

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: KỸ THUẬT CHẾ TẠO
NGÀNH/NGHỀ: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 180/QĐ-LTT-ĐT ngày 07 tháng 3 năm 2018
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh*

LƯU HÀNH NỘI BỘ

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN:

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo nghề và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

MÃ TÀI LIỆU: **CKC136**

LỜI GIỚI THIỆU

Kỹ thuật chế tạo trong cơ khí ngày càng hiện đại, nhiều kỹ thuật hiện đại đã sử dụng trong cơ khí nhằm đáp ứng càng nhiều nhu cầu chế tạo của người sử dụng. Trong mô đun Kỹ thuật chế tạo giúp người học thu được những kiến thức cơ bản về các phương pháp chế tạo phôi trong cơ khí, hiểu ý nghĩa các phương pháp chế tạo, phân loại và hiểu được các khái niệm và nguyên lý hoạt động của phương pháp chế tạo. Với mong muốn đó giáo trình được biên soạn, nội dung giáo trình bao gồm 6 chương:

Chương 1. Những Khái niệm cơ bản về kim loại và hợp kim

Chương 2. Nhiệt luyện

Chương 3. Đúc kim loại

Chương 4. Gia công kim loại bằng áp lực.

Chương 5. Hàn và cắt kim loại

Chương 6. Gia công kim loại bằng cắt gọt.

Kiến thức trong giáo trình được biên soạn theo chương trình dạy nghề được Tổng cục Dạy nghề phê duyệt, sắp xếp logic từ cách hiểu ý nghĩa các phương pháp gia công chế tạo phôi, phân loại và hiểu được các khái niệm và nguyên lý của các phương pháp chế tạo phôi trong cơ khí. Do đó người đọc có thể hiểu một cách dễ dàng.

Xin chân trọng cảm ơn Tổng cục Dạy nghề, khoa Động lực trường Cao đẳng Lý Tự Trọng cũng như sự giúp đỡ quý báu của đồng nghiệp đã giúp tác giả hoàn thành giáo trình này.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

Tp,hcm, ngày 22 tháng 12 năm 2017

Tham gia biên soạn

Nguyễn Ngọc Quỳnh

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC	3
Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	9
1.1 Kim loại và những tính chất quan trọng của nó.	9
1.2 Hợp kim và những tính chất quan trọng của nó.	11
Chương 2. NHIỆT LUYỆN	12
2.1 Khái niệm về nhiệt luyện	12
2.2 Các phương pháp nhiệt luyện	13
2.3 Các dạng nhiệt luyện khác	30
Chương 3. ĐÚC KIM LOẠI	41
3.1 Khái niệm, đặc điểm, phân loại	41
3.2 Đúc trong khuôn cát	43
3.3 Một số phương pháp đúc đặc biệt	45
3.4 Kiểm tra vật đúc	49
Chương 4. GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG ÁP LỰC	54
4.1 Khái niệm chung	54
4.2 Sự biến dạng của kim loại.	54
4.3 Nung nóng kim loại	55
4.4 Cán kim loại	55
4.5 Kéo sợi	57
4.6 Ép kim loại	58
4.7 Rèn tự do	58
4.8 Dập thể tích	59
4.9 Dập tấm	60
Chương 5. HÀN VÀ CẮT KIM LOẠI	61
5.1 Khái niệm, Đặc điểm	61
5.2 Các phương pháp hàn	62
5.3 Cắt kim loại bằng khí Ôxy	68
Chương 6. GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG CẮT GỌT	70
6.1 Khái niệm chung	70
6.2 Nguyên lý cắt gọt kim loại	70
6.3 Các phương pháp cắt gọt kim loại	77
Tài liệu tham khảo:	98

TÊN MÔ ĐUN:
KỸ THUẬT CHẾ TẠO

Mã mô đun: **CKC134**

I. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò mô đun

- Vị trí: môn học được bố trí sau khi sinh viên học xong các môn học: Vật liệu học, Vẽ kỹ thuật, Dung sai...
- Tính chất: là môn học chuyên ngành quan trọng trong ngành cơ khí.
- Ý nghĩa: giúp người học thu được những kiến thức cơ bản về các phương pháp chế tạo phôi, hiểu được các khái niệm và nguyên lý hoạt động của các phương pháp gia chế tạo phôi trong cơ khí.
- Vai trò: là mô đun chuyên môn nghề thuộc chuyên ngành cơ khí

II. Mục tiêu của mô đun

- Kiến thức:
 - + Hiểu và trình bày được khái niệm về tính chất, công dụng của vật liệu kim loại và hợp kim.
 - + Lựa chọn được phương pháp gia công phù hợp để chế tạo phôi trong ngành cơ khí: đúc, rèn, dập, cán, kéo.
 - + Trình bày được những điều cần chú ý khi thiết kế khuôn.
 - + Trình bày được các phương pháp gia công cắt gọt.
- Về kỹ năng:
 - + Phân tích được kết cấu của khuôn đúc.
 - + Lựa chọn được phương pháp gia công phù hợp.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + chủ động trong học tập, tích lũy kiến thức, để nâng cao trình độ chuyên môn tay nghề.

III. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
1	Chương 1. Những Khái niệm cơ bản về kim loại và hợp kim	3	3		
2	Chương 2. Nhiệt luyện	4	4		
3	Chương 3. Đúc kim loại	3	3		
Kiểm tra		2			2

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
4	Chương 4. Gia công kim loại bằng áp lực.	8	8		
5	Chương 5. Hàn và cắt kim loại	4	4		
6	Chương 6. Gia công kim loại bằng cắt gọt.	6	6		
Tổng cộng		30	28		2

Nội dung chi tiết:

Chương 1. Những Khái niệm cơ bản về kim loại và hợp kim Thời gian: 3 giờ

- Mục tiêu:*
- Sinh viên trình bày được các khái niệm kim loại và hợp kim.
 - Trình bày được những tính chất quan trọng của kim loại
 - Trình bày được những tính chất quan trọng của hợp kim

1.1. Kim loại và những tính chất quan trọng của nó.

1.1.1 Kim loại

1.1.2. Những tính chất quan trọng của kim loại.

1.2. Hợp kim và những tính chất quan trọng của nó.

1.1.1 Hợp kim

1.1.2. Những tính chất quan trọng của hợp kim.

Chương 2. Nhiệt luyện

Thời gian: 4 giờ

- Mục tiêu:*
- Sinh viên trình bày được khái niệm về nhiệt luyện.
 - Trình bày được các phương pháp nhiệt luyện.
 - Trình bày được các phương pháp hóa nhiệt luyện.

2.1. Khái niệm về nhiệt luyện

2.1.1 Mục đích của nhiệt luyện

2.2. Các phương pháp nhiệt luyện

2.2.1 Ủ

2.2.2 Thường hóa

2.2.3 Tôi

2.2.4 Ram

2.3. Các dạng nhiệt luyện khác

2.3.1 Tôi bề mặt

2.3.2 Hóa nhiệt luyện

Chương 3. Đúc kim loại

Thời gian: 3 giờ

- Mục tiêu:*
- Sinh viên trình bày được các bộ phận trong khuôn đúc kim loại.
 - Trình bày được quy trình đúc một chi tiết.
 - Trình bày được một số phương pháp đúc đặc biệt.
 - Trình bày được một số khuyết tật khi đúc.

3.1. Khái niệm, đặc điểm, phân loại

3.1.1 Khái niệm

3.1.2 Đặc điểm

3.1.3 Phân loại

3.2. Đúc trong khuôn cát

3.2.1 Quy trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát

3.2.2 Những bộ phận chính để đúc vật đúc trong khuôn cát

3.2.3 Hỗn hợp làm khuôn và làm lõi

3.3. Một số phương pháp đúc đặc biệt

3.3.1 Đúc trong khuôn kim loại

3.3.2 Đúc áp lực

3.3.3 Đúc ly tâm

3.3.4 Đúc trong khuôn mẫu chảy

3.3.5 Đúc liên tục

3.4. Kiểm tra vật đúc

3.4.1 Các dạng khuyết tật vật đúc

Chương 4. Gia công kim loại bằng áp lực

Thời gian: 8 giờ

- Mục tiêu:*
- Sinh viên trình bày được sự biến dạng của kim loại
 - Trình bày được mục đích của nung nóng và các hiện tượng xảy ra khi nung.
 - Trình bày được các phương pháp đúc áp lực.

4.1. Khái niệm chung

4.2. Sự biến dạng của kim loại.

4.2.1 Khái niệm

4.2.2 Biến dạng dẻo của kim loại

- 4.2.3 Ảnh hưởng của gia công áp lực đến tổ chức và cơ tính của kim loại
- 4.3. Nung nóng kim loại
 - 4.3.1 Mục đích của nung nóng và các hiện tượng xảy ra khi nung
 - 4.3.2 Thiết bị nung
- 4.4. Cán kim loại
 - 4.4.1 Khái niệm, đặc điểm
 - 4.4.2 Sản phẩm
- 4.5. Kéo sợi
 - 4.5.1 Khái niệm, đặc điểm
 - 4.5.2 Phương pháp kéo
- 4.6. Ép kim loại
 - 4.6.1 Khái niệm, đặc điểm
 - 4.6.2 Phương pháp ép
- 4.7. Rèn tự do
 - 4.7.1 Khái niệm, đặc điểm
- 4.8. Dập thể tích
 - 4.8.1 Khái niệm, đặc điểm
- 4.9. Dập tấm
 - 4.9.1 Khái niệm, đặc điểm

Chương 5. Hàn và Cắt kim loại

Thời gian: 4 giờ

Mục tiêu: - Sinh viên trình bày được khái niệm và đặc điểm của phương pháp hàn.

- Trình bày được các phương pháp hàn hồ quang.

- Trình bày được phương pháp cắt kim loại bằng khí Oxy-Axetylen

- 5.1. Khái niệm, Đặc điểm
 - 5.1.1 Khái niệm và đặc điểm
 - 5.1.2 Phân loại
- 5.2. Các phương pháp hàn
 - 5.2.1 Hàn điện hồ quang
 - 5.2.2 Hàn điện tiếp xúc
 - 5.2.3 Hàn Vảy
 - 5.2.4 Hàn Khí
- 5.3. Cắt kim loại bằng khí Ôxy
 - 5.3.1 Khái niệm

5.3.2 Điều kiện cắt bằng khí

Chương 6. Gia công kim loại bằng cắt gọt

Thời gian: 6 giờ

- Mục tiêu:*
- Sinh viên trình bày được Phương pháp cắt gọt kim loại.
 - Trình bày được bản chất quá trình cắt gọt kim loại.
 - Trình bày được quá trình tạo thành phoi và các hiện tượng xảy ra trong cắt gọt.
 - Trình bày được các phương pháp cắt gọt kim loại.

6.1. Khái niệm chung

6.2. Nguyên lý cắt gọt kim loại

6.2.1 Bản chất quá trình cắt gọt kim loại

6.2.2 Quá trình tạo thành phoi và các hiện tượng xảy ra trong cắt gọt

6.3. Các phương pháp cắt gọt kim loại

6.3.1 Phương pháp Tiện

6.3.2 Phương pháp Phay

6.3.3 Phương pháp Bào và Xọc

6.3.4 Phương pháp Khoan

6.3.5 Phương pháp Mài

Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về kim loại, hợp kim và những tính chất quan trọng của nó.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được các khái niệm kim loại và hợp kim.
- Trình bày được những tính chất quan trọng của kim loại
- Trình bày được những tính chất quan trọng của hợp kim

Nội dung chính:

1.1 Kim loại và những tính chất quan trọng của nó.

1.1.1 Kim loại

Kim loại là vật thể sáng, dẻo có thể rèn được, có tính dẫn nhiệt và dẫn điện cao.

1.1.2. Những tính chất quan trọng của kim loại.

Tính chất cơ học	Tính chất vật lý	Tính chất hóa học	Tính chất công nghệ
Độ bền Độ cứng Độ dẻo Độ dai va đập	Khối lượng riêng Tính nóng chảy Tính giãn nở Tính dẫn nhiệt Tính dẫn điện Từ tính	Tính chịu ăn mòn Tính chịu nhiệt Tính chịu axit	Tính đúc Tính rèn Tính hàn Tính cắt gọt

Cơ tính

Là những đặc trưng cơ học biểu thị khả năng của kim loại hay hợp kim chịu tác động của các loại tải trọng. Các đặc trưng đó bao gồm:

a. Độ bền: là khả năng chống lại các tác dụng của lực bên ngoài mà không bị phá hỏng.

Tùy theo các dạng khác nhau của ngoại lực mà ta có các loại độ bền: độ bền kéo (σ_k), độ bền nén (σ_n), độ bền uốn (σ_u).

Đơn vị đo của độ bền thường dùng là N/mm^2 hoặc MN/mm^2 .

b. Độ cứng: là khả năng chống lại biến dạng dẻo cục bộ khi có ngoại lực tác dụng lên kim loại thông qua vật nén. Nếu cùng một giá trị lực nén mà vết lõm trên mẫu đo càng lớn thì độ cứng của vật liệu đó càng kém.

Thử độ cứng được thực hiện trên máy thử, và được đánh giá bằng các đơn vị đo độ cứng như sau: độ cứng Brinen (HB), Rocvell (HRA, HRB, HRC), Vike (HV).

c. Độ dẻo: là khả năng vật liệu thay đổi hình dáng kích thước mà không bị phá hủy khi chịu tác dụng của lực bên ngoài.

Để xác định độ dẻo người ta thường tiến hành đánh giá theo cả hai chỉ tiêu cùng xác định trên mẫu sau khi thử độ bền kéo:

- Độ giãn dài tương đối (δ): là khả năng vật liệu thay đổi chiều dài sau khi bị kéo đứt.

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100 (\%) \quad (1.1)$$

- Độ thắt tiết diện tương đối (ψ): là khả năng vật liệu chịu thay đổi tiết diện sau khi bị kéo đứt.

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100 (\%) \quad (1.2)$$

Ở đây: l_0 và l_1 là chiều dài mẫu trước và sau khi kéo, được tính cùng đơn vị đo.

F_0 và F_1 là diện tích tiết diện mẫu trước và sau khi kéo, được tính cùng đơn vị đo.

d. Độ dai va đập: là khả năng vật liệu chịu được tải trọng va đập mà không bị phá hủy, ký hiệu là a_k và đơn vị đo là J/mm² hoặc kJ/m².

🔧 Lý tính

Là những tính chất của kim loại thể hiện qua các hiện tượng vật lý khi thành phần hóa học của kim loại đó không thay đổi.

Lý tính cơ bản của kim loại gồm có: khối lượng riêng, nhiệt độ nóng chảy, tính dẫn nở, tính dẫn nhiệt, tính dẫn điện và từ tính.

a. Khối lượng riêng: là khối lượng của 1 cm³ vật chất.

$$\gamma = \frac{m}{V} \quad (1.3)$$

Trong đó m : là khối lượng của vật chất.

V là thể tích của vật chất.

b. Tính nóng chảy: kim loại có tính chảy loãng khi bị đốt nóng và đông đặc lại khi làm nguội. Nhiệt độ ứng với lúc kim loại chuyển từ thể đặc sang thể lỏng hoàn toàn gọi là điểm nóng chảy. Điểm nóng chảy có ý nghĩa quan trọng trong công nghệ đúc, hàn.

c. Tính dẫn nhiệt: là tính truyền nhiệt của kim loại khi bị đốt nóng hoặc bị làm lạnh. Tính truyền nhiệt của kim loại giảm xuống khi nhiệt độ tăng và ngược lại khi nhiệt độ giảm xuống.

d. Tính giãn nở: là tính chất thay đổi thể tích khi nhiệt độ của kim loại thay đổi. Được đặc trưng bằng hệ số giãn nở.

e. Tính dẫn điện: là khả năng cho dòng điện đi qua của kim loại. So sánh tính dẫn nhiệt và dẫn điện ta thấy kim loại nào có tính dẫn nhiệt tốt thì tính dẫn điện cũng tốt và ngược lại.

f. Từ tính: là khả năng bị từ hóa khi được đặt trong từ trường. Sắt, coban, niken và hầu hết các hợp kim của chúng đều có tính nhiễm từ. Tính nhiễm từ của thép và gang phụ thuộc vào thành phần và tổ chức bên trong của kim loại.

🔧 Hóa tính

Là độ bền của kim loại đối với những tác dụng hóa học của các chất khác như: oxy, nước, axit... mà không bị phá hủy. Tính năng hóa học của kim loại có thể chia thành các loại sau:

a. Tính chịu ăn mòn: là độ bền của kim loại đối với sự ăn mòn của môi trường xung quanh.

b. Tính chịu nhiệt: là độ bền của kim loại đối với sự ăn của oxy trong không khí ở nhiệt độ cao.

c. Tính chịu axit: là độ bền của kim loại đối với sự ăn mòn của môi trường axit.

Tính công nghệ

Là khả năng thay đổi trạng thái của kim loại, hợp kim, tính công nghệ bao gồm các tính chất sau:

a. Tính đúc: được đặc trưng bởi độ chảy loãng, độ co và thiên tích.

Độ chảy loãng biểu thị khả năng điền đầy khuôn của kim loại và hợp kim. Độ chảy loãng càng cao thì tính đúc càng tốt.

Độ co càng lớn thì tính đúc càng kém.

b. Tính rèn: là khả năng biến dạng vĩnh cửu của kim loại khi chịu lực tác dụng bên ngoài mà không bị phá hủy.

Thép có tính rèn cao khi được nung nóng ở nhiệt độ phù hợp. Gang không có tính rèn vì giòn. Đồng, nhôm, chì có tính rèn tốt ngay cả ở trạng thái nguội.

c. Tính hàn: là khả năng tạo thành sự liên kết giữa các phần tử khi nung nóng chỗ hàn đến trạng thái chảy hay dẻo.

d. Tính cắt gọt: là khả năng kim loại gia công dễ hay khó, được xác định bằng tốc độ cắt gọt, lực cắt gọt và độ bóng bề mặt kim loại sau khi cắt gọt.

Một kim loại hay một hợp kim nào đó mặc dù có những tính chất rất quý nhưng tính công nghệ kém thì cũng khó được sử dụng rộng rãi vì khó chế tạo thành sản phẩm.

1.2 Hợp kim và những tính chất quan trọng của nó.

1.2.1 Hợp kim

Hợp kim là vật thể có chứa nhiều nguyên tố và mang tính chất kim loại. Nguyên tố chủ yếu trong hợp kim là nguyên tố kim loại.

1.2.2. Những tính chất quan trọng của hợp kim.

- Hợp kim thông thường dễ sản xuất hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có cơ tính cao hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có thể tạo ra những tính chất đặc biệt mà kim loại nguyên chất không thể có.
- Hợp kim thông thường có giá thành rẻ hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có tính công nghệ cao hơn so với kim loại nguyên chất và được thể hiện ở:

Tính dẻo: Khi sử dụng hợp kim cho tính dẻo cao, do đó khả năng biến dạng dẻo tốt, dễ dàng cho việc gia công áp lực.

Tính đúc: Khi sử dụng các hợp kim có thể thu được điều kiện nóng chảy thấp hơn kim loại nguyên chất, do đó tính chảy loãng cao nên có thể điền đầy các lòng khuôn phức tạp.

Tính cắt gọt tốt hơn.

Chính vì thế trong thực tế hầu như chỉ sử dụng hợp kim.

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày kim loại và những tính chất quan trọng của nó.
2. Trình bày Hợp kim và những tính chất quan trọng của nó.

Chương 2. NHIỆT LUYỆN

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về khái niệm về nhiệt luyện, các phương pháp nhiệt luyện, các dạng nhiệt luyện khác.

Mục tiêu:

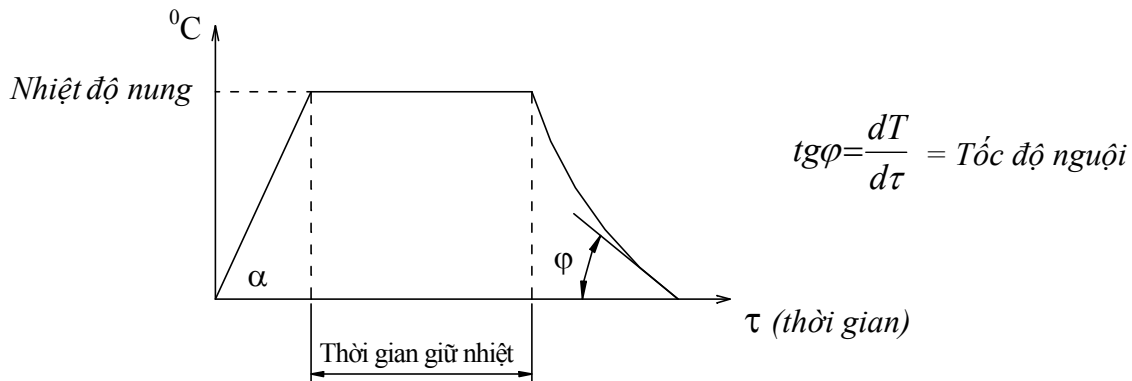
Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được khái niệm về nhiệt luyện.
- Trình bày được các phương pháp nhiệt luyện.
- Trình bày được các phương pháp hóa nhiệt luyện.

Nội dung chính:

2.1 Khái niệm về nhiệt luyện

Nhiệt luyện là phương pháp gia công kim loại bằng cách nung kim loại tới một nhiệt độ xác định, giữ nhiệt một thời gian sau đó làm nguội với tốc độ nguội xác định để thu được sản phẩm có tổ chức và cơ tính theo yêu cầu.



Hình 2.1. Đồ thị công nghệ tổng quát của nhiệt luyện

Các thông số của quá trình nhiệt luyện

Bao gồm ba thông số cơ bản sau:

- **Nhiệt độ nung:** là nhiệt độ lớn nhất mà sản phẩm được nung tới và giữ tại đó một khoảng thời gian xác định.

Ý nghĩa: quyết định sự hình thành tổ chức kim loại ban đầu do đó quyết định chất lượng và cấu trúc của tổ chức sau nhiệt luyện.

- **Thời gian giữ nhiệt:** là khoảng thời gian giữ sản phẩm ở nhiệt độ nung.

Ý nghĩa: quyết định sự đồng đều hoá về mặt tổ chức trong toàn bộ thể tích của sản phẩm ở nhiệt độ cao, qua đó đạt được sự đồng đều về cơ tính của sản phẩm.

Thời gian giữ nhiệt phụ thuộc vào khối lượng, kích thước và bản chất của vật liệu sản phẩm.

- **Tốc độ nguội:** là tốc độ giảm nhiệt độ của sản phẩm sau khi giữ nhiệt.

Ý nghĩa: quyết định sự hình thành các tổ chức khác nhau của sản phẩm sau nhiệt luyện và tạo ra tổ chức hạt phù hợp. ***Tốc độ nguội phụ thuộc vào mục đích của nhiệt luyện và bản chất của vật liệu sản phẩm.***

2.1.1 Mục đích của nhiệt luyện

- Làm tăng độ bền, độ cứng, tính chống mài mòn của chi tiết bằng thép (gang) mà vẫn bảo đảm yêu cầu về độ dẻo và độ dai. Do vậy có thể làm cho chi tiết chịu được tải trọng lớn hơn hoặc có thể làm nhỏ, gọn hơn, sử dụng được bền, lâu hỏng hơn.

2.2 Các phương pháp nhiệt luyện

2.2.1 Ủ

Định nghĩa và mục đích của ủ thép

* **Định nghĩa:** Ủ thép là phương pháp nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt rồi làm nguội chậm cùng với lò, để đạt được tổ chức ổn định theo giản đồ trạng thái với độ cứng thấp nhất và độ dẻo cao.

* **Đặc điểm:**

- Nhiệt độ ủ không quy định theo quy luật chung mà tùy thuộc vào từng phương pháp ủ
- Quá trình làm nguội tiến hành rất chậm, thường là để nguội cùng với lò (với tốc độ khoảng $10 \div 50^{\circ}\text{C/h}$) để Austenit phân hoá ở nhiệt độ A_1 cho ra Peclit.

* **Mục đích của ủ thép:**

- Làm giảm độ cứng (làm mềm) thép để dễ tiến hành gia công cắt gọt.
- Làm tăng độ dẻo dai để tiến hành dập, cán vào kéo thép ở trạng thái nguội.
- Làm giảm hay làm mất ứng suất bên trong sau các nguyên công gia công cơ khí (mài, quăn nguội, cắt gọt...) và đúc, hàn.
- Làm đồng đều thành phần hoá học trên toàn tiết diện của vật đúc thép bị thiên tích
- Làm nhỏ hạt thép nếu nguyên công trước làm hạt lớn
- Tạo tổ chức ổn định chuẩn bị cho nhiệt luyện kết thúc
- Cầu hoá Xementit để có tổ chức hạt khác với Xementit ở dạng tấm.

Với mục đích đa dạng như vậy thì không phương pháp ủ nào đạt được cả các mục tiêu trên. Thông thường mỗi phương pháp ủ chỉ đạt được một hoặc vài trong số các chỉ tiêu kể trên.

*** Phân loại**

Có nhiều phương pháp ủ. Theo chuyển biến pha $P \rightarrow \gamma$ khi nung nóng, người ta chia các phương pháp ủ thành 2 nhóm: ủ có chuyển biến pha và ủ không có chuyển biến pha.

*** Các phương pháp ủ không có chuyển biến pha:**

Các phương pháp ủ không có chuyển biến pha có nhiệt độ ủ thấp hơn Ac_1 , khi đó không xảy ra chuyển biến $P \rightarrow \gamma$.

+ Ủ thấp (ủ non):

- **Định nghĩa:** Ủ thấp là phương pháp ủ nung nóng thép tới nhiệt độ nhỏ hơn Ac_1 để không có chuyển biến pha xảy ra.

- Mục đích và đặc điểm: Ủ thấp có tác dụng làm giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong ở các vật đúc hay các sản phẩm thép qua gia công cơ khí.

- + Nếu ủ ở nhiệt độ thấp ($200 \div 300^{\circ}C$) chỉ có tác dụng làm giảm một phần ứng suất bên trong nhưng ở những nhiệt độ cao hơn ($450 \div 600^{\circ}C$) tác dụng khử bỏ ứng suất bên trong có thể hoàn toàn hơn.

- + Do làm nguội nhanh, không đều, do chuyển pha khi đúc, trong vật đúc tồn tại ứng suất bên trong. Đối với một số vật đúc có yêu cầu đặc biệt không cho phép tồn tại ứng suất dư. Để khử bỏ hoàn toàn ứng suất dư, người ta tiến hành nung nóng đến $450 \div 600^{\circ}C$

+ Ủ kết tinh lại:

- Định nghĩa: Ủ kết tinh lại là phương pháp ủ nung nóng thép tới nhiệt độ nhỏ hơn Ac_1 để không có chuyển biến pha xảy ra.

- Mục đích và đặc điểm: Ủ kết tinh lại được tiến hành cho các thép qua biến dạng nguội bị biến cứng cần khôi phục lại tính dẻo, độ cứng trước khi gia công cơ khí.

Nhiệt độ ủ kết tinh lại cho thép cacbon là từ $600 \div 700^{\circ}C$ tức là thấp hơn nhiệt độ Ac_1 . Loại ủ này làm thay đổi được kích thước hạt và giảm độ cứng, nhưng rất ít áp dụng cho thép vì khó tránh tạo nên hạt lớn.

Các phương pháp ủ có chuyển biến pha:

Các phương pháp ủ có chuyển biến pha có nhiệt độ ủ cao hơn Ac_1 , khi đó có xảy ra chuyển biến $P \rightarrow \gamma$.

+ Ủ hoàn toàn:

- Định nghĩa: Ủ hoàn toàn là phương pháp ủ gồm nung nóng thép tới trạng thái hoàn toàn Austenit, tức là phải nung cao hơn nhiệt độ Ac_3 hoặc Ac_{cm} .

- Mục đích và đặc điểm:

+ Làm nhỏ hạt. Nếu chỉ nung quá nhiệt độ Ac_3 khoảng $20 \div 30^\circ C$ ứng với nhiệt độ ủ trong khoảng $780 \div 860^\circ C$, hạt Austenit nhận được vẫn giữ được kích thước bé, sau đó làm nguội chậm có tổ chức Ferit + Peclit hạt nhỏ. Tổ chức này có độ dai tốt.

+ Làm giảm độ cứng và tăng độ dẻo, dễ cắt gọt và rập nguội. Do làm nguội chậm, Austenit phân hoá ra tổ chức Ferit + Peclit (tấm) có độ cứng trong khoảng $160 \div 200HB$, bảo đảm cắt gọt tốt và dẻo, dễ rập nguội. Như vậy nhiệt độ ủ hoàn toàn là $T_{\text{ủ hoàn toàn}}^0 = T_{Ac_3}^0 + (20 \div 30)^\circ C$.

Loại ủ này chỉ áp dụng cho thép trước cùng tích có hàm lượng cacbon lớn hơn hoặc bằng $0,3\%C$

+ Ủ không hoàn toàn:

- **Định nghĩa:** Là phương pháp ủ gồm nung nóng thép tới trạng thái chưa hoàn toàn là Austenit, nhiệt độ cao hơn Ac_1 nhưng thấp hơn Ac_3 hay Ac_{cm} .

- Mục đích và đặc điểm:

+ Làm giảm độ cứng đến mức có thể cắt gọt được, sự chuyển biến pha ở đây là không hoàn toàn chỉ có $P \rightarrow \gamma$ còn Ferit hoặc Xe_{II} vẫn còn (do vậy khi làm nguội không làm thay đổi kích thước hạt của 2 pha đó).

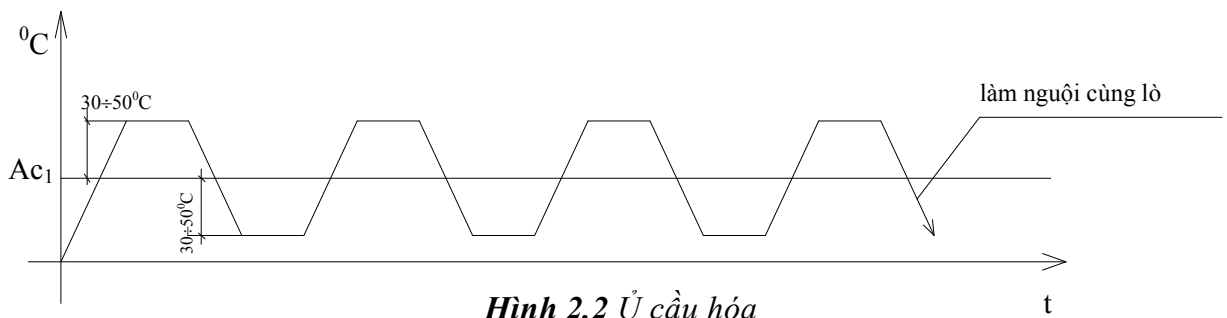
+ Đối với thép trước cùng tích, loại thép có yêu cầu độ dai cao vì không làm nhỏ được hạt Ferit nên không áp dụng dạng ủ này. Do vậy, ủ không hoàn toàn thường được áp dụng chủ yếu cho thép cùng tích và sau cùng tích với hàm lượng cacbon $\geq 0,7\%$.

+ Đối với thép có hàm lượng cacbon $\geq 0,7\%$ mà chủ yếu là thép cùng tích và sau cùng tích (thép có độ cứng khá cao, khó cắt gọt). Nếu tiến hành ủ hoàn toàn thép này, tổ chức nhận được là Peclit tấm, độ cứng có thể lớn hơn $220HB$ gây cho việc cắt gọt gặp khó khăn. Nếu tiến hành ủ không hoàn toàn, thì ở nhiệt độ nung do đạt được tổ chức Austenit và các phần tử Xe_{II} chưa tan hết nên khi làm nguội, các phần tử này như là những mầm giúp cho tạo nên Peclit hạt. Sau khi ủ không hoàn toàn, thép có tổ chức Peclit hạt với độ cứng thấp hơn (khoảng $200HB$) nên đảm bảo cắt gọt tốt hơn.

