

thành tựu khoa học kỹ thuật để sáng tạo ra những sản phẩm mới ngày càng hoàn thiện. Bản thiết kế là cơ sở để thực hiện quá trình sản xuất, là cơ sở pháp lý để kiểm tra, đo lường, thực hiện các hợp đồng. v.v...

1.1.3. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT: Quá trình sản xuất là quá trình tác động trực tiếp của con người thông qua công cụ sản xuất nhằm biến đổi tài nguyên thiên nhiên hoặc bán thành phẩm thành sản phẩm cụ thể đáp ứng yêu cầu của xã hội.

Quá trình sản xuất thường bao gồm nhiều giai đoạn. Mỗi giai đoạn tương ứng với một công đoạn, một phân xưởng hay một bộ phận...làm những nhiệm vụ chuyên môn khác nhau. Quá trình sản xuất được chia ra các công đoạn nhỏ, theo một quá trình công nghệ.

1.1.4. QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ

QTCN là một phần của quá trình sản xuất nhằm trực tiếp làm thay đổi trạng thái của đối tượng sản xuất theo một thứ tự chặt chẽ, bằng một công nghệ nhất định. Ví dụ: QTCN nhiệt luyện nhằm làm thay đổi tính chất vật lý của vật liệu chi tiết như độ cứng, độ bền.v.v...Các thành phần của quy trình công nghệ bao gồm:

a/ Nguyên công: là một phần của quá trình công nghệ do một hoặc một nhóm công nhân thực hiện liên tục tại một chỗ làm việc để gia công chi tiết (hay một nhóm chi tiết cùng gia công một lần).

b/ Bước: là một phần của nguyên công để trực tiếp làm thay đổi trạng thái hình dáng kỹ thuật của sản phẩm bằng một hay một tập hợp dụng cụ với chế độ làm việc không đổi. Khi thay đổi dụng cụ, thay đổi bề mặt, thay đổi chế độ...ta đã chuyển sang một bước mới.

c/ Động tác: là tập hợp các hoạt động, thao tác của công nhân để thực hiện nhiệm vụ của bước hoặc nguyên công.

1.1.5. DẠNG SẢN XUẤT

Tùy theo quy mô sản xuất, đặc trưng về tổ chức, trang bị kỹ thuật và quy trình công nghệ mà có các dạng sản xuất sau:

a/ Sản xuất đơn chiếc: là dạng sản xuất mà sản phẩm được sản xuất ra với số lượng ít và thường ít lặp lại và không theo một quy luật nào. Chúng loại mặt hàng rất đa dạng, số lượng mỗi loại rất ít vì thế phân xưởng, nhà máy thường sử dụng các dụng cụ, thiết bị vạn năng. Đây là dạng sản xuất thường dùng trong sửa chữa, thay thế...

b/ Sản xuất hàng loạt: là dạng sản xuất mà sản phẩm được chế tạo theo lô (loạt) được lặp đi lặp lại thường xuyên sau một khoảng thời gian nhất định với số lượng trong loạt tương đối nhiều (vài trăm đến hàng nghìn) như sản phẩm của máy bơm, động cơ điện.v.v...Tùy theo khối lượng, kích thước, mức độ phức tạp và số lượng mà phân ra dạng sản xuất hàng loạt nhỏ, vừa và lớn. Trong sản xuất hàng loạt các dụng cụ, thiết bị sử dụng là các loại chuyên môn hoá có kèm cả loại vạn năng hẹp.

c/ Sản xuất hàng khối: hay sản xuất đồng loạt là dạng sản xuất trong đó sản phẩm được sản xuất liên tục trong một thời gian dài với số lượng rất lớn. Dạng sản xuất này rất dễ cơ khí hoá và tự động hoá như xí nghiệp sản xuất đồng hồ, xe máy, ô tô, xe đạp.v.v...

1.1.6. KHÁI NIỆM VỀ SẢN PHẨM VÀ PHÔI

a/ Sản phẩm: là một danh từ quy ước để chỉ một vật phẩm được tạo ra ở giai đoạn cuối cùng của một quá trình sản xuất, tại một cơ sở sản xuất. Sản phẩm có thể là máy móc hoàn chỉnh hay một bộ phận, cụm máy, chi tiết...dùng để lắp ráp hay thay thế.

b/ Chi tiết máy: là đơn vị nhỏ nhất và hoàn chỉnh về mặt kỹ thuật của máy như bánh răng, trục cơ, bi v.v...

c/ Phôi: còn gọi là bán thành phẩm là danh từ kỹ thuật được quy ước để chỉ vật phẩm được tạo ra từ một quá trình sản xuất này chuyển sang một quá trình sản xuất khác. Ví dụ: sản phẩm đúc có thể là chi tiết đúc (nếu đem dùng ngay) có thể là phôi đúc nếu nó cần gia công thêm (cắt gọt, nhiệt luyện, rèn dập...) trước khi dùng. Các phân xưởng chế tạo phôi là đúc, rèn, dập, hàn, gò, cắt kim loại v.v..

