì độ nhấp nhô tế vi tăng do ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớn hơn ảnh hưởng của các yếu tố hình học.

Khi $S > 0,15$ mm/vg thì biến dạng đàn hồi sẽ ảnh hưởng đến sự hình thành nhấp nhô tế vi, kết hợp với ảnh hưởng của các yếu tố hình học làm độ nhám tăng lên nhiều



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

c. Chiều sâu cắt a

Chiều sâu cắt a là yếu tố có ảnh hưởng ít nhất đến độ nhấp nhô tế vi. Các nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh khi thay đổi chiều sâu cắt làm cho lực cắt đơn vị thay đổi làm ảnh hưởng đến độ cứng vững của hệ thống công nghệ làm chất lượng bề mặt bị giảm, trong đó ảnh hưởng đến chiều cao sóng và bước sóng là chủ yếu.

Tuy nhiên khi thực hiện cắt với chiều sâu cắt quá bé thì cũng xảy ra hiện tượng trượt dao như khi cắt với lượng tiến dao nhỏ.

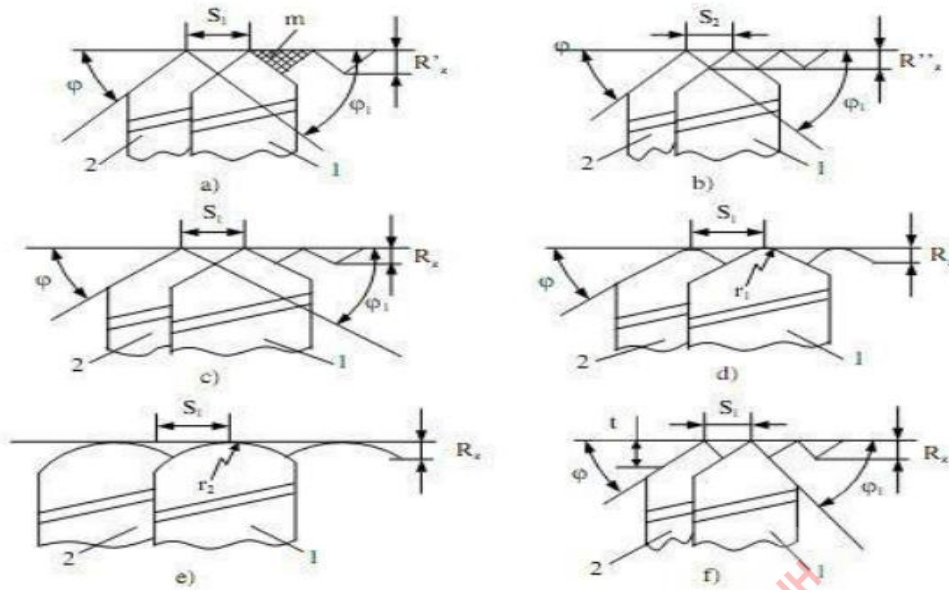
Thực nghiệm khi cắt với chiều sâu cắt nhỏ $a = (0,02 - 0,03)$ mm thường xảy ra hiện tượng trượt dao, khi đó kim loại không bị cắt đi mà bị nén lại làm chiều cao nhấp nhô tế vi tăng lên và lớp bề mặt bị biến cứng gây khó khăn cho lần gia công tiếp theo.

Ngược lại chiều sâu cắt quá lớn sẽ làm lực cắt tăng, hệ thống công nghệ bị rung động làm độ nhám tăng.

d. Thông số hình học của dụng cụ cắt

Thông số hình học của lưỡi cắt, đặc biệt là góc trước γ và độ mòn của dụng cụ cắt ảnh hưởng nhiều đến R_z . Khi góc γ tăng thì R_z giảm, độ mòn dụng cụ tăng thì R_z tăng.

Trên hình vẽ dưới đây ta xét đến ảnh hưởng của hình dạng hình học của dụng cụ cắt đến chất lượng bề mặt chi tiết khi tiện. Sau một vòng quay của phôi, dao sẽ dịch chuyển một đoạn là S_1 từ vị trí 1 đến vị trí 2, trên bề mặt gia công sẽ bị chừa lại một phần diện tích không bị cắt đi. Chiều cao R_z được xác định bởi S_1 và hình dạng hình học của dao cắt. Nếu giảm S thì chiều cao R_z cũng giảm và ngược lại.



**Hình 2.8. Ảnh hưởng của bán kính mũi dao và góc nghiêng
đến độ nhám bề mặt**

- Ảnh hưởng của góc nghiêng chính và góc nghiêng phụ:

Nếu thay đổi góc nghiêng φ và φ_1 làm thay đổi cả chiều cao nhấp nhô và hình dạng nhấp nhô.

- Ảnh hưởng của góc trước γ : Là góc tạo bởi mặt trước và mặt phẳng đáy của dụng cụ cắt. Khi góc trước được tăng lên, diện tích tiếp xúc của dao với phoi là nhỏ nhất, tăng truyền nhiệt vào phoi. Khi đó lực cắt giảm làm tăng chất lượng bề mặt gia công.

Để gia công thép C45 nên chọn góc trước trong khoảng nghiên cứu thực nghiệm $\gamma = 5^0 \div 10^0$.

- Ảnh hưởng của Góc sau α : Là góc tạo bởi mặt sau dụng cụ và mặt phẳng cắt. Góc sau ảnh hưởng lớn đến ma sát giữa mặt sau chính và mặt đang gia công nên ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và tuổi bền của dao. Góc α càng lớn, ma sát giữa mặt sau chính của dao với bề mặt đang gia công càng giảm, do đó độ mòn mặt sau chính càng giảm, nên tuổi bền dao tăng, chất lượng bề mặt tăng lên. Tuy nhiên góc α càng tăng, vật liệu phần cắt giảm nên độ bền mũi dao giảm. Lựa chọn khoảng thực nghiệm $\alpha = 8^0 \div 12^0$.

- Ảnh hưởng của bán kính mũi dao r : Khi thiết kế mặt trước, bán kính mũi dao có giá trị lớn, bán kính mũi dao tiêu chuẩn từ 0,2...2,4 mm.

Khi gia công tiện thô, bán kính mũi dao được chọn lớn sẽ đảm bảo gia công với lượng chạy dao lớn, vì bán kính càng lớn thì lưỡi cắt càng bền. Tuy nhiên, khi tăng bán kính mũi dao sẽ làm tăng rung động. Khi gia công tinh, bán kính mũi dao thường là chỗ duy nhất tiếp xúc của mảnh dao và chi tiết.

Lựa chọn bán kính mũi dao ảnh hưởng đến hình dạng tiết diện ngang của lớp cắt và hướng thoát phoi, tức là gây ảnh hưởng quan trọng đến điều kiện tiếp xúc phoi với mặt trước. Bán kính mũi dao r trên mảnh dao là một yếu tố quan trọng trong gia công.

Sự lựa chọn bán kính mũi dao phụ thuộc vào: Chiều sâu cắt (a), Bước tiến dao (s) và ảnh hưởng đến: Chất lượng bề mặt gia công cuối cùng, vấn đề bề gãy phoi khi tiện, độ cứng vững của mảnh dao.

- Với bán kính mũi dao lớn:

+ Có thể gia công với bước tiến dao, chiều sâu cắt lớn hơn, tăng năng suất.

+ Cạnh cắt có độ cứng vững cao hơn, giảm hiện tượng gãy, vỡ mũi dao.

+ Tuy nhiên, chất lượng bề mặt thu được không cao, lực hướng tâm đặt lên mũi dao lớn hơn gây gia tăng hiện tượng rung động, bán kính mũi dao lớn thích hợp cho gia công thô.

- Với bán kính mũi dao nhỏ:

+ Chỉ gia công với bước tiến dao và chiều sâu cắt nhỏ do đó năng suất thấp.

+ Cạnh cắt có độ cứng vững thấp hơn, dễ gây hiện tượng gãy, vỡ mũi dao.

+ Tuy nhiên, chất lượng bề mặt thu được cao hơn, lực hướng tâm đặt lên mũi dao giảm nên giảm hiện tượng rung động.

- Ảnh hưởng của góc nâng λ : Góc nâng λ là góc nhọn đo trong mặt phẳng cắt, nằm giữa lưỡi cắt và hình chiếu của nó trên mặt đáy. Góc nâng ảnh hưởng đến phương thoát phoi, sức bền của phần cắt và điều kiện cắt của từng điểm trên lưỡi cắt chính. Khi tiện tinh dùng dao có góc nâng $\lambda < 0$ để phoi thoát ra theo hướng chưa gia công không làm xây sát bề mặt đã gia công xong. Lựa chọn khoảng thực nghiệm $\lambda = -6^\circ \div 6^\circ$.

2.3.3. Phương pháp đo độ nhám bề mặt [12]

Để đánh giá độ nhám bề mặt người ta thường dùng các phương pháp sau:

a. Phương pháp đo bằng quang học

Sử dụng kính hiển vi để đo các bề mặt có độ nhẵn bóng cao thường từ cấp 10 đến cấp 14.



Hình 2.10. Đo độ nhám bằng kính hiển vi quang học

b. Phương pháp đo bằng máy đo độ nhám

Sử dụng đầu dò để đo độ nhám bề mặt có cấp độ nhẵn bóng đến cấp 11.