Vậy nhiệt độ ủ không hoàn toàn cho mọi thép cacbon là:

$$T_{\text{ũ.k.h.t}}^0 = T_{Ac1}^0 + (20 \div 30^0C)$$

Dạng đặc biệt của ủ không hoàn toàn là ủ cầu hoá, trong đó nhiệt độ nung dao động tuần hoàn trên dưới A_1 : nung đến $750 \div 770^0C$ rồi lại làm nguội xuống $650 \div 680^0C$, cứ thế trong nhiều lần. Với cách làm như vậy, không những cầu hoá được Xementit của Peclit mà cả Xe_{II} thường ở dạng lưới trong thép sau cùng tích.



Hình 2.2 Ủ cầu hóa

+ Ủ khuếch tán:

- **Định nghĩa:** Là phương pháp ủ gồm nung nóng thép đến nhiệt độ rất cao $1100 \div 1150^0C$ và giữ nhiệt trong nhiều giờ (khoảng $10 \div 15^h$)

- Mục đích và đặc điểm:

+ Tạo ra hạt quá lớn do nung lâu ở nhiệt độ cao, vì vậy chỉ áp dụng cho vật đúc trước khi gia công áp lực. Nếu không qua biến dạng dẻo để làm nhỏ hạt thì sau đó phải ủ lại bằng cách ủ hoàn toàn để làm nhỏ hạt.

+ Làm đều thành phần của thép do hiện tượng thiên tích gây ra. Cách ủ này áp dụng cho các thỏi đúc bằng thép hợp kim cao, thường có hiện tượng không đồng nhất về thành phần hoá học.

+ Ủ đẳng nhiệt:

- **Định nghĩa:** là phương pháp ủ gồm nung nóng thép tới nhiệt độ ủ (xác định theo là ủ hoàn toàn hay không hoàn toàn), giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh xuống dưới A_1 khoảng $50 \div 100^0C$ tùy theo yêu cầu về tổ chức nhận được.

- Mục đích và đặc điểm:

+ Việc giữ nhiệt lâu trong lò ở nhiệt độ dưới A_1 để Austenit phân hoá thành phần hỗn hợp Ferit + Xementit

+ Thời gian giữ nhiệt tùy thuộc vào tính ổn định Austenit quá nguội của thép ủ ở nhiệt độ giữ đẳng nhiệt (thường giữ hàng giờ)

+ Giảm độ cứng để thu được độ cứng thấp nhất ứng với tổ chức của Peclit.

2.2.2 Thường hóa

Thường hoá là phương pháp nhiệt luyện gồm nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn Austenit (cao hơn Ac_3 hoặc Ac_{cm}); giữ nhiệt rồi làm nguội tiếp theo trong không khí tĩnh (thường kéo ra để nguội ở trên sàn) để Austenit phân hoá thành Peclit phân tán hay Xoocbit với độ cứng tương đối thấp.

Nhiệt độ thường hoá là: $T_{th} = T^0 (Ac_3 \text{ hay } Ac_{cm}) + (20 \div 30)^{\circ}C$

Đặc điểm của thường hoá thép

- So với ủ thép, thường hoá kinh tế hơn do không phải làm nguội trong lò do vậy thường được áp dụng.

- Tốc độ nguội ngoài không khí tĩnh lớn hơn tốc độ nguội trong lò khi ủ, tốc độ nguội tăng tức là độ quá nguội ΔT càng lớn do vậy hạt thu được có kích thước nhỏ hơn so với khi ủ làm cho cơ tính được tăng lên.

- Tăng năng suất của quá trình công nghệ.

- Với thép sau cùng tích thì phá được lưới Xe_{II} và tạo ra tổ chức phù hợp trước khi nhiệt luyện kết thúc.

- Với thép có hàm lượng cacbon trung bình (%C = 0,35 ÷ 0,5%) thì thường hoá tạo ra tổ chức Peclit có độ cứng tương đối cao (24 ÷ 28HRC) nên có thể dùng làm nhiệt luyện kết thúc thay tôi và ram với chi tiết không quan trọng.

Các trường hợp áp dụng của thường hóa

Trên cơ sở phân tích các đặc điểm của thường hoá, ta có thể thấy sử dụng thường hoá có thể đạt được các mục đích yêu cầu sau:

- Đạt độ cứng thích hợp để gia công cắt gọt với thép cacbon thấp (%C ≤ 0,25%)

- Đối với thép có hàm lượng cacbon ≥ 0,3% thường tiến hành ủ còn đối với thép có hàm lượng cacbon thấp cần tiến hành thường hoá. Thép có hàm lượng cacbon thấp như vậy nếu đem ủ hoàn toàn sẽ cho độ cứng rất thấp (nhỏ hơn 140HB), thép dẻo, phoi khó gãy, quán

lấy dao, khi thường hoá sẽ cho độ cứng cao hơn (khoảng $140 \div 180\text{HB}$), thích hợp với các chế độ gia công cắt gọt.

Như vậy, để đảm bảo tính gia công cắt gọt, với thép có hàm lượng cacbon $\leq 0,25\%$ phải thường hoá, từ $0,3 \div 0,65\%$ cần ủ hoàn toàn và thép có hàm lượng $\geq 0,7\%$ cần ủ không hoàn toàn (hoặc ủ cầu hoá).

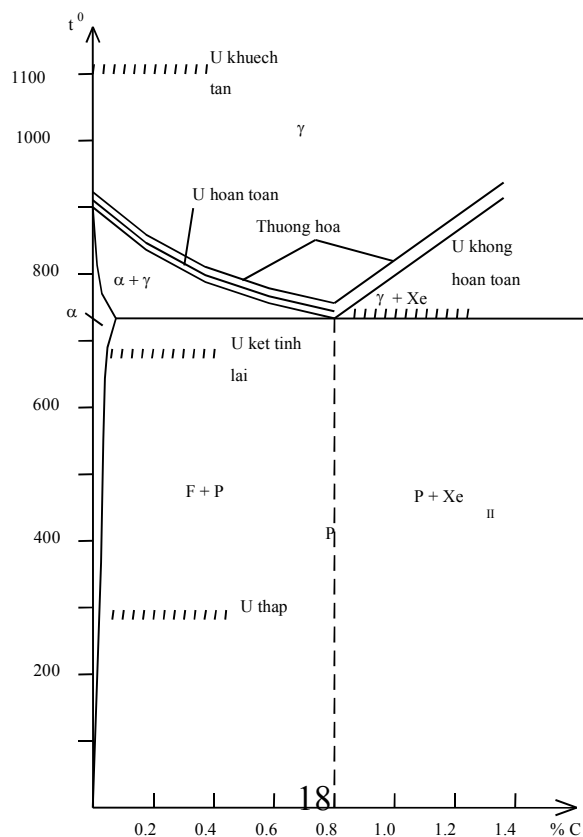
- Làm nhỏ Xementit để chuẩn bị cho nhiệt luyện kết thúc.

- Khi thường hoá tạo ra tổ chức Peclit phân tán hay Xementit có kích thước bé. Mặt khác, Xementit càng nhỏ biên giới hạt càng nhiều, do vậy khi Austenit hoá sẽ tạo ra nhiều mầm Austenit, nhận được hạt Austenit nhỏ mịn và chuyển biến xảy ra nhanh. Yêu cầu này rất cần thiết đối với trường hợp tôi bề mặt.

- Làm mất Xe_{II} ở dạng lưới của thép sau cùng tích.

Nhiều trường hợp sau khi làm nguội chậm sau khi ủ thép sau cùng tích hay bề mặt thép thấm cacbon, trong tổ chức xuất hiện Xe_{II} ở dạng lưới liên tục bao quanh Peclit làm thép rất giòn và ảnh hưởng đến độ nhẵn bóng khi gia công cắt gọt. Thường hoá có thể khắc phục được trạng thái này, do làm nguội nhanh hơn, Xementit không kịp tiết ra ở dạng liên nhau mà ở dạng đứt rời, cách xa nhau làm thép ít giòn hơn, bề mặt đạt được độ nhẵn bóng cao hơn.

Nhiệt độ ủ và thường hoá thép theo giản đồ trạng thái



Hình 2.3 Nhiệt độ ủ và thường hóa của thép

2.2.3 Tôi

Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện nung thép lên cao quá nhiệt độ tới hạn (A_{c1}) để làm xuất hiện tổ chức Austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh thích hợp để Austenit chuyển biến thành Mactenxit hay các tổ chức không ổn định khác với độ cứng (như Bainit, Trustit khi tôi đẳng nhiệt) và tính chống mài mòn cao.

*** Đặc điểm**

- Phải làm nguội trong các môi trường có tốc độ nguội phù hợp ($v_{ng} \geq v_{ng,tới hạn}$)
- Tổ chức thu được sau khi tôi là tổ chức không ổn định nên phải kết hợp với ram để tạo tổ chức ổn định hơn.
- Do tốc độ nguội nhanh, đồng thời xảy ra chuyển biến Mactenxit nên chi tiết sau khi tôi dễ tồn tại biến dạng và ứng suất dư.
- Độ cứng của sản phẩm sau khi tôi phụ thuộc vào hàm lượng cacbon trong thép và tốc độ nguội (môi trường hay phương pháp làm nguội).

*** Mục đích của tôi thép**

- Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn của thép do đó kéo dài được thời gian làm việc của các chi tiết chịu mài mòn. Độ cứng của thép tôi phụ thuộc vào lượng cacbon. Thép có lượng cacbon quá thấp $\leq 0,25\%$ khi tôi có độ cứng không cao, không đủ chịu mài mòn. Vậy, muốn đạt được mục đích này thép tôi phải có hàm lượng cacbon trung bình và cao từ 0,3% cacbon trở lên.
 - Nâng cao độ bền do đó nâng cao được sức chịu tải của chi tiết máy. Nhờ tính chất này mà người ta tiến hành tôi thép cho các chi tiết máy quan trọng (chịu tải nặng, chống mòn và gãy), các chi tiết quyết định khả năng làm việc lâu dài của máy. Nguyên công tôi thép đóng vị trí quan trọng đặc biệt trong nhiệt luyện vì các lý do sau:
 - + Quyết định cơ tính của thép phù hợp với điều kiện làm việc do vậy quyết định tuổi thọ của chi tiết máy.
 - + Là một trong những nguyên công cuối cùng, chi tiết đã ở dạng thành phẩm.
- Các mục đích nêu trên chỉ đạt được bằng sự kết hợp với ram tiếp theo.

🚦 Tốc độ tôi tới hạn

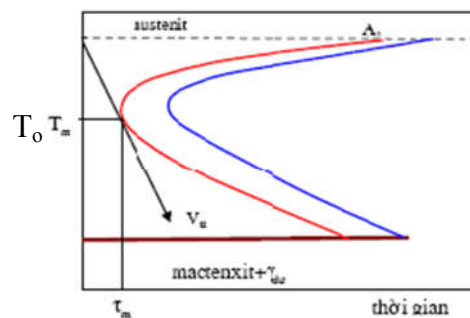
- **Định nghĩa:** Là tốc độ nguội nhỏ nhất cần thiết để Austenit chuyển biến thành Mactenxit với từng loại thép khác nhau.

$$v_{ng.tới hạn} = \frac{Ar_1 - T_o}{t_{g,h}} (^{\circ}C/s)$$

Ar_1 : nhiệt độ tới hạn dưới của thép

T_o : nhiệt độ ứng với Austenit quá nguội kém ổn định nhất

T_{gh} : thời gian kém ổn định nhất của Austenit



Hình 2.4 Tốc độ tới hạn của thép

Ý nghĩa của tốc độ tới hạn:

+ Tốc độ tới hạn của thép càng nhỏ thép càng dễ tôi cứng vì lúc đó chỉ cần dùng các môi trường nguội chậm cũng đủ để đạt độ cứng.

+ Tốc độ tới hạn của các thép khác nhau cũng khác nhau.

Tốc độ tới hạn phụ thuộc vào vị trí của đường cong chữ "C" hay là tính ổn định của Austenit quá nguội. Tính ổn định của Austenit quá nguội càng lớn, đường cong chữ "C" dịch sang phải càng nhiều, tốc độ tới hạn càng nhỏ.

Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ tới hạn: Mọi yếu tố làm tăng tính ổn định của austenit quá nguội (τ_{gh}) đều làm giảm v_{th} . Mặt khác các yếu tố giúp cho sự tạo nên hỗn hợp Ferit – Xementit đều làm giảm tính ổn định của austenit và làm tăng v_{th} . Các yếu tố đó là:

1. Sự đồng nhất của austenit. Austenit có thành phần cacbon càng đồng nhất thì càng dễ biến thành Mactenxit. Khi austenit có thành phần cacbon phân bố không đều thì dễ tạo thành hỗn hợp Ferit – Xementit hơn, trong đó vùng có cacbon cao dễ biến thành

Xementit, vùng có cacbon thấp dễ biến thành Fêrit. Nâng cao nhiệt độ tôi tạo cho austenit đồng đều về thành phần cacbon sẽ nâng cao tính ổn định của austenit quá nguội.

2. Các phần tử rắn chưa tan hết vào austenit khi nung nóng như các phần tử cacbit - Xementit, làm khó khăn cho chuyển biến austenit - Mactenxit, do đó làm tăng v_{th} .

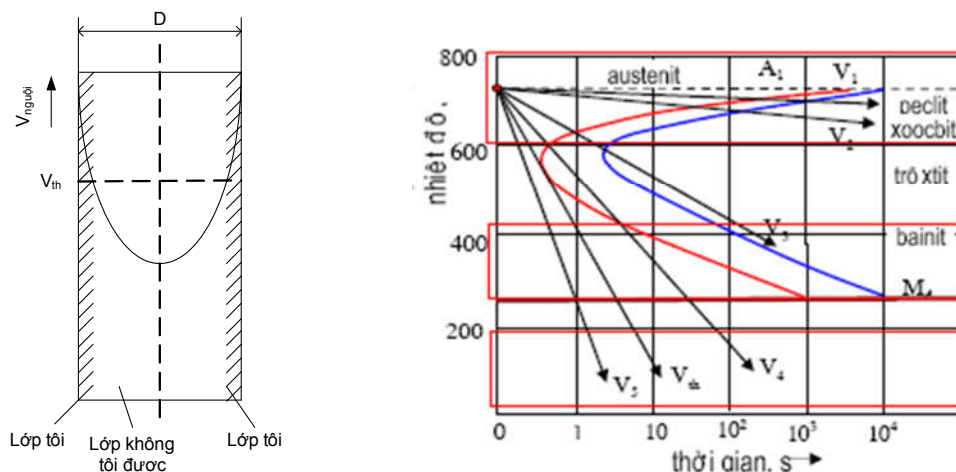
3. Kích thước hạt austenit – như đã biết khi chuyển biến Peclit, mầm đầu tiên sinh ra ở biên giới hạt austenit, do vậy hạt austenit nhỏ với tổng biên giới hạt lớn sẽ thúc đẩy chuyển biến thành Peclit và khó chuyển biến Mactenxit. Vì thế mặc dầu hạt austenit to tạo nên các sản phẩm có tính dòn cao, nhưng tốc độ tôi tới hạn nhỏ hơn.

4. Thành phần hợp kim của austenit. Như đã trình bày sơ bộ ở trên, austenit càng chứa nhiều nguyên tố hợp kim tính ổn định của nó càng tăng, v_{th} càng nhỏ. Do vậy thép hợp kim có v_{th} nhỏ hơn so với thép cacbon. Lượng cacbon trong austenit cũng ảnh hưởng tới v_{th} . Khi tăng hàm lượng cacbon v_{th} giảm đi, tới 0.8 – 1.0%C vẫn đạt đến giá trị nhỏ nhất, sau đó v_{th} lại tăng lên.

Độ thấm tôi của thép

Trong quá trình làm nguội khi tôi, tốc độ nguội không thể đều nhau trên toàn bộ tiết diện của chi tiết thép: bao giờ bề mặt cũng nguội nhanh hơn ở lõi, tùy thuộc vào tốc độ nguội trên tiết diện thép có thể nhận được các tổ chức khác nhau. Hiện tượng thường gặp là từ bề mặt tới chiều sâu nhất định có tổ chức Mactenxit cứng, phần lõi có tổ chức Trustit, Xoocbit mềm hơn.

Độ thấm tôi là chiều dày của lớp tôi cứng có tổ chức Mactenxit và Mactenxit + Trustit



Hình 2.5 Độ thấm tôi và tổ chức thép phụ thuộc tốc độ nguội

Giả sử chi tiết thép hình trụ tròn có đường kính D , khi làm nguội tốc độ nguội phân bố trên đường kính tiết diện có dạng hình chữ V. Chỉ có lớp bề mặt với chiều dày nhất định có tốc độ nguội lớn hơn tốc độ nguội tới hạn mới được tôi cứng.

Vậy yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ thấm tôi là tốc độ tôi tới hạn, rõ ràng bằng cách nào đó tính ổn định của austenit quá nguội tăng lên, đường cong chữ “C” dịch sang phải dẫn đến làm hạ thấp v_{th} , do đó làm tăng độ thấm tôi. Trong trường hợp tốc độ tôi tới hạn của thép quá nhỏ bé hơn cả tốc độ nguội của lõi, thì cả lõi cũng được tôi cứng thành Mactenxit, lúc đó toàn tiết diện có tổ chức Mactenxit, hiện tượng đó gọi là tôi thấu. Ngược lại có trường hợp tốc độ tôi tới hạn quá lớn ngay cả tốc độ nguội nhanh ở bề mặt cũng không đạt được tổ chức Mactenxit do đó toàn bộ chi tiết không được tôi.

Như vậy mọi yếu tố làm giảm tốc độ tôi tới hạn (hợp kim hóa, làm đồng đều austenit) đều làm tăng độ thấm tôi. Yếu tố thứ hai ảnh hưởng đến độ thấm tôi là tốc độ làm nguội, tức là tùy thuộc vào khả năng làm nguội nhanh hay chậm của môi trường tôi đã chọn. Rõ ràng khi làm nguội nhanh hơn tốc độ nguội ở bề mặt và ở lõi đều tăng lên đường phân bố theo tốc độ nguội sẽ nâng lên, như vậy độ thấm tôi cũng được tăng lên tương ứng (tốc độ nguội nhanh hay chậm không ảnh hưởng gì đến tốc độ tôi tới hạn). Tuy nhiên không thể quá lạm dụng yếu tố này để tăng độ thấm tôi bởi vì làm nguội quá nhanh dẫn tới làm tăng mạnh ứng suất bên trong gây ra nứt cong vênh.

Cách xác định độ thấm tôi

Trong thực tế rất khó xác định chiều dày lớp thấm tôi bằng chiều dày của lớp chỉ có Mactenxit, mà thường được tính bằng chiều dày từ bề mặt đến lớp có tổ chức nửa Mactenxit (50%M + 50%T), vì tổ chức này dễ phát hiện bằng phương pháp kim tương hoặc bằng cách đo độ cứng của tổ chức nửa Mactenxit ở các thép có thành phần cacbon khác nhau.

Ý nghĩa của độ thấm tôi

Độ thấm tôi có ý nghĩa rất quan trọng đối với thép bởi vì nó quyết định khả năng hóa bền thép bằng nhiệt luyện tôi + ram.

Như đã biết, độ bền của thép đạt được giá trị cao nhất chỉ ở trạng thái sau khi tôi và ram. Nếu sau tôi, lớp được tôi cứng quá mỏng, chỉ chiếm một phần nhỏ của tiết diện thì hiệu quả hóa bền kể trên không đáng là bao nhiêu, độ bền của chi tiết tăng lên rất ít so với trước khi tôi. Nhưng nếu sau khi tôi toàn bộ hay phần lớn tiết diện được tôi cứng thì hiệu quả hóa bền tăng lên rõ rệt.

Độ thấm tôi có ý nghĩa đặc biệt đối với thép kết cấu là loại thép để chế tạo các chi tiết máy, yêu cầu chủ yếu của nó là cần độ bền cao. Đối với một chi tiết quan trọng, chịu tải trọng lớn cần chế tạo bằng thép có độ thấm tôi lớn để tôi thấu, nhằm đạt độ bền cao đồng đều trên toàn tiết diện.

Đối với một số trường hợp lại không yêu cầu tôi thấu. Ví dụ: đối với dụng cụ cắt gọt như taro, khoan, dũa... cần lõi có độ dẻo nhất định để tránh gãy khi va đập do vậy dùng thép có độ thấm tôi thấp lại có lợi. Hiện nay có khuynh hướng dùng thép có độ thấm tôi thấp để chế tạo chi tiết cần lõi dẻo dai và làm giảm sự thay đổi thể tích khi tôi.

Cách xác định nhiệt độ tôi

Khi tôi thép ta phải nung lên quá nhiệt độ Ac_1 , tuy nhiên đối với thép có hàm lượng cacbon khác nhau, cách xác định nhiệt độ tôi cũng khác nhau.

Đối với thép cacbon có tổ chức tế vi phù hợp với giản đồ trạng thái Fe – C, xác định nhiệt độ tôi theo các điểm tới hạn của nó.

1. Đối với thép trước cùng tích và cùng tích ($\leq 0.8\%C$)

Với thép trước cùng tích không thể chỉ nung cao hơn Ac_1 thấp hơn Ac_3 , bởi vì khi đó thép có tổ chức Ferit + austenit, khi làm nguội nhanh ngoài Mactenxit ra vẫn còn Ferit. Ferit là pha mềm do đó độ cứng của thép tôi không đạt được giá trị cao nhất, tạo ra điểm mềm không có lợi cho độ bền và tính chống mài mòn. Khi tôi hoàn toàn ($t_{tôi}^0 > Ac_3$) tất cả Ferit hòa tan hết vào austenit, do đó sau khi tôi thép chỉ có Mactenxit và không có Ferit, độ cứng sẽ đạt được là giá trị cao nhất.

Vì vậy nhiệt độ tôi lấy cao hơn Ac_3 , tức nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là austenit. Cách tôi này gọi là tôi hoàn toàn.

$$t_{tôi}^0 = Ac_3 + (30 \div 50)^0C$$

Như vậy nhiệt độ tôi của thép hoàn toàn phụ thuộc vào điểm Ac_3 . Lượng cacbon tăng lên từ 0,1 đến 0,8% nhiệt độ tôi giảm đi.

2. Đối với thép sau cùng tích ($> 0,8\%C$)

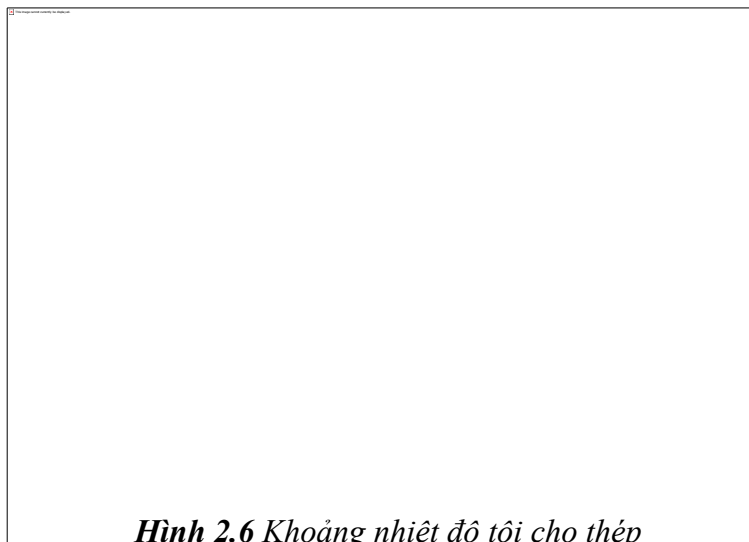
Với thép sau cùng tích không nung cao quá Ac_m , bởi vì thép này có thành phần cacbon cao ($> 0,8\%C$), khi nung quá Ac_m tất cả Xe_{II} hòa tan hết vào austenit làm cho pha này có lượng cacbon cao (bằng lượng cacbon của thép), khi làm nguội nhanh được Mactenxit với hàm lượng cacbon cao, thể tích riêng lớn và do đó còn lại nhiều austenit dư. Như vậy mặc dầu Mactenxit trong cách tôi này có độ cứng cao nhất, nhưng độ cứng chung của thép tôi (gồm Mactenxit và austenit dư) lại thấp hơn quá nhiều. Cách tôi như vậy không

đạt yêu cầu về độ cứng. Mặt khác nung thép quá Ac_{cm} tức phải nung tới nhiệt độ cao (đường SE dốc hơn GS) sẽ làm hạt austenit lớn (gây cho thép tôi dòn), oxy hóa và thoát cacbon ở bề mặt. Khi nung cao hơn Ac_1 nhưng thấp hơn Ac_{cm} thép này, ở trạng thái nung thép có tổ chức austenit với lượng cacbon khoảng 0,85%C và Xe_{II} , khi làm nguội được Mactenxit chứa 0,85%C có thể tích riêng không quá lớn do vậy lượng austenit dư không quá nhiều. Tổ chức nhận được sau khi tôi gồm $M + Xe_{II} +$ ít austenit dư, có độ cứng chung cao nhất khoảng 62-65HRC. Ở đây, Xe_{II} còn có độ cứng cao hơn M chút ít, hơn nữa Xe_{II} do chưa hòa tan hết vào austenit nên tồn tại ở dạng hạt nhỏ phân bố đều lại làm tăng tính chống mài mòn.

Như vậy nhiệt độ tôi lấy cao hơn Ac_1 nhưng thấp hơn Ac_{cm} , tức nung tới trạng thái không hoàn toàn austenit: austenit + xementit II. Cách tôi này gọi là tôi không hoàn toàn.

$$t_{tôi}^0 = Ac_1 + (30 \div 50)^{\circ}C$$

Do vậy thép sau cùng tích đều có nhiệt độ tôi giống nhau, không phụ thuộc vào thành phần cacbon.



Hình 2.6 Khoảng nhiệt độ tôi cho thép

Đối với thép hợp kim thấp (tổng lượng nguyên tố hợp kim khoảng 1 – 2%) nhiệt độ tôi giống như thép cacbon có hàm lượng cacbon tương đương.

Đối với thép hợp kim trung bình và cao (tổng lượng nguyên tố hợp kim > 5%) có tổ chức tế vi không phù hợp với giản đồ trạng thái Fe - C. Nhiệt độ tôi của các thép đó phải tra ở các sổ tay nhiệt luyện.

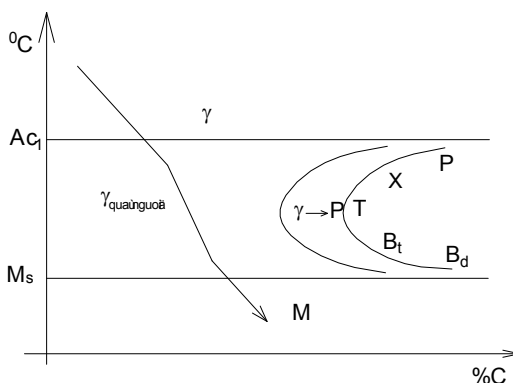
Môi trường tôi

Yêu cầu với môi trường tôi

- Môi trường tôi phải tạo được chuyển biến Mactenxit. Muốn vậy, môi trường tôi phải có khả năng làm nguội thép với tốc độ lớn hơn hay bằng tốc độ tôi hạn.

- Giảm được tốc độ chuyển biến để tránh biến dạng và ứng suất dư. Làm nguội chậm thép ở trong khoảng nhiệt độ trên 600°C và dưới 500°C đặc biệt là trong khoảng nhiệt độ chuyển biến Mactenxit (dưới 300°C), tốc độ nguội càng chậm càng tốt vì chuyển biến này gây ra ứng suất tổ chức lớn. Đạt được yêu cầu này sẽ đảm bảo thép tôi không bị nứt và ít cong vênh.

Điều kiện làm nguội lý tưởng nhất được mô tả trên hình vẽ sau:



Hình 2.7. Điều kiện làm nguội lý tưởng

Để thu được tổ chức Mactenxit và tránh tạo ứng suất dư ta cần chú ý là trong khoảng $550 \div 650^{\circ}\text{C}$ nên làm nguội nhanh và khoảng $200 \div 300^{\circ}\text{C}$ cần làm nguội chậm.

- Ngoài 2 yêu cầu quan trọng bên trên, cần chú ý các yêu cầu khác đối với môi trường tôi như: dễ kiểm, sử dụng an toàn, không có tương tác hóa học, điện hóa, có độ bám vào bề mặt cao để môi trường tiếp xúc đều với chi tiết.

Một số môi trường nguội hay dùng

* Nước:

- Đặc điểm:

- + Là môi trường tôi dễ kiểm, rẻ tiền và an toàn
- + Có tốc độ nguội nhanh
- + Dễ phá áo hơi và độ linh động cao
- + Dễ gây nứt, cong vênh do tốc độ nguội ở vùng chuyển biến Mactenxit lớn

- **Phạm vi áp dụng:** Dùng tôi cho thép cacbon (%C trung bình) và những chi tiết đơn giản.

* Dầu:

- Đặc điểm:

- + Lớp màng hơi của dầu ổn định do đó tốc độ nguội chậm hơn so với nước.
 - + Độ linh động kém và áo hơi khó phá hủy
 - + Môi trường tôi ít an toàn, dễ cháy
- Dầu thường dùng là dầu mazut, dầu máy

- **Phạm vi áp dụng:** Dùng tôi thép có hàm lượng cacbon cao, thép hợp kim trung bình với tư cách là môi trường tôi thứ hai.

*** Muối nóng chảy:**

- Đặc điểm:

- + Tránh được hiện tượng oxi hóa thép
- + Tạo tốc độ nguội ổn định nhưng tốc độ nguội chậm
- + Độc hại và dễ nổ

- **Phạm vi áp dụng:** Dùng tôi thép hợp kim cao

Các phương pháp tôi thông thường

*** Tôi một môi trường:**

- **Định nghĩa:** Là quá trình tôi mà chi tiết chỉ được làm nguội trong một môi trường duy nhất (đường (1))

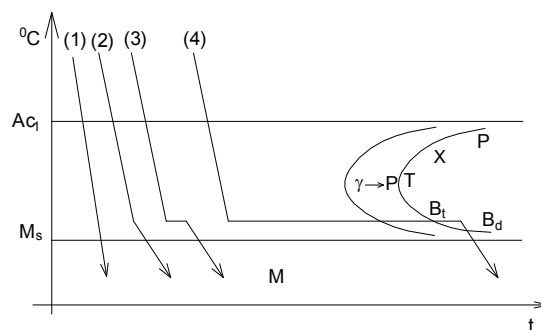
- Đặc điểm:

- + Đơn giản, dễ thao tác
- + Không hạn chế được tốc độ nguội khi có chuyển biến M do đó chi tiết dễ bị biến dạng và nứt

- **Phạm vi áp dụng:** Do các đặc điểm trên mà tôi một môi trường chỉ áp dụng cho các chi tiết không quan trọng, kết cấu đơn giản.

*** Tôi 2 môi trường:**

- **Định nghĩa:** Là quá trình tôi mà chi tiết được làm nguội trong 2 môi trường có tốc độ nguội khác nhau. Môi trường 2 có tốc độ nguội chậm hơn môi trường 1 (đường (2))



Hình 2.8 Các phương pháp tôi thường gặp

- Đặc điểm:

+ Lợi dụng được ưu điểm của 2 môi trường tôi. Lúc đầu khi còn ở nhiệt độ cao, thép được làm nguội ở môi trường có tốc độ nguội mạnh, sau đó khi gần đến nhiệt độ chuyển biến M thép được chuyển sang làm nguội trong môi trường có tốc độ nguội bé hơn. Chuyển biến M xảy ra trong môi trường nguội chậm nên giảm bớt ứng suất bên trong, ít nứt. Đây là cách tôi thích hợp cho thép cacbon (đặc biệt cho thép cacbon cao) vừa bảo đảm đạt độ cứng, vừa ít xảy ra biến dạng, nứt.