1.1.7. KHÁI NIỆM VỀ CƠ CẤU MÁY VÀ BỘ PHẬN MÁY

a/ Bộ phận máy: đây là một phần của máy, bao gồm 2 hay nhiều chi tiết máy được liên kết với nhau theo những nguyên lý máy nhất định (liên kết động hay liên kết cố định) như hộp tốc độ, mayơ xe đạp v.v...

b/ Cơ cấu máy: đây là một phần của máy hoặc bộ phận máy có nhiệm vụ nhất định trong máy. Ví dụ: Đĩa, xích, líp của xe đạp tạo thành cơ cấu chuyển động xích trong xe đạp.

1.2. KHÁI NIỆM VỀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CỦA SẢN PHẨM

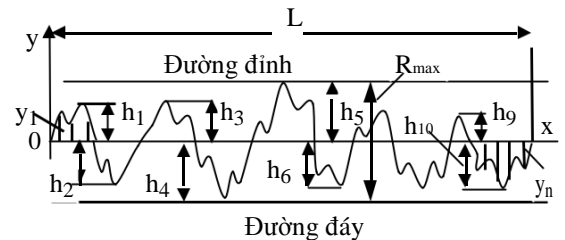
Chất lượng bề mặt của các chi tiết máy đóng một vai trò rất quan trọng cho các máy móc thiết bị có khả năng làm việc chính xác để chịu tải trọng, tốc độ cao, áp lực lớn, nhiệt độ.v.v... Nó được đánh giá bởi độ nhẵn bề mặt và tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt.

1.2.1. ĐỘ NHẪN BỀ MẶT (NHÁM)

Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng như trên bản vẽ mà có độ nhấp nhô. Những nhấp nhô này là do vết dao để lại, của rung động trong quá trình cắt.v.v...

Độ bóng bề mặt là độ nhấp nhô tế vi của lớp bề mặt (H.1.2) gồm độ lồi lõm, độ sóng, độ bóng (nhám). Để đánh giá độ nhấp nhô bề mặt sau khi gia công người ta dùng hai chỉ tiêu đó là R_a và R_z (μm).

TCVN 2511- 95 cũng như ISO quy định 14 cấp độ nhám được ký hiệu $\sqrt{\quad}$ kèm theo các trị số.



H.1.2. Độ nhám bề mặt chi tiết

- R_a là sai lệch trung bình số học các khoảng cách từ những điểm của profil đo được đến đường trung bình ox đo theo phương vuông góc với đường trung bình của độ nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L . Ta có thể tính:

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx \rightarrow R_a = \frac{1}{n} (|y_1| + |y_2| + |y_3| + \dots + |y_n|) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

- R_z là chiều cao nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L với giá trị trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất h_1, h_3, h_5, h_7, h_9 và chiều sâu của 5 đáy thấp nhất $h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$ của profin trong khoảng chiều dài chuẩn.

$$R_z = \frac{(|h_1| + |h_2| + L + |h_9|) - (|h_2| + |h_4| + L + |h_{10}|)}{5}$$

Từ cấp 6 ÷ 12, chủ yếu dùng R_a , còn đối với các cấp 1 ÷ 5 và 13 ÷ 14 dùng R_z . khi ghi trên bản vẽ độ bóng được thể hiện như H.1.3. Trong thực tế sản xuất, tùy theo các phương pháp gia công khác nhau ta có các

2,5

R_{z20}

a/

b/

H.1.3. Ký hiệu độ bóng

a/ Ký hiệu độ bóng theo R_a



cấp độ bóng khác nhau. Ví dụ:

b/ Ký hiệu độ bóng theo R_z



- Bề mặt rất thô, thô đạt cấp 1 ÷ 3 ($R_z = 320 \div 40$): đúc, rèn ...
- Gia công nửa tinh và tinh đạt cấp 4÷6 ($R_z = 40 \div 10$, $R_a = 2,5$): tiện, phay, khoan.
- Gia công tinh đạt cấp 6 ÷ 8 ($R_a = 2,5 \div 0,32$): khoét, doa, mài.