Hình 2.11. Đo độ nhám bằng máy đo độ nhám

c. Phương pháp so sánh

So sánh giữa bề mặt chi tiết gia công với bề mặt vật mẫu. Có thể sử dụng mắt thường hoặc sử dụng kính hiển vi quang học, phương pháp này cho độ chính xác không cao, phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm và trình độ của người thực hiện.

2.4. Ảnh hưởng của độ nhám đến khả năng làm việc của chi tiết máy

Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng nhiều đến khả năng làm việc của chi tiết máy, đến mối lắp ghép của chúng trong kết cấu tổng thể của máy. Ở đây ta chỉ khảo sát một số ảnh hưởng cơ bản của độ nhám bề mặt đối với khả năng làm việc của chi tiết máy (tính chống mòn, độ bền mỏi, tính chống ăn mòn hóa học, độ chính xác của các mối lắp ghép).

2.4.1. Ảnh hưởng đến tính chống mòn

Chiều cao và hình dạng của nhấp nhô tế vi trên bề mặt cùng với chiều của vết gia công có ảnh hưởng đến ma sát và mài mòn chi tiết máy.

Do bề mặt hai chi tiết tiếp xúc nhau có nhấp nhô tế vi (nhám) nên trong giai đoạn đầu của quá trình làm việc, hai bề mặt này chỉ tiếp xúc nhau ở một số đỉnh cao nhấp nhô; diện tích tiếp xúc thực chỉ bằng một phần của diện tích tiếp xúc tính toán. Tại các đỉnh tiếp xúc đó áp suất rất lớn, thường vượt quá giới hạn chảy, có khi vượt quá cả giới hạn bền của vật liệu áp suất đó làm cho các điểm tiếp xúc bị nén đàn hồi và làm biến dạng dẻo các nhấp nhô, đó là

biến dạng tiếp xúc. Biến dạng tiếp xúc có thể tính theo công thức thực nghiệm như sau: $\Delta = Cp^x (\mu m)$

với C, x là hệ số và số mũ phụ thuộc điều kiện thực nghiệm (dạng tiếp xúc, vật liệu v.v.); p là áp suất tiếp xúc (N/mm^2). Khi hai bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẹo ở các đỉnh nhấp nhô; các đỉnh nhấp nhô bị mòn nhanh làm khe hở lắp ghép tăng lên. Đó là hiện tượng mòn ban đầu. Trong điều kiện làm việc nhẹ và vừa, mòn ban đầu có thể làm cho chiều cao nhấp nhô giảm (65 – 70)%, lúc đó diện tích tiếp xúc thực tăng lên và áp suất tiếp xúc giảm đi.

Mòn ban đầu ứng với thời gian chạy rà kết cấu cơ khí, ở giai đoạn này hình dạng nhấp nhô và chiều của vết gia công cũng thay đổi. Sau giai đoạn này quá trình mài mòn trở nên bình thường và chậm, đó là giai đoạn mòn bình thường. Cuối cùng là giai đoạn mòn phá hủy, khi đó bề mặt tiếp xúc bị tróc ra, nghĩa là cấu trúc bề mặt chi tiết bị phá hỏng.

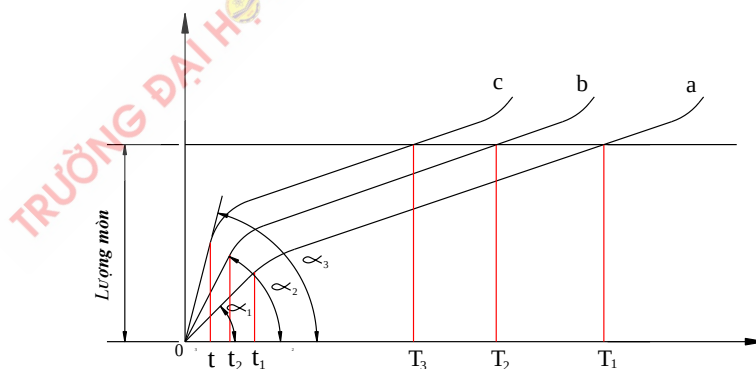
Như vậy, quá trình mài mòn của một cặp chi tiết máy xét trên cơ sở ma sát ở bề mặt tiếp xúc, thường trải qua ba giai đoạn: mòn ban đầu, mòn bình thường, mòn phá hủy.

Ở hình 2.12 biểu thị mối quan hệ giữa lượng mòn và thời gian sử dụng của một cặp chi tiết ma sát với nhau tùy theo độ nhám bề mặt ban đầu. Độ nhám bề mặt ban đầu phụ thuộc phương pháp gia công. Các đường đặc trưng a, b, c ứng với ba độ nhám ban đầu khác nhau của các bề mặt tiếp xúc. Ở đây giai đoạn mòn ban đầu là khoảng thời gian từ 0 đến t_1 ; từ 0 đến t_2 ; từ 0 đến t_3 . Giai đoạn mòn bình thường của cặp chi tiết, tùy theo độ nhám bề mặt ban đầu, ứng với khoảng thời gian từ t_1 đến T_1 , t_2 đến T_2 , t_3 đến T_3 . Giai đoạn mòn kịch liệt của cặp chi tiết ứng với khoảng thời gian từ T_1 , T_2 , T_3 trở đi. Ở đường đặc trưng c, cặp chi tiết có độ nhẵn bóng bề mặt ban đầu kém nhất nên

giai đoạn mòn ban đầu xảy ra nhanh nhất, nghĩa là xét về thời gian thì $t_3 < t_2 < t_1$. Như vậy cường độ mòn của cặp chi tiết này là lớn nhất ở giai đoạn mòn ban đầu. Tuổi thọ của cặp chi tiết có độ nhẵn bóng bề mặt kém nhất ứng với giai đoạn mòn bình thường cũng ngắn nhất, nghĩa là $T_3 < T_2 < T_1$.

Như vậy khi chế tạo chi tiết máy, nếu giảm hoặc tăng chiều cao nhấp nhô tẽ vi tới trị số tối ưu, ứng với điều kiện làm việc của chi tiết thì sẽ đạt được lượng mòn ban đầu ít nhất, qua đó kéo dài tuổi thọ của chi tiết.

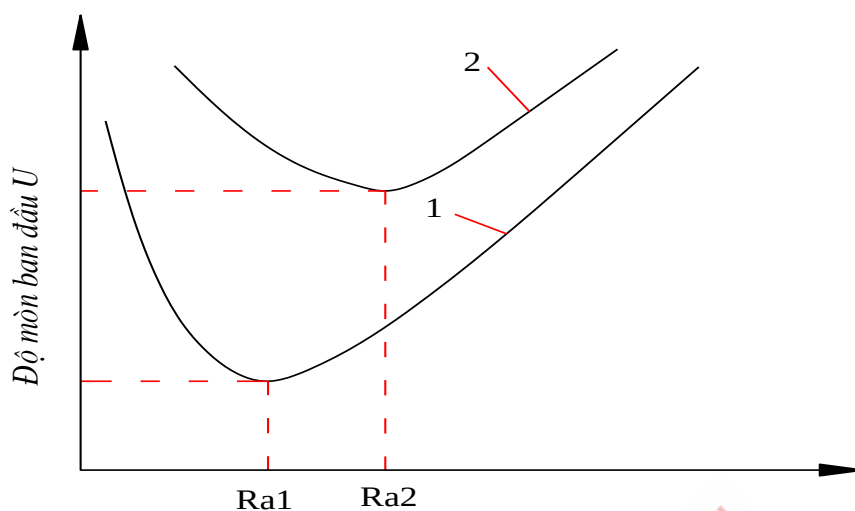
Ở hình 2.13 ta có quan hệ giữa độ mòn ban đầu (U) và trị số sai lệch profin trung bình cộng R_a , tùy theo điều kiện làm việc nặng hay nhẹ. Lượng mòn ban đầu ít nhất ứng với giá trị của R_a tại các điểm R_{a1} , R_{a2} ; đó là giá trị tối ưu của R_a . Nếu giá trị của R_a nhỏ hơn trị số tối ưu R_{a1} , R_{a2} thì sẽ bị mòn kịch liệt vì các phần tử kim loại dễ khuếch tán. Ngược lại, giá trị của R_a lớn hơn trị số tối ưu R_{a1} , R_{a2} thì lượng mòn sẽ tăng lên vì các nhấp nhô bề mặt bị phá vỡ và cắt đứt.



Hình 2.12. Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết ma sát

Tóm lại khi thiết kế hai bề mặt ma sát với nhau phải chọn độ nhám bề mặt tối ưu để giảm độ mòn của chúng đến mức nhỏ nhất, tùy theo điều kiện làm việc cụ thể.

Trên hình 2.13 đường 1 ứng với điều kiện làm việc nhẹ, đường 2 ứng với điều kiện làm việc nặng.