+ Khó xác định được thời điểm chuyển chi tiết từ môi trường một sang môi trường hai. Thời điểm chuyển môi trường tốt nhất là khi thép có nhiệt độ cao hơn M_s khoảng 100°C . Nếu chuyển quá sớm, thép bị nguội trong môi trường hai có v_{ng} nhỏ sẽ dễ không đạt được độ cứng yêu cầu, nếu chuyển quá muộn, chuyển biến M sẽ xảy ra ở ngay trong môi trường một, ứng suất bên trong lớn, gây biến dạng và nứt.

- Phạm vi áp dụng:

Do các đặc điểm của tôi 2 môi trường mà để thực hiện nó phải đòi hỏi công nhân có tay nghề cao (xác định thời điểm chuyển môi trường), khó cơ khí hóa, thường áp dụng cho sản xuất từng loại nhỏ hoặc đơn chiếc.

*** Tôi phân cấp:**

- Định nghĩa: Là quá trình tôi sử dụng môi trường làm nguội là một loại muối nóng chảy ở nhiệt độ lớn hơn M_d ; $T^0 = M_d + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$. Thép được làm nguội và giữ đẳng nhiệt trong một thời gian nhất định để đạt được nhiệt độ của môi trường muối nóng chảy, sau đó chuyển sang môi trường không khí làm nguội chậm để tạo chuyển biến Mactenxit (đường (3))

- Đặc điểm:

+ Ứng suất bên trong thấp do quá trình nguội được chia làm 2 cấp nên chênh lệch nhiệt độ giữa lõi và bề mặt thấp, chuyển biến Mactenxit xảy ra với tốc độ nguội rất chậm.

+ Có thể tiến hành nắn, sửa cong vênh trong các đồ gá đặc biệt khi làm nguội thép ở trong không khí từ nhiệt độ "phân cấp".

+ Không áp dụng được cho các chi tiết có tiết diện lớn vì môi trường làm nguội có nhiệt độ cao $(300 \div 500)^{\circ}\text{C}$ khả năng làm nguội chậm nên với chi tiết có tiết diện lớn khó đạt đến v_{th}

+ Môi trường muối nóng chảy dễ bị nổ, gây mất an toàn và rất độc hại

- Phạm vi áp dụng: Các dụng cụ bằng thép hợp kim với tính ổn định của γ quá nguội lớn ($v_{t,h}$ nhỏ) có tiết diện bé.

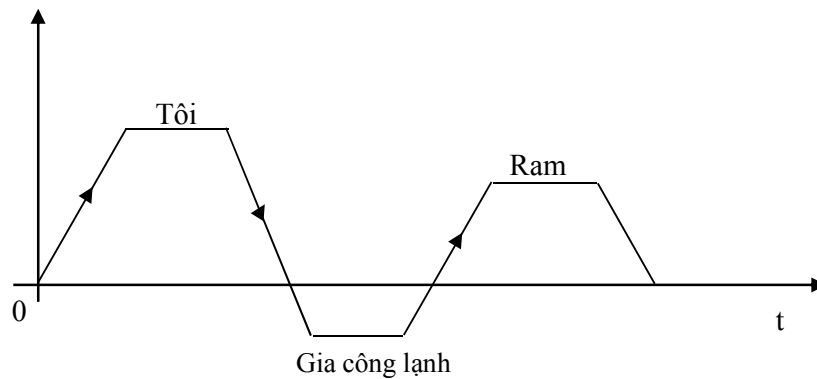
*** Tôi đẳng nhiệt:**

- **Định nghĩa:** là quá trình tôi cũng dùng môi trường muối nóng chảy, giữ chi tiết trong muối một thời gian để γ phân hóa hoàn toàn thành F + Xe có độ cứng tương đối cao và độ dai tốt (thường giữ đẳng nhiệt ở $250^0 \div 400^0\text{C}$ để được Bainit) (đường (4)).

- Đặc điểm:

+ Tổ chức sau tôi là Bainit, có độ cứng nhỏ hơn M sau khi tôi đẳng nhiệt, không cần ram

+ Với thép cacbon và hợp kim cao, sau khi tôi phải tiến hành gia công lạnh nhằm mục đích chuyển biến Mactenxit hoàn toàn.



Hình 2.9 Tôi đẳng nhiệt

- **Phạm vi áp dụng:** Chỉ áp dụng cho các thép hợp kim có tính ổn định của γ quá nguội lớn và với tiết diện nhỏ. Do tạo nên tổ chức tấm không tốt nên phạm vi áp dụng của tôi đẳng nhiệt bị hạn chế. Có thể áp dụng cho một số chi tiết và dụng cụ có dạng tấm mỏng.

*** Tôi bộ phận:**

- **Định nghĩa:** Là phương pháp tôi mà chỉ có một phần chi tiết được tôi cứng tức là có chuyển biến M.

- Các cách thực hiện: Có 2 cách tôi bộ phận.

+ **Nung nóng bộ phận:** Chỉ nung nóng phần cần tôi cứng đến nhiệt độ tôi, sau đó làm nguội bình thường trong môi trường tôi thích hợp, phần được nung nóng sẽ được tôi cứng, các phần còn lại vẫn đảm bảo độ dẻo.

+ **Nung nóng toàn bộ, làm nguội bộ phận (tôi tự ram):** Nung nóng toàn bộ chi tiết lên đến nhiệt độ tôi, nhưng chỉ làm nguội bằng môi trường tôi thích hợp những phần cần cứng.

- **Phạm vi áp dụng:** Thường áp dụng để tôi các chi tiết như lưỡi cưa, đục hay đầu mút xupáp của động cơ.

***Gia công lạnh:**

Với nhiều thép dụng cụ hợp kim, do lượng cacbon và lượng NTHK cao, điểm M_k hạ thấp dưới 0°C , nếu tôi trong các môi trường tôi thông thường thì hiệu quả hóa bền không cao nên ngay lập tức phải đem thép làm lạnh đến nhiệt độ âm trong các thiết bị lạnh, gia công lạnh phải tiến hành ngay sau khi tôi vì để lâu ở nhiệt độ thường sẽ làm ổn định hóa γ , hiệu quả sẽ kém.

2.2.4 Ram

Ram là phương pháp nhiệt luyện nung thép đã tôi có tổ chức Mactenxit và Austenit dư lên đến các nhiệt độ thấp hơn Ac_1 giữ nhiệt một thời gian và làm nguội theo yêu cầu để Mactenxit và Austenit dư phân hóa thành các tổ chức thích hợp phù hợp với điều kiện làm việc.

*** Mục đích:** Sau khi tôi thép đạt được độ cứng cao, độ dẻo và độ dai thấp và tồn tại nhiều ứng suất bên trong. Với trạng thái như vậy, tuy có tính chống mài mòn tốt nhất thép dễ bị phá hủy giòn. Vì vậy, sau khi tôi đạt tổ chức Mactenxit, phải tiến hành nung lại để giảm bớt độ cứng, tăng độ dẻo, độ dai, giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong, làm cơ tính của thép phù hợp với điều kiện làm việc của chi tiết hay dụng cụ.

Chú ý: Nhiệt độ ram không được $\geq Ac_1$ vì lúc đó sẽ xuất hiện γ và phụ thuộc vào tốc độ nguội tiếp theo. Yếu tố quyết định tổ chức và do đó quyết định cơ tính của thép ram là nhiệt độ, thời gian giữ nhiệt khi ram. Do vậy, với mục đích là làm giảm hoặc mất ứng suất dư, biến tổ chức $M + \gamma$ dư sau khi tôi thành các tổ chức khác có độ dẻo và độ dai cao hơn nhưng độ cứng và độ bền phù hợp thì ram có thể coi là nguyên công nhiệt luyện cuối cùng, chỉ áp dụng cho thép đã tôi.

*** Các phương pháp ram**

Đối với thép cacbon và thép hợp kim thấp, theo nhiệt độ ram và tổ chức tạo thành người ta chia thành 3 loại ram: ram thấp, ram trung bình và ram cao.

+ Ram thấp

- **Định nghĩa:** là phương pháp nung thép đã tôi trong khoảng $150 \div 250^\circ\text{C}$ để tổ chức đạt được là M_{ram} .

- **Mục đích:** làm giảm ứng suất dư trong M, do tiết một phần cacbon ra khỏi M. Độ cứng giảm đi rất ít ($1 \div 3\text{HRC}$).

- **Phạm vi áp dụng:** Các sản phẩm chịu ram thấp sau khi tôi là các chi tiết và dụng cụ cần độ cứng và tính chống mài mòn cao: dao cắt kim loại, khuôn dập nguội, dụng cụ đo, vòng bi.

+ **Ram trung bình**

- **Định nghĩa:** Là phương pháp nung thép đã tôi trong khoảng $300 \div 450^{\circ}\text{C}$ để tổ chức thu được là T_{ram} .

- **Mục đích:** Làm giảm gần như toàn bộ ứng suất dư, tiết cacbon ra khỏi M tuy nhiên độ cứng của thép vẫn còn khá cao, giới hạn đàn hồi đạt được giá trị cao nhất, độ dẻo, độ dai tăng lên.

- **Phạm vi áp dụng:** Các sản phẩm cần ram trung bình sau khi tôi thường là các chi tiết yêu cầu có tính đàn hồi cao như lò xo, nhíp, dụng cụ cần độ dai cao như khuôn dập nóng, khuôn rèn.

+ **Ram cao**

- **Định nghĩa:** Là phương pháp nung thép đã tôi trong khoảng $500 \div 650^{\circ}\text{C}$ để tổ chức thu được là X_{ram} .

- **Mục đích:** Độ cứng của thép tôi giảm mạnh, ứng suất bên trong bị triệt tiêu, độ bền giảm đi, còn độ dẻo, độ dai tăng lên mạnh.

- **Phạm vi áp dụng:** Tôi và ram cao còn được gọi là nhiệt luyện hóa tốt nên thường được áp dụng để chế tạo các chi tiết có yêu cầu về cơ tính tổng hợp cao, chính vì thế nhiệt luyện hóa tốt thường được áp dụng cho các chi tiết chịu va đập như trục khuỷu, trục truyền lực, thanh truyền, xupáp nạp, bánh răng...Thép dùng để nhiệt luyện hóa tốt thường có hàm lượng cacbon trong khoảng $0,3 \div 0,5\%$.

2.3 Các dạng nhiệt luyện khác

2.3.1 Tôi bề mặt

Tôi bề mặt là phương pháp chỉ tôi bề mặt thép, phần lõi vẫn giữ nguyên cơ tính tổng hợp cao.

+ Nguyên lý

Có nhiều phương pháp tôi bề mặt song song chúng đều dựa trên nguyên lý chung là nung nóng thật nhanh bề mặt với chiều sâu nhất định lên đến nhiệt độ tôi, trong khi đó phần lớn tiết diện không được nung nóng, khi làm nguội nhanh tiếp theo chỉ có bề mặt được tôi

cứng còn lõi không được tôi vẫn đảm bảo mềm, dẻo. Có thể nung nóng nhanh bề mặt bằng các phương pháp sau:

- Nung nóng bằng dòng điện cảm ứng có tần số cao
- Nung nóng bằng ngọn lửa của hỗn hợp khí $C_2H_2 + O_2$
- Nung nóng bằng tiếp xúc giữa 2 phần giáp nhau khi có dòng điện chạy qua
- Nung nóng trong chất điện phân

Các phương pháp tôi bề mặt

- Phương pháp tôi bề mặt bằng dòng điện có tần số cao

- Nguyên lý:

Khi một chi tiết kim loại đặt trong từ trường biến thiên sẽ sinh ra sức điện động cảm ứng nên trong chi tiết sẽ có dòng điện cảm ứng cùng tần số. Nhờ tính chất này người ta dùng dòng điện có tần số cao hàng nghìn đến hàng chục vạn Hz nên dòng cảm ứng cũng có tần số cao như vậy. Đặc tính nổi bật của dòng điện cảm ứng có tần số cao là nó có mật độ lớn nhất ở bề mặt và giảm nhanh về phía lõi vật dẫn, nhờ đó có khả năng nung nóng nhanh bề mặt lên đến nhiệt độ tôi. Chiều sâu của lớp có dòng điện chạy qua phụ thuộc vào tần số của dòng điện, điện trở suất và độ từ thẩm của vật nung.

$$\delta = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}} (cm)$$

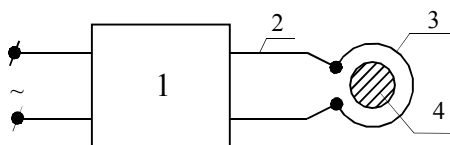
μ : độ từ thẩm (gaus/ecstet)

f : tần số (Hz)

ρ : điện trở suất ($\Omega.cm$)

Như vậy, tần số càng cao, chiều sâu lớp nung nóng và lớp tôi càng mỏng. Thực tế, người ta dùng dòng điện có tần số trong khoảng $2.500 \div 250.000$ (Hz)

- Sơ đồ:



Hình 2.10 Sơ đồ nguyên lý tôi cao tần

1. Thiết bị tạo dòng điện có tần số cao
2. Đường dẫn
3. Vòng cảm ứng và nước làm mát
4. Chi tiết

Vòng cảm ứng thường làm bằng đồng đỏ có dạng hình ống hoặc lò xo xoắn ruột gà với đường kính trong lớn hơn đường kính lớn nhất của chi tiết. Khi nung nóng, chi tiết được đặt ở trong vòng cảm ứng sau đó bề mặt chi tiết được dòng điện cảm ứng nung nóng đến nhiệt độ tôi (quá trình này chỉ kéo dài từ vài đến vài chục giây), người ta nhấc chi tiết ra rồi nhúng vào môi trường tôi (thông thường làm nguội bằng cách phun nước hoặc dung dịch làm nguội) ở ngay trong vòng cảm ứng.

- Chọn tần số và thiết bị tạo dòng tần số cao:

Tần số của dòng điện quyết định chiều dày lớp nung nóng do đó quyết định chiều sâu lớp tôi cứng. Chiều sâu lớp tôi cứng đối với các chi tiết khác nhau cũng khác nhau, các chi tiết với tiết diện lớn cần chiều sâu lớp tôi cứng dày hơn so với các chi tiết với tiết diện bé hơn. Thông thường, chiều sâu lớp tôi cứng được chọn theo 2 mức ($4 \div 6$) mm đối với chi tiết lớn và ($1 \div 2$) mm đối với chi tiết bé.

Các chi tiết lớn chọn tần số từ ($2500 \div 8000$) Hz còn các chi tiết bé có tần số từ ($50.000 \div 250.000$) Hz.

Thiết bị tạo dòng có tần số cao sử dụng máy phát có công suất từ ($400 \div 500$) KW và thiết bị điều chế có công suất từ ($15 \div 75$) KW.

- Đặc điểm của chuyển biến pha khi nung nóng bằng dòng điện cảm ứng có tần số cao:

Khác với phương pháp nung nóng thông thường ở trong các lò nung thể tích có tốc độ nung nóng chậm, nung nóng bằng dòng điện cảm ứng rất nhanh, nên chuyển biến pha của thép có các đặc điểm sau:

+ Do nung với tốc độ cao, các nhiệt độ chuyển biến pha đều nâng cao. Do vậy, nhiệt độ tôi phải lấy cao hơn nhiệt độ tôi chọn theo cách thông thường từ $100 \div 200^{\circ}\text{C}$.

+ Do nung với độ quá nhiệt cao nên tốc độ chuyển biến pha khi nung rất nhanh, thời gian nung nóng rất ngắn.

+ Do thời gian nung ngắn, mặc dù nhiệt độ cao, hạt γ vẫn không kịp lớn lên, nên sau khi tôi thu được M hình kim rất nhỏ (gọi là M không tổ chức).

Tổ chức này có cơ tính rất tốt, có độ cứng cao hơn M thông thường mà lại ít giòn hơn.

Để đảm bảo đạt được tổ chức đó, trước khi tôi cao tần, thép nên có tổ chức X_{ram} , với tổ chức F + Xe nhỏ mịn này, khi nung cảm ứng với tốc độ cao, tạo nên rất nhiều mầm γ . Vì vậy trước khi tôi cao tần, thép thường được nhiệt luyện hóa tốt.

- Thép dùng để tôi cao tần:

Do yêu cầu của chi tiết đem tôi cao tần là làm tăng độ cứng của từ mặt mà lõi vẫn đảm bảo dẻo, nên thép đem dùng phải là thép cacbon trung bình, trong khoảng $0,4 \div 0,6\%$. Vì vậy, thép dùng tôi cao tần thường là thép C40, C45, 40Cr, 50CrV

- Chế độ ram và cơ tính đạt được:

Để đảm bảo độ cứng cao ở bề mặt, sau khi tôi cao tần, người ta chỉ tiến hành ram thấp. Lúc đó, bề mặt sẽ có tổ chức M_{ram} rất cứng, còn lõi có tổ chức P hay Xe, có độ bền và độ dẻo cao. Một trong những ưu việt của phương pháp tôi bề mặt bằng dòng điện có tần số cao là tạo nên ở bề mặt lớp chịu ứng suất nén dư, có thể đạt đến giá trị $800MN/mm^2$. Nguyên nhân tạo thành ứng suất nén dư là do ở đó có chuyển biến M làm tăng thể tích còn trong lõi không có chuyển biến gì, 2 phần này cản trở lẫn nhau nên lớp ngoài chịu nén và lớp trong chịu kéo. Lớp ứng suất nén dư có ảnh hưởng tốt đến tính chịu mỏi của thép.

- Ưu điểm của tôi cao tần:

- + Năng suất cao do thời gian nung ngắn
- + Chất lượng tốt do nhiệt được tạo thành chính trong lớp kim loại bề mặt trong thời gian rất ngắn nên giảm rất nhiều những khuyết tật có thể xảy ra khi nung nóng.
- + Giảm nhẹ điều kiện lao động của công nhân do môi trường làm việc sạch, không có khí độc, dễ cơ khí hoá và tự động hoá.

 Tôi bề mặt bằng nung nóng bởi ngọn lửa $C_2H_2 + O_2$

Tôi bề mặt theo phương pháp này được thực hiện bằng cách dùng mỏ đốt hỗn hợp khí $C_2H_2 + O_2$ của thiết bị hàn hơi. Ngọn lửa của mỏ đốt hỗn hợp khí trên rất nóng, có chỗ tới $3000^{\circ}C$ do vậy có khả năng nung nóng nhanh bề mặt đến nhiệt độ cao, trong khi đó lõi chưa đạt được nhiệt độ tôi. Sau khi làm nguội nhanh chỉ có lớp bề mặt được tôi cứng.

- Đặc điểm của phương pháp tôi bằng ngọn lửa $C_2H_2 + O_2$:

- + Thiết bị đơn giản, dễ thực hiện: Tính cơ động cao (dễ lắp đặt, di chuyển và có thể đặt ở ngay trong xưởng cơ khí).
- + Có thể tôi những chi tiết rất lớn hoặc rất bé, hình dạng phức tạp.
- + Chất lượng khó bảo đảm tốt. Ngọn lửa $C_2H_2 + O_2$ có nhiệt độ quá cao do vậy bề mặt thép dễ bị quá nhiệt, hạt lớn (M hình kim lớn) do vậy có thể gây ra oxy hoá và dễ bị cháy bề mặt. Chiều dày lớp tôi khoảng $5 \div 10mm$ và khó điều chỉnh lớp nung nóng.
- + Năng suất thấp, chỉ thích hợp với sản xuất đơn chiếc.

2.3.2 Hóa nhiệt luyện

a. Khái niệm

Là phương pháp nhiệt làm bão hoà (khuếch tán) vào bề mặt của thép một hay nhiều nguyên tố để làm thay đổi thành phần hoá học, do đó làm thay đổi tổ chức và tính chất của lớp bề mặt theo mục đích nhất định.

b. Mục đích

- Tăng độ cứng và tính chống mài mòn, độ bền mỏi của chi tiết. Mục đích này của hoá nhiệt luyện giống phương pháp tôi bề mặt nhưng đạt hiệu quả cao hơn.

- Nâng cao tính chống ăn mòn điện hoá và hoá học (chống oxi hoá ở nhiệt độ cao), chịu axit của lớp bề mặt chi tiết thép.

c. Cơ sở lý thuyết của quá trình hoá nhiệt luyện

Thông thường, khi hoá - nhiệt luyện người ta đặt chi tiết thép vào môi trường (rắn, lỏng hoặc khí) có khả năng phân hoá ra nguyên tử hoạt động của nguyên tử định khuếch tán, rồi nung nóng đến nhiệt độ thích hợp. Các quá trình xảy ra theo 3 giai đoạn nối tiếp nhau.

Phân hóa: Là quá trình tạo ra các nguyên tử hoạt tính của nguyên tố cần đưa vào chi tiết (nguyên tố cần thấm) có năng lượng và khả năng khuếch tán cao. Có thể tiến hành bằng phản ứng hoá học hoặc phân ly nhiệt.

Hấp thụ: Sau giai đoạn phân hóa, các nguyên tử hạt được hấp thụ vào bề mặt thép sau đó chúng khuếch tán vào kim loại cơ sở tạo nên dung dịch rắn hoặc các pha phức tạp: Pha trung gian hoặc hợp chất hoá học. Kết quả của sự hấp thụ là tạo nên ở bề mặt thép lớp có nồng độ nguyên tố định khuếch tán cao, tạo nên độ chênh lệch về nồng độ giữa bề mặt và lõi cơ chế của quá trình hấp thụ có thể nhờ: lực hoá học, lực liên kết hoặc lực hút tĩnh điện.

Khuếch tán: Là quá trình các nguyên tử chất thấm đi sâu vào bề mặt của chi tiết cần thấm, tương tác với các nguyên tử nền (chi tiết) và tạo thành lớp thấm. Quá trình khuếch tán là quan trọng nhất, nó quyết định chiều dày của lớp thấm tạo thành.

*** Công nghệ thấm cacbon**

a. Định nghĩa

Thấm cacbon là phương pháp nhiệt luyện làm bão hoà (thấm, khuếch tán) cacbon vào bề mặt của thép cacbon thấp (thường là $0,1 \div 0,25\%$ cacbon) để tạo ra lớp bề mặt có tổ chức thép sau cùng tích $P + Fe_{II}$ để nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn nhưng vẫn giữ nguyên tính dẻo của lõi.

b. Mục đích và yêu cầu đối với lớp thấm, chọn loại thép để thấm

Mục đích: Mục đích của thấm cacbon là làm cho bề mặt của thép cứng tới trên 60HRC, có tính chống mài mòn cao, chịu mài tốt, còn lõi vẫn giữ được tính dẻo, dai của thép ban đầu đem thấm. Do đó, chi tiết đem thấm cacbon là chi tiết chịu tải trọng va đập mà bề mặt chịu ma sát. Mục đích trên chỉ đạt được nếu chi tiết được tôi và ram thấp sau thấm.

Yêu cầu đối với lớp thấm:

Để đạt được các mục đích trên, lớp thấm cacbon và lõi phải đạt được các yêu cầu sau:

- Lớp thấm có nồng độ cacbon trong khoảng $0,8 \div 1\%$ thấm dưới giới hạn này sau khi tôi lớp thấm không đủ độ cứng và tính chống mài mòn, cao hơn giới hạn này lớp thấm có thể bị giòn, nứt. Thực nghiệm cho thấy, với nồng độ cacbon của lớp thấm như vậy chi tiết vừa có độ cứng, tính chống mài mòn tốt lại đạt được độ bền lớn nhất.

- Tổ chức tế vi của bề mặt và lõi sau khi thấm, tôi và ram thấp phải đạt: bề mặt - mactenxit và các phần tử cacbit nhỏ mịn phân bố đều, lõi - mactenxit và không có ferit.

Chọn loại thép để thấm: Thép để thấm cacbon sử dụng các loại thép có hàm lượng cacbon thấp ($< 0,25\%C$)

 Công nghệ thấm cacbon

Nhiệt độ thấm:

- Nguyên tắc chọn nhiệt độ thấm cacbon là sao cho tại đó thép có tổ chức hoàn toàn γ (vì chỉ có tổ chức này mới có khả năng hoà tan nhiều cacbon).

- Nhiệt độ càng cao, quá trình khuếch tán càng mạnh, càng nhanh đạt chiều sâu lớp thấm. Do vậy, người ta sử dụng nhiệt độ thấm cacbon cao song khi nhiệt độ cao thì làm hạt γ lớn nên làm tăng tính giòn.

- Theo thực nghiệm $D_{\max}$ ở $(900 \div 950)^{\circ}C$ nên người ta thường chọn nhiệt độ thấm ở khoảng đó để có quá trình khuếch tán mạnh nhất. Trong đó thép có các nguyên tố hợp kim làm nhỏ hạt $930 - 950^{\circ}C$. Thép cacbon, hợp kim còn lại $900 - 920^{\circ}C$.

Thời gian thấm:

Thời gian thấm cacbon phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày lớp thấm yêu cầu, nhiệt độ thấm và môi trường thấm.

- Chiều dày lớp thấm yêu cầu càng lớn, thời gian thấm càng dài, mức tăng thời gian thấm lớn hơn nhiều so với mức tăng chiều dày lớp thấm.

- Nhiệt độ tăng càng cao, thời gian thấm càng ngắn. Nhiệt độ thấm phụ thuộc vào loại thép đang dùng.

Môi trường thấm

- Môi trường thấm khác nhau thời gian thấm cũng khác nhau. Thấm trong môi trường lỏng thời gian ngắn nhất, sau đó đến khi, dài nhất là thấm trong môi trường rắn.

Thấm cacbon thể rắn: Chất thấm là chủ yếu là than gỗ và một lượng nhỏ chất xúc tác gồm các muối cacbonat

Thấm cacbon thể lỏng: Chất thấm chủ yếu là hỗn hợp muối nóng chảy $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaCl}, \text{SiC}$

Thấm cacbon thể khí: Chất thấm là hỗn hợp các khí có chứa cacbon như CO , CH_4 ... ngoài ra còn có N_2, H_2 ... để điều chỉnh nồng độ cacbon

🔥 Nhiệt luyện sau thấm cacbon

Do thấm cacbon ở nhiệt độ cao ($920 \div 950$) $^{\circ}\text{C}$ nên thép có trạng thái hạt γ lớn do vậy khi làm nguội thu được tổ chức Mactenxit thô, suất hiện nhiều vết nứt tế vi và ứng suất dư lớn chính vì thế buộc phải nhiệt luyện sau thấm cacbon

Chế độ nhiệt luyện:

- Thép có bản chất hạt lớn:

Tại nhiệt độ thấm, tạo γ hạt lớn nên làm xấu cơ tính. Nhiệt luyện sau khi thấm không những phải đảm bảo bề mặt cứng mà còn phải khắc phục được khuyết tật đó. Do vậy phải tiến hành hai lần tôi: lần thứ nhất - cho lõi để làm nhỏ hạt, lần thứ hai - cho bề mặt để đạt độ cứng cao. Như vậy, nhiệt độ của 2 lần tôi phải khác nhau vì lõi là thép trước cùng tích có nhiệt độ tôi cao hơn bề mặt là thép sau cùng tích và cùng tích. Nên chế độ nhiệt luyện của loại thép này: Tôi 2 lần + ram thấp.

Tôi lần 1: Cho phần lõi mà $T_{\text{lõi}} = 850 \div 870^{\circ}\text{C}$ với 2 mục đích:

+ Làm nhỏ hạt thép, do nung tới nhiệt độ $> A_{c3}$ của lõi có chuyển biến $F + P \rightarrow \gamma$ hạt nhỏ

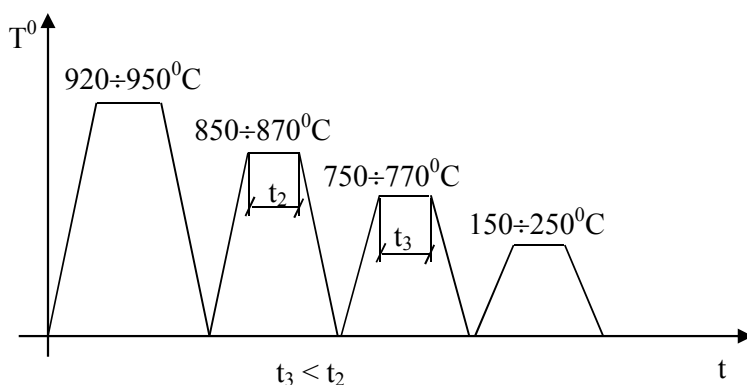
+ Làm mất lưới Xe_{II} ở lớp bề mặt do làm nguội nhanh pha này không kịp tiết ra khỏi γ .

Sau lần tôi này, độ cứng bề mặt không đạt được giá trị cao nhất để đủ chống mài mòn, do vậy phải tôi tiếp lần nữa.

Tôi lần 2: Cho bề mặt ở nhiệt độ $760 \div 780^{\circ}\text{C}$ để bề mặt là thép sau cùng tích và cùng tích có độ cứng lớn nhất. Lần tôi này không ảnh hưởng xấu đến kết quả đã đạt được ở lần tôi trước.

Ram thấp: Nhiệt độ ở $150 \div 250^{\circ}\text{C}$ với mục đích khử bỏ 1 phần ứng suất mà vẫn giữ được độ cứng cao ở bề mặt.

Đặc điểm và phạm vi áp dụng: Thép thu được có cơ tính tốt (hạt nhỏ, độ dẻo của lõi cao, bề mặt cứng), nhưng do nung nóng làm nguội nhiều lần dễ sinh oxy hoá, thoát cacbon và biến dạng, chu trình công nghệ dài, tốn kém hơn, do vậy chỉ áp dụng cho chi tiết quan trọng, có yêu cầu cao về cơ tính và làm bằng thép cacbon.

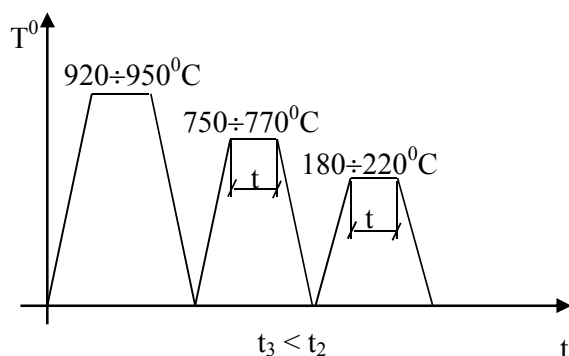


Hình 2.11 Quy trình thấm thép có bản chất hạt lớn

- Thép có bản chất hạt nhỏ:

Đối với các chi tiết ít quan trọng, làm bằng thép cacbon hoặc hợp kim có thể áp dụng phương án tôi 1 lần và ram thấp và khi đó, tôi chỉ tiến hành cho tôi bề mặt.

Đối với thép có hạt bản chất nhỏ, dù giữ nhiệt lâu ở nhiệt độ cao, hạt vẫn giữ được kích thước bé do vậy không cần nguyên công nhiệt luyện làm nhỏ hạt và có thể tiến hành tôi trực tiếp ngay sau khi thấm cacbon mà không cần có quá trình nung nóng lại.



Hình 2.12 Quy trình thấm thép có bản chất hạt nhỏ

Tôi lần 1: Nhiệt độ từ $750 \div 770^{\circ}\text{C}$

Ram thấp: Nhiệt độ ram từ $180 \div 220^{\circ}$

Đặc điểm: Rút ngắn thời gian thực hiện, dễ cơ khí hoá, tự động hoá, cho năng suất cao nên thường được áp dụng cho các chi tiết đơn giản.