Các giá trị thông số độ nhám bề mặt (TCVN 2511 - 78)

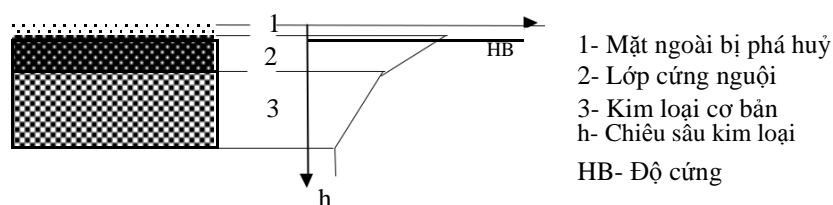
Cấp độ nhám	Trị số nhám (μm)		Chiều dài chuẩn L(mm)	Phương pháp gia công	Ứng dụng
	R_a	R_z			
1	-	320 - 160	8	Tiện thô, cưa, dũa, khoan ...	Các bề mặt không tiếp xúc, không quan trọng: giá đỡ, chân máy v.v...
2	-	160 - 80	8		
3	-	80 - 40	8		
4	-	40 - 20	2,5	Tiện tinh, dũa tinh, phay...	Bề mặt tiếp xúc tĩnh, động, trục vít, b. răng ...
5	-	20 - 10	2,5		
6	2,5-1,25	-	2,5	Doa, mài, đánh bóng v.v...	Bề mặt tiếp xúc động: mặt răng, mặt pittông, xi lanh, chốt v.v...
7	1,25-0,63	-	0,8		
8	0,63-0,32	-	0,8		
9	0,32-0,16	-	0,8	Mài tinh mỏng, nghiền, rà, gia công đặc biệt, ph. pháp khác	Bề mặt mút, van, bi, con lăn, dụng cụ đo, căn mẫu v.v...
10	0,16-0,08	-	0,25		
11	0,08-0,04	-	0,25		
12	0,04-0,02	-	0,25		
13	-	0,1 - 0,05	0,08		Bề mặt làm việc chi tiết chính xác, dụng cụ đo
14	-	0,05 - 0,025	0,08		

1.2.2. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA LỚP BỀ MẶT SẢN PHẨM

Tính chất cơ lý của lớp bề mặt gồm cấu trúc tế vi bề mặt, độ cứng tế vi, trị số và dấu của ứng suất dư bề mặt. Chúng ảnh hưởng nhiều đến tuổi thọ của chi tiết máy. Cấu trúc tế vi và tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết sau gia công được giới thiệu trên H.1.4:

a/ **Mặt ngoài bị phá huỷ** (1) do chịu lực ép và ma sát khi cắt gọt, nhiệt độ tăng cao. Ngoài cùng là màng khí hấp thụ dày khoảng 2÷3 ăngstron ($1\text{Å} = 10^{-8} \text{cm}$), nó hình thành khi tiếp xúc với không khí và mất đi khi bị nung nóng. Sau đó là lớp bị ôxy hoá dày khoảng (40 ÷ 80)Å.

b/ **Lớp cứng nguội** (2) là lớp kim loại bị biến dạng dẻo có chiều dày khoảng 50.000Å, với độ cứng cao thay đổi giảm dần từ ngoài vào, làm tính chất cơ lý thay đổi. **Kim loại cơ bản** từ vùng (3) trở vào.



H.1.4. Tính chất cơ lý lớp bề mặt

1.3. KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CƠ KHÍ

1.3.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là đặc tính quan trọng của ngành cơ khí nhằm đáp ứng yêu cầu của máy móc thiết bị cần có khả năng làm việc chính xác để chịu tải trọng, tốc độ cao, áp lực lớn, nhiệt độ v.v...

Độ chính xác gia công là mức độ chính xác đạt được khi gia công so với yêu cầu thiết kế. Trong thực tế độ chính xác gia công được biểu thị bằng các sai số về kích thước, sai lệch về hình dáng hình học, sai lệch về vị trí tương đối giữa các yếu tố hình học của chi tiết được biểu thị bằng **dung sai**. Độ chính xác gia công còn phần nào được thể hiện ở hình dáng hình học lớp tế vi bề mặt. Đó là độ bóng hay độ nhẵn bề mặt, còn gọi là **độ nhám**.