Hình 2.13. Quan hệ giữa lượng mòn ban đầu (U) và R_a

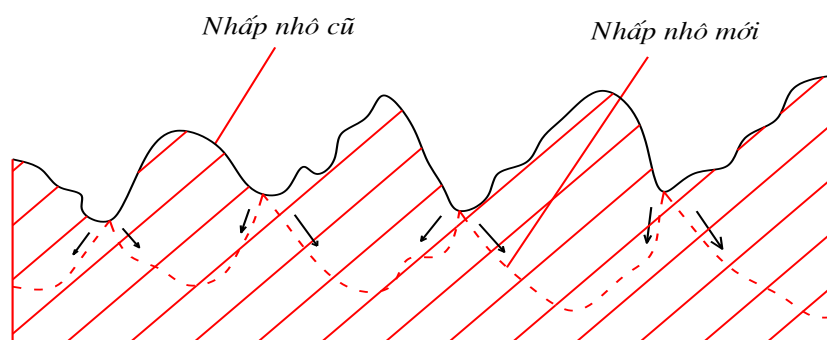
2.4.2. Ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết

Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, nhất là khi chi tiết máy chịu tải trọng chu kỳ đổi dấu, vì ở đáy các nhấp nhô tế vi có ứng suất tập trung với trị số lớn, có khi trị số này vượt quá giới hạn mỏi của vật liệu. Ứng suất tập trung này sẽ gây ra các vết nứt tế vi ở các đáy nhấp nhô, đó là nguồn gốc phá hỏng chi tiết máy.

Mặt khác, độ bền của chi tiết máy cũng sẽ tăng khi chi tiết chịu tải trọng va đập, nếu độ nhám bề mặt thấp.

Đối với thép CT5 nếu giảm độ nhám bề mặt $R_z = 100 \mu\text{m}$ xuống $R_z = 0,1 \mu\text{m}$ thì độ bền chịu va đập có thể tăng 17%.

2.4.3. Ảnh hưởng tới tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt chi tiết



Hình 2.14. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết máy

Các chỗ lõm bề mặt do độ nhấp nhô tế vi tạo ra là nơi chứa các tạp chất như axit, muối... Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hóa học với lớp kim loại. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết làm các nhấp nhô mới hình thành. Quá trình ăn mòn hóa học này ở lớp bề mặt xảy ra dọc theo sườn dốc của các nhấp nhô tế vi, theo chiều từ đỉnh xuống đáy (mũi tên trên hình 2.14) các nhấp nhô làm cho các nhấp nhô cũ bị mất đi và các nhấp nhô mới hình thành.

Như vậy bề mặt chi tiết máy càng ít nhám (càng nhẵn bóng) thì càng ít bị ăn mòn hóa học, bán kính đáy các nhấp nhô càng lớn thì khả năng chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt càng cao. Có thể chống ăn mòn hóa học bằng cách phủ lên bề mặt chi tiết máy một lớp bảo vệ bằng phương pháp mạ (mạ Crôm, mạ Niken) hoặc bằng phương pháp cơ khí làm chắc lớp bề mặt.

2.4.4. Ảnh hưởng đến độ chính xác mối lắp ghép

Độ chính xác mối lắp ghép trong kết cấu cơ khí phụ thuộc vào chất lượng các bề mặt lắp ghép. Độ bền các mối lắp ghép, trong đó có độ ổn định của chế độ lắp ghép giữa các chi tiết, phụ thuộc vào độ nhám của các bề mặt lắp ghép. Ở đây, chiều cao nhấp nhô tế vi R_z tham gia vào trường dung sai chế tạo chi tiết máy: Đối với lỗ thì dung sai của kích thước đường kính sẽ giảm một lượng là $2 R_z$, còn đối với trục thì lại tăng thêm $2 R_z$.

Trong giai đoạn mòn ban đầu (giai đoạn chạy rà) chiều cao nhấp nhô tế vi R_z , đối với mối lắp ghép lỏng, có thể giảm đi (65 ÷ 75)% làm khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép giảm đi. Như vậy, đối với các mối lắp ghép lỏng, để đảm bảo độ ổn định của mối lắp ghép trong thời gian sử dụng, trước hết phải giảm độ nhấp nhô tế vi (giảm độ nhám, tăng độ bóng bề mặt), thông qua cách giảm trị số chiều cao nhấp nhô R_z . Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp

nhô R_z được xác định theo độ chính xác của mỗi lắp, tùy theo trị số dung sai kích thước lắp ghép.

Độ bền của mỗi lắp ghép (mỗi lắp ghép có độ dôi) có quan hệ trực tiếp với độ nhám bề mặt lắp ghép. Chiều cao nhấp nhô tế vi R_z tăng thì độ bền của mỗi lắp ghép có độ dôi giảm.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT NAM ĐỊNH

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Trong chương 2 tác giả đã nghiên cứu các vấn đề về chất lượng bề mặt gia công cơ. Trong đó đề cập đến các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt, độ nhám bề mặt gia công cơ, nghiên cứu những yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công và các phương pháp đo, kiểm tra độ nhám bề mặt.

Qua nghiên cứu thấy rằng độ nhám bề mặt phụ thuộc rất lớn vào chế độ cắt của quá trình gia công. Trong đó ảnh hưởng lớn nhất là các thông số vận tốc cắt và lượng chạy dao; sau đó là thông số chiều sâu cắt, tính chất của vật liệu gia công, ảnh hưởng của hệ thống công nghệ,...

Mặt khác độ nhám bề mặt ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của chi tiết máy. Cụ thể là ảnh hưởng đến tính chống mòn, độ bền mỏi của chi tiết, khả năng chống ăn mòn hóa học và độ chính xác của mối lắp ghép.

Từ đó nghiên cứu lựa chọn thông số công nghệ phù hợp với vật liệu gia công và máy gia công để đạt được độ nhám bề mặt gia công tốt nhất.

CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM, KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT GIA CÔNG KHI TIỆN THÉP KHÔNG GỈ SUS304 TRÊN MÁY TIỆN CNC MÃ HIỆU HASS – ST20

3.1. Phương pháp thực nghiệm

3.1.1. Khái niệm [4]

Thực nghiệm là phương pháp mà nhà khoa học chủ động tạo các điều kiện tự nhiên hoặc trong phòng thí nghiệm được khống chế nhất định để có thể đo đạc tỷ mỉ, đánh giá chính xác sự biến đổi làm cơ sở cho việc nhận thức thuộc tính bản chất của các sự vật hay hiện tượng dưới tác động nghiên cứu.

Cụ thể trong luận văn này là xác định ảnh hưởng thông số chế độ cắt đến chất lượng bề mặt gia công, cụ thể là đến chỉ tiêu độ nhám bề mặt bằng cách thay đổi các thông số chế độ cắt (V , S , a), tiến hành tiện các mẫu thí nghiệm sau đó đo độ nhám bề mặt chi tiết gia công, đánh giá ảnh hưởng của các thông số đến độ nhám bề mặt.

3.1.2. Phương pháp thực nghiệm [4]

a. Phương pháp truyền thống

Sử dụng để xác định mối quan hệ toán học của những đại lượng có mối quan hệ với nhau ở một dạng nào đó đã biết quy luật như tuyến tính, tuần hoàn, dạng hàm số...và các dạng hàm này để xác định được tham số cụ thể thì phải làm các thí nghiệm để đo đạc cụ thể. Các cặp giá trị tương ứng và chọn một mô hình toán học cụ thể để tính toán tổng giá trị tương ứng và một mô hình toán học để tính toán tổng các giá trị sai lệch bình phương các điểm. tổng các giá trị này là hàm của các giá trị hệ số cần xác định. các hệ số phù hợp với mô hình là giá trị của nghiệm để giá trị của hàm sai lệch là nhỏ nhất.

- Phương pháp này có ưu điểm là khả năng xử lý được mọi bộ dữ liệu (kích thước và tính chất dữ liệu là tùy ý) do đó kết quả đưa ra phù hợp với thực nghiệm.

- Tuy vậy phương pháp này cũng có nhược điểm là đòi hỏi một lượng lớn các phép tính toán.

- Khối lượng tính toán tỉ lệ thuận với các tham số đầu vào của bộ thí nghiệm, nếu thực hiện bằng tay thì sẽ phát sinh nhiều sai số trong quá trình tính toán.

Mặt khác do đặc trưng của phương pháp là tổng bình phương nên có thể gây ra sai số tích lũy trong kết quả cuối cùng.

b, Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

Mục đích của phương pháp này là xây dựng các phương trình hồi quy biểu thị mối quan hệ của các thông số đầu ra và các thông số đầu vào.

- Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, đòi hỏi ít số liệu thực nghiệm và ít phải xử lý toán học phức tạp do đó hạn chế được sai số tính toán.

- Tuy sử dụng ít thí nghiệm nhưng trong một giới hạn thì kết quả là chấp nhận được nếu biết trước hàm phụ thuộc

- Phương pháp này sử dụng chính xác dữ liệu thí nghiệm vào trong công thức mong muốn nên hạn chế được sai số tích lũy của phương pháp.

- Về nhược điểm của phương pháp này là vì cần ít thí nghiệm nên có thể kết quả chỉ mang tính tương đối và một số quy luật có thể bị bỏ sót.

Do đó phương pháp này chỉ áp dụng với những dữ liệu cách đều nhau.