*** Tổ chức và cơ tính của chi tiết thấm cacbon**

Sau khi nhiệt luyện, toàn bộ chi tiết thấm cacbon có tổ chức M_{ram} . Ở bề mặt do nồng độ cacbon cao, M có độ cứng cao cùng với 1 lượng nhất định cacbít dư sẽ đảm bảo tính chống mài mòn cao. Ở trong lõi, do thành phần cacbon thấp, M có độ cứng trung bình với độ bền tốt và độ dẻo tương đối cao.

- Độ cứng bề mặt phải đạt $60 \div 63 \text{ HRC}$, độ cứng của lõi $30 \div 40 \text{ HRC}$.

- Độ cứng bề mặt cao hơn và do đó có tính chống mài mòn tốt vì thế thường chọn công nghệ thấm cacbon cho các chi tiết làm việc trong điều kiện "nặng" (Ví dụ như bánh răng giảm tốc).

Chú ý: Với thép hợp kim cao, sau thấm cacbon phải kết hợp gia công lạnh. Thép có Ti, V (thép có hạt di truyền hạt nhỏ), chỉ tiến hành tôi 1 lần + ram thấp.

*** Thấm Nito**

a. Định nghĩa và mục đích

Thấm nito là phương pháp hoá nhiệt luyện nhằm bão hoà lớp bề mặt thép bởi nito tạo ra các pha xen kẽ có độ cứng và độ phân tán cao. Do vậy làm tăng độ cứng, độ bền và tính chống mài mòn của chi tiết.

b. Công nghệ thấm nito

Khi thấm Nito, thời gian thấm thường rất dài mà chiều dày lớp thấm lại rất mỏng do quá trình thấm được tiến hành ở nhiệt độ thấp ($500 - 650^{\circ}\text{C}$), hệ số khuếch tán nhỏ. Tốc độ thấm nito chậm hơn thấm cacbon khoảng 10 lần. Ví dụ muốn được lớp thấm dày $0,25 - 0,3\text{mm}$ cần 24h.

Nếu thấm ở nhiệt độ cao hơn sự phân hoá NH_3 quá mạnh, lượng nito nguyên tử tạo ra nhiều cũng không tốt, lớp thấm kém cứng mặc dầu tốc độ thấm có thể tăng lên.

Thấm Nito tiến hành trong môi trường amoniắc. ở nhiệt độ cao NH_3 phân huỷ, mức độ phân huỷ sẽ phụ thuộc vào nhiệt độ.

Kinh nghiệm cho thấy mức độ phân huỷ khoảng $25 - 40\%$ là thích hợp vì vậy thường chọn nhiệt độ thấm N khoảng $520 - 550^{\circ}\text{C}$.

Thép dùng để thấm N là thép hợp kim đặc biệt, thường dùng 38CrMoAlA hoặc thép 38CrWVA1. Để đảm bảo cơ tính tổng hợp cao trước khi thấm thép phải được nhiệt luyện hoá tốt để có tổ chức xoocbit ram bằng cách tôi ở 950°C trong dầu, ram ở $625 - 650^{\circ}\text{C}$ có cơ tính: $\sigma_b = 1000\text{N/mm}^2$; $\sigma_{0,2} = 850\text{N/mm}^2$; $\varphi = 14\%$; $\psi = 50\%$; $a_k = 90\text{kJ/mm}^2$ sau đó đem thấm N ở nhiệt độ $520 - 550^{\circ}\text{C}$ để đạt độ cứng bề mặt cao khoảng $1000 - 1100\text{HV}$.

Không thể tôi và ram sau thấm vì lớp thấm mỏng nếu nung nóng tới nhiệt độ cao sẽ gây tróc, hư hỏng. Do nhiệt độ thấm N thấp hơn nhiệt độ ram nên không ảnh hưởng đến cơ tính của thép khi nhiệt luyện hoá tốt.

c. Đặc điểm của lớp thấm nito

Thấm Nito được áp dụng trong các trường hợp sau đây.

1. Đạt độ cứng và tính chống mài mòn cao.

2. Nâng cao độ bền mỏi do tạo nên lớp ứng suất nén dư ở bề mặt. Công dụng này cũng được áp dụng ngày càng nhiều. Trục khuỷu và các trục quan trọng chịu mỏi cao thường qua thấm N.

3. Nâng cao tính chống ăn mòn trong khí quyển. Bề mặt ngoài cùng lớp thấm N có tổ chức là pha ϵ , pha này có đặc tính là cấu tạo rất xít chặt, do vậy có tính bảo vệ ăn mòn tốt. Chi tiết thấm N có tính chống ăn mòn tốt trong không khí ẩm (vài năm), trong nước máy (vài tháng), trong dầu, trong dung dịch kiềm yếu.

Để đạt được yêu cầu này không cần dùng thép hợp kim quý mà có thể dùng ngay thép cacbon, miễn là tạo thành lớp ϵ . Nhiệt độ thấm có thể cao ($600 - 650^{\circ}\text{C}$) và thời gian ngắn.

Lớp pha ϵ có màu sáng mờ, do vậy có thể dùng trang sức.

Thấm Cacbon - Nito

a. Định nghĩa và mục đích

- Thấm cacbon nito là phương pháp làm bão hoà (thấm, khuếch tán) đồng thời cacbon và nito vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn. Độ cứng và tính chống mài mòn của lớp thấm cacbon - nito cao hơn so với thấm cacbon nhưng thấp hơn so với thấm nito.

- Tùy thuộc các tỷ lệ của cacbon và nito mà lớp thấm có thể gần với thấm cacbon hơn hoặc nito hơn. Nếu quá trình xảy ra ở nhiệt độ cao ($920 - 950^{\circ}\text{C}$) thì quá trình chủ yếu là thấm cacbon, còn ở nhiệt độ thấp ($500 - 550^{\circ}\text{C}$) thì quá trình chủ yếu là thấm nito.

b. Các phương pháp thấm

- *Thẩm cacbon nitơ ở thể rắn*. Tiến hành giống như thẩm cacbon ở thể rắn. Trong chất th ẩm có 20 ÷ 40% muối $K_4Fe(CN)_6$ hoặc muối $K_3Fe(CN)_6$; 10% Na_2CO_3 còn lại là than gỗ. Phương pháp này thường dùng cho các dụng cụ bằng thép gió, thép crôm cao để tăng độ cứng, tính chống mài mòn và tính cứng nóng song do môi trường rất độc, năng suất thấp nên ít dùng.

- *Thẩm cacbon - nitơ ở thể lỏng*: Thẩm cacbon - nitơ ở thể lỏng tiến hành ở trong các bể muối mà thành phần gồm các muối xianua: $NaCN$; KCN , $K_4Fe(CN)_6$, $K_3Fe(CN)_6$ và các muối trung tính Na_2CO_3 , $NaCl$, KCl . Tùy theo nhiệt độ thẩm mà phạm vi áp dụng cũng khác nhau song phương pháp bị hạn chế áp dụng do môi trường thẩm rất độc.

- *Thẩm cacbon - nitơ ở thể khí*: Về cơ bản, cách thẩm này không khác thẩm cacbon ở thể khí nhiều nhưng có nhiều ưu điểm hơn, tạo pha cacbon - nitrit (Fe_3CN) phân tán, rất cứng làm tăng tính chống mài mòn, thời gian thẩm ngắn, năng suất cao, thời gian sử dụng thiết bị thẩm được kéo dài nên phương pháp này thường được áp dụng rộng rãi hơn và thường được sử dụng trong sản xuất các chi tiết ô tô, máy kéo, động cơ...

Ngoài 3 phương pháp thẩm cacbon, nitơ, cacbon - nitơ, người ta còn thẩm một số nguyên tố khác như Bo , Cr , Al , Si nhằm đạt được các mục đích khác nhau của người sử dụng.

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày khái niệm về nhiệt luyện
2. Trình bày các phương pháp nhiệt luyện
3. Trình bày các dạng nhiệt luyện khác

Chương 3. ĐÚC KIM LOẠI

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về khái niệm, đặc điểm, phân loại đúc kim loại, đúc trong khuôn cát, một số phương pháp đúc đặc biệt, kiểm tra vật đúc.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được các bộ phận trong khuôn đúc kim loại.
- Trình bày được quy trình đúc một chi tiết.
- Trình bày được một số phương pháp đúc đặc biệt.
- Trình bày được một số khuyết tật khi đúc.

Nội dung chính:

3.1 Khái niệm, đặc điểm, phân loại

3.1.1 Khái niệm

Đúc là phương pháp chế tạo sản phẩm bằng cách rót kim loại lỏng vào khuôn có hình dạng nhất định, sau khi kim loại hoá rắn trong khuôn ta thu được vật đúc có hình dáng giống như khuôn đúc.

Nếu vật phẩm đúc đưa ra dùng ngay gọi là chi tiết đúc, còn nếu vật phẩm đúc phải qua gia công áp lực hay cắt gọt để nâng cao cơ tính, độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt gọi là phôi đúc.

Đúc có những phương pháp sau: đúc trong khuôn cát, đúc trong khuôn kim loại, đúc dưới áp lực, đúc li tâm, đúc trong khuôn mẫu chảy, đúc trong khuôn vỏ mỏng, đúc liên tục v.v... nhưng phổ biến nhất là đúc trong khuôn cát.

3.1.2 Đặc điểm

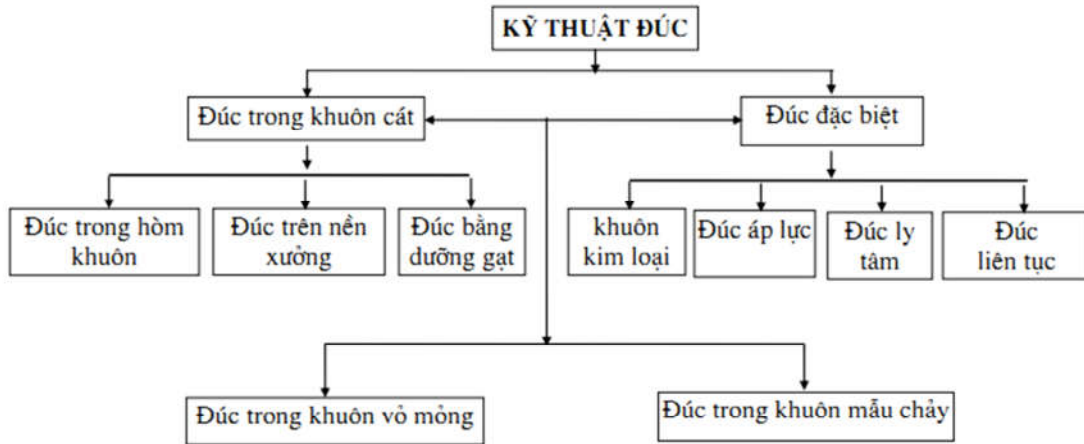
- Đúc có thể gia công nhiều loại vật liệu khác nhau: Thép, gang, hợp kim màu v.v... có khối lượng từ một vài gam đến hàng trăm tấn.
- Chế tạo được vật đúc có hình dạng, kết cấu phức tạp như thân máy công cụ, vỏ động cơ v.v... mà các phương pháp khó khăn hoặc không chế tạo được.
- Độ chính xác về hình dáng, kích thước và độ bóng không cao (có thể đạt cao nếu đúc đặc biệt như đúc áp lực).
- Có thể đúc được nhiều lớp kim loại khác nhau trong một vật đúc.
- Giá thành chế tạo vật đúc rẻ vì vốn đầu tư ít, tính chất sản xuất linh hoạt, năng suất tương

đổi cao.

- Có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá.
- Tồn kim loại cho hệ thống rót, đậu ngót, đậu hơi.
- Dễ gây ra những khuyết tật như: thiếu hụt, rỗ khí, cháy cát v.v...
- Kiểm tra khuyết tật bên trong vật đúc khó khăn, đòi hỏi thiết bị hiện đại.

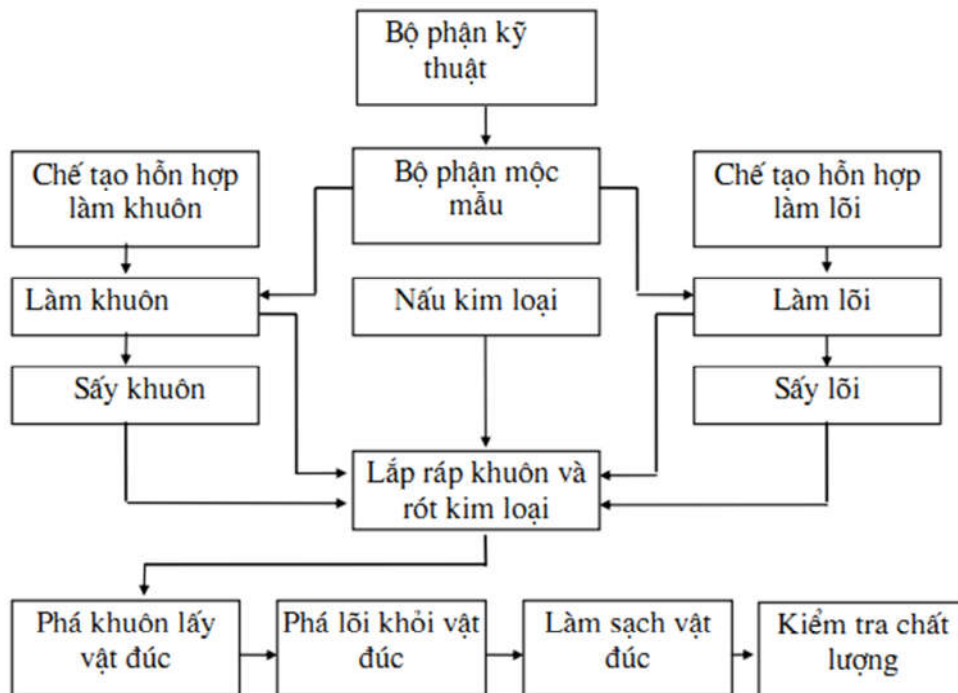
3.1.3 Phân loại

Kỹ thuật đúc được phân loại theo sơ đồ sau:



Hình 3.1 Sơ đồ phân loại phương pháp đúc

Quá trình sản xuất đúc bao gồm các công đoạn chính sau:



Hình 3.2 Sơ đồ các bộ phận trong xưởng đúc

Phòng kỹ thuật có nhiệm vụ lập phiếu công nghệ và thiết kế các bản vẽ kỹ thuật: bản vẽ chi tiết, bản vẽ vật đúc, bản vẽ mẫu và bản vẽ hộp lõi rồi đưa sang cho bộ phận mộc mẫu để chế tạo mẫu và hộp lõi và chuyển cho các bộ phận chế tạo khuôn và lõi. Sau khi sấy (hoặc không sấy) khuôn và lõi, tiến hành lắp ráp khuôn và rót kim loại.

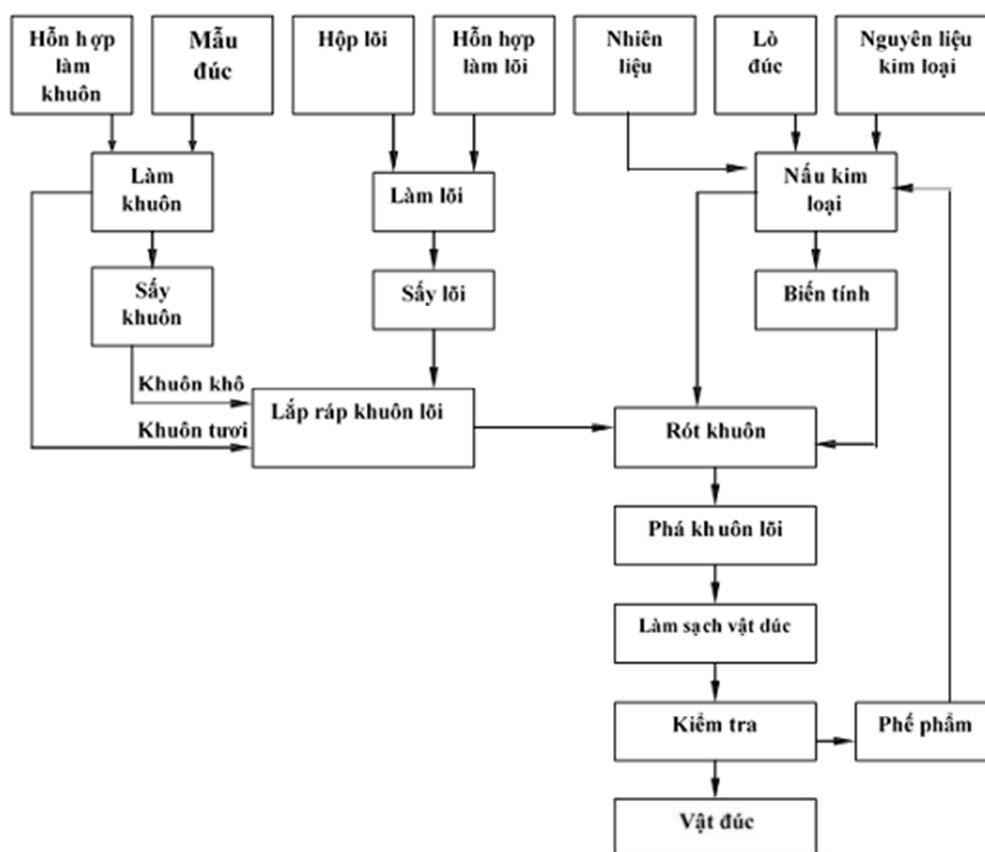
3.2 Đúc trong khuôn cát

Khái niệm

Đúc trong khuôn cát là dạng đúc phổ biến. Khuôn cát là loại khuôn đúc một lần (chỉ rót một lần rồi phá khuôn). Vật đúc tạo hình trong khuôn cát có độ chính xác thấp, độ bóng bề mặt kém, lượng dư gia công lớn, nhưng khuôn cát có ưu điểm là tạo ra vật đúc có kết cấu phức tạp, khối lượng lớn và giá thành khuôn thấp.

3.2.1 Quy trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát

Sơ đồ sản xuất vật đúc trong khuôn cát



Hình 3.3 Sơ đồ sản xuất vật đúc trong khuôn cát

Quá trình sản xuất vật đúc trong khuôn cát có thể tóm tắt như sau:

- Bộ phận kỹ thuật căn cứ theo bản vẽ chi tiết để lập ra bản vẽ vật đúc, mẫu, hộp lõi.

- Căn cứ vào bản vẽ để chế tạo bộ mẫu gồm: mẫu đúc để tạo ra lòng khuôn mang hình dáng bên ngoài của vật đúc; hộp lõi để chế tạo lõi tạo ra hình dáng bên trong của vật đúc, mẫu hệ thống rót để tạo ra đầu hơi, đầu ngót dùng để dẫn kim loại lỏng và thoát khí cho khuôn.

- Lắp ráp khuôn.

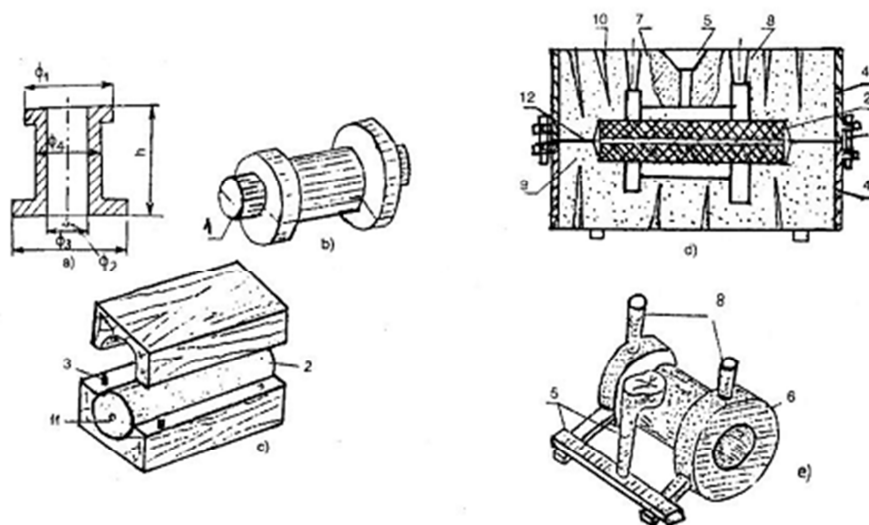
- Bộ phận nấu chảy kim loại lỏng phải phối hợp nhịp nhàng với quá trình làm khuôn, lắp ráp khuôn để tiến hành rót kim loại lỏng vào khuôn kịp thời.

- Sau khi kim loại đông đặc, vật đúc được hình thành trong khuôn, tiến hành phá khuôn, lõi, làm sạch vật đúc, kiểm tra vật đúc bằng thủ công hoặc bằng máy.

- Kiểm tra vật đúc về hình dáng, kích thước, chất lượng bên trong.

3.2.2 Những bộ phận chính để đúc vật đúc trong khuôn cát

Các bộ phận khuôn cát



Hình 9.3. Các bộ phận của khuôn đúc

a. Chi tiết b. Mẫu đúc c. Hộp lõi d. Khuôn đúc e. Vật đúc và hệ thống rót.

1. Tai mẫu; 2. Lõi; 3. Chốt định vị; 4. Hòm khuôn; 5. Hệ thống rót; 6. Vật đúc;

7. Lòng khuôn; 8. Đầu ngót và đầu hơi; 9. Hỗn hợp làm khuôn; 10. Xiên hơi;

11. Lỗ thoát khí của lõi; 12. Mặt phân khuôn.

3.2.3 Hỗn hợp làm khuôn và làm lõi

a. Thành phần

Hỗn hợp làm khuôn, thao (lõi) bao gồm: cát, đất sét, chất dính kết và chất phụ.

- *Cát*: cát là thành phần chủ yếu của hỗn hợp làm khuôn, thao. Thành phần hóa học chủ yếu của cát là SiO_2 (thạch anh), ngoài ra còn có một ít đất sét và tạp chất khác.

- *Đất sét*: thành phần chủ yếu là cao lanh có công thức là $m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot q\text{H}_2\text{O}$. Ngoài ra còn có một số tạp chất khác như CaCO_3 , Fe_2O_3 , Na_2CO_3 . Khi lượng nước thích hợp đất sét dẻo và dính, khi sấy khô độ bền tăng nhưng giòn, dễ vỡ.
- *Chất kết dính*: là những chất được đưa vào hỗn hợp để tăng độ dẻo, độ bền của nó.
- *Những chất kết dính*: thường dùng như dầu thực vật (dầu lanh, dầu bông, dầu trẩu), các chất hòa tan trong nước (đường, mật mía, bột hồ, các chất dính kết hóa cứng (nhựa thông, ximăng, bã hắc ín) và nước thủy tinh (là dung dịch silicat $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$).
- *Chất phụ*: là những chất đưa vào để tăng tính lún, tính thông khí, tăng độ bóng bề mặt khuôn, thao và tăng khả năng tính chịu nhiệt của hỗn hợp. Chất phụ gồm hai dạng sau đây:
 - Những chất phụ trộn vào hỗn hợp như mùn cưa, rơm rạ, bột than nhờ nhiệt độ của kim loại lỏng khi rót vào khuôn chúng bị cháy tạo nên các khoảng trống trong hỗn hợp làm tăng độ xốp, độ lún và khả năng thoát khí của hỗn hợp.
 - Chất sơn khuôn có thể dùng bột graphit, bột than, nước thủy tinh, bột thạch anh hoặc dung dịch của chúng với đất sét sơn lên bề mặt khuôn, thao để tăng độ bóng, tính chịu nhiệt của chúng.

Đem trộn các vật liệu trên theo tỷ lệ nhất định phụ thuộc vào vật liệu, khối lượng vật đúc ta được hỗn hợp làm khuôn và thao.

b. Phân loại

Hỗn hợp làm khuôn chia làm hai loại:

- Cát áo dùng để phủ sát mẫu khi làm khuôn nên phải có độ bền, độ dẻo cao và bền nhiệt, vì lớp cát này tiếp xúc trực tiếp với kim loại lỏng. Cát áo thường được làm bằng vật liệu mới và chiếm khoảng 10 - 15% lượng cát làm khuôn.
- Cát đệm dùng để đệm cho phần khuôn còn lại nhằm làm tăng độ bền của khuôn. Cát đệm không yêu cầu cao như cát áo nhưng phải có tính thông khí mạnh. Thường dùng cát cũ để làm cát đệm và chiếm khoảng 55 - 90% tổng lượng cát khuôn.

Tỷ lệ các vật liệu trong hỗn hợp làm khuôn tùy thuộc vật liệu, trọng lượng vật đúc nhưng nói chung cát chiếm khoảng 70 - 80%, đất sét khoảng 8 - 20%. So với hỗn hợp làm khuôn, hỗn hợp làm thao yêu cầu cao hơn, vì thao làm việc ở điều kiện khắc nghiệt hơn, do đó thường tăng lượng thạch anh (SiO_2) có khi tới 100%, giảm tỷ lệ đất sét, chất dính kết, chất phụ và phải sấy thao.

3.3 Một số phương pháp đúc đặc biệt

3.3.1 Đúc trong khuôn kim loại

Thực chất đúc trong khuôn kim loại là điền đầy kim loại lỏng vào khuôn chế tạo bằng kim loại. Do khuôn kim loại có tính chất cơ lý khác vật liệu khuôn cát nên nó có những đặc điểm sau:

Ưu điểm

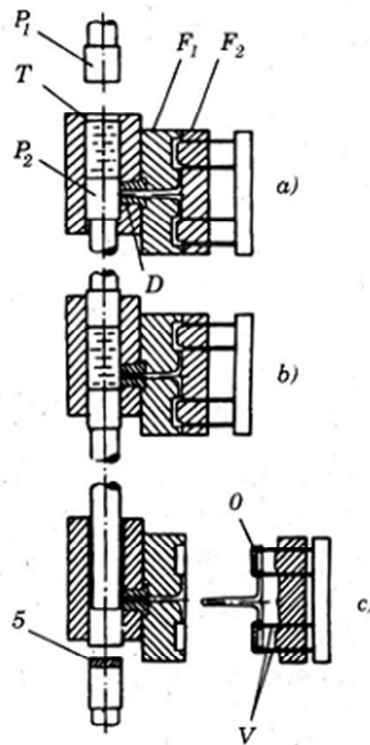
- Tốc độ kết tinh của hợp kim đúc lớn nhờ khả năng trao đổi nhiệt của hợp kim lỏng với thành khuôn cao, do đó cơ tính của vật đúc đảm bảo tốt.
- Độ bóng bề mặt, độ chính xác của lòng khuôn cao nên tạo ra chất lượng vật đúc tốt.
- Tuổi thọ của khuôn kim loại cao.
- Do tiết kiệm được thời gian làm khuôn nên nâng cao năng suất, giảm giá thành.

Nhược điểm

- Khuôn kim loại không đúc được các vật đúc quá phức tạp, thành mỏng và khối lượng lớn
- Khuôn kim loại không có tính lún và không có khả năng thoát khí. Điều này sẽ gây ra những khuyết tật của vật đúc.
- Giá thành chế tạo khuôn cao.
- Phương pháp này chỉ thích hợp trong dạng sản xuất hàng loạt với vật đúc đơn giản, nhỏ hoặc trung bình.

3.3.2 Đúc áp lực

Khi hợp kim lỏng được điền đầy vào lòng khuôn dưới áp lực nhất định thì gọi là đúc áp lực. Tùy theo yêu cầu, áp lực có thể nhỏ bằng cách hút chân không lòng khuôn gọi là đúc áp lực thấp hoặc áp lực lớn tạo ra bởi pittông gọi là đúc áp lực cao.



Hình 3.5 Sơ đồ đúc áp lực kiểu pittông có buồng ép nguội

Đúc áp lực có đặc điểm sau:

Ưu điểm

- Đúc được vật đúc phức tạp, thành mỏng (1-5mm) đúc được các loại lỗ có kích thước nhỏ.
- Độ bóng và độ chính xác cao.
- Cơ tính vật đúc cao nhờ mật độ vật đúc lớn.
- Năng suất cao nhờ điền đầy nhanh và khả năng cơ khí hóa thuận lợi.

Nhược điểm

- Không dùng được thao cát vì dòng chảy có áp lực. Do đó hình dạng lỗ hoặc mặt trong phải đơn giản.
- Khuôn chống bị mài mòn do dòng chảy có áp lực của hợp kim ở nhiệt độ cao.

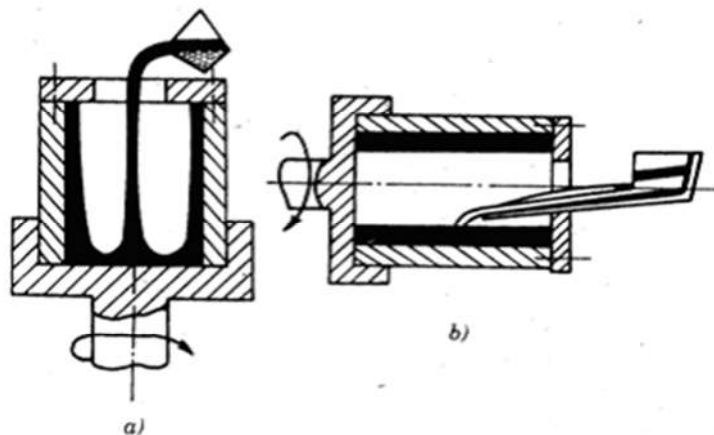
Trên hình 3.1 giới thiệu sơ đồ nguyên lý máy đúc áp lực kiểu pittông có buồng ép nguội.

Hợp kim lỏng đã định lượng cho vào khuôn ép (P_2) - hình 3.1 - a.

Khi pittông ép (P_1) thực hiện hành trình ép (Hình 3.1 - b), hợp kim lỏng T ép lên pittông (P_2) đi xuống. Cửa (D) sẽ dẫn hợp kim lỏng qua rãnh dẫn vào lòng khuôn (4). Khuôn đúc gồm hai phần, phần tĩnh và phần động (F_1, F_2) có cơ cấu đóng mở. Vật đúc sau khi đông đặc được lấy ra theo phần động của khuôn. Lúc này pittông P_2 thực hiện sự dịch chuyển ngược

để lấy phần hợp kim thừa (5) khỏi miệng xilanh, vật đúc (O) được lấy ra nhờ phần động (V) (Hình 3.1 - c) và lại chuẩn bị cho hành trình ép tiếp theo.

3.3.3 Đúc ly tâm



Hình 3.6 Sơ đồ đúc ly tâm
a. Đúc ly tâm đứng b. Đúc ly tâm ngang

Thực chất đúc ly tâm là điền đầy hợp kim lỏng vào khuôn quay. Nhờ lực ly tâm sinh ra khi quay sẽ làm hợp kim lỏng phân bố lên thành khuôn và đông đặc tại đó.

Dạng đúc đặc biệt trong khuôn quay có đặc điểm:

✚ Ưu điểm

- Tổ chức kim loại mịn chặt, không tồn tại các khuyết tật rỗ khí, rỗ co ngót.
- Tạo ra vật đúc có lỗ rỗng mà không cần thao.
- Không dùng hệ thống rót phức tạp nên ít hao phí kim loại.
- Tạo ra vật đúc gồm một vài kim loại riêng biệt trong cùng một vật đúc.

✚ Nhược điểm

- Có hiện tượng thiên tích vùng theo diện tích ngang của vật đúc, do mỗi phần tử có khối lượng khác nhau chịu lực ly tâm khác nhau.
- Khi đúc ống, đường kính lỗ kém chính xác và có chất lượng bề mặt kém.

Trên hình 3.2 giới thiệu hai phương pháp đúc ly tâm: đúc ly tâm có trục quay thẳng đứng (Hình 3.2 - a) và đúc ly tâm có trục quay nằm ngang (Hình 3.2 - b).