1.3.2. DUNG SAI

a/ Khái niệm: Khi chế tạo một sản phẩm, không thể thực hiện kích thước, hình dáng, vị trí chính xác một cách tuyệt đối để có sản phẩm giống hệt như mong muốn và giống nhau hàng loạt, vì việc gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố khách quan như độ chính xác của dụng cụ, thiết bị gia công, dụng cụ đo, trình độ tay nghề của công nhân v.v...Do đó mọi sản phẩm khi thiết kế cần tính đến một sai số cho phép sao cho đảm bảo tốt các yêu cầu kỹ thuật, chức năng làm việc và giá thành hợp lý.

Dung sai đặc trưng cho độ chính xác yêu cầu của kích thước hay còn gọi là độ chính xác thiết kế và được ghi kèm với kích thước danh nghĩa trên bản vẽ kỹ thuật.

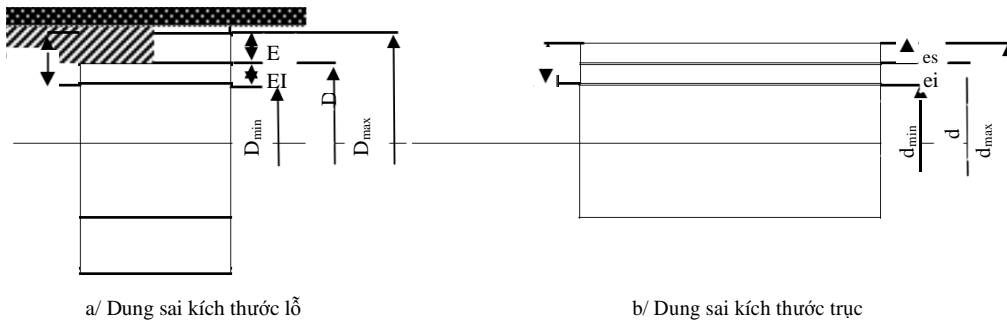
Trị số dung sai kích thước (IT- μm)

D (d) Cấp chính xác	≤ 3	> 3	> 6	> 10	> 18	> 30	> 50	> 80	> 120	>180
		÷ 6	÷ 10	÷ 18	÷ 30	÷ 50	÷ 80	÷ 120	÷ 180	÷ 250
5	4	6	8	8	9	11	13	15	18	20
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460

D (d) - Kích thước danh nghĩa của chi tiết.

b/ Dung sai kích thước: Dung sai kích thước là sai số cho phép giữa kích thước đạt được sau khi gia công và kích thước danh nghĩa. Đó là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất hoặc hiệu đại số giữa sai lệch trên và sai lệch dưới.

Theo TCVN 2244 - 99 cũng như ISO ký hiệu chữ in hoa dùng cho lỗ, ký hiệu chữ thường dùng cho trục. Trong đó: D (d): Kích thước danh nghĩa, sử dụng theo kích thước trong dãy ưu tiên của TCVN 192 - 66.