3.1.3. Phương pháp Taguchi [1],[4]

Theo [4] Phương pháp Taguchi là phương pháp liên quan đến việc giảm sự thay đổi trong một quá trình thông qua các thiết kế mạnh mẽ của các thí nghiệm. Mục đích của phương pháp này là tạo ra sản phẩm chất lượng cao với chi phí thấp cho các nhà sản xuất.

Phương pháp này được xây dựng bởi tiến sĩ Genichi Taguchi (Nhật Bản), ông đã phát triển một phương pháp thiết kế các thực nghiệm, để nghiên cứu các biện pháp xác định các thông số khác nhau ảnh hưởng đến giá trị

trung bình và phương sai của đặc tính hiệu suất quá trình, xác định xem quá trình này hoạt động tốt như thế nào.

Thiết kế thực nghiệm Taguchi đề xuất liên quan đến việc sử dụng các ma trận trực giao để tổ chức các thông số ảnh hưởng đến quá trình và các mức mà tại đó chúng sẽ được thay đổi, nó cho phép thu thập các dữ liệu cần thiết để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến hầu hết chất lượng sản phẩm với một số lượng tối thiểu của thí nghiệm, do đó tiết kiệm thời gian và nguồn lực.

Theo [1] phương pháp này được ứng dụng chủ yếu trong giai đoạn thiết kế tham số (công nghệ), dựa trên sự phân tích, đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến thông số đầu ra, đồng thời xác định thông số tối ưu. Về phương pháp Taguchi cũng sử dụng mảng trực giao như mô hình đa yếu tố, nhưng được thiết kế và đánh giá theo một quy trình chặt chẽ, đòi hỏi số lượng thí nghiệm ít và cho số liệu tin cậy hơn trên cơ sở xác định các yếu tố công nghệ sao cho đạt chỉ tiêu hiệu quả cao nhất bằng cách phát hiện và loại bỏ tối đa ảnh hưởng của nhiễu loạn.

Một biến đầu vào tác động lên kết quả theo 2 hướng là tác động làm cho kết quả rời xa mục tiêu gọi là nhiễu (Noise) và ngược lại làm cho kết quả tiến gần đến mục tiêu (Signal).

Tỉ số Signal/Noise (S/N) đại diện cho chỉ tiêu hiệu quả, được dùng để đánh giá và lựa chọn tham số. Bộ tham số là tốt khi tỉ số S/N lớn, bộ tham số là tối ưu khi tỉ số S/N lớn nhất.

Phân tích phương sai dựa trên các dữ liệu thu thập được từ các thiết kế thực nghiệm Taguchi, có thể được sử dụng để chọn các giá trị thông số mới nhằm tối ưu hóa các đặc tính hiệu suất.

Yêu cầu chủ yếu của mô hình thực nghiệm là mô tả quá trình sát với thực tế, tính đến đầy đủ nhất các yếu tố và ảnh hưởng của chúng, nhưng giảm thiểu được số thí nghiệm.

Tối ưu hóa các thông số công nghệ theo phương pháp Taguchi có 7 bước cơ bản:

Bước 1: Chọn các biến độc lập (hay yếu tố - Factor), biến điều khiển (Control Variable) và biến đáp ứng (Repsponce), hàm mục tiêu (Fitness, Objective function);

Bước 2: Xác định mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố đến mục tiêu, các quan hệ có thể có giữa các yếu tố (gọi là bậc tự do – degree of freedom) và phân toàn bộ dải biến thiên của các biến thành các mức (Level);

Bước 3: Tạo cấu trúc mảng (mảng trực giao) trong đó cột là các biến, hàng là các thí nghiệm;

Bước 4: Tiến hành thí nghiệm để thu thập số liệu;

Bước 5: Phân tích số liệu theo S/N và xác định các giá trị tối ưu của các tham số;

Bước 6: Phân tích phương sai (Analysis of Variance – ANOVA), xác định ảnh hưởng của các yếu tố đến đầu ra;

Bước 7 : Tính toán lại hàm mục tiêu theo bộ tham số tối ưu và kiểm chứng lại bằng thực nghiệm.

- Ưu điểm:

Phương pháp này đơn giản, đòi hỏi số lượng thí nghiệm ít, đặc biệt lợi thế với dữ liệu thực nghiệm rời rạc, có thể định lượng hoặc định tính.

- Nhược điểm của phương pháp này là do số liệu rời rạc nên kết quả nhận được chỉ là gần tối ưu, không đưa vào được các điều kiện ràng buộc và chỉ giải được các bài toán tối ưu hóa một mục tiêu.

3.1.4. Các thông số cơ bản của hệ thống thực nghiệm

a. Sai lệch profin trung bình cộng R_a

Theo [2], [6] Sai lệch profin trung bình cộng (R_a) là trị số trung bình của khoảng cách từ các đỉnh trên đường nhấp nhô tế vi tới đường trung bình, đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình.

Tính gần đúng $R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|;$

Tính chính xác $R_a = \frac{1}{l} \int_{x=0}^l |y_i| dx$

Trong đó: Y_i - là tung độ của profin đo được từ đường thẳng chuẩn

n - là số lượng tung độ của profin được đo

l - Chiều dài chuẩn.

b. Chiều sâu cắt a (mm)

Theo [2], [9] chiều sâu cắt là chiều dày vật liệu được bóc đi trong một lần chuyển dao, đo theo phương vuông góc với bề mặt gia công.

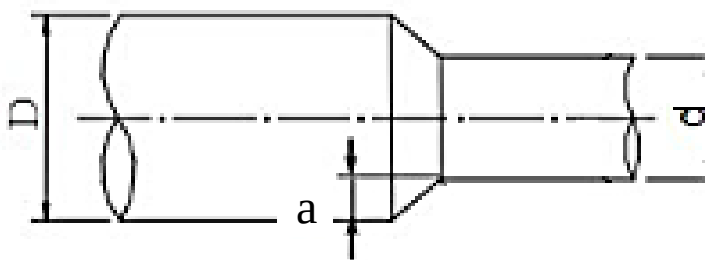
$$a = \frac{D-d}{2}$$

trong đó D - là đường kính bề mặt chưa gia công (mm)

d - là đường kính bề mặt đã gia công (mm)

Khi tiện mặt đầu, chiều sâu cắt a là kích thước của lớp kim loại bị cắt đi theo phương vuông góc với mặt đầu.

Khi tiện lỗ chiều sâu cắt là nửa hiệu đường kính của lỗ sau khi gia công và lỗ trước khi gia công.



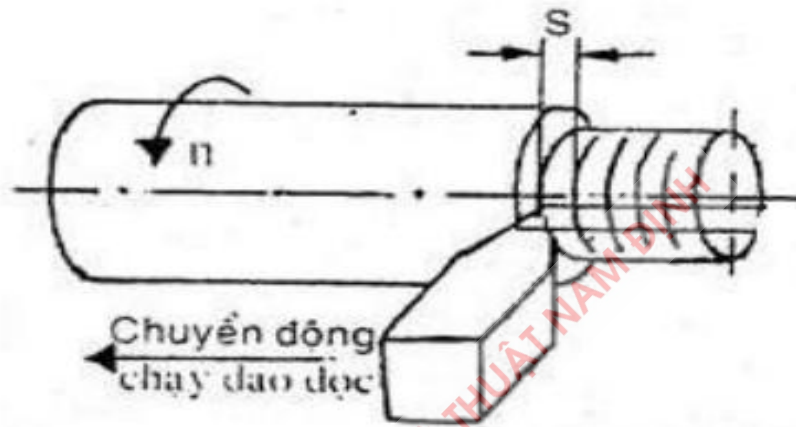
Hình 3.1. Chiều sâu cắt a

c, Lượng chạy dao S (mm/vòng)

Là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt dọc theo phương của chuyển động tịnh tiến sau một vòng quay của chi tiết gia công.

Diện tích lớp cắt F là tích số của chiều sâu cắt và trị số lượng tiến dao S

$$F = a.S \text{ (mm}^2\text{)}$$



Hình 3.2. Lượng chạy dao S

d, Vận tốc cắt V (m/phút)

Là quãng đường mà một điểm của dao trên lưỡi cắt dịch chuyển được trong một đơn vị thời gian tính tương đối so với phôi.

Tốc độ cắt là một yếu tố quyết định đến công suất cắt, lực cắt, nhiệt cắt và chất lượng bề mặt gia công...

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/ph)}$$

3.1.5. Phương pháp xử lý số liệu

Qua tìm hiểu và phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp thực nghiệm ở phần đầu chương 3, tác giả nhận thấy phương pháp Taguchi là phù hợp với mô hình thực nghiệm mà đề tài yêu cầu do đó tác giả áp dụng phương pháp thực nghiệm Taguchi và phân tích ANOVA để xử lý số liệu thực nghiệm. Trong đó độ nhám bề mặt $R_a = f(S, V, a)$ từ đó kết luận ảnh hưởng của các yếu tố S, V, a đến độ nhám bề mặt.

3.2. Quy mô thực nghiệm

3.2.1. Vật liệu dùng trong thực nghiệm

Theo [3], [5] SUS304 (ký hiệu theo tiêu chuẩn JIS G4303-91) là mác thép điển hình thuộc họ thép không gỉ một pha austenite, còn gọi là họ thép 18-8 (vì có $\geq 18\%$ Cr, $\geq 8\%$ Ni.