3.3.4 Đúc trong khuôn mẫu chảy

Đây là một dạng đúc đặc biệt trong khuôn dùng một lần. Thực chất của đúc theo khuôn mẫu chảy tương tự như đúc khuôn cát. Nhưng cần phân biệt hai điểm sau đây:

Lòng khuôn được tạo ra nhờ mẫu là vật liệu dễ bị chảy. Do đó việc lấy mẫu ra khỏi lòng khuôn thực hiện bằng nung chảy mẫu rồi rót ra theo hệ thống rót.

Vật liệu chế tạo khuôn bằng chất liệu đặc biệt nên chỉ cần độ dày nhỏ (6 - 8mm) nhưng rất bền, thông khí tốt, chịu nhiệt.

Những đặc điểm của đúc theo khuôn mẫu chảy là:

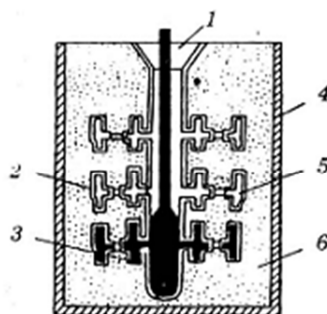
🌈 Ưu điểm

- Vật liệu đúc có độ chính xác cao nhờ lòng khuôn không phải lắp ráp theo mặt phân khuôn, không cần chế tạo thao riêng.
- Độ nhẵn bề mặt bảo đảm do bề mặt lòng khuôn nhẵn, không cháy khuôn ...
- Vật đúc có thể là vật liệu khó nóng chảy, nhiệt độ rót cao.

🌈 Nhược điểm

- Quy trình chế tạo một vật đúc gồm nhiều công đoạn nên năng suất không cao. Do vậy người ta phải cần cơ khí hóa hoặc tự động hóa quá trình sản xuất.
- Đúc theo khuôn mẫu chảy chỉ thích hợp để chế tạo các vật đúc với kim loại quý cần phải tiết kiệm, những chi tiết đòi hỏi chính xác cao...

Trên hình 3.3 giới thiệu một dạng khuôn đúc chế tạo bằng mẫu chảy.



hình 3.7 Khuôn đúc chế tạo bằng mẫu chảy

3.3.5 Đúc liên tục

Đúc liên tục là một quá trình rót liên tục hợp kim lỏng vào khuôn kim loại có hệ thống làm nguội tuần hoàn và lấy vật đúc ra liên tục.

Khi ngắt quãng quá trình rót và lấy vật đúc thì gọi là đúc bán liên tục. Trong sản xuất, đúc bán liên tục là dạng phổ biến để chế tạo ra các sản phẩm dạng thanh hoặc ống có tiết diện không đổi.

3.4 Kiểm tra vật đúc

3.4.1 Các dạng khuyết tật vật đúc

❖ Sai hình dáng kích thước và trọng lượng

1. **Thiếu hụt:** Hình dạng vật đúc không đầy đủ có nhiều nguyên nhân:

- + Kim loại lỏng thoát ra do lấp, lượng kim loại rót không đủ.
- + Độ chảy loãng thấp nhiệt độ rót thấp, ráp không kín, kẹp chặt hay đè khuôn thiếu lực.
- + Hệ thống thoát khí không đạt yêu cầu tạo áp lực trong khuôn tăng lên đến mức kim loại lỏng không điền đầy được.
- + Kích thước hệ thống rót nhỏ.
- + Thành vật đúc lỏng.

2. **Lệch:**

Là sự xô dịch tương đối giữa các phần của vật đúc. Có thể đặt mẫu sai, định vị mẫu không tốt, ráp khuôn thiếu chính xác và kẹp khuôn lỏng.

3. **Ba vĩa:**

Là phần kim loại thừa ra. Nó thường hình thành ở mặt phân khuôn, gổì lỗi.

4. **Lồi:**

Là phần nhô lên trên vật đúc do đầm chặt khuôn kém, không đều. Áp suất tinh của kim loại lỏng ép nén lên phần đầm chặt yếu.

5. **Vênh:**

Là sự thay đổi hình dạng, kích thước vật đúc do kết cấu vật đúc không hợp lý, không đảm bảo cứng vững, do mẫu bị cong vênh, do công nghệ rót, làm nguội không hợp lý hoặc do ứng suất bên trong vật đúc khi kết tinh.

6. **Sứt:**

+ Thao tác cơ học khi phá khuôn, các hệ thống rót, đậu ngót, làm sạch hoặc nhưng va chạm trong vận chuyển làm sứt mẻ vật đúc dẫn đến sai khác hình dạng, thiếu hụt kích thước vật đúc.

+ Sai kích thước trọng lượng: Sự sai lệch kích thước và trọng lượng là do kích thước mẫu, hộp lõi kích thước mẫu, hộp lõi thiết kế sai, lắp ráp và kiểm tra khuôn không cẩn thận.

❖ Khuyết tật mặt ngoài

1. **Cháy cát**

Do vật liệu khuôn lõi bị cháy dưới tác dụng của nhiệt độ rót bám dính lên bề mặt vật đúc làm giảm trạng thái bề mặt.

* Nguyên nhân cháy cát bao gồm:

- Độ bền nhiệt của hỗn hợp kém, nhiều tạp chất.
- Nhiệt độ rót quá cao.
- Hệ thống rót thiếu hợp lý để kim loại tập trung cục bộ quá lớn làm cháy hỗn hợp ở đó
- Lớp sơn khuôn không đảm bảo.

2. Khóp:

Là hiện tượng không liên tục trên bề mặt vật đúc do sự tiếp giáp các dòng chảy của kim loại.

* Nguyên nhân có thể là:

- + Rót thiếu liên tục.
- + Độ chảy loãng kém, nhiệt độ rót thấp.
- + Hệ thống rót không hợp lý.

3. Lỗm:

Là những lỗ có hình dạng, kích thước khác nhau làm giảm chiều dày thành vật đúc.

* Nguyên nhân chính là:

Do khuôn bị vỡ để lại lượng hỗn hợp chiếm chỗ trong lòng khuôn.

4. Nứt

Nứt là khuyết tật tương đối phổ biến và nguy hiểm đối với vật đúc.

- Nguyên nhân:

Chủ yếu do ứng suất bên trong, do có giọt không đồng đều giữa các vùng khác nhau trong vật đúc cả trong khi kết tinh và làm nguội. Theo nhiệt độ tạo nứt, ta có hai loại chính: Nứt nóng và nứt nguội.

+ Nứt nóng:

Sinh ra ở nhiệt độ cao do đó bên mặt vết nứt bị oxy hóa làm cho bề mặt không sạch.

Loại nứt này sinh ra khi kết tinh. Nguyên nhân do kim loại bị kim hãm bởi độ lún của khuôn và lõi kém. Những hợp kim có độ co chiều dài nhỏ ít bị nứt nóng.

+ Nứt nguội:

Nứt nguội xảy ra ở nhiệt độ thấp nên bề mặt vết nứt sạch do không bị oxy hoá.

- Một số biện pháp khắc phục

+ **Kết cấu vật đúc:**

Thiết kế vật đúc phải đảm bảo chiều dày thành đồng đều hoặc chỉ sai lệch trong phạm

vi cho phép. Những chỗ giao nhau phải có góc lượn thích hợp.

+ Về mặt công nghệ:

Bảo đảm độ lún của khuôn lõi; bố trí hệ thống rót thích hợp. Xương lõi khuôn đặt sát bề mặt lõi làm giảm tính lún.

❖ Lỗ hồng trong vật đúc

1. Rỗ khí: Trong vật đúc tồn tại những không gian dạng cầu nhẵn bóng chứa khí có áp suất với kích thước khác nhau đó là rỗ khí. Rỗ khí làm mất khả năng liên tục của kim loại, làm giảm độ bền, độ dẻo của vật đúc. Nếu khí không thoát ra ngoài được sẽ bị dồn nén và phân bố phân tán trong kim loại cho đến khi áp suất khí cân bằng với áp suất kim loại lỏng.

- Biện pháp khắc phục rỗ khí

Nguyên tắc chung là giảm lượng khí sinh ra khi nấu chảy và rót kim loại lỏng vào khuôn, ngăn ngừa không cho nguồn tạo khí tiếp xúc với kim loại lỏng khi rót. Vì vậy cần phải đảm bảo:

+ Vật liệu nấu sạch, khô.

+ Rút ngắn thời gian nấu chảy, nhất là thời gian quá nhiệt.

+ Hỗn hợp khuôn và lõi phải thông khí tốt.

+ Đặt đầu hơi đúng và hợp lý.

+ Khử khí trước khi rót bằng cách thổi vào kim loại lỏng những chất khí hòa tan có áp suất riêng nhỏ hơn.

* Tốt nấu chảy kim loại trong chân không.

2. Rỗ co:

Là những phần không gian nhỏ trong vật đúc không điền đầy kim loại, không chứa khí, hình dạng kích thước khác nhau và không nhẵn bóng như rỗ khí. Tùy theo tính chất của hợp kim đúc và kết cấu vật đúc mà rỗ co tập trung hoặc phân tán. Nguyên nhân chủ yếu là do kết cấu vật đúc không hợp lý, bố trí hệ thống rót, đầu ngót không đúng nên không đón được hướng đông đặc.

3. Lẫn tạp chất

- Đó là những phần không chứa kim loại mà chứa tạp chất như xỉ, cát hoặc các phi kim khác. Nguyên nhân do lọc xỉ không tốt, không khử hết oxy khi nấu, nhiệt độ rót thấp, độ bền của khuôn kém, hệ thống rót thiếu hợp lý.

4. Sai tổ chức

- Nhóm này có tổ chức kim loại, hình dạng, kích thước và số lượng hạt kim loại không đúng theo yêu cầu. Những phần vật đúc nguội nhanh thì hạt nhỏ, độ cứng lớn khó gia công cắt gọt.
- Tốc độ nguội không đều, khối chế nguội không hợp lý sẽ gây ra thiên tích về thành phần hoá học và thiên tích tổ chức trong kim loại vật đúc.

5. Sai thành phần hoá học và cơ tính

Thành phần hoá học sai với yêu cầu là do mẻ liệu đưa vào tính toán sai. Điều này dẫn đến sai lệch cả lý hoá tính, cơ tính vật đúc.

6. Thiên tích

Kim loại vật đúc do kết tinh qua các giai đoạn khác nhau, hướng từ dưới lên và từ ngoài vào trong nên dễ tạo ra sự không đồng đều về thành phần hoá học, dẫn đến không đều về tổ chức cơ tính và khả năng chịu lực.

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày khái niệm, đặc điểm, phân loại đúc kim loại.
2. Trình bày đúc trong khuôn cát
3. Trình bày một số phương pháp đúc đặc biệt,
4. Trình bày các phương pháp kiểm tra vật đúc.

Chương 4. GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG ÁP LỰC

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về khái niệm chung phương pháp gia công kim loại bằng áp lực, sự biến dạng của kim loại, nung nóng kim loại, cán kim loại, kéo sợi, kéo sợi, rèn tự do, dập thủ công, dập khuôn.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được sự biến dạng của kim loại
- Trình bày được mục đích của nung nóng và các hiện tượng xảy ra khi nung.
- Trình bày được các phương pháp đúc áp lực.

Nội dung chính:

4.1 Khái niệm chung

- Gia công kim loại bằng áp lực là một trong những phương pháp cơ bản để chế tạo các chi tiết máy và các sản phẩm kim loại thay thế cho phương pháp đúc hoặc gia công cắt gọt.
- Gia công kim loại bằng áp lực thực hiện bằng cách dùng ngoại lực tác dụng lên kim loại ở trạng thái nóng hoặc nguội làm cho kim loại đạt đến quá giới hạn đàn hồi, kết quả sẽ làm thay đổi hình dạng của vật thể kim loại mà không phá huỷ tính liên tục và độ bền của chúng.

4.2 Sự biến dạng của kim loại.

4.2.1 Khái niệm

Như chúng ta đã biết, dưới tác dụng của ngoại lực, kim loại biến dạng theo các giai đoạn: biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và biến dạng phá huỷ. Tùy theo cấu trúc tinh thể của mỗi loại, các giai đoạn trên có thể xảy ra với các mức độ khác nhau.

Biến dạng đàn hồi: dưới tác dụng của ngoại lực, kim loại bị biến dạng; nếu thôi lực tác dụng thì biến dạng sẽ mất đi và kim loại trở về vị trí ban đầu. Đó là biến dạng mà ứng suất sinh ra trong kim loại chưa vượt quá giới hạn đàn hồi

Biến dạng dẻo: khi ứng suất sinh ra trong kim loại vượt quá giới hạn đàn hồi. Biến dạng dẻo là biến dạng vĩnh cửu, nó làm thay đổi hình dạng của kim loại sau khi thôi lực tác dụng.

Biến dạng phá huỷ: Nếu lực tác dụng vượt quá giới hạn ban đầu của kim loại thì

đến lúc đó lực không cần tăng nữa, biến dạng vẫn tiếp diễn và dẫn đến phá huỷ kim loại.

4.2.2 Biến dạng dẻo của kim loại

Tính dẻo của kim loại

Tính dẻo của kim loại là khả năng biến dạng dẻo của kim loại dưới tác dụng của ngoại lực mà không bị phá huỷ. Tính dẻo của kim loại phụ thuộc vào hàng loạt nhân tố khác nhau: thành phần và tổ chức của kim loại, nhiệt độ, trạng thái ứng suất chính, ứng suất dư, ma sát ngoài, lực quán tính, tốc độ biến dạng ...

Tính dẻo của kim loại phụ thuộc rất lớn vào nhiệt độ, hầu hết kim loại khi tăng nhiệt độ, tính dẻo tăng. Trạng thái ứng suất chính cũng ảnh hưởng đáng kể đến tính dẻo của kim loại. Qua thực nghiệm người ta thấy rằng kim loại chịu ứng suất nén khối có tính dẻo cao hơn khi chịu ứng suất nén mặt, nén đường hoặc chịu ứng suất kéo. ứng suất dư, ma sát ngoài làm thay đổi trạng thái ứng suất chính trong kim loại nên tính dẻo của kim loại cũng giảm.

4.2.3 Ảnh hưởng của gia công áp lực đến tổ chức và cơ tính của kim loại

Kim loại gia công ở thể rắn, sau khi gia công không những thay đổi hình dáng, kích thước mà còn thay đổi cả cơ, lý, hoá tính của kim loại như kim loại mịn chặt hơn, hạt đồng đều, khử các khuyết tật (rỗ khí, rỗ co v.v ...) do đúc gây nên, nâng cao cơ tính và tuổi bền của chi tiết v.v ...

GCAL là một quá trình sản xuất cao, nó cho phép ta nhận các chi tiết có kích thước chính xác, mặt chi tiết tốt, lượng phế liệu thấp và chúng có tính cơ học cao so với các vật đúc.

4.3 Nung nóng kim loại

4.3.1 Mục đích của nung nóng và các hiện tượng xảy ra khi nung

4.3.2 Thiết bị nung

4.4 Cán kim loại

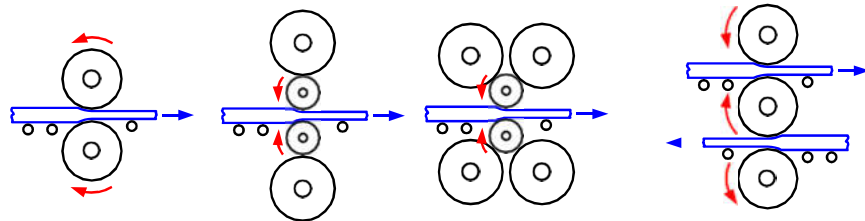
4.4.1 Khái niệm, đặc điểm

Quá trình cán là cho kim loại biến dạng giữa hai trục cán quay ngược chiều nhau có khe hở nhỏ hơn chiều cao của phôi, kết quả làm cho chiều cao phôi giảm, chiều dài và chiều rộng tăng. Hình dạng của khe hở giữa hai trục cán quyết định hình dáng của sản phẩm. Quá trình phôi chuyển động qua khe hở trục cán là nhờ ma sát giữa hai trục cán với phôi.

Cán không những thay đổi hình dáng và kích thước phôi mà còn nâng cao chất

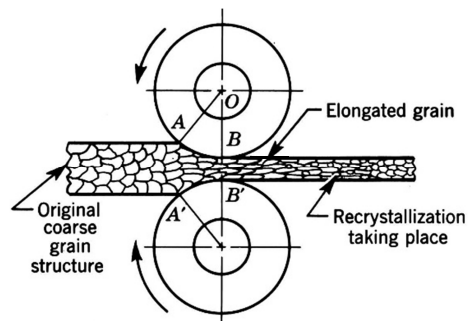
lượng sản phẩm.

Máy cán có hai trục cán đặt song song với nhau và quay ngược chiều. Phôi có chiều dày lớn hơn khe hở giữa hai trục cán, dưới tác dụng của lực ma sát, kim loại bị kéo vào giữa hai trục cán, biến dạng tạo ra sản phẩm. Khi cán chiều dày phôi giảm, chiều dài, chiều rộng tăng.



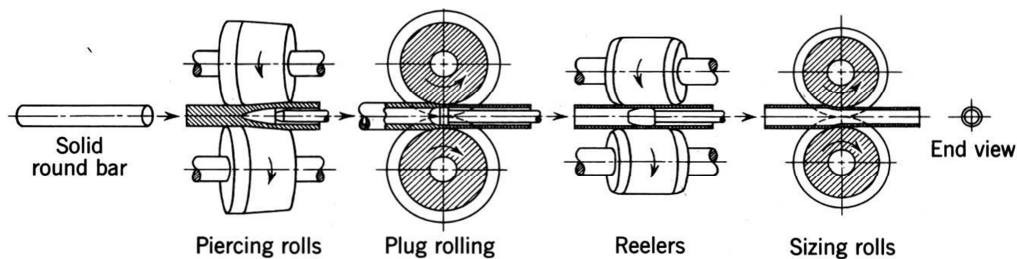
Hình 4.1 Một số sơ đồ cán thường dùng

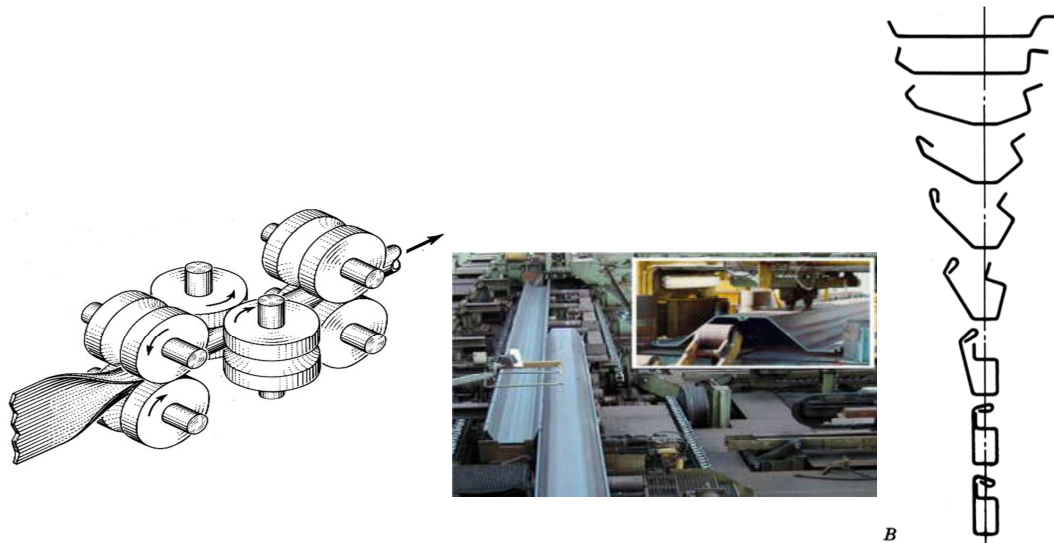
- Tính chất kim loại sau cán: hạt mịn hơn, độ bền tăng



4.4.2 Sản phẩm

- Trục cán hình trụ tròn → cán thép tấm (2 ~ 60 mm)
- Trục cán định hình → cán thép định hình I, U, V, L, H, ..., cán ống tròn, chữ nhật, ...





-Chú ý: kim loại gia công được biến dạng qua nhiều bước trước khi đạt đến hình dạng cuối cùng.

4.5 Kéo sợi

4.5.1 Khái niệm, đặc điểm

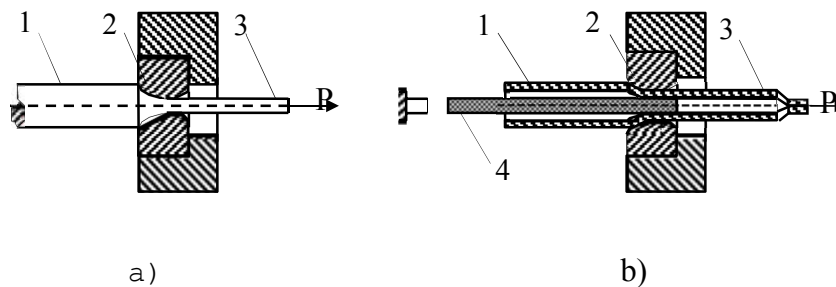
a. Khái niệm: Kéo sợi là quá trình kéo phôi kim loại qua lỗ khuôn kéo làm cho tiết diện ngang của phôi giảm và chiều dài tăng. Hình dáng và kích thước của chi tiết giống lỗ khuôn kéo.

b. Đặc điểm:

- Kéo sợi có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc trạng thái nguội.
- Kéo sợi cho ta sản phẩm có độ chính xác cấp 12-14 và độ bóng $Ra = 0,63 - 0,32$.

c/ Công dụng:

- Kéo sợi dùng để chế tạo các thỏi, ống, sợi bằng thép và kim loại màu.
- Kéo sợi còn dùng gia công tinh bề mặt ngoài các ống cán có mối hàn và một số công việc khác.



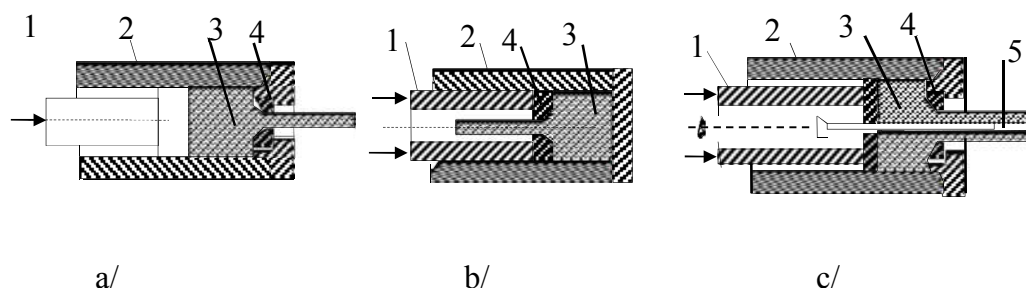
hình 4.3 Sơ đồ kéo sợi a. Kéo sợi b. Kéo ống
1. Phôi 2. Khuôn kéo 3. Sản phẩm 4. Lõi sửa lỗ

4.5.2 Phương pháp kéo

4.6 Ép kim loại

4.6.1 Khái niệm, đặc điểm

Ép là phương pháp chế tạo các sản phẩm kim loại bằng cách đẩy kim loại chứa trong buồng ép kín hình trụ, dưới tác dụng của chày ép kim loại biến dạng qua lỗ khuôn ép có tiết diện giống tiết diện ngang của chi tiết. Trên hình sau trình bày nguyên lý một số phương pháp ép kim loại:



Hình 4.4 Sơ đồ nguyên lý ép kim loại

a, b) ép sợi, thanh c) ép ống

1. Pistông 2. Xi lanh 3. Kim loại 4) Khuôn ép 5. Lỗ tạo lỗ

Đặc điểm và ứng dụng

Ép là phương pháp sản xuất các thanh có tiết diện định hình có năng suất cao, độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao, trong quá trình ép, kim loại chủ yếu chịu ứng suất nén nên tính dẻo tăng, do đó có thể ép được các sản phẩm có tiết diện ngang phức tạp. Nhược điểm của phương pháp là kết cấu ép phức tạp, khuôn ép yêu cầu chống mòn cao. Phương pháp này được ứng dụng rộng rãi để chế tạo các thanh kim loại màu có đường kính từ 5-200 mm, các ống có đường kính trong đến 800 mm, chiều dày từ 1,5-8 mm và một số profile khác.

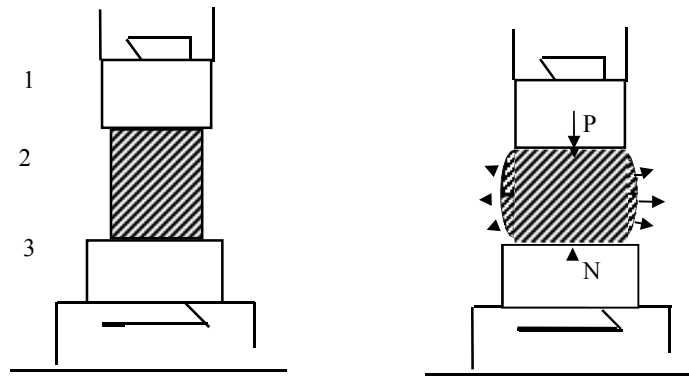
4.6.2 Phương pháp ép

4.7 Rèn tự do

4.7.1 Khái niệm, đặc điểm

Rèn tự do là một phương pháp gia công áp lực mà kim loại biến dạng không bị khống chế bởi một mặt nào khác ngoài bề mặt tiếp xúc giữa phôi kim loại với dụng cụ gia công (búa và đe). Dưới tác động của lực P do búa (1) gây ra và phản lực N từ đe (3), khối kim loại (2) biến dạng, sự biến dạng chỉ bị khống chế bởi hai mặt trên và dưới, còn

các mặt xung quanh hoàn toàn tự do.



Hình 4.5 Sơ đồ rèn tự do

a/ Đặc điểm

- Độ chính xác, độ bóng bề mặt chi tiết không cao. Năng suất thấp
- Chất lượng và tính chất kim loại từng phần của chi tiết khó đảm bảo giống nhau nên chỉ gia công các chi tiết đơn giản hay các bề mặt không định hình.
- Chất lượng sản phẩm phụ thuộc vào tay nghề của công nhân.
- Thiết bị và dụng cụ rèn tự do đơn giản.
- Rèn tự do được dùng rộng rãi trong sản xuất đơn chiếc hay hàng loạt nhỏ. Chủ yếu dùng cho sửa chữa, thay thế.

4.8 Dập thể tích

4.7.1 Khái niệm, đặc điểm

Dập thể tích là phương pháp gia công áp lực trong đó kim loại biến dạng trong một không gian hạn chế bởi bề mặt lòng khuôn.

Quá trình biến dạng của phôi trong lòng khuôn phân thành 3 giai đoạn: giai đoạn đầu chiều cao của phôi giảm, kim loại biến dạng và chảy ra xung quanh, theo phương thẳng đứng phôi chịu ứng suất nén, còn phương ngang chịu ứng suất kéo.

Giai đoạn 2: kim loại bắt đầu lèn kín cửa ba-via, kim loại chịu ứng suất nén khối, mặt tiếp giáp giữa nửa khuôn trên và dưới chưa áp sát vào nhau. Giai đoạn cuối: kim loại chịu ứng suất nén khối triệt để, điền đầy những phần sâu và mỏng của lòng khuôn, phần kim loại thừa sẽ tràn qua cửa bavia vào rãnh chứa bavia cho đến lúc 2 bề mặt của khuôn áp sát vào nhau.

b/ Đặc điểm

- Độ chính xác và độ bóng bề mặt phôi cao (cấp 6 - 7; $RZ = 80 - 20$)
 - Chất lượng sản phẩm đồng đều và cao, ít phụ thuộc tay nghề công nhân.
 - Có thể tạo phôi có hình dạng phức tạp hơn rèn tự do.
 - Năng suất cao, dễ cơ khí hoá và tự động hóa.
 - Thiết bị cần có công suất lớn, độ cứng vững và độ chính xác cao.
 - Chi phí chế tạo khuôn cao, khuôn làm việc trong điều kiện nhiệt độ và áp lực cao.
- Bởi vậy dập thể tích chủ yếu dùng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.

4.9 Dập tấm

4.8.1 Khái niệm, đặc điểm

Dập tấm là một phương pháp gia công áp lực tiên tiến để chế tạo các sản phẩm hoặc chi tiết bằng vật liệu tấm, thép bản hoặc thép dãi.

Dập tấm được tiến hành ở trạng thái nguội (trừ thép cacbon có $S > 10\text{mm}$) nên còn gọi là dập nguội.

Vật liệu dùng trong dập tấm: Thép cacbon, thép hợp kim mềm, đồng và hợp kim đồng, nhôm và hợp kim nhôm, niken, thiếc, chì vv... và vật liệu phi kim như: giấy cactông, êbônít, fip, amiăng, da, vv...

b/ Đặc điểm

- Năng suất lao động cao do dễ tự động hoá và cơ khí hoá.
- Chuyển động của thiết bị đơn giản, công nhân không cần trình độ cao, đảm bảo độ chính xác cao.
- Có thể dập được những chi tiết phức tạp và đẹp, có độ bền cao v.v...

c/ Công dụng

Dập tấm được dùng rộng rãi trong các ngành công nghiệp đặc biệt ngành chế tạo máy bay, nông nghiệp, ô tô, thiết bị điện, dân dụng v.v...

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày khái niệm chung phương pháp gia công kim loại bằng áp lực
2. Trình bày sự biến dạng của kim loại
3. Trình bày phương pháp và mục đích nung nóng kim loại
4. Trình bày các phương pháp: cán kim loại, kéo sợi, kéo sợi, rèn tự do, dập thể tích, dập tấm.

Chương 5. HÀN VÀ CẮT KIM LOẠI

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về khái niệm, đặc điểm phương pháp hàn và cắt kim loại, các phương pháp hàn, cắt kim loại bằng khí Ôxy.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được khái niệm và đặc điểm của phương pháp hàn.
- Trình bày được các phương pháp hàn hồ quang.
- Trình bày được phương pháp cắt kim loại bằng khí Oxy-Axetylen

Nội dung chính:

5.1 Khái niệm, Đặc điểm

5.1.1 Khái niệm và đặc điểm

a. Khái niệm

Hàn là phương pháp nối hai hay nhiều chi tiết kim loại lại với nhau mà không thể tháo rời bằng cách nung nóng kim loại ở vùng tiếp xúc đến trạng thái nóng chảy, sau đó nguội tự do và đông đặc hoặc nung đến trạng thái dẻo, sau đó tác dụng lực ép đủ lớn.

b/ Đặc điểm của phương pháp hàn:

- Tiết kiệm kim loại: so với tán ri về tiết kiệm từ 10-20%, đúc từ 30-50% ...
- Thời gian chuẩn bị và chế tạo phôi ngắn, giá thành phôi thấp.
- Có thể tạo được các kết cấu nhẹ nhưng khả năng chịu lực cao.
- Độ bền và độ kín của mối hàn lớn.
- Có thể hàn hai kim loại có tính chất khác nhau.
- Thiết bị hàn đơn giản, vốn đầu tư không cao.
- Trong vật hàn tồn tại ứng suất dư lớn. Vật hàn bị biến dạng và cong vênh, khả năng chịu tải trọng động thấp.

Hàn được sử dụng rộng rãi để chế tạo phôi trong ngành chế tạo máy, chế tạo các kết cấu dạng khung, giàn, dầm trong xây dựng, cầu đường, các bình chứa trong công nghiệp v.v...

5.1.2 Phân loại

Các phương pháp hàn rất đa dạng, chúng được phân loại theo 2 nhóm cơ bản sau:

Hàn nóng chảy: kim loại mép hàn được nung đến trạng thái nóng chảy kết hợp

với kim loại bổ sung từ ngoài vào điền đầy khe hở giữa hai chi tiết hàn, sau đó đông đặc tạo ra mối hàn.