a/ Dung sai kích thước lỗ

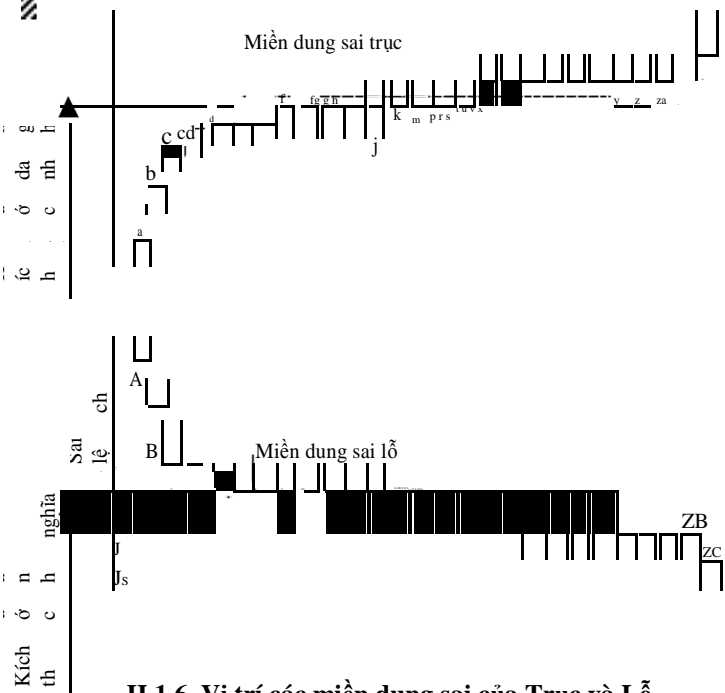
b/ Dung sai kích thước trục

H.1.5. Dung sai kích thước trục và lỗ

- D_{max} , d_{max} : kích thước giới hạn lớn nhất. - D_{min} , d_{min} : kích thước giới hạn nhỏ nhất.
 - $ES = D_{max} - D$, $es = d_{max} - d$: sai lệch trên. - $EI = D_{min} - D$, $ei = d_{min} - d$: sai lệch dưới.
 - $IT_l = D_{max} - D_{min} = \Delta D = ES - EI$: khoảng dung sai của lỗ.
 - $IT_t = d_{max} - d_{min} = \Delta d = es - ei$: khoảng dung sai của trục.
- Dung sai lắp ghép là tổng dung sai của lỗ và trục.

c/ Miền dung sai

Lỗ là tên gọi được dùng để ký hiệu các bề mặt trụ trong các chi tiết. Theo ISO và TCVN miền dung sai của lỗ được ký hiệu bằng một chữ in hoa A, B, C..., Z_A, Z_B, Z_C (ký hiệu sai lệch cơ bản) và một số (ký hiệu cấp chính xác), trong đó có lỗ cơ sở có sai lệch cơ bản H với $EI = 0$ ($D_{min} = D$), cấp chính xác J_s có các sai lệch đối xứng ($|ES| = |EI|$).



H.1.6. Vị trí các miền dung sai của Trục và Lỗ

Trục là tên gọi được dùng để ký hiệu các bề mặt trụ ngoài bị bao của chi tiết. Miền dung sai của trục được ký hiệu trong đó trục cơ bản có cấp chính xác h với $ei = 0$ ($d_{max} = d$), cấp chính xác j_s có các sai lệch đối xứng ($|es| = |ei|$). Trị số dung sai và sai lệch cơ bản xác định miền dung sai.

Mỗi kích thước được ghi gồm 2 phần: kích thước danh nghĩa và miền dung sai. Trên bản vẽ chế tạo ghi kích thước danh nghĩa và giá trị các sai lệch. Ví dụ: trên bản thiết kế ghi $\varnothing 20H7$, $\varnothing 40g6$ còn trên bản vẽ chế tạo ghi kích thước tương ứng (tra bảng): $\varnothing 20^{+0,021}$, $\varnothing 40^{-0,009} \dots -0,025$

d/ Sai số hình dáng và vị trí: Sai số hình dáng hình học là những sai lệch về hình dáng hình học của sản phẩm thực so với hình dáng hình học khi thiết kế như độ thẳng, độ phẳng, độ côn...

Sai số hình dáng hình học

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Dung sai độ thẳng	
2	Dung sai độ phẳng	
3	Dung sai độ tròn	
4	Dung sai độ trụ	

Sai số vị trí tương đối các bề mặt

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Dung sai độ song song	
2	Dung sai độ vuông góc	
3	Dung sai độ đồng tâm	
4	Dung sai độ đối xứng	
5	Dung sai độ giao nhau	
6	D. sai độ đảo mặt đầu	
7	D. sai độ đảo hướng kính	

Sai lệch vị trí tương đối là sự sai lệch vị trí thực của phần tử được khảo sát so với vị trí danh nghĩa như độ không song song, độ không vuông góc, độ không đồng tâm, độ đảo v.v... Các ký hiệu và ví dụ cách ghi các sai lệch này trên bảng trên.

đ/ Cấp chính xác: Cấp chính xác được qui định theo trị số từ nhỏ đến lớn theo mức độ chính xác kích thước. TCVN và ISO chia ra 20 cấp chính xác đánh số theo thứ tự độ chính xác giảm dần là 01, 0, 1, 2, ...15, 16, 17, 18. Trong đó:

- Cấp 01 ÷ cấp 1 là các cấp siêu chính xác.
- Cấp 1 ÷ cấp 5 là các cấp chính xác cao, cho các chi tiết chính xác, dụng cụ đo.
- Cấp 6 ÷ cấp 11 là các cấp chính xác thường, áp dụng cho các mối lắp ghép.
- Cấp 12 ÷ cấp 18 là các cấp chính xác thấp, dùng cho các kích thước tự do (không lắp ghép).

1.3.3. LẮP GHÉP VÀ PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

a/ Hệ thống lắp ghép

- **Hệ thống lỏng:** là hệ thống lắp ghép lấy lỗ làm chuẩn, ta chọn trục để có các kiểu lắp khác nhau; miền dung sai ký hiệu bằng chữ in hoa; tại miền dung sai lỗ cơ bản H có $ES > 0$, còn $EI = 0$. Hệ thống lỏng thường được sử dụng nhiều hơn hệ thống trục.