Thành phần hóa học và cơ tính thép không gỉ SUS304 được trình bày trong bảng 3.1 và 3.2

Mác thép	Thành phần hóa học, %							
	C _{max}	Mn _{max}	Si _{max}	Cr	Ni	P _{max}	S _{max}	N _{max}
SUS304	0,08	2,00	1,00	18,0 ÷ 20,0	8,0 ÷ 10,5	0,045	0,030	-

Bảng 3.1. Thành phần hóa học của sus304

Mác thép	Cơ tính				
	Giới hạn bền kéo $\sigma_{b\ min}$ (MPa)	Giới hạn chảy $\sigma_{c\ min}$ (MPa)	Độ dãn dài δ_{min} (%)	Độ thắt tỷ đối ψ_{min} (%)	Độ cứng (HV _{max})
SUS304	520	205	40	60	200

Bảng 3.2. Cơ tính của sus304

Theo [3], [5] tính chống ăn mòn của thép SUS304 được giải thích là do Cr, Ni, nó có thế điện cực âm lớn, có ái lực mạnh với ôxy nên khi tiếp xúc với oxy và các chất có tính chất ăn mòn ôxy hóa khác thì trên bề mặt thép nhanh chóng tạo thành lớp màng ôxit có cấu trúc chặt xít bám chắc trên bề mặt, biến thép SUS304 trở nên thụ động hóa và có tính chống ăn mòn rất tốt trong nhiều môi trường như: khí quyển, dung dịch axit, bazơ, muối có tính oxy hóa...

Theo [5],[8] thép SUS304 có tính dẻo, dai cao, dễ gia công biến dạng như cán, dập, gò, nguội. Tuy nhiên tính gia công cắt gọt kém do thép SUS304 có tính dẻo dai cao nên khi cắt có hiện tượng bột phoi, lẹo dao ảnh hưởng đến chất lượng gia công.

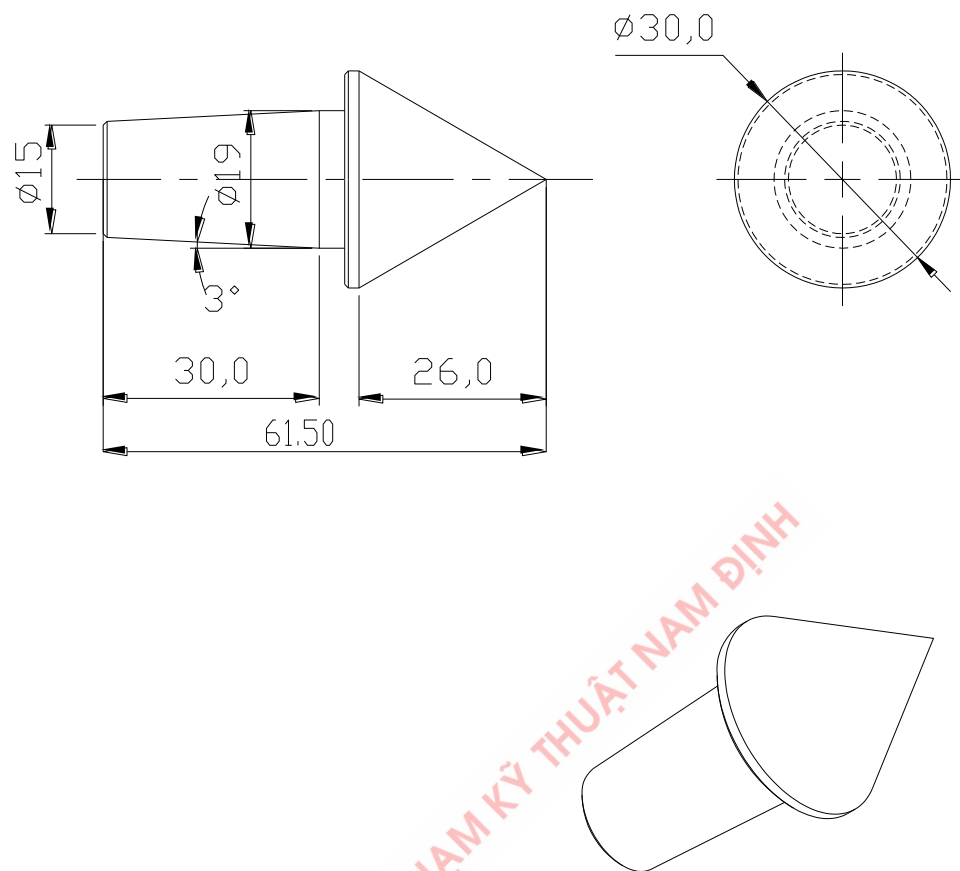
Do có hàm lượng hợp kim cao nên khả năng truyền dẫn nhiệt thấp, khi cắt gọt tại vùng tiếp xúc giữa dụng cụ cắt và phôi nhiệt độ tăng cao và tích tụ là nguyên nhân gây ra hiện tượng mòn dụng cụ cắt do nhiệt.

Mặt khác do tính dẻo cao, trong quá trình cắt gọt tạo ra phoi dây, khi tốc độ cắt tăng cao, phoi dây văng hoặc cuốn vào bề mặt chi tiết gia công làm cào xước bề mặt đã gia công.

Theo [8] với hàm lượng Cr ~20% và Ni~10% thép SUS304 được xếp vào nhóm khó gia công thứ III (thép không gỉ và bền nóng), khi cắt gọt thép này ở tốc độ cao xảy ra hiện tượng biến cứng mạnh một lớp vật liệu mỏng trên bề mặt chi tiết, lớp vật liệu này có độ cứng, độ bền cao gây ma sát, sinh nhiệt và mài mòn dụng cụ. Thực tế tốc độ cắt của thép SUS304 bằng 50% tốc độ cắt của thép C45.

3.2.2. Mẫu phôi thực nghiệm

Phôi sử dụng trong thực nghiệm được làm từ vật liệu là thép không gỉ SUS304, có hình dạng và kích thước như hình vẽ, là một sản phẩm thực tế được tác giả thiết kế để sử dụng làm đầu thay thế của bộ mũi chống tâm dùng cho máy tiện, sử dụng trong các hệ thống máy gia công, chế biến gỗ.



Hình 3.3. Mẫu chi tiết thực nghiệm

3.2.3. Chế độ cắt dùng gia công chi tiết thực nghiệm [6], [8]

Căn cứ vào cơ sở lý thuyết của quá trình cắt gọt trên kim loại máy tiện CNC, đồng thời căn cứ vào bảng chỉ dẫn dùng chế độ công nghệ của dụng cụ cắt, tác giả thấy rằng để gia công thép không gỉ SUS304 theo giả thuyết đặt ra thì phải khảo sát các thông số trong miền chế độ cắt thực nghiệm như sau:

Thông số công nghệ	Thông số thiết kế	Mức độ thông số công nghệ		
		Thấp (1)	Trung bình (2)	Cao (3)
Vận tốc cắt V (m/phút)	P1	40	45	50
Lượng tiến dao S (mm/vòng)	P2	0,04	0,06	0,08

Chiều sâu cắt a (mm)	P3	0,2	0,4	0,6
---------------------------------	----	-----	-----	-----

Bảng 3.3. Bảng giá trị lựa chọn chế độ cắt để thực nghiệm

3.3. Nội dung thực nghiệm

3.3.1. Máy tiện CNC HASS ST-20



Hình 3.4. Máy tiện CNC mã hiệu HASS – ST20

Thông số kỹ thuật của máy tiện HASS – ST20

STT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	CNC HASS – ST20
1	Đường kính tiện qua băng máy	mm	806
2	Đường kính tiện qua bàn dao	mm	527
3	Kích thước mâm cặp	mm	210
4	Đường kính cắt Max	mm	381
5	Chiều dài cắt Max	mm	521

6	Đường kính chi tiết gia công qua lỗ trục chính	mm	51
7	Hành trình trục X	mm	236
8	Hành trình trục Z	mm	533
9	Tốc độ trên trục X	m/min	24
10	Tốc độ trên trục Z	m/min	24
11	Công suất trục chính Max	kW	14.9
12	Tốc độ trục chính Max	rpm	4000
13	Moment Max	Nm	203
14	Đường kính lỗ trục chính	mm	88.9
15	Số lượng dao	12	12
16	Vị trí ($\pm$)	mm	0.005
17	Lắp lại	mm	0.003
18	CÁC THÔNG SỐ KHÁC	Metric	Metric
19	Khí nén	113 L/min, 6.9 bar	113 L/min, 6.9 bar
20	Dung tích dung dịch làm mát	L	182
21	Nguồn điện	190-260 VAC/100 A 3 pha	190-260 VAC/100 A 3pha
22	Trọng lượng máy	kg	4082