Nhóm này gồm hàn hồ quang, hàn khí, hàn điện xỉ, hàn bằng tia điện tử, hàn bằng tia laze, hàn plasma v.v...

Hàn áp lực: khi hàn bằng áp lực kim loại ở vùng mép hàn được nung nóng đến trạng thái dẻo sau đó hai chi tiết được ép lại với lực ép đủ lớn, tạo ra mối hàn.

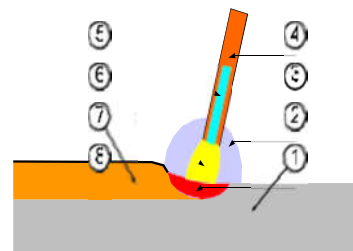
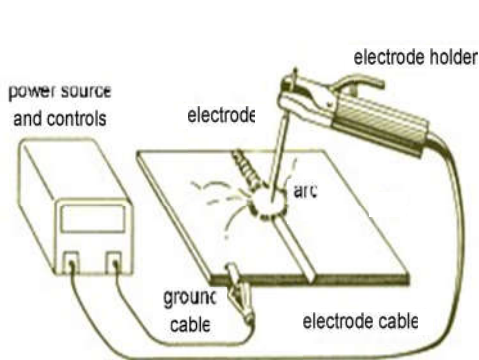
Nhóm này gồm hàn điện tiếp xúc, hàn ma sát, hàn nổ, hàn siêu âm, hàn khí ép, hàn cao tần, hàn khuếch tán v.v...

5.2 Các phương pháp hàn

5.2.1 Hàn điện hồ quang

I. Hàn điện hồ quang kim loại bằng tay (arc welding)

- Nhiệt cần thiết để nóng chảy kim loại được cung cấp từ hồ quang điện giữa điện cực kim loại và kim loại nền. Hồ quang điện là sự phóng điện liên tục qua đường dẫn dạng khí giữa hai điện cực
- Điện cực nóng chảy trong hồ quang cung cấp kim loại cho mối hàn
- Dùng điện một chiều hay xoay chiều để tạo ra hồ quang điện



- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 Kim loại nền (base metal; | 5 Lõi kim loại hàn (core wire; |
| 2 Vùng hàn (weld pool; | 6 Hồ quang điện (arc; |
| 3 Khí bảo vệ (evolves gas shield; | 7 Kim loại hàn (weld metal; |
| 4 Điện cực hàn (consumable electrode; | 8 Xỉ hàn (slag; |

Hình 5.1 Vững hàn



Điện cực bằng kim loại có bọc thuốc hàn để ổn định hồ quang vì hồ quang tạo môi trường để ion hoá và bảo vệ kim loại khỏi bị oxy hoá.

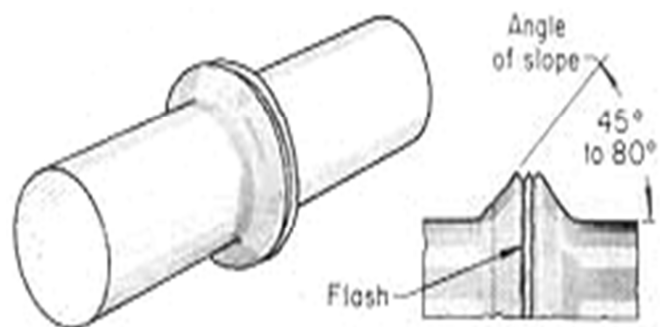
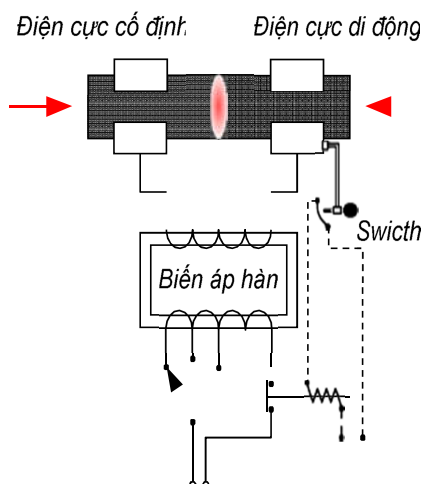
- Hàn hồ quang kim loại bằng tay rất phổ biến, đa năng, chi phí không cao.
- Ở VN, hàn hồ quang tay chiếm đến 90% khối lượng hàn

5.2.2 Hàn điện tiếp xúc (*contact welding*)

- Đốt nóng chảy chỗ tiếp xúc 2 vật hàn bằng dòng điện đi qua chỗ tiếp xúc. Mật độ dòng khoảng $100\sim 150\text{ A/mm}^2$ và lực ép khoảng 25 N/mm^2
- Năng suất cao, dùng nhiều trong chế tạo xe hơi, máy kéo, máy bay, chế tạo dụng cụ đo, cắt, ...

❖ Các phương pháp hàn

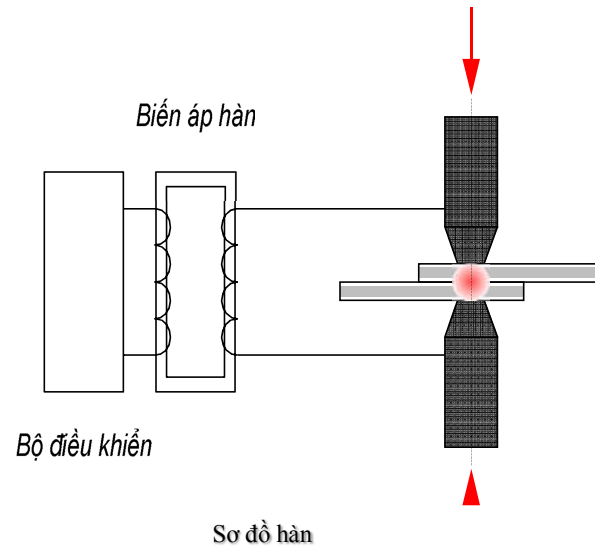
+ Hàn đối đầu (*butt welding*)



Hình 5.2 Sơ đồ hàn

Hình 5.3 Sản phẩm hàn

+ Hàn điểm (*spotwelding*)

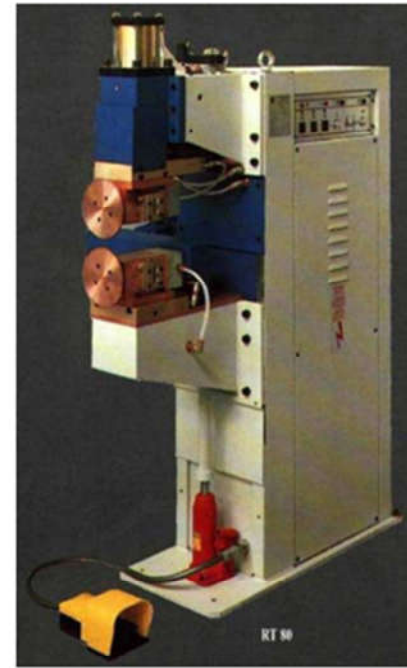
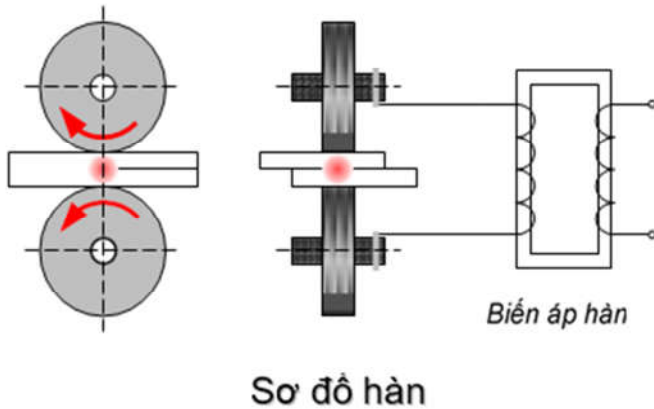


Hình 5.4 Máy hàn bấm xách tay



Hình 5.5 Máy hàn bấm

+ Hàn đường (seam welding)



Máy hàn đường

5.2.3 Hàn Vảy

Hàn vảy là phương pháp nối các chi tiết kim loại hoặc hợp kim ở trạng thái rắn nhờ một kim loại trung gian gọi là vảy hàn (kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn kim loại chi tiết hàn). Sự hình thành mối hàn ở đây chủ yếu dựa vào quá trình hòa tan và khuếch tán của vảy hàn (do vảy hàn chảy) vào kim loại vật hàn ở chỗ nối cho đến khi vảy hàn đông đặc.

Hàn vảy được sử dụng rộng rãi ở các ngành công nghiệp, vì chúng có những đặc điểm sau:

- Có tính kinh tế cao.
- Do không gây ra sự thay đổi thành phần hóa học của kim loại vật hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt không có, do vậy vật hàn không bị biến dạng.
- Có thể hàn được kết cấu phức tạp mà các phương pháp hàn khác khó thực hiện được.
- Có khả năng hàn được các kim loại khác nhau.
- Năng suất hàn cao không đòi hỏi công nhân bậc cao.

b. Vảy hàn và thuốc hàn

Vảy hàn và thuốc hàn là các yếu tố quan trọng trong hàn vảy, vảy hàn thường là những kim loại hoặc hợp kim có khả năng khuếch tán và liên kết với các kim loại khác.

Vảy hàn: Tùy thuộc vào hình dáng của vật hàn, kim loại của vật hàn mà có nhiều loại vảy hàn. Nếu căn cứ vào nhiệt độ nóng chảy của vảy hàn có thể chia ra làm hai nhóm sau:

- Vảy hàn mềm: có nhiệt độ thấp hơn 450°C , có độ cứng nhỏ, tính chất cơ học thấp. Loại vảy hàn này dùng để hàn các chi tiết chịu lực nhỏ, làm việc trong điều kiện nhiệt độ thấp.
- Ví dụ, vảy hàn Sn-Pb (thiếc – chì) với 61%Sn và 39%Pb; vảy hàn Sn – Zn (thiếc – kẽm) để hàn nhôm...

- Vảy hàn cứng có nhiệt độ nóng chảy tương đối cao ($>500^{\circ}\text{C}$) thường từ $720 - 900^{\circ}\text{C}$. Vảy hàn này có độ cứng và độ bền cơ học tương đối cao.

Vảy hàn cứng dùng để hàn các chi tiết chịu lực lớn. Ví dụ trong chế tạo máy, dùng vảy hàn cứng để hàn mảnh hợp kim cứng lên thân dao bằng thép kết cấu ...

Loại vảy hàn này thường dùng là đồng thau, bạc niken...

Thuốc hàn. Thuốc hàn là vật liệu hàn cần thiết để làm sạch mối hàn và thúc đẩy quá trình hòa tan và khuếch tán của vảy hàn vào kim loại cơ bản. Tùy thuộc loại vảy hàn mà sử dụng thuốc hàn khác nhau.

Thuốc hàn gồm các loại:

- Các muối (clorua kẽm), axit photphoric... dùng cho vảy hàn mềm.
- Borat, clorua kẽm, muối kali dùng cho vảy hàn cứng.

Để giảm ứng suất nhiệt xuất hiện trong miếng hợp kim cứng, khi hàn thường dùng miếng đệm bằng thép ít cacbon hoặc hợp kim pecmalôi. Việc sử dụng miếng đệm này rất có tác dụng, nhất là khi hàn các hợp kim cứng titan-vonfram và titan-tantan-vonfram.

Vảy hàn	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nóng chảy $^{\circ}\text{C}$	Công dụng
Đồng niken	Cu – 68,7% Ni – 27,5% Al – 0,8%	1170	Hàn mảnh hợp kim cứng vào dụng cụ, khi hàn phải đốt nóng đến 900°C . Loại này chịu tải trọng lớn
Đồng điện giải	Cu – 99,9% Tạp chất 0,1	1083	Hàn mảnh hợp kim cứng vào dụng cụ, khi hàn phải đốt nóng đến 700°C . Loại này chịu tải trọng trung bình
Đồng thau niken	Cu – 68,0% Zn – 27,0 Ni – 5,0	1000	Như trên

Đồng thau JI162	Cu – 62,0% Zn – 38	900	Hàn mảng hợp kim cứng vào dụng cụ, khi hàn phải đốt nóng đến 600°C.
--------------------	-----------------------	-----	---

Bảng 5.1 Các loại vảy hàn

Thành phần chất trợ dung	Công dụng
Borat – 100	Chất trợ dung chính
Borat – 50 Axit boric – 50	Dùng cho vảy hàn bằng đồng thau

Bảng 5.2. Các chất trợ dung khi hàn vảy

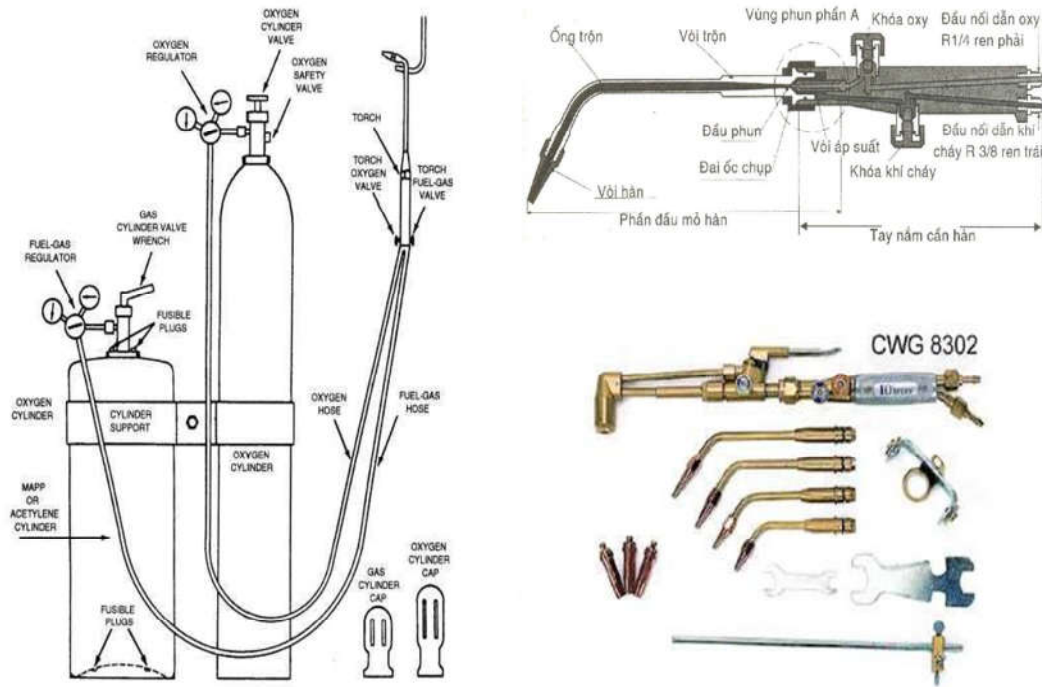
5.2.4 Hàn Khí (gas welding)

Hàn và cắt bằng khí là phương pháp sử dụng nhiệt của ngọn lửa sinh ra khi đốt cháy khí cháy trong dòng ôxy để nung kim loại. Thông dụng nhất là hàn và cắt bằng khí ôxy - axetylen. Hàn và cắt bằng khí có đặc điểm:

- Hàn được nhiều loại kim loại và hợp kim (gang, đồng nhôm...)
- Hàn được các chi tiết mỏng. Thiết bị gọn, nhẹ, đơn giản
- Vốn đầu tư thấp, không cần nguồn điện.
- Năng suất thấp. Vật hàn bị nung nóng nhiều dẫn đến cơ tính giảm.

Hàn khí được sử dụng nhiều khi hàn các chi tiết mỏng bằng thép, các chi tiết bằng gang, đồng, nhôm và một số kim loại màu khác, cắt tạo phôi từ tấm, cắt đứt thanh thời v.v...

🔧 Thiết bị hàn khí



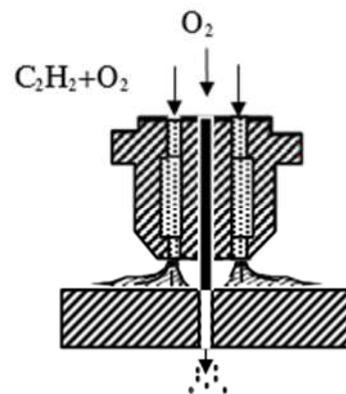
Hình 5.7 Thiết bị hàn khí

5.3 Cắt kim loại bằng khí Ôxy

5.3.1 Khái niệm

Thực chất của quá trình cắt kim loại bằng khí là đốt cháy kim loại cắt bằng dòng ôxy, tạo thành các ôxyt và thổi chúng ra khỏi mép cắt tạo thành rãnh cắt. Sơ đồ quá trình cắt kim loại bằng khí được trình bày trên hình sau:

Khi bắt đầu cắt, kim loại ở mép cắt được nung nóng đến nhiệt độ cháy nhờ nhiệt của ngọn lửa nung, sau đó cho dòng ôxy thổi qua, kim loại bị ôxy hóa mãnh liệt (bị đốt cháy) tạo thành ôxyt. Sản phẩm cháy bị nung chảy và bị dòng ôxy thổi khỏi mép cắt. Tiếp theo, do phản ứng cháy của kim loại toả nhiệt mạnh, lớp kim loại tiếp theo bị nung nóng nhanh và tiếp tục bị đốt cháy tạo thành rãnh cắt.



5.3.2 Điều kiện cắt bằng khí

Để cắt bằng khí, kim loại cắt phải thoả mãn một số yêu cầu nhất định:

- Nhiệt độ cháy của kim loại phải thấp hơn nhiệt độ nóng chảy.
- Nhiệt độ nóng chảy của ôxyt kim loại phải thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của kim loại.
- ôxyt kim loại phải có độ chảy loãng tốt, dễ tách khỏi mép cắt.
- Độ dẫn nhiệt của kim loại không quá cao, tránh sự tản nhiệt nhanh làm cho mép cắt bị nung nóng kém làm gián đoạn quá trình cắt.

Tóm lại: Thép các bon thấp có $< 0,7\% \text{ C}$ rất thuận lợi khi cắt bằng khí vì chúng có nhiệt độ cháy thấp hơn nhiệt độ chảy.

Thép các bon cao do nhiệt độ chảy xấp xỉ nhiệt độ cháy nên khó cắt hơn, khi cắt thường phải nung nóng trước tới $300 - 600^{\circ}\text{C}$.

Thép hợp kim crôm hoặc crôm-ni ken có ôxyt crôm Cr_2O_3 nhiệt độ chảy tới 2.000°C nên rất khó cắt.

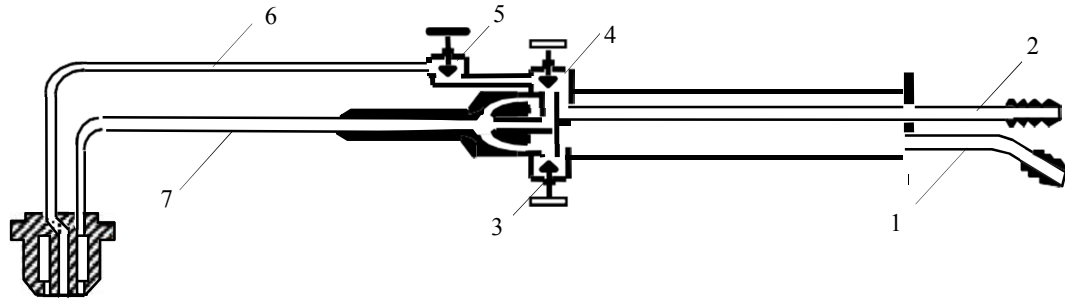
Nhôm, đồng và hợp kim của chúng do dẫn nhiệt nhanh nên cũng không thể cắt bằng khí, trừ khi dùng thuốc cắt.

Gang không thể cắt bằng khí vì khi cháy tạo ra ôxyt silic SiO_2 có độ sệt cao.

+ Mỏ cắt

Để cắt bằng khí chủ yếu sử dụng các mỏ cắt dùng nhiên liệu khí. Sơ đồ cấu tạo

chung của chúng được trình bày trên hình sau:



Hình 5.8 Sơ đồ mỏ cắt khí

1. ống dẫn khí axêtylen 2. ống dẫn khí ôxy 3. van axêtylen 4. van ôxy 5. van khí ôxy 6. ống dẫn khí ôxy; 7. ống dẫn hỗn hợp khí C_2H_2 - O_2

1. Cắt bằng ngọn lửa khí (gas cutting)

- Nung chảy và cắt đứt bằng nhiệt của gas cháy



Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày khái niệm, đặc điểm phương pháp hàn và cắt kim loại.
2. Trình bày các phương pháp hàn, cắt kim loại bằng khí Ôxy.

Chương 6. GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG CẮT GỌT

Giới thiệu:

Trong chương này giới thiệu về khái niệm gia công bằng cắt gọt kim loại, nguyên lý cắt gọt kim loại, các phương pháp cắt gọt kim loại.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này Sinh viên phải:

- Sinh viên trình bày được Phương pháp cắt gọt kim loại.
- Trình bày được bản chất quá trình cắt gọt kim loại.
- Trình bày được quá trình tạo thành phoi và các hiện tượng xảy ra trong cắt gọt.
- Trình bày được các phương pháp cắt gọt kim loại.

Nội dung chính:

6.1 Khái niệm chung

Thực chất của phương pháp gia công cắt gọt kim loại là cắt bỏ đi trên bề mặt của phôi một lớp kim loại dư thừa (gọi là lượng dư gia công) để tạo cho chi tiết có hình dáng, kích thước, độ chính xác và độ bóng bề mặt theo yêu cầu, trên các máy cắt gọt kim loại (máy tiện, phay, bào, khoan, doa, mài vv...) nhờ các dụng cụ cắt (dao tiện, phay, mũi khoan, đá mài vv..)

6.2 Nguyên lý cắt gọt kim loại

6.2.1 Bản chất quá trình cắt gọt kim loại

Quá trình cắt gọt ví dụ như tiện, khoan, phay, cắt ren v.v.. là quá trình bóc đi một lớp kim loại từ bề mặt của chi tiết bằng lực tác động của dụng cụ. Lớp kim loại được tách ra từ chi tiết gọi là phoi. Nghiên cứu quá trình tạo phoi có một ý nghĩa rất quan trọng trong gia công cắt gọt. Bản chất cơ học của quá trình tạo phoi là như nhau cho tất cả các phương pháp cắt gọt.

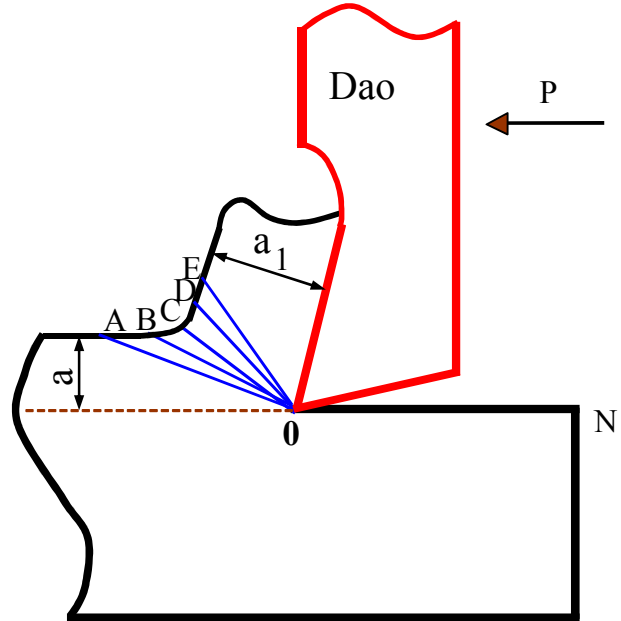
6.2.2 Quá trình tạo thành phoi và các hiện tượng xảy ra trong cắt gọt

a. Nguyên lý tạo thành phoi

Khi cắt để có thể cắt được ra phoi, lực tác dụng vào dao cần phải đủ lớn để tạo ra trong lớp kim loại bị cắt một ứng suất lớn hơn sức bền của vật liệu bị gia công.

b. Miền tạo phoi

Khi cắt do tác dụng của lực P, dao bắt đầu nén vật liệu gia công theo mặt trước. Khi dao tiếp tục chuyển động trong vật liệu gia công phát sinh biến dạng đàn hồi, biến dạng này nhanh chóng chuyển sang biến dạng dẻo và một lớp phoi - có chiều dày a_1 - được hình thành từ lớp kim loại bị cắt có chiều dày a , di chuyển dọc theo mặt trước của dao. Trước khi biến thành phoi, lớp kim loại bị cắt đã trải qua một giai đoạn biến dạng nhất định, nghĩa là giữa lớp kim loại bị cắt và phoi có một khu vực biến dạng. Khu vực này gọi là miền tạo phoi.



Hình 6.1 Sơ đồ miền tạo phoi.

Trong miền này, có những mặt trượt OA, OB, OC, OD, OE. Vật liệu gia công trượt theo những mặt đó. Miền tạo phoi được giới hạn bởi đường OA - dọc theo đường đó phát sinh những biến dạng dẻo đầu tiên, đường OE - đường kết thúc biến dạng dẻo và đường AE - đường nối liền khu vực chưa biến dạng của kim loại và phoi. Trong quá trình cắt, miền tạo phoi AOE di chuyển cùng dao. Vì biến dạng dẻo của phoi có tính lan truyền, do đó lớp kim loại nằm phía dưới đường cắt ON cũng sẽ bị biến dạng dẻo.

CÁC HIỆN TƯỢNG XẢY RA TRONG QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

*** Hiện Tượng Rung Động**

1. Nguyên nhân

a. Rung động cường bức

Do các lực kích thích từ bên ngoài truyền đến. Rung động cường bức có thể có hoặc không có chu kỳ tùy theo lực kích thích có hoặc không có chu kỳ.

Nguyên nhân của các lực kích thích gây ra rung động cường bức có thể là:

- Các chi tiết của máy, dao cắt hoặc chi tiết gia công quay nhanh nhưng không cân bằng động.

- Có sai số của các chi tiết truyền động trong máy.
- Do lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục.
- Các mặt tiếp xúc có khe hở.
- Do các cơ cấu truyền chuyển động ăn khớp kém chính xác.
- Do rung động của các máy xung quanh.

b. Rung động tự phát (tự rung)

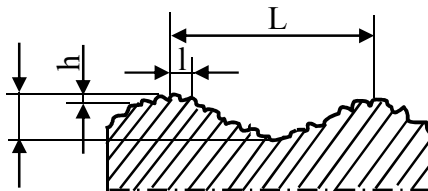
Do bản thân quá trình cắt gây ra, nó được duy trì bởi lực cắt. Khi ngừng cắt, thì hiện tượng tự rung cũng kết thúc.

Nguyên nhân:

- Do sự thay đổi của lực ma sát ở mặt trước và mặt sau của dao trong quá trình cắt.
- Do sự thay đổi tính dẻo của vật liệu gia công trong quá trình cắt khiến cho lực cắt thay đổi.
- Do sự phát sinh và mất đi của lẹo dao.
- Do sự biến dạng đàn hồi của dao và chi tiết.

2. Tác hại

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao mòn nhanh mà còn làm cho lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt. Rung động làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và vật gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không bằng phẳng. Nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt. Nếu tần số cao, biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhám bề mặt (hình 1-17). Ngoài ra do rung động, chiều sâu cắt, tiết diện phoi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ ảnh hưởng tới sai số gia công. Rung động xảy ra phần lớn là do độ cứng vững của hệ thống công nghệ kém.



Hình 6.2 Tổng quát về độ nhám và độ sóng bề mặt chi tiết.

Rung động làm cho máy làm việc không ổn định, mòn nhanh, giảm tuổi thọ của dao và chất lượng bề mặt gia công, giảm năng suất cắt gọt, làm việc không an toàn và đôi khi không thể cắt gọt được. h: Chiều cao nhấp nhô tế vi.

l: Khoảng cách giữa hai đỉnh nhấp nhô tế vi.

H: Chiều cao của sóng.

L: Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng.

- Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ: $l/h = 0 \div 50$.
- Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ: $L/H = 50 \div 100$.

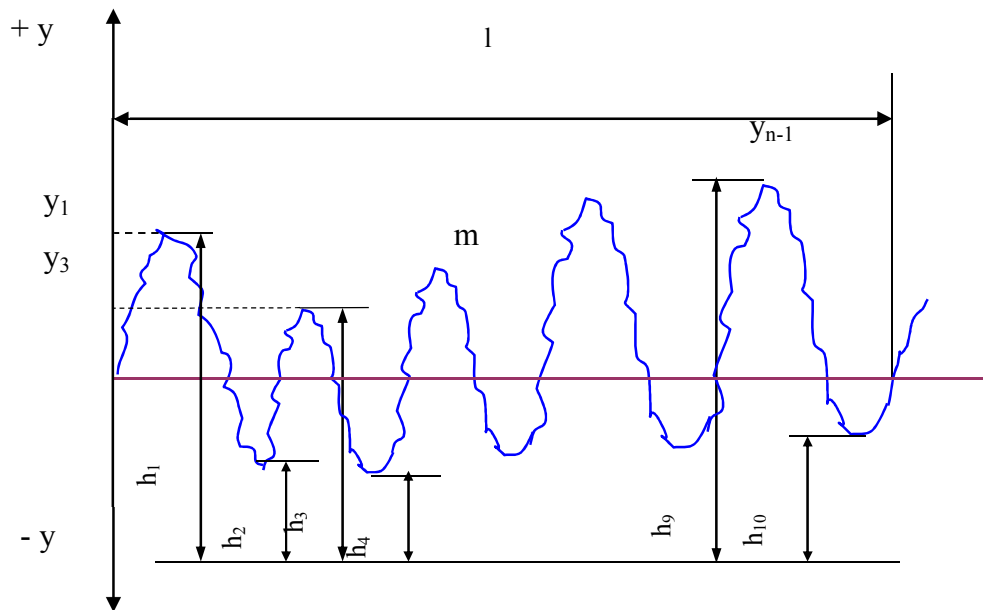
3. Biện pháp khắc phục

+ Rung động cưỡng bức

- Các chi tiết quay nhanh phải cân bằng.
- Nâng cao độ cứng vững cho hệ thống máy, dao, đồ gá, chi tiết gia công.
- Sửa chữa và thay thế kịp thời các chi tiết máy hư hỏng đồng thời nâng cao độ chính xác của phôi liệu.
- Tránh cắt không liên tục.
- Yêu cầu các chi tiết truyền động của máy có độ chính xác cao.
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài truyền tới.
- Gia công các chi tiết có độ chính xác cao phải có cơ cấu giảm rung, có nền giảm rung cách ly với bên ngoài.

+ Rung động tự phát (tự rung)

- Thay đổi hình dạng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động.
- Dùng dung dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao.
- Chọn tốc độ cắt hợp lý sao cho không nằm trong vùng xuất hiện lợ dao.
- Tránh hớt lớp phoi quá rộng và quá mỏng.
- Sử dụng các trang bị giảm rung nhằm tiêu hao năng lượng tạo rung trong quá trình cắt.
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.



Hình 6.3 Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi của bề mặt chi tiết.

Tiêu chuẩn độ nhám bề mặt

TCVN 2511:1995 quy định 14 cấp độ nhám và trị số của thông số nhám R_a và R_z

Cấp độ nhám bề mặt	$R_a (\mu m)$	$R_z (\mu m)$	Chiều dài chuẩn (mm)
	Không lớn hơn		
1	84	320	8,00
2	40	150	
3	20	80	
4	10	40	2,50
5	5	20	
6	2,5	10	0,80
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

Bảng 6.1 cấp độ nhám bề mặt

- Phương pháp gia công cơ và độ bóng tương ứng

- Ký hiệu độ nhám bề mặt



- Cách ghi độ nhám bề mặt

$0,63\sqrt{\quad}$ - độ nhám bề mặt theo $Ra \leq 0,63 \mu m$
 $R_z 20\sqrt{\quad}$ - độ nhám bề mặt theo $Rz \leq 20 \mu m$

1. Ảnh hưởng của độ nhám đến tính chất sử dụng của chi tiết máy

- Ma sát và độ mòn của chi tiết máy phụ thuộc nhiều vào chiều cao và hình dáng của độ nhám bề mặt và phương của vết gia công.
- Độ nhám bề mặt tăng $\rightarrow$ ảnh hưởng xấu đến độ bền của mối lắp chặt.
- Độ nhám bề mặt giảm $\rightarrow$ nâng cao độ bền mỏi của chi tiết.
- Độ nhám bề mặt càng thấp $\rightarrow$ chi tiết càng ít bị ăn mòn hoá học.