- **Hệ thống trục:** là hệ thống lắp ghép lấy trục làm chuẩn, ta chọn lỗ để có các kiểu lắp khác nhau; miền dung sai ký hiệu bằng chữ thường; miền dung sai trục cơ bản h có $es = 0$, còn $ei < 0$.

b/ Phương pháp lắp ghép

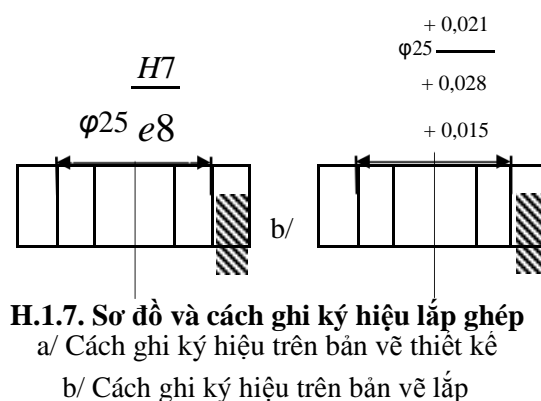
- **Lắp lỏng:** là phương pháp lắp ghép mà kích thước trục luôn luôn nhỏ hơn kích thước của lỗ, giữa 2 chi tiết lắp ghép có độ hở, chúng có thể chuyển động tương đối với nhau nên dùng các mối lắp ghép có truyền chuyển động quay hay trượt. Dạng lắp ghép này, theo TCVN lỗ có miền dung sai A, B, ...G, H hoặc các trục có miền dung sai a, b, ...g, h.

- **Lắp chặt:** là phương pháp lắp ghép mà kích thước trục luôn luôn lớn hơn kích thước lỗ. Khi lắp ghép giữa 2 chi tiết có độ dôi nên cần có lực ép chặt hoặc gia công nhiệt cho lỗ (hoặc trục), thường dùng cho các mối lắp ghép có truyền lực. Dạng lắp ghép này, theo TCVN lỗ có miền dung sai P, R, ..., Z_C hoặc các trục có miền dung sai p, r, ..., z_c .

- **Lắp trung gian:** là loại lắp ghép mà tùy theo kích thước của lỗ và kích thước trục mỗi

lắp có thể có độ hở hoặc độ dôi. Giữa 2 chi tiết lắp ghép có thể có độ hở rất nhỏ hoặc độ dôi rất nhỏ. Khi lắp có thể ép nhẹ để có mối lắp. Dạng lắp ghép này, theo TCVN lỗ có miền dung sai J_s ,

K, M, N hoặc các trục có miền dung sai j_s, k, m, n .



H.1.7. Sơ đồ và cách ghi ký hiệu lắp ghép

a/ Cách ghi ký hiệu trên bản vẽ thiết kế

b/ Cách ghi ký hiệu trên bản vẽ lắp

1.3.4. PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ DỤNG CỤ ĐO

a/ Phương pháp đo: tùy theo nguyên lý làm việc của dụng cụ đo, cách xác định giá trị đo, ta có các phương pháp đo sau:

- **Đo trực tiếp:** là phương pháp đo mà giá trị của đại lượng đo được xác định trực tiếp theo chỉ số hoặc số đo trên dụng cụ đo: **Đo trực tiếp tuyệt đối** dùng đo trực tiếp kích thước cần đo và giá trị đo được nhận trực tiếp trên vạch chỉ thị của dụng cụ. **Đo trực tiếp so sánh** dùng để xác định trị số sai lệch của kích thước so với mẫu chuẩn. Giá trị sai số được xác định bằng phép cộng đại số kích thước mẫu chuẩn với trị số sai lệch đó.

- **Đo gián tiếp:** dùng để xác định kích thước gián tiếp qua các kết quả đo các đại lượng có liên quan đến đại lượng đo.

- **Đo phân tích (từng phần):** dùng xác định các thông số của chi tiết một cách riêng biệt, không phụ thuộc vào nhau.

b/ Dụng cụ đo: Các loại dụng cụ đo thường gặp là các loại thước: thước thẳng, thước cuộn, thước dây, thước lá, thước cặp, thước đo góc, compa, panme, đồng hồ so, calíp, căn mẫu... Các loại thiết bị đo tiên tiến thường dùng như: đầu đo khí nén, đầu đo bằng siêu âm hoặc laze, thiết bị quang học, thiết