Bảng 3.4 Thông số kỹ thuật của máy tiện HASS – ST20

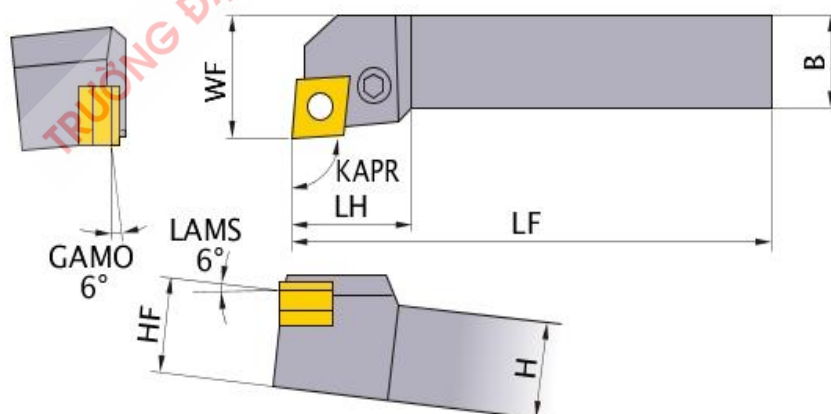
3.3.2. Dụng cụ cắt

a. Thân dao

Sử dụng thân dao tiêu chuẩn theo máy, có kích thước 25x25 (mm) và có thông số như bảng dưới

Diameter (Unit)		
CEATC	tool cutting edge angle type code	Side cutting edge angle
B	shank width	25
H	shank height	25
PSIR	tool lead angle	5
HAND	hand	right hand
BMC	body material code	Steel
UST	unit system	metric
LF	functional length	150
LH	head length	28
OAL	overall length	150
WF	functional width	32
GAMO	rake angle orthogonal	6
TSYC	tool style code	PCLN
LAMS	inclination angle	6
HF	functional height	25
S	insert thickness	4.76
UST	unit system	metric
EPSR	insert included angle	80
HAND	hand	neutral (both) hand

Bảng 3.5. Thông số của cán dao tiện PCLNR2525M12



Hình 3.5. Thân dao tiện PCLNR2525M12

b. Phần cắt của dao

Sử dụng mảnh dao CNMG 120404EN – NS1 (mảnh P)



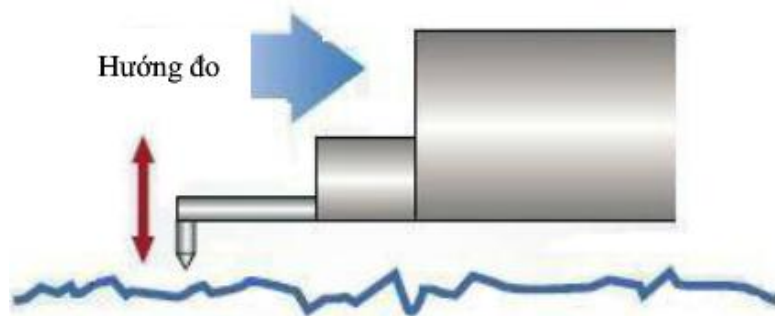
Hình 3.6. Phần cắt của dao dùng để gia công mẫu thí nghiệm

3.3.3. Dụng cụ đo kiểm

Sau khi gia công xong, độ nhám của bề mặt gia công được đo kiểm bằng máy đo độ nhám 178-561-01E Mitutoyo tại phòng thực hành CNC khoa cơ khí trường Cao đẳng cơ điện xây dựng Việt Xô – TP. Tam Điệp.



Hình 3.7. Máy đo độ nhám Mitutoyo 178-561-01E



Hình 3.8. Nguyên lý đo độ nhám của máy Mitutoyo 178-561-01E

Thông số máy đo độ nhám *Mitutoyo* 178-561-01E

Tên sản phẩm:	Máy đo độ nhám cầm tay 178-561-01E Mitutoyo
Mã sản phẩm (Model / Code / Part No.)	178-561-01E
Thương hiệu	Mitutoyo
Phạm vi đo	17.5mm
Tốc độ đo	0.25, 0.5, 0.75mm / s 1mm / s (Trở lại)
Dây phát hiện	360 μ m (-200 μ m đến + 160 μ m)
Đo lực	0.75mN

3.3.4. Thiết kế quy hoạch thực nghiệm

a. Lựa chọn chế độ cắt

Cơ sở để lựa chọn dải thông số chế độ cắt xuất phát từ tham khảo các sổ tay tra cứu chế độ cắt, sổ tay công nghệ chế tạo máy [2], [7], [8].

Đối tượng nghiên cứu là gia công tinh thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS – ST20 do đó khoảng khảo sát của các yếu tố V, S, a phải phù hợp với điều kiện gia công, đồng thời đủ lớn để tác động làm thay đổi kết quả đầu ra.

Thực nghiệm tiện thép không gỉ SUS304 bằng dao gấn mảnh hợp kim cứng CNMG120404EN – NS1 ta chọn chế độ cắt như sau:

Thông số công nghệ	Thông số thiết kế	Mức độ thông số công nghệ		
		Thấp (1)	Trung bình (2)	Cao (3)
Vận tốc cắt V (m/phút)	P1	40	45	50
Lượng tiến dao S (mm/vòng)	P2	0,04	0,06	0,08
Chiều sâu cắt a (mm)	P3	0,2	0,4	0,6

b. Lựa chọn mảng trực giao và thiết kế ma trận thực nghiệm

Với 3 yếu tố đầu vào (V,S,a), mỗi yếu tố có 3 mức giá trị (thấp, trung bình, cao).

Áp dụng phương pháp Taguchi ta lựa chọn sử dụng bảng trực giao có 9 lần thí nghiệm.

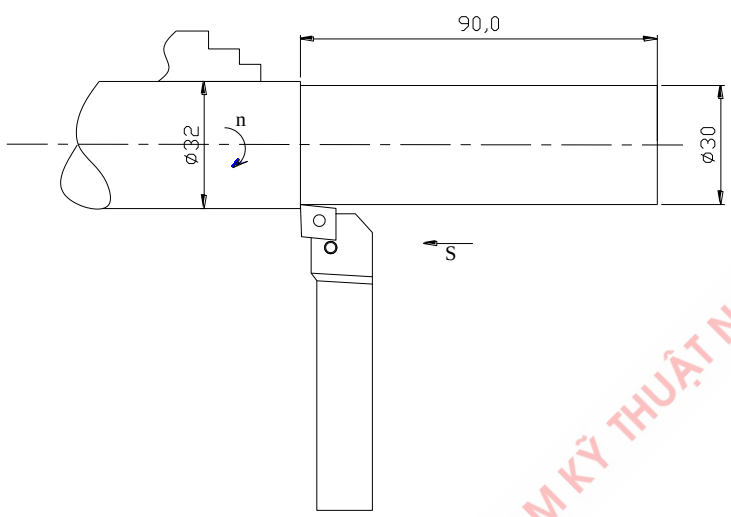
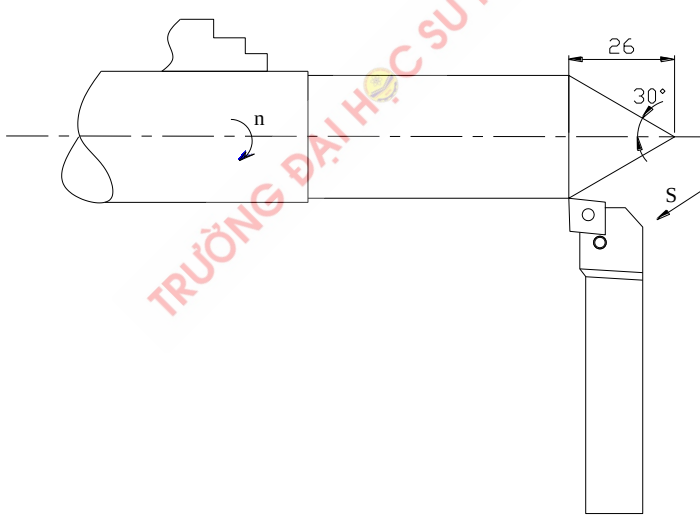
Tác giả xây dựng ma trận thực nghiệm như sau:

STT	Mảng trực giao		
	V (m/phút)	S (mm/vòng)	a (mm)
1	40	0,04	0,2

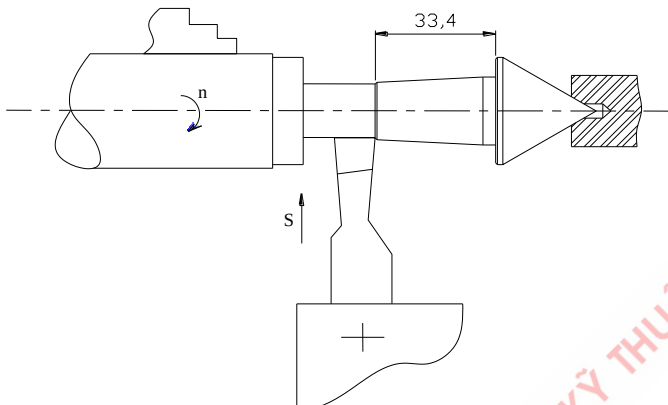
2	40	0,06	0,4
3	40	0,08	0,6
4	45	0,04	0,4
5	45	0,06	0,6
6	45	0,08	0,2
7	50	0,04	0,6
8	50	0,06	0,2
9	50	0,08	0,4

Bảng 3.6. Mảng trực giao và ma trận thực nghiệm

3.3.5. Quy trình công nghệ

TT	Nội dung	Chế độ cắt
1	Tiện mặt đầu, tiện trụ $\varnothing 30$ chiều dài $L=90$ mm Phôi thanh có đường kính $\varnothing 32$ gá trên mâm cặp 3 chấu tự định tâm, hạn chế 4 bậc tự do 	$V= 50$ (m/phút) $S= 0,2$ (mm/vòng) $a = 1$ (mm)
2	Tiện phần côn lớn góc dốc 30^0 chiều dài $L= 26$mm 	$V= 50$ (m/phút) $S= 0,2$ (mm/vòng) $a = 0,5$ (mm)
3	Tiện rãnh thoát dao đạt kích thước $\varnothing 15$, bề rộng $b=20$ mm, chiều dài chi tiết gia công 61,5 mm	$V= 40$ (m/phút) $S =0,1$ (mm/vòng) $a = 10$ (mm)

4	Tiện trụ Ø19 chiều dài L=33,5 mm, vát mép 1x45°	V= 50 (m/phút) S= 0,2 (mm/vòng) a = 0,2 (mm)
5	Tiện côn L =30 (mm), đây là bề mặt thực nghiệm tiến hành khảo sát chất lượng bề mặt gia công.	- Tiện côn L30 Chế độ cắt thay đổi theo từng mẫu thí nghiệm trong bảng ma trận thực nghiệm trên.

6	Tiên cắt đứt 	$V = 40 \text{ (m/phút)}$ $S = 0,1 \text{ (mm/vòng)}$ $a = 12 \text{ (mm)}$

3.3.6. Chương trình gia công thực nghiệm trên máy tiện CNC mã hiệu ST-20

a, Chương trình tiện trụ $\varnothing 30\text{mm}$ chiều dài $L = 90 \text{ mm}$

005067 ;

G00 G21 G99 G40 G80 ;

T101 ;

G50 S1500 ;

G96 S60 M03 ;

G00 G54 Z1. ;

X34. ;

M08 ;

G01 X32. F0.1;

G71 P10 Q20 U1. W0.5 D1. F0.2 ;

N10 G01 X30. Z0;

X30. Z-90 ;

N20 X32. ;

G00 X70. ;

M09 ;

G28 U0 ;

G28 W0 ;

M05 ;

M30 ;

b, Chương trình tiện côn lớn chiều dài $L = 26 \text{ mm}$

005067 ;

G00 G21 G99 G40 G80 ;

T101 ;

G50 S1500 ;

G96 S60 M03 ;

G00 G54 Z1. ;

X0. Z1.;

M08 ;

G01 Z0. F0.1;

G71 P10 Q20 U1. W0.5 D1. F0.2 ;

N10 G01 X30. Z-26;

N20 X32. ;

G00 X70. ;

M09 ;

G28 U0 ;

G28 W0 ;

M05 ;

M30 ;

c, Chương trình tiện rãnh

005068 ;

G00 G21 G99 G40 G80 ;

T102;

G50 S1500 ;

G96 S40 M03;

G00 G54 Z-61,5. ;

X32. ;

M08 ;

G01 X30. F0.1;

G71 P10 Q20 U0.4 W0.5 D1. F0.1 ;

N10 G01 X15;

G00X30;

N20 Z-71,5. ;

X15. ;

G00 X70

M09 ;

G28 U0 ;

G28 W0 ;

M05 ;

M30 ;

d, Chương trình tiện côn dài $L = 30 \text{ mm}$

005069 ;

G00 G21 G99 G40 G80 ;

T103;

G50 S1500 ;

G96 S40 M03;

G00 G54 Z-61,5. ;
X20. ;
M08 ;
G71 P10 Q20 U0.4 W0.5 D1. F0.2 ;
N10 G01 X15. F0.1 ;
X19Z-31,5 ;
N20 X22. ;
G70 P10 Q20 F0.06 ;
G00 X70. ;
M09 ;
G28 U0 ;
G28 W0 ;
M05 ;
M30 ;
e, Chương trình tiện cắt đứt
005070 ;
G00 G21 G99 G40 G80 ;
T102 ;
G50 S1500 ;
G96 S40 M03 ;
G00 G54 Z-61,5. ;
X17. ;
M08 ;
G01 X10. F0.1 ;
G71 P10 Q20 U0.4 W0.5 D1. F0.1 ;
N10 G01 X15. ;
X15. Z-71,5 ;

N20 X10. ;
 Z-61,5
 X0
 G70 P10 Q20 F0.06 ;
 G00 X70. ;
 M09 ;
 G28 U0 ;
 G28 W0 ;
 M05 ;
 M30 ;

3.4. Đo kiểm, tính toán, đánh giá độ nhám bề mặt gia công của chi tiết thực nghiệm

Sau khi tiến hành thực nghiệm với ma trận ở trên, tiến hành đo độ nhám bề mặt gia công trên từng mẫu phôi ta thu được kết quả như sau:

Bảng 3.7. Số liệu thực nghiệm và kết quả đo

STT	V (m/ph)	S (mm/vg)	a (mm)	Giá trị độ nhám R_a (μm)		
				Lần 1	Lần 2	Lần 3
1	40	0,04	0,2	0,236	0,233	0,228
2	40	0,06	0,4	0,318	0,333	0,331
3	40	0,08	0,6	0,503	0,494	0,490
4	45	0,04	0,4	0,270	0,272	0,274
5	45	0,06	0,6	0,457	0,459	0,460
6	45	0,08	0,2	0,484	0,490	0,492
7	50	0,04	0,6	0,221	0,227	0,226
8	50	0,06	0,2	0,341	0,338	0,334
9	50	0,08	0,4	0,504	0,482	0,471

Từ bảng 3.5 đã thiết lập ở trên ta xác định được kết quả đo độ nhám bề mặt chi tiết.

Theo đó tính giá trị trong cột S/N:

Yêu cầu sản phẩm sau gia công có độ nhám bề mặt là thấp nhất, ta chọn công thức tính S/N như sau:

$$S/N = -10\log_{10}(MSD)$$

Do kết quả đầu ra càng nhỏ càng tốt nên công thức tính MSD được áp dụng

$$MSD = (Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2) / N$$

Ta thu được kết quả như sau:

Bảng 3.8. Kết quả đo và số liệu tính toán

STT	V (m/ph)	S (mm/vg)	a (mm)	Giá trị độ nhám R_a (μm)			R_a TB	Bình phương TB (MSD)	S/N
				Lần 1	Lần 2	Lần 3			
1	40	0,04	0,2	0,236	0,233	0,228	0,2323	0,0540	12,6778
2	40	0,06	0,4	0,318	0,333	0,331	0,3273	0,1071	9,7002
3	40	0,08	0,6	0,503	0,494	0,490	0,4957	0,2457	6,0962
4	45	0,04	0,4	0,270	0,272	0,274	0,2720	0,0740	11,3086
5	45	0,06	0,6	0,457	0,459	0,460	0,4587	0,2104	6,7701
6	45	0,08	0,2	0,484	0,490	0,492	0,4887	0,2388	6,2197
7	50	0,04	0,6	0,221	0,227	0,226	0,2247	0,0505	12,9692
8	50	0,06	0,2	0,341	0,338	0,334	0,3377	0,1140	9,4302
9	50	0,08	0,4	0,504	0,482	0,471	0,4857	0,2359	6,2732
Tổng							3,323		81,45

Tại bảng 3.6 ta tính được giá trị S/N trung bình của từng yếu tố tại từng mức

$V_i = (\text{tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố } V \text{ tại mức } i)/3;$

$S_j = (\text{tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố } S \text{ tại mức } j)/3;$

$a_k = (\text{tổng tất cả các kết quả với đầu vào là yếu tố } a \text{ tại mức } k)/3;$

Kết quả được thể hiện trong bảng 3.7

Bảng 3.9. Kết quả tỉ lệ S/N của từng yếu tố tại từng mức

S/N của yếu tố V		
V_1	V_2	V_3
9,491	8,099	9,558
S/N của yếu tố S		
S_1	S_2	S_3
12,32	8,633	6,196
S/N của yếu tố a		
a_1	a_2	a_3
9,443	9,094	8,612

Tương tự ta cũng tính được giá trị độ nhám R_a của từng yếu tố tại từng mức. kết quả thể hiện trong bảng 3.8

Bảng 3.10. Kết quả độ nhám R_a của từng yếu tố tại từng mức

Độ nhám R_a TB (μm) /3 của yếu tố V tại từng mức		
V_1	V_2	V_3
0,352	0,406	0,349
Độ nhám R_a TB (μm) /3 của yếu tố S tại từng mức		
S_1	S_2	S_3
0,243	0,375	0,490
Độ nhám R_a TB (μm) /3 của yếu tố a tại từng mức		

a₁	a₂	a₃
0,353	0,362	0,393

Phân tích phương sai được dùng để miêu tả quan hệ giữa các thông số chế độ cắt và độ nhám bề mặt R_a.

Bảng 3.9 tổng hợp các kết quả tính toán với công thức tính tổng bình phương như sau:

$$3(m_{j1} - m)^2 + 3(m_{j2} - m)^2 + 3(m_{j3} - m)^2$$

$$m = \left(\frac{1}{9}\right) \sum_{i=1}^9 \mu_i = 9,0495$$

Trong đó

$$m_{ji} = \left(\frac{1}{3}\right) \sum_{i=1}^3 (n_j)_i$$

Bảng 3.11. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt chi tiết theo ANOVA

Thông số	Giá trị trung bình μ của từng cấp độ			Tổng bình phương	Phân bố (%)
	1	2	3		
V(m/ph)	*		*		
	9,491	8,0990	9,5580	4,0708	6,55%
S(mm/vg)	*		*		
	12,3200	8,6330	6,1960	57,0363	91,77%
a(mm)	*		*		
	9,4430	9,0940	8,6120	1,0447	1,68%
Tất cả				62,1518	100%
* Cấp độ tối ưu					

Kết quả của các phân tích ANOVA cho các giá trị thông số trong bảng 3.9 chứng tỏ lượng chạy dao S có ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt của chi tiết là 91,77%; tiếp đến là Vận tốc cắt V là 6,55%; chiều sâu cắt a ảnh hưởng 1,68%.

Giá trị μ của các cấp độ cho từng thông số được tính toán cụ thể trong bảng 3.9.

Qua phân tích các thông số ở trên ta thấy rằng khi tăng tốc độ từ V_1 đến V_3 thì độ nhám R_a giảm dần.

Khi lượng tiến dao tăng dần từ S_1 đến S_3 thì độ nhám R_a tăng dần và khi chiều sâu cắt a tăng dần từ a_1 đến a_3 thì độ nhám R_a cũng tăng dần.

Theo Taguchi thì giá trị lớn nhất của μ sẽ cho kết quả là tối ưu nhất, do đó các hệ số nên được chọn với cấp độ cao nhất của μ .

Vậy để độ nhám thấp nhất ta chọn các thông số chế độ cắt tối ưu là Vận tốc cắt ở mức cao (mức 3), lượng chạy dao ở mức thấp (mức 1), chiều sâu cắt a ở mức thấp (mức 1).

Chế độ cắt hợp lý là: $V=50$ (m/ph), $S = 0,04$ (mm/vòng), $a = 0,2$ (mm)
 Khi đó áp dụng công thức tính giá trị kết quả đầu ra tại điều kiện tối ưu V_3, S_1, a_1 :

$$V_3+S_1+a_1-2. (T/n) = 0,349+0,243+0,353-2.(3,323/9) = 0,2074 (\mu m)$$

Tiến hành gia công kiểm chứng với chế độ cắt trên với số lần lặp lại là 3 lần và kết quả đo được độ nhám bề mặt trung bình $R_a = 0,2103 (\mu m)$

Bảng 3.12. Độ nhám R_a ứng với chế độ cắt tối ưu

Chế độ cắt tối ưu			Độ nhám $R_a (\mu m)$	
<i>V(m/ph)</i>	<i>S (mm/vg)</i>	<i>a (mm)</i>	<i>Theo tính toán</i>	<i>Thực tế</i>
50	0,04	0,2	0,2074	0,2103

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Trong chương này tác giả đã thực hiện các nội dung cơ bản sau:

- Thiết kế thí nghiệm theo yêu cầu của đề tài: Chọn máy tiện CNC, phôi, dụng cụ cắt và dụng cụ đo, lựa chọn các mảng trực giao và thiết kế ma trận thí nghiệm.

- Tổng hợp về nhám bề mặt và các chỉ tiêu đánh giá độ nhám, tiến hành thí nghiệm và đo kiểm độ nhám trên mẫu thí nghiệm.

- Phân tích dữ liệu, xác định chế độ cắt hợp lý bằng phương pháp Taguchi trong quy hoạch thực nghiệm kết hợp với phân tích phương sai ANOVA.

Việc phân tích và đánh giá kết quả thực nghiệm đảm bảo chính xác hơn mức độ ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt như sau:

Đối với độ nhám bề mặt, bước tiến dao ảnh hưởng lớn nhất (91,77%), tiếp đến là vận tốc cắt V (6,55%), chiều sâu cắt a (1,68%).

Kết quả nghiên cứu cho thấy bước tiến dao S đóng vai trò quan trọng đối với chất lượng độ nhám bề mặt chi tiết. Trong thực nghiệm của đề tài, khi tăng giá trị S thì R_a tăng. Mục tiêu cần đạt được là R_a có giá trị càng nhỏ càng tốt.

- Kết quả nghiên cứu cũng đưa ra được bộ thông số chế độ cắt hợp lý nhằm đạt được độ nhám bề mặt tốt nhất (R_a nhỏ nhất). Trong bài toán cụ thể của đề tài, sau khi thực nghiệm và đánh giá kết quả đã chọn được thông số như sau:

$V = 50$ (m/ph), $S = 0,04$ (mm/vg), $a = 0,2$ (mm), thì kết quả độ nhám đạt được $R_a = 0,2103$ (μm).

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Máy CNC cho phép mở rộng khả năng công nghệ rất lớn so với máy cắt kim loại và công nghệ gia công truyền thống. Do đó nghiên cứu khả năng công nghệ của máy CNC rất quan trọng trong việc sử dụng máy để đạt được năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cao.

Kết luận: Luận văn nghiên cứu của tác giả đã đạt được những kết quả chính sau:

1. Nghiên cứu tổng quan về công nghệ tiện CNC, ưu - nhược điểm của công nghệ tiện CNC so với công nghệ truyền thống, các loại dụng cụ cắt và các thông số chế độ cắt.
2. Nghiên cứu và tổ chức thực nghiệm để phân tích, minh chứng sự ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt V , S , a đến độ nhám bề mặt R_a .
3. Bằng kết quả thực nghiệm, đề tài lựa chọn và đề xuất bộ thông số chế độ cắt V , S , a để tiện bề mặt côn (hình 3.3) chi tiết thép không gỉ SUS 304 trên máy tiện CNC mã hiệu HASS - ST20 để đạt được chất lượng bề mặt côn là tốt nhất với độ nhám bề mặt $R_a = 0,2103(\mu m)$

Hướng nghiên cứu tiếp theo:

Trong sản xuất cơ khí nói chung, gia công tiện nói riêng là lĩnh vực vô cùng rộng lớn, tuy vậy có một điểm chung là vấn đề nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, giảm thời gian gia công. Để đạt được điều đó đòi hỏi nhiều nghiên cứu. Vì vậy hướng nghiên cứu tiếp theo của luận văn là tập trung nghiên cứu các vấn đề sau:

- + Khảo sát tiện các dạng bề mặt gia công phức tạp hơn như bề mặt trụ trong, bề mặt có profin định hình (cong lồi, cong lõm).
- + Tăng số lượng thí nghiệm
- + Khảo sát thực nghiệm trên vật liệu thép không gỉ khác như SUS316, SUS201, SUS430.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Văn Khiêm (2017), *Phương pháp Taguchi và ứng dụng trong tối ưu hóa chế độ cắt*, tạp chí cơ khí Việt Nam số 4 năm 2017
- [2] Bành Tiến Long, Trần Sĩ Túy, Trần Thế Lục (2013), *Nguyên lý gia công vật liệu*. Nhà Xuất bản KHKT, Hà Nội
- [3] Lê Công Dưỡng (1997), *Vật liệu học*, NXB KHKT, Hà Nội.
- [4] Nguyễn Doãn Ý (2009), *Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB Khoa học và kỹ thuật
- [5] Nghiêm Hùng (1997), *Sách tra cứu thép, gang thông dụng*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [6] Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Ninh Đức Tồn, Trần Xuân Việt (2007), *Sổ tay công nghệ chế tạo máy*, NXB KHKT, Hà Nội
- [7] Phạm Văn Bổng (2007), *Nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu khi gia công mặt trụ ngoài trên máy tiện CNC*, luận án tiến sĩ - ĐHBK Hà Nội
- [8] Nguyễn Chí Công (2017), *Nghiên cứu đặc tính cắt của mảnh dao thay thế nhiều cạnh hợp kim cứng chế tạo tại Việt Nam khi gia công thép không gỉ SUS304 trên máy tiện CNC*, luận án tiến sĩ – ĐHBK Hà Nội.
- [9] Nguyễn Chí Đạt, Nguyễn Duy, Trần Sĩ Túy, Trịnh Văn Tự (1977), *Nguyên lý cắt kim loại*, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp.
- [10] Trần Văn Địch (2000), *Công nghệ gia công trên máy CNC*, NXB KHKT, Hà Nội.
- [11] Trần Văn Địch, Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Trần Xuân Việt (2003), *Công Nghệ chế tạo máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [12] Trần Văn Địch (2008), *Các phương pháp xác định độ chính xác gia công*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

PHỤ LỤC

1. Máy gia công mẫu thí nghiệm:



2. Mẫu dao thực hiện gia công mẫu thí nghiệm



4. Mẫu phơi thu được sau mỗi lần thí nghiệm

Thí nghiệm 1	
Thí nghiệm 2	
Thí nghiệm 3	
Thí nghiệm 4	
Thí nghiệm 5	
Thí nghiệm 6	
Thí nghiệm 7	
Thí nghiệm 8	
Thí nghiệm 9	

5. Kiểm tra kích thước, độ nhám chi tiết gia công



Một số chương trình gia công được chụp trực tiếp trên máy