2. Ảnh hưởng của biến cứng bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy.

- Bề mặt biến cứng có thể tăng
 - + độ bền mỏi của chi tiết lên khoảng 20%
 - + độ chống mòn của chi tiết lên 2~3 lần
- Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy: hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm hỏng chi tiết.
- Tuy nhiên nếu bề mặt quá cứng (mức độ biến cứng quá cao) $\rightarrow$ giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

3. Ảnh hưởng ứng suất dư bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy

- Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt $\rightarrow$ tăng độ bền mỏi của chi tiết
- Ứng suất dư kéo trên lớp bề mặt $\rightarrow$ giảm độ bền mỏi của chi tiết
- Ví dụ: đối với chi tiết làm từ thép
 - + khi có ứng suất dư nén $\rightarrow$ độ bền mỏi tăng 50%
 - + khi có ứng suất dư kéo $\rightarrow$ độ bền mỏi giảm 30%

- Cấp chính xác TCVN 2224:1999 qui định 20 cấp chính xác theo thứ tự độ chính xác giảm dần: 01, 0, 1, 2 ... 18

- + Cấp chính xác 0,1 ~ 5 dùng cho calíp, dụng cụ đo
- + Cấp chính xác dùng cho kích thước lắp của các mối ghép
- + Cấp chính xác dùng cho kích thước tự do

Độ chính xác hình dạng

- Độ chính xác hình dạng được quy định bởi dung sai hình dạng

- Dung sai hình dạng là dung sai của bề mặt thực của chi tiết so với bề mặt hình học lý tưởng (là bề mặt được xác định bởi các kích thước trên bản vẽ)

Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

Độ chính xác profile theo mặt cắt ngang bao gồm các dạng

- + Sai lệch độ tròn: khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profile thực đến vòng tròn áp.
- + Sai lệch độ ôvan: sai lệch về độ tròn mà profile thực là hình ôvan.
- + Sai lệch độ phân cạnh: sai lệch về độ tròn mà profile thực là hình nhiều cạnh.

*** HIỆN TƯỢNG PHOI BÁM (LỆO DAO)**

a. Khái niệm

Khi gia công kim loại mềm sẽ xảy ra hiện tượng có mẫu kim loại bám chặt vào mặt trước của dao ở gần lưỡi cắt. Mẫu kim loại này có độ cứng cao hơn cả vật liệu làm dao, nó mất đi và xuất hiện liên tục. Hiện tượng đó gọi là phoi bám (lẹo dao).

b. Nguyên nhân xuất hiện

Do có một sự hãm nào đó lớp bề mặt của phoi khi thoát ra theo mặt trước của dao.

Mẫu phoi bám có độ cứng cao vì nó được nung nóng, sau đó tự nguội nên được tôi cứng. Ngoài ra nó còn tự hóa cứng.



Hình 6.4 Hiện tượng lẹo dao trong quá trình tiện.

c. Ảnh hưởng

- Khi gia công thô, mẫu phoi bám nhận tải trọng về mình nên giữ được cho mặt trước của dao không bị nung nóng và mài mòn. Vì vậy khi gia công thô, hiện tượng phoi bám không có hại cho dao mà thậm chí còn có lợi.
- Khi gia công tinh, phoi bám có hại vì nó làm giảm độ chính xác và độ trơn nhẵn của bề mặt gia công. Mẫu phoi bám không tồn tại lâu trên dao, mà nó xuất hiện và biến đi, rơi ra rồi cắm vào bề mặt đã gia công gây nên các vết lõm (xước) trên bề mặt gia công, làm cho bề mặt gia công không trơn nhẵn.

d. Biện pháp khắc phục

- Gia công với tốc độ cắt thích hợp: phoi bám được tạo nên nhiều nhất khi tốc độ cắt $v = 15 \div 20$ m/ph. Khi $v \leq 15$ m/ph nhiệt độ ở vùng cắt gọt không đủ để thiêu kết và tôi cứng mẫu phoi bám, còn khi cắt $v = 30 \div 60$ m/ph phoi bám không kịp dính vào dao mà bị cuốn nhanh theo phoi ra ngoài. Khi gia công với vật liệu làm dao bằng thép gió cần chọn tốc độ cắt nhỏ. Còn đối với

dao chế tạo từ hợp kim cứng thì chọn tốc độ cắt cao.

- Mài bóng mặt trước của dao: sẽ làm giảm ma sát giữa phoi và dao, hạn chế “sự hãm” lớp bề mặt của phoi.

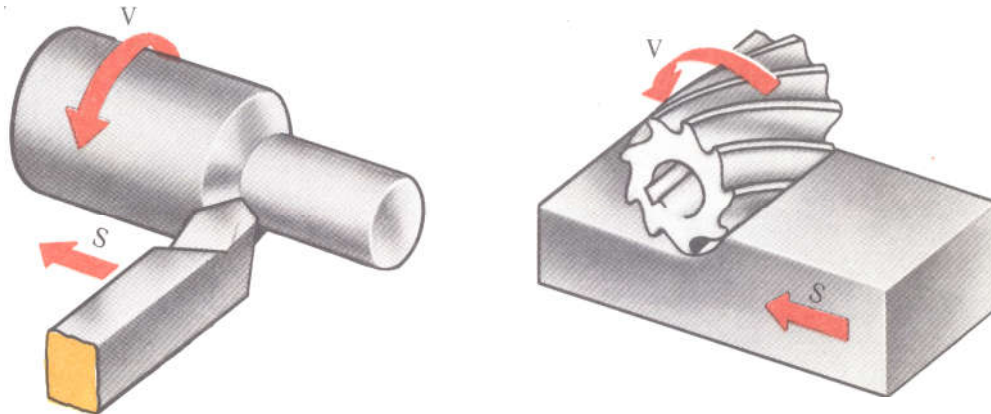
- Dùng dung dịch trơn nguội: nếu dao được tưới nguội tốt sẽ hạn chế được phoi bám ở mức thấp nhất.

* HIỆN TƯỢNG HÓA CỨNG BỀ MẶT

Mặt đã gia công bao giờ cũng có độ cứng cao hơn toàn bộ phôi. Đó là kết quả của hiện tượng hóa cứng (thay đổi kết cấu) của lớp bề mặt kim loại gia công do tác dụng của sự biến dạng kim loại đi đôi với sự trượt của các phần tử phoi. Chiều sâu lớp hóa cứng tới $1 \div 2$ mm. Mức độ hóa cứng (tăng độ hóa cứng) và chiều sâu lớp hóa cứng phụ thuộc vào tính chất cơ học của vật liệu gia công (kim loại dẻo có độ hóa cứng nhỏ hơn kim loại giòn), vào hình dáng hình học của dao (góc trước của dao càng nhỏ thì độ hóa cứng càng tăng), chế độ cắt, dung dịch trơn nguội và các yếu tố khác. Hiện tượng hóa cứng được khắc phục bằng cách ủ.

6.3 Các phương pháp cắt gọt kim loại

- Để thực hiện một quá trình cắt nào đó, cần thiết phải có hai chuyển động
- + Chuyển động chính (chuyển động làm việc)
- + Chuyển động chạy dao



Hình 6.5 các phương pháp gia công

Các chuyển động trong gia công tiện và phay

- Yêu cầu của vật liệu làm dao

- + Bền cơ học: chịu nén, uốn, va đập, rung động, ...

- + Chịu mòn tốt để tăng tuổi bền

- + Chịu nhiệt càng cao càng tốt → giữ cho dụng cụ cắt có độ cứng cần thiết và chống mài mòn
- + Độ cứng của dao phải cao hơn nhiều so với độ cứng của phôi
- + Phải phục hồi được và công nghệ chế tạo tốt
- + Giá thành hạ
- Vật liệu thường dùng
 - + Thép carbon dụng cụ

Nhiệt luyện đạt độ cứng 60~63 HRC, dễ mài sắc và có độ bóng cao. Thường dùng cho dụng cụ cắt ở gia công nguội: cưa, dũa, đục, ...

- + Thép dụng cụ hợp kim

Như thép carbon dụng cụ nhưng tính nhiệt luyện cao hơn, ít biến dạng, mài mòn. Dùng làm taro, ren, ...

- + Thép gió

Được sử dụng phổ biến nhất, độ cứng cao, chịu nhiệt cao (~6500C). Dùng làm mũi khoan, dao phay, ...

- + Hợp kim cứng
- + Ceramic
- + Kim cương nhân tạo

Cứng hơn hợp kim cứng 5~6 lần, nhiệt độ nóng chảy khoảng 12000C, giòn. Dùng trong gia công tinh, làm hạt mài, chế tạo đá mài, ...

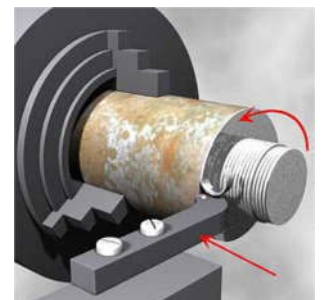
Để tăng độ bền dao → sử dụng dung dịch trơn nguội khi gia công

- Dựa theo tính chất của dụng cụ cắt người ta chia các phương pháp gia công cắt gọt thành hai nhóm chính
- + Bằng dụng cụ với lưỡi cắt có hình dạng hình học xác định: tiện, phay, bào, xọc, khoan, khoét, doa, tarô, chuốt, ...
- + Bằng dụng cụ với lưỡi cắt có hình dạng hình học không xác định: mài, mài nghiền, mài khôn, ...

6.3.1 Phương pháp Tiện

- Tiện là một phương pháp gia công cắt gọt thông dụng nhất
- Máy tiện chiếm khoảng 25%~35% tổng số thiết bị trong phân xưởng gia công cắt gọt

1. Chuyển động tạo hình



Chuyển động chính: chuyển động quay tròn của chi tiết gia công

- Chuyển động chạy dao: chuyển động tịnh tiến (dọc và ngang) của dao tiện

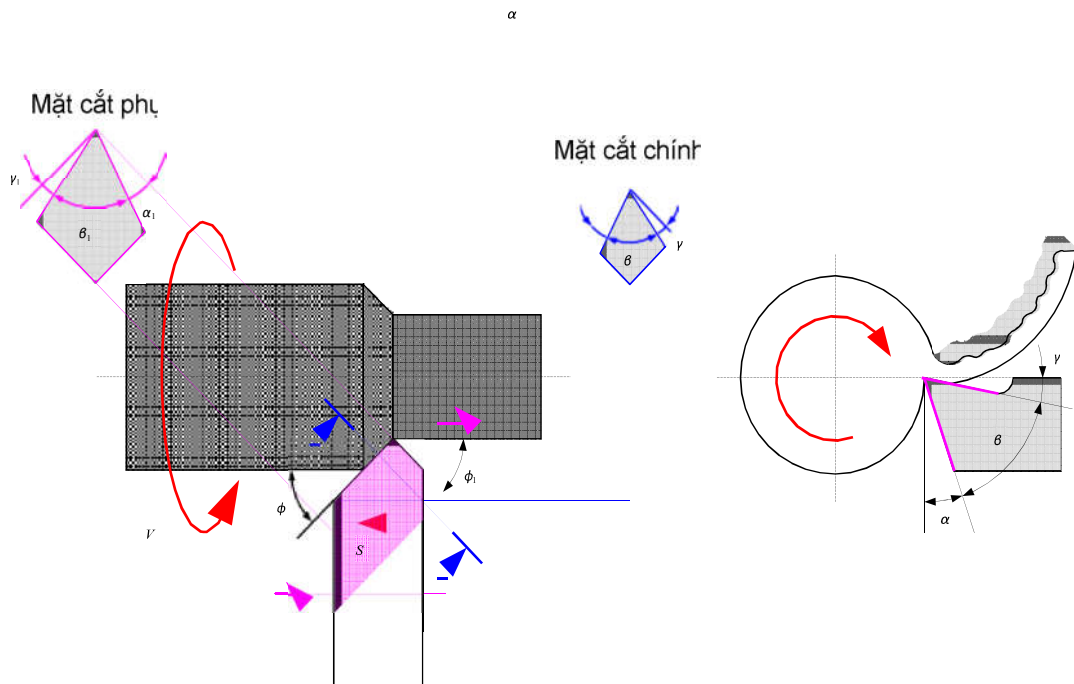
2. Dụng cụ cắt (dao tiện)

- Dao tiện có kết cấu đơn giản, là một dụng cụ cắt đơn giản nhất và thường dùng nhất.

- Dao tiện chỉ có một vài lưỡi cắt thẳng. Đối với tiện định hình, lưỡi cắt cong tùy theo biên dạng của bề mặt gia công.

Dao tiện bao gồm các yếu tố cơ bản của các loại dao.

- Các thành phần cơ bản của dao tiện



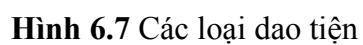
Hình 6.6 các góc trên dao tiện

- Dao tiện bao gồm lưỡi cắt và thân dao tiện

- Dao tiện bằng thép gió: lưỡi cắt và thân dao cùng làm bằng thép gió

- Dao tiện có lưỡi cắt bằng hợp kim, mảnh hợp kim có thể hàn hoặc gắn vào dao bằng một cơ cấu kẹp đơn giản

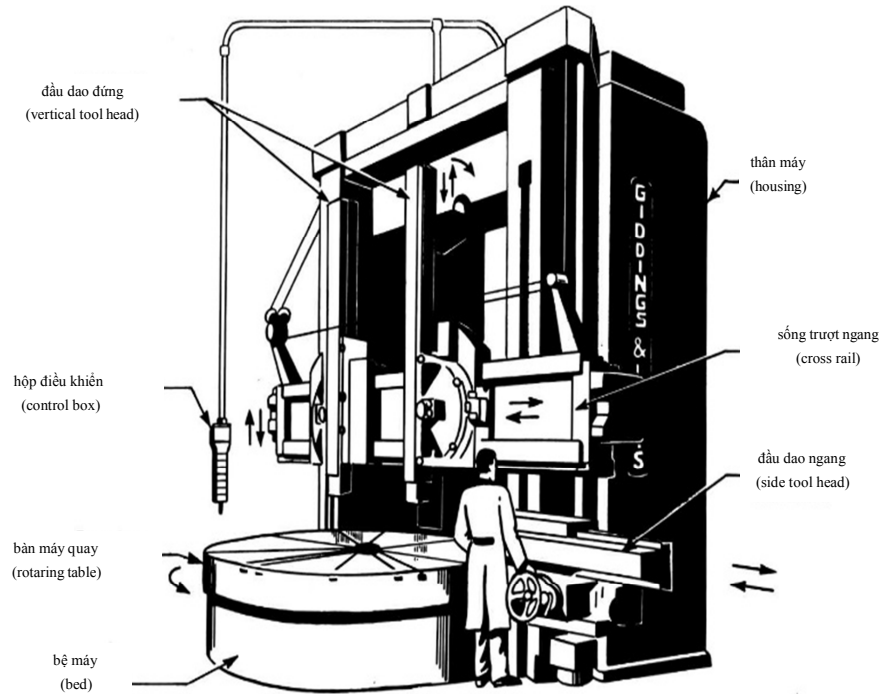
- Các dạng mảnh hợp kim + thân dao tiện tương ứng với các dạng bề mặt gia công khi tiện



1. Máy tiện



Hình 6.8 Máy tiện ngang



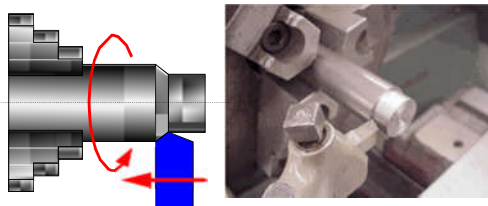
Hình 6.9 Máy tiện đứng

Khả Năng Công Nghệ

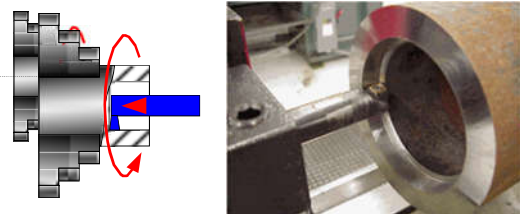
Tiện chủ yếu là gia công các chi tiết tròn xoay (trong và ngoài), các mặt định hình tiết diện tròn xoay, gia công ren các loại... Độ chính xác có thể tới cấp $6 \div 5$, độ nhẵn bề mặt có thể đạt $R_a 2,5 \div R_a 0,63$ (cấp $6 \div 8$). Tiện tinh với dao kim cương độ bóng đạt từ $R_a 0,63 \div R_a 0,16$ (cấp $8 \div 10$).

- Khả năng tạo hình của tiện

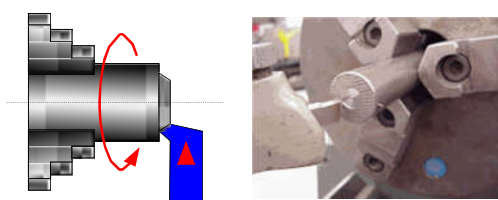
a. Tiện mặt trụ ngoài



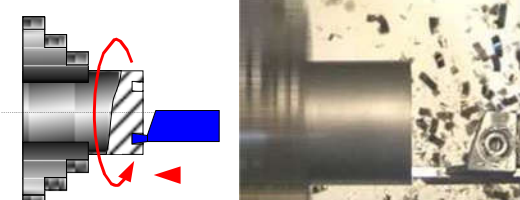
b. Tiện mặt trụ trong



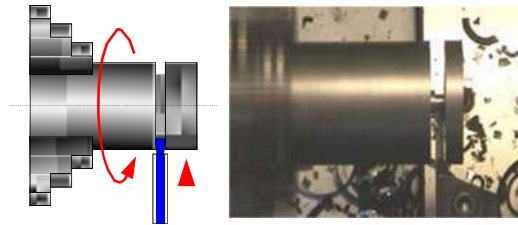
c. Tiện mặt đầu



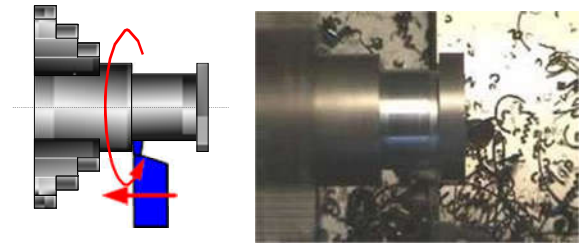
d. Tiện rãnh mặt đầu



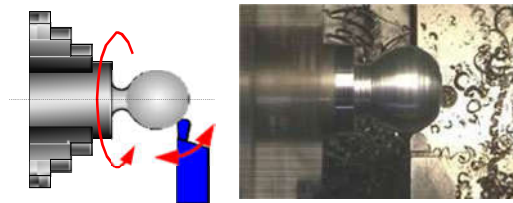
e. Tiện cắt đứt



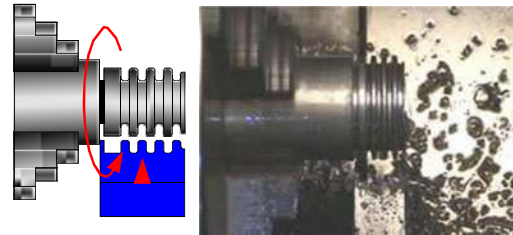
f. Tiện mặt trụ ngoài



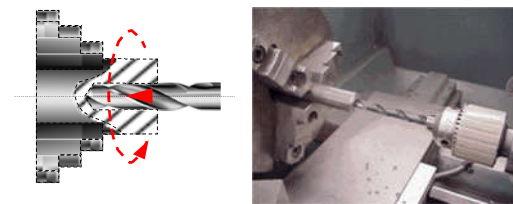
g. Tiện định hình



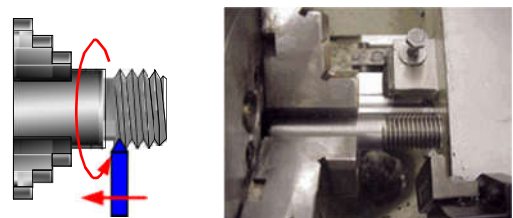
h. Tiện chép hình



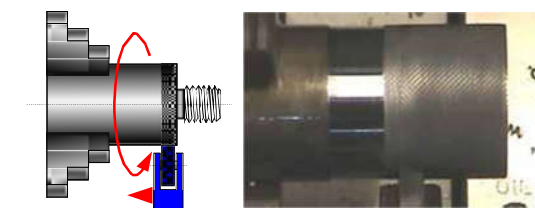
i. Khoan



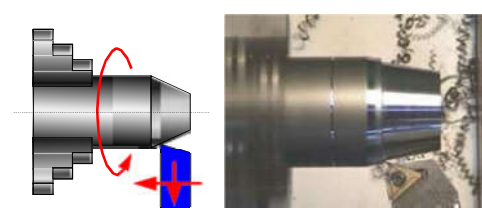
j. Tiện ren ngoài



k. Lăn nhám



f. Tiện mặt



Hình 6.10 Khả năng tạo hình của phương pháp tiện

- Khả năng đạt độ chính xác gia công khi tiện

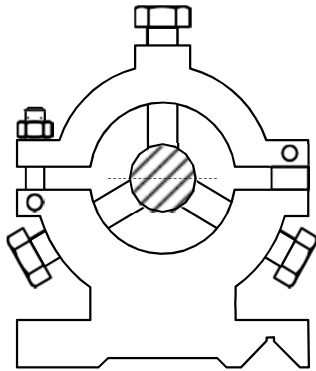
Độ chính xác của nguyên công khi tiện phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố sau

+ Độ chính xác của máy: độ đảo trục chính, độ song song của sống trượt với đường tâm trục chính, độ đồng tâm giữa ổ động và tâm trục chính, ...

+ Tình trạng dao cụ

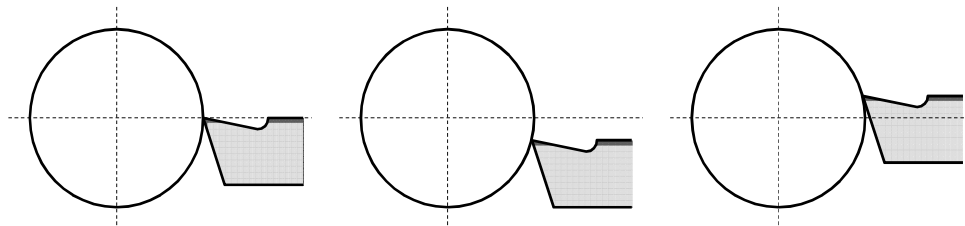
+ Trình độ tay nghề của công nhân

Dùng luynet để tăng độ cứng vững của chi tiết gia công

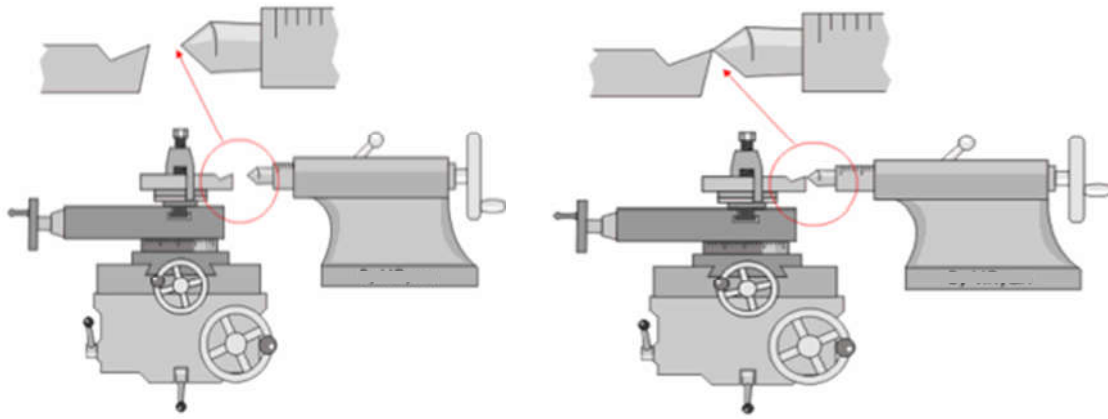


- Các phương pháp gá đặt dao khi tiện

+ Thông thường phải gá đặt dao sao cho lưỡi dao cắt nằm trong mặt phẳng nằm ngang đi qua tâm của chi tiết, đặt biệt đối với tiện cắt đứt và tiện ren



+ Cách so tâm khi gá đặt dao tiện



6.3.2 Phương pháp Phay

1/ *Khái niệm*

Phay là một phương pháp gia công kim loại được dùng rộng rãi ở các nước công nghiệp phát triển từ nửa sau thế kỷ 19. Đến nay phay là một phương pháp gia công rất phổ biến. Có khả năng công nghệ rộng rãi.

2/ *Các chuyển động cơ bản*

Chuyển động chính của phay là chuyển động quay tròn của dao, còn chuyển động chạy dao thường là chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy. Chuyển động chạy dao cũng có thể là chuyển động quay tròn của chi tiết (chi tiết và dao cùng xoay quanh tâm của nó).

3/ *Khả năng công nghệ*

Phay có thể gia công được mặt phẳng, rãnh có đường sinh thẳng, xoắn; mặt định hình. Ngoài ra phay còn dùng để gia công các mặt tròn xoay. Độ chính xác đạt được sau khi phay là cấp 4 ÷ 3, độ bóng $R_z 40 \div R_a 2,5$ (cấp 4 ÷ 6).

Trường hợp phay tinh có thể đạt độ bóng $R_a 0,32$ (cấp 9).

- Các loại dao phay thường dùng

Dao phay trụ



Dao phay ngón



Dao phay đĩa



Dao phay rãnh mang cá



Dao phay rãnh chữ T



Dao phay rãnh



Dao phay định hình



6.3.3 Phương pháp Bào và Xọc

a. Nguyên lý bào và xọc

Bào và xọc được dùng để gia công mặt phẳng và các mặt định hình có đường sinh thẳng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ.

Bào được thực hiện trên máy bào ngang hoặc máy bào giường. Quá trình bào và xọc được thực hiện nhờ sự phối hợp hai chuyển động: chuyển động chính và chuyển động chạy dao.

b. Khả năng công nghệ

Gia công bào đặc biệt có năng suất khi bề mặt gia công là mặt phẳng dài và hẹp.

Quá trình bào và xọc có thể gia công đạt cấp chính xác 7 – 6 và độ bóng $Rz\ 40\ (\nabla 4) \div Ra\ 2,5\ (\nabla 6)$. Nhưng với dao bào có kết cấu đặc biệt như có góc $\varphi = 0$ kết hợp với hệ thống công nghệ vững chắc và chế độ cắt hợp lý khi gia công tinh thì có thể đạt độ nhẵn bóng $Ra\ 0,63$ (cấp 8).

c. Đặc Điểm Của Phương Pháp Bào Và Xọc

- Quá trình bào và xọc chỉ thực hiện ở lượt đi, còn lượt về dao không cắt gọt do đó năng suất thấp. Mặt khác mỗi hành trình cắt gọt dao phải có khoảng chạy tới nên dao luôn chịu va đập dễ gãy và mẻ dao làm giảm tuổi thọ của dao.

- Chuyển động chạy dao thực hiện gián đoạn vào trước lúc thực hiện mỗi hành trình. Do đó góc độ dao bào khi làm việc không bị thay đổi như khi tiện.

- Chuyển động chính của máy bào và xọc là chuyển động tịnh tiến, do đó mà gia tốc rất lớn khi tốc độ lớn.

- Tốc độ cắt của đa số các máy bào có vận tốc cắt khoảng 12÷22 m/phút, còn vận tốc máy xọc không vượt quá 12 m/phút. Nên trên máy bào và xọc hầu như không trang bị hệ thống tưới nguội.

- Riêng đối với máy bào giường cao tốc có thể đạt đến vận tốc 90 m /phút.

d. CÁC CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN TRONG QUÁ TRÌNH BÀO VÀ XỌC

1/ Trên máy bào ngang

Chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến qua lại theo hành trình kép của đầu mang dao, chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng tịnh tiến của bàn máy mang vật gia công sau mỗi hành trình kép của đầu bào.

2/ Trên máy bào giường

Chuyển động chính là chuyển động thẳng tịnh tiến theo hành trình kép của bàn máy mang theo vật gia công, còn chuyển động chạy dao là chuyển động của dao sau mỗi hành trình kép của bàn máy.

3/ Trên máy xọc

Xọc được thực hiện trên các máy xọc: quá trình xọc chuyển động chính là chuyển động lên xuống theo theo hành trình kép của đầu xọc mang dao, còn chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng tịnh tiến hoặc quay gián đoạn sau mỗi hành trình kép của bàn máy.

6.3.4 Phương pháp Khoan

a. Khái niệm

Khoan là phương pháp gia công lỗ phổ biến hiện nay. Khoan có thể gia công lỗ có đường kính từ 0,25 đến 80mm. Lỗ gia công bằng phương pháp khoan đạt cấp chính xác $12 \div 11$, độ nhám bề mặt đạt cấp 3 ($R_z 80$) ÷ 4 ($R_z 40$).

-Khoan là phương pháp tạo lỗ từ phôi đặc trên các máy khoan, máy tiện, máy phay vạn năng, ...

-Khoan là nguyên công chuẩn bị cho cắt ren, tiện ren, tiện tinh, ...

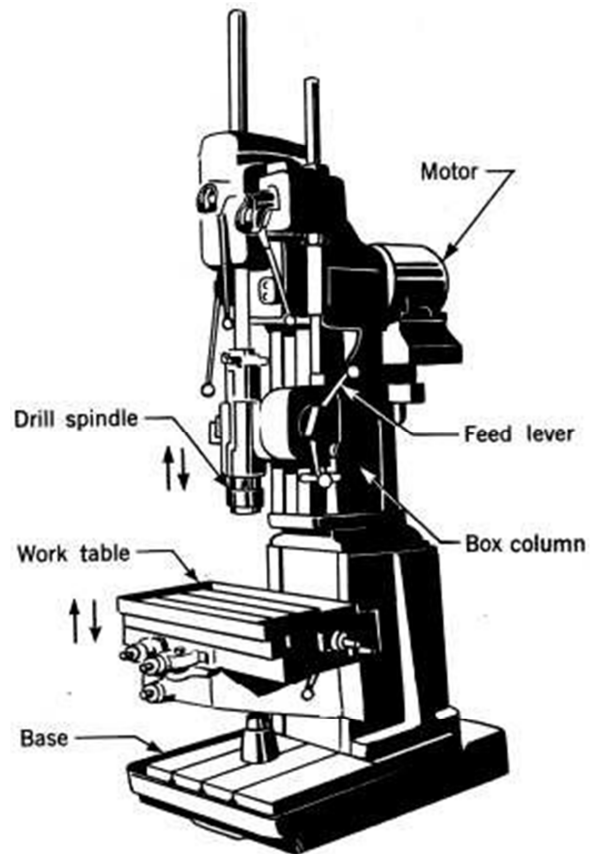
- Có khả năng tạo lỗ có đường kính từ 0,1~80mm
- Đối với lỗ >20mm, tạo lỗ thô ban đầu bằng đục hay gia công áp lực

1. Chuyển động tạo hình

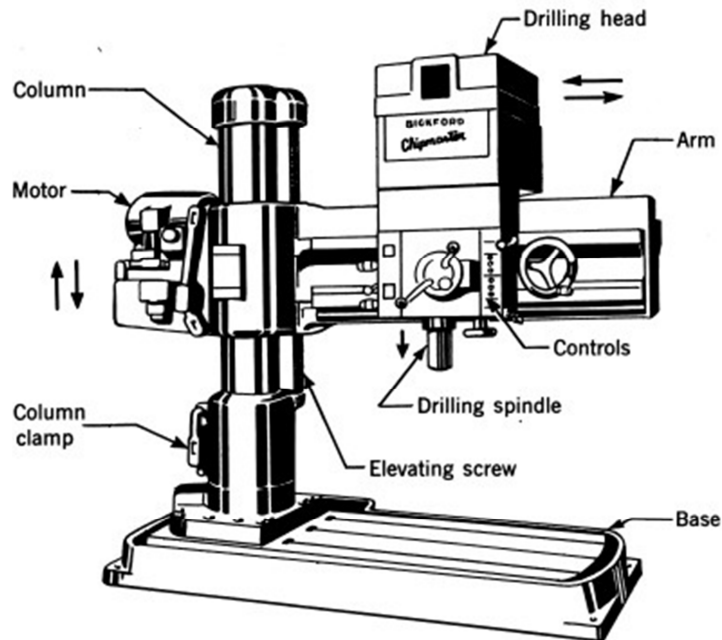
- Khoan bằng máy khoan: dao quay và tịnh tiến, chi tiết đứng yên
- Khoan trên máy tiện: chi tiết quay, mũi khoan tịnh tiến
- Khoan trên máy phay vạn năng: mũi khoan quay, chi tiết tịnh tiến

2. Máy

- Máy khoan bàn



- Máy khoan cần



Đặc điểm công nghệ của khoan

Khoan đạt độ chính xác thấp vì

- + Kết cấu của mũi khoan chưa hoàn thiện, phần lõi nhỏ nên mũi khoan có độ cứng vững kém

- + Lưỡi khoan mài lại thường không đảm bảo độ chính xác của 2 lưỡi cắt → lỗ khoan thường bị cong hay loe rộng.

Đối với lỗ lớn, lực cắt lớn → khoan từ kích thước nhỏ đến lớn

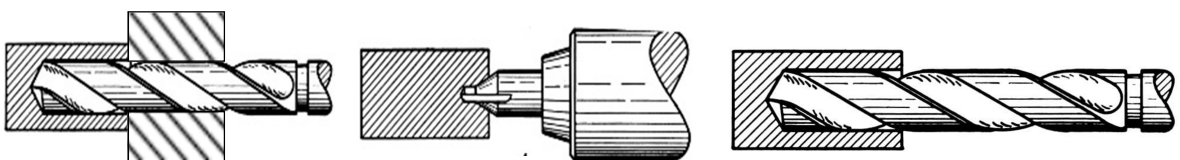
Đối với các lỗ đúc, dập sẵn, không dùng khoan để gia công phá vì mũi khoan có sức bền kém, không chịu nổi lớp vỏ cứng của lỗ, dễ bị lệch theo hướng của lỗ (đúc, dập) sẵn trên phôi

Nâng cao độ chính xác bằng cách

- + Dùng bạc dẫn hướng để tăng độ cứng vững của mũi khoan

- + Dùng mũi khoan tâm tạo lỗ mẫu trước khi khoan

Các loại mũi khoan

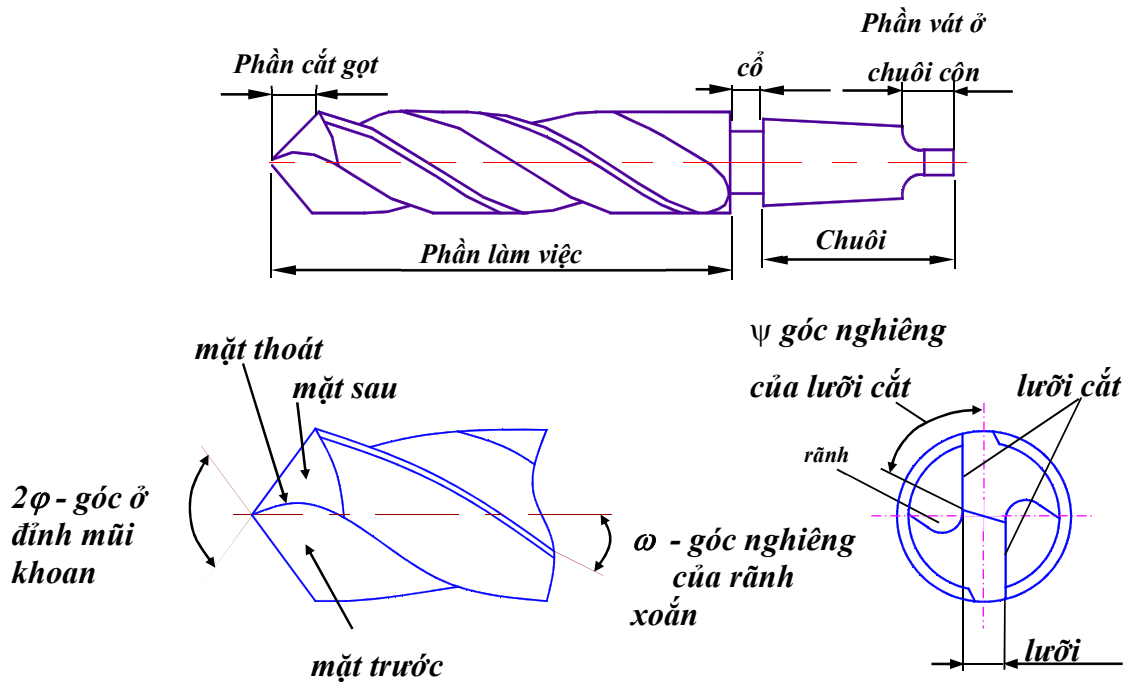


Dụng cụ dùng để khoan lỗ gọi là mũi khoan. Theo công dụng mũi khoan được phân loại:

- Mũi khoan dẹt.
- Mũi khoan lỗ sâu.
- Mũi khoan lỗ tâm.
- Mũi khoan xoắn.

Mũi khoan lỗ tâm là loại mũi khoan chuyên dùng, dùng để khoan lỗ tâm làm lỗ định vị khi gia công trục.

Mũi khoan dẹt là loại có kết cấu đơn giản nhất, thường sử dụng mũi khoan lỗ nhỏ trên vật liệu có sức bền thấp như hợp kim màu, nhựa tổng hợp... Mũi khoan dễ chế tạo và rẻ tiền. Nhược điểm của mũi khoan dẹt là mòn nhanh, khó thoát phoi, tuổi thọ ngắn, năng suất thấp, độ chính xác gia công không cao.

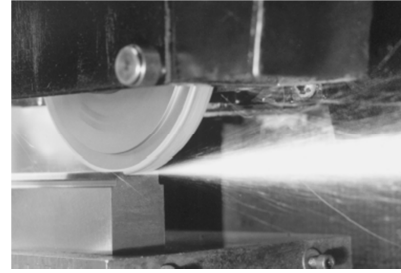
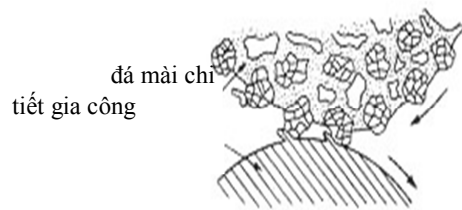


Hình 6.9 Cấu tạo mũi khoan ruột gà

6.3.5 Phương pháp Mài (grinding)

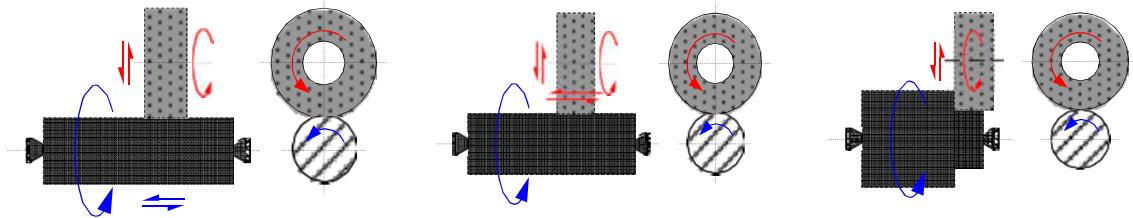
- Mài là nguyên công gia công tinh các bề mặt: trụ ngoài, trụ trong, mặt phẳng, mặt định hình, ...

- Bản chất của mài là quá trình cắt gọt được thực hiện đồng thời bởi nhiều hạt mài có các lưỡi cắt khác nhau được phân bố ngẫu nhiên trên bề mặt đá mài

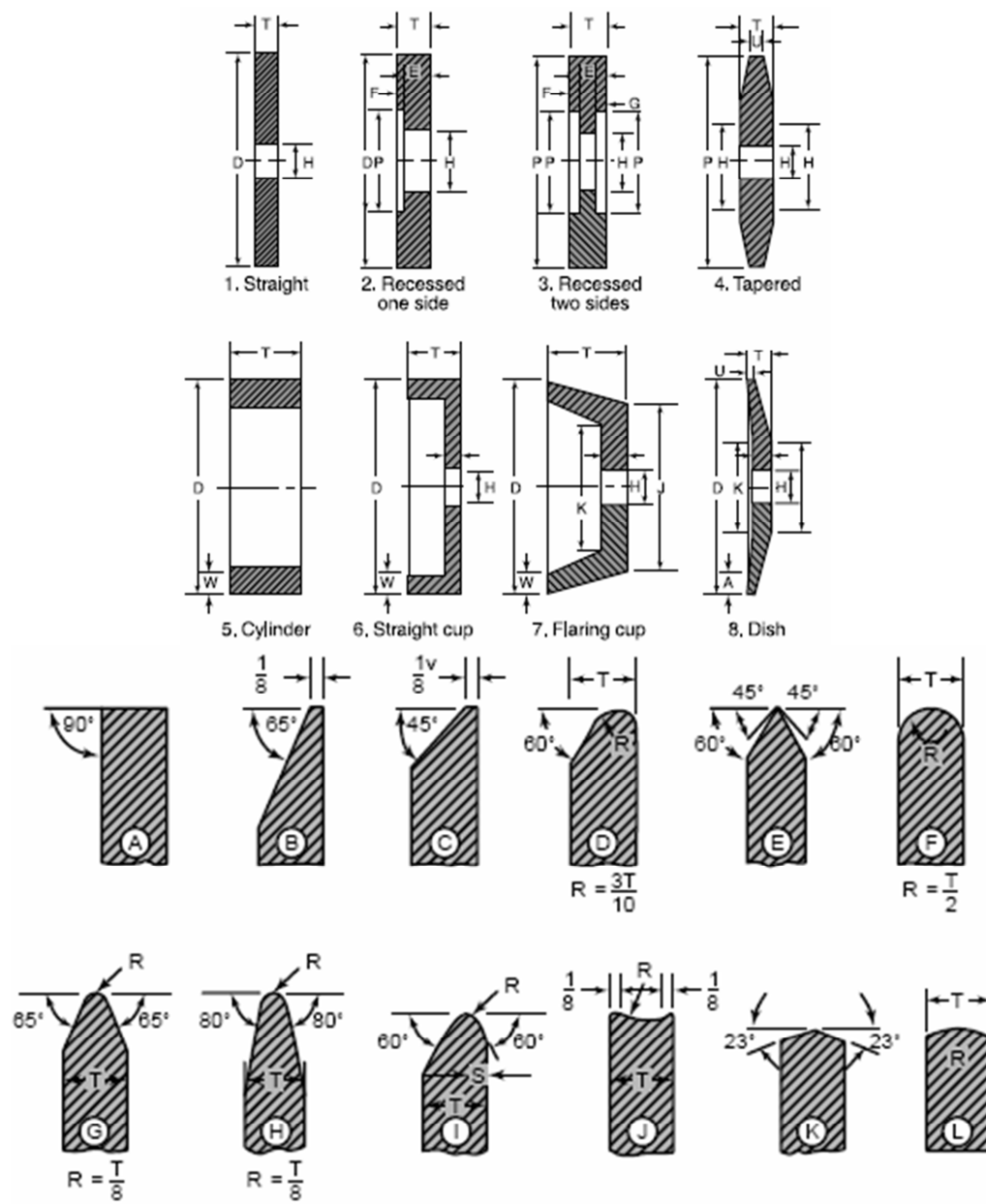


- Việc chọn đá mài, chế độ mài đóng vai trò quyết định chất lượng sản phẩm
- + Chọn đá mài: chọn đá mài hợp lý chất lượng và năng suất cao. Chọn đá mài chú ý các yếu tố vật liệu mài, chất kết dính, độ cứng, kết cấu, độ hạt của đá mài, ...
- + Chọn chế độ mài: chọn vận tốc đá mài, vận tốc chi tiết, lượng chạy dao ngang và chiều sâu cắt, ...

1. Chuyển động tạo hình

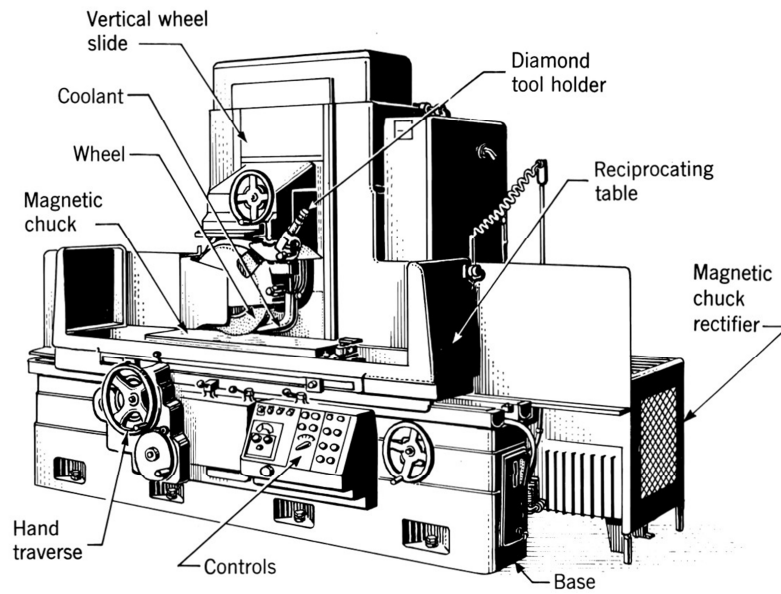


2. Dụng cụ cắt (đá mài)

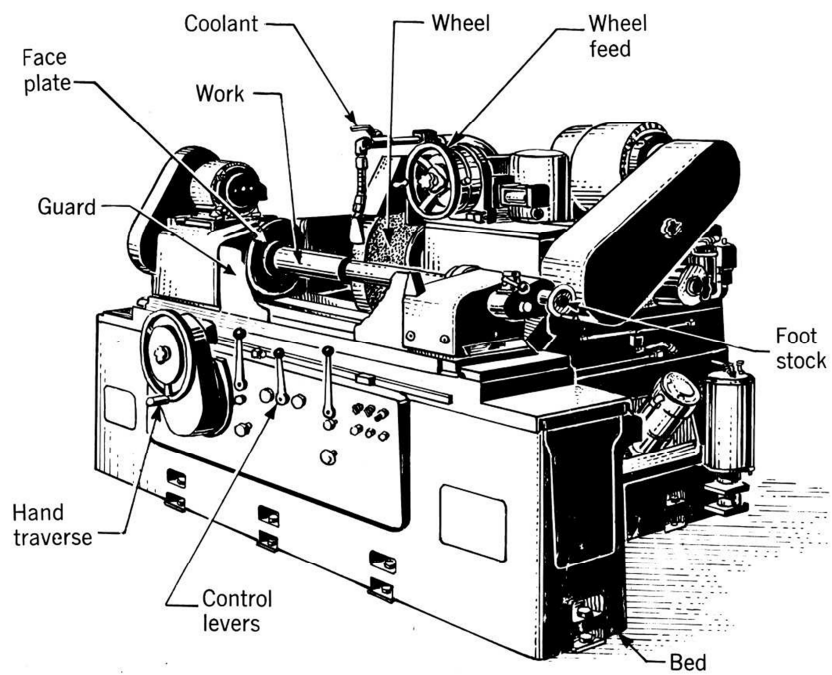


3. Máy

- Máy mài phẳng



- Máy mài tròn ngoài



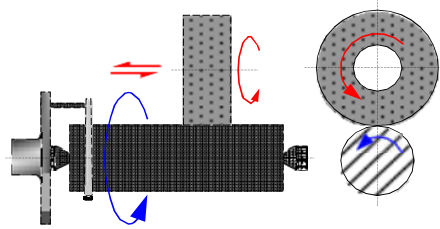
Các phương pháp mài

Mài tròn ngoài

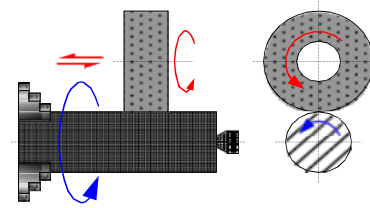
Có hai phương pháp mài tròn ngoài: mài có tâm và mài không tâm

Mài tròn ngoài có tâm

- + Có tính vạn năng cao
- + Có thể gá dùng

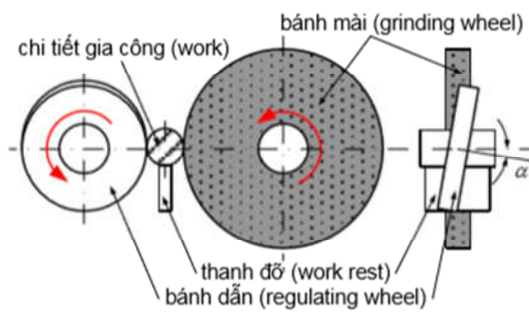


Hai mũi tâm

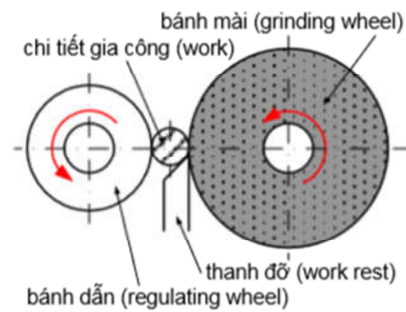


Mâm cặp + mũi tâm

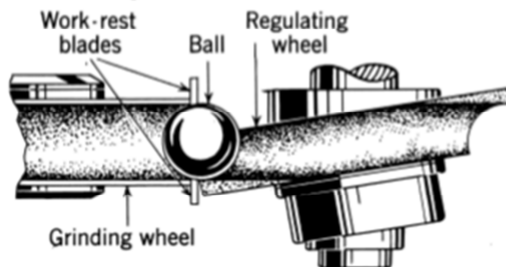
- + Nên tiến đá dọc trục
- + Khi chi tiết ngắn, đường kính lớn, độ cứng vững cao → có thể tiến đá hướng kính
- Mài tròn ngoài không tâm
- + Chuẩn định vị là mặt đang gia công → không mài được chi tiết có rãnh trên bề mặt
- + Hai phương pháp mài tròn ngoài không tâm



Mài không tâm tiến dao dọc



Mài không tâm tiến dao ngang



- Ưu nhược điểm của mài tròn ngoài không tâm
- + Ưu điểm
- Dễ tự động hóa quá trình mài → năng suất cao

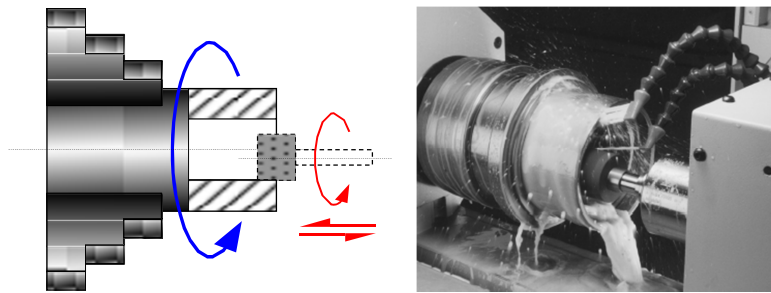
- ❑ Độ cứng vững của hệ thống công nghệ cao hơn mài có tâm
- ❑ Có thể mài các trục dài mà mài có tâm không thực hiện được
- + Nhược điểm
- ❑ Không mài được trục bậc, chỉ có thể mài trục trơn
- ❑ Không mài được các bề mặt gián đoạn

a. Mài tròn trong (mài lỗ)

Có khả năng gia công lỗ trụ, lỗ côn, lỗ định hình. Có 2 phương pháp mài tròn trong: mài có tâm và mài không tâm

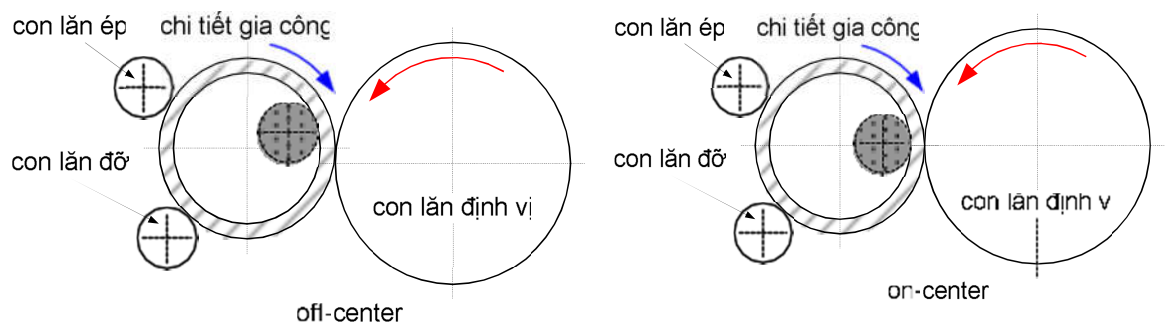
- Mài lỗ có tâm

- + Thực hiện trên các máy mài tròn lỗ chuyên dùng, máy mài vạn năng có đầu mài lỗ hoặc trên máy tiện vạn năng có trang bị đồ gá mài lỗ



- Mài lỗ không tâm

- + Là phương pháp gia công tinh lỗ có năng suất, độ chính xác và độ đồng tâm cao
- + Chuẩn gia công là mặt ngoài → mặt ngoài của chi tiết phải được gia công tinh hoặc bán tinh trước khi mài lỗ.



- Ưu nhược điểm của mài lỗ không tâm

+ Ưu điểm

- ❑ Có thể mài được lỗ của chi tiết phức tạp
- ❑ Mài được lỗ không tiêu chuẩn
- ❑ Sửa được sai lệch về vị trí tương quan so với các bề mặt khác do nguyên công trước để lại
- ❑ Có khả năng đạt độ chính xác cao
- ❑ Mài được các rãnh định hình sau nhiệt luyện
- ❑ Dễ cơ khí hoá và tự động hoá → năng suất cao

+ Nhược điểm

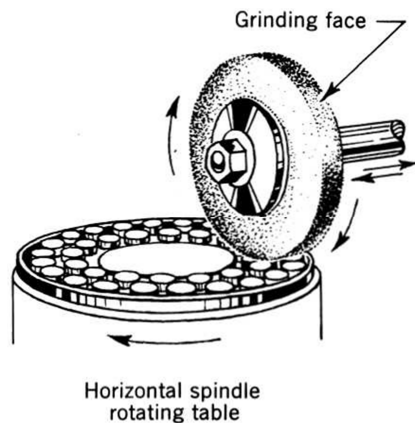
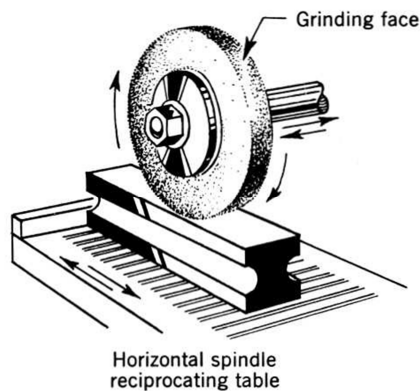
- ❑ Khó cung cấp dung dịch trơn nguội vào vùng cắt, điều kiện thoát phoi và thoát nhiệt khó khăn → đá mòn nhanh
- ❑ Khi đường kính lỗ nhỏ, đá mài nhỏ → độ cứng vững kém, ảnh hưởng đến độ chính xác và năng suất gia công
- ❑ Để đảm bảo vận tốc cắt khi mài, lỗ càng nhỏ → tốc độ đá càng lớn, dẫn đến khó khăn cho việc chế tạo máy mài

b. Mài mặt phẳng

Là phương pháp gia công tinh các mặt phẳng sau khi qua phay hoặc bào, đã hoặc chưa qua nhiệt luyện

- Dùng đá mài hình trụ

+ Độ chính xác cao

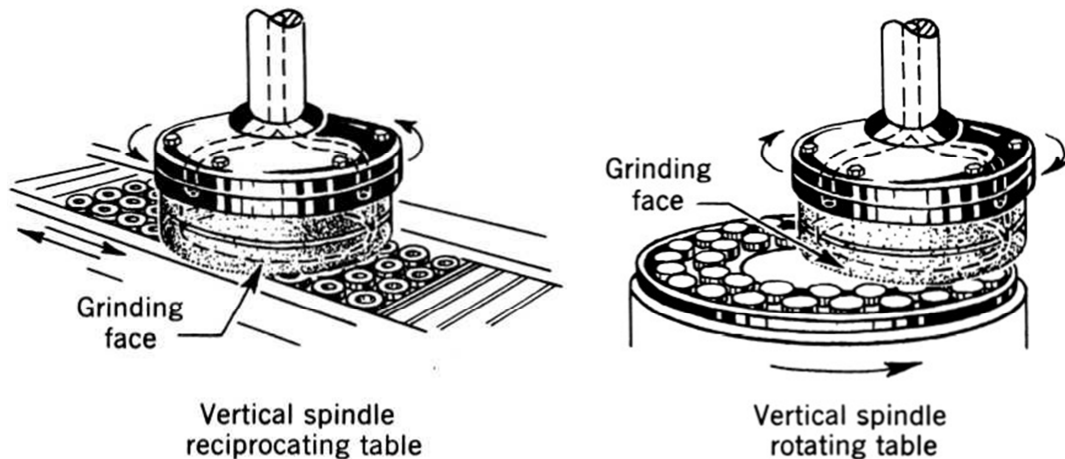


+ Diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết nhỏ → năng suất thấp

- Dùng đá mài mặt đầu

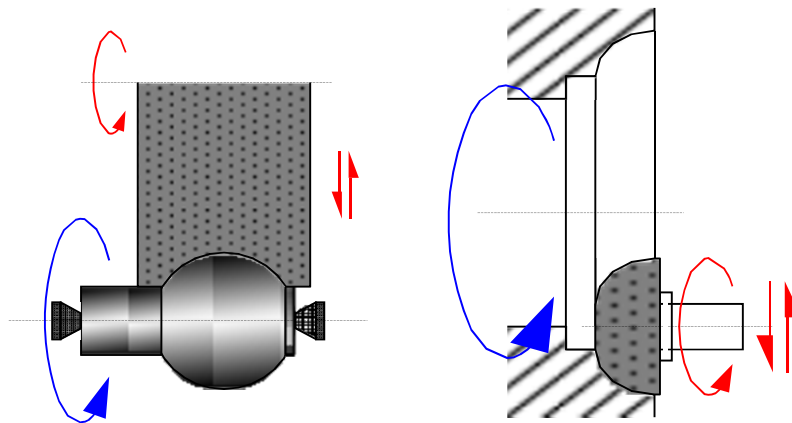
+ Ưu điểm

- Năng suất cao hơn đá mài hình trụ
- Có thể dùng nhiều trục đá mài để mài đồng thời nhiều mặt
- Có thể bố trí hai thớt đá mài cùng một lúc mài cả hai mặt đầu
+ Nhược điểm
- Độ nhẵn và độ chính xác thấp hơn mài bằng đá hình trụ



a. Mài định hình

Có thể gia công được các bề mặt định hình có đường sinh thẳng, các bề mặt định hình tròn xoay ngoài và trong.



Hình 6. 10 Sơ đồ mài định hình

b. Mài nghiền

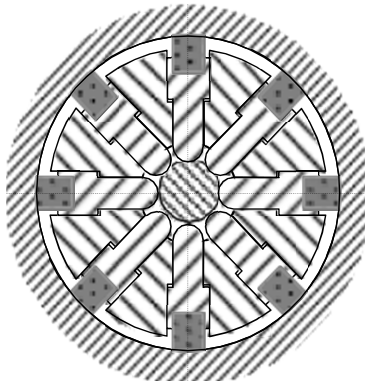
- Phương pháp gia công tinh đạt độ chính xác và nhẵn bóng rất cao.
- Bản chất của mài nghiền là quá trình cắt của các hạt mài tự do (bột mài nghiền) chuyển động cưỡng bức dưới một áp lực xác định giữa dụng cụ nghiền và bề mặt chi tiết được gia công
- Bột nghiền gồm bột mài hạt nhỏ hoặc bột kim cương trộn vào dầu nhớt, mỡ bò, paraffin và các acid hữu cơ theo một tỉ lệ nhất định

- Có thể gia công mặt trụ trong, ngoài, mặt phẳng hoặc mặt định hình
- Trong quá trình mài nghiền tồn tại 2 hiện tượng hóa học và cơ học
- + Quá trình hóa học xảy ra rất nhanh tạo nên trên bề mặt gia công một lớp màng acid và lớp hấp phụ rất mỏng
- + Quá trình cơ học xảy ra sau quá trình hoá học: các hạt mài phá vỡ lớp màng acid và lấy đi lớp hấp phụ dưới dạng phoi rồi đẩy ra ngoài
- Đặc điểm quá trình mài nghiền
- + Vật liệu cắt là bột mịn, số lượng hạt mài cùng tham gia cắt lớn nhưng áp lực và vận tốc cắt không lớn
- + Quá trình động học của hạt mài khá phức tạp, làm cho quỹ đạo chuyển động của hạt mài trên bề mặt gia công khó bị lặp lại vết cũ → độ nhẵn bóng bề mặt gia công cao
- + Nghiền chỉ cắt được lớp lượng dư rất nhỏ (0,02mm) nên không sửa được sai lệch về vị trí tương quan.

c. Mài khôn (honing)

Mài khôn là phát triển thêm một bước của mài nghiền nhằm nâng cao năng suất gia công. Với mục đích này mài khôn so với mài nghiền có những thay đổi như sau

- Thay dụng cụ mài nghiền + bột mài bằng dụng cụ mới mang thời đá gọi là đầu khôn



- Chuyển động cắt gồm hai chuyển động: tịnh tiến qua lại và tròn với tỉ lệ quy định tùy vật liệu và chất lượng gia công
- Áp lực mài khôn và độ dài của đá thò ra ở hai đầu lỗ được quy định rõ ràng
- Mài khôn có thể gia công được nhiều bề mặt khác nhau nhưng chủ yếu là để gia công lỗ

Câu hỏi ôn tập:

1. Trình bày khái niệm gia công bằng cắt gọt kim loại
2. Trình bày nguyên lý cắt gọt kim loại,
3. Trình bày các phương pháp cắt gọt kim loại.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Tiến Đào - Công nghệ chế tạo phôi, NXB khoa học và kỹ thuật, Hà Nội 2006.
- [2]. Hoàng Tùng - Nguyễn Tiến Đào-Nguyễn Thúc Hà. Cơ khí đại cương, NXB khoa học và kỹ thuật, Hà Nội 2006.
- [3]. GS.TS. Trần Văn Địch. Nguyên lý cắt kim loại, NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội, 2006.
- [4]. Ba-rơ-ba-sốp. Kỹ thuật phay. Nhà xuất bản Mir, 1988.
- [5]. Ba-rơ-ba-sốp. Kỹ thuật tiện. Nhà xuất bản Mir, 1988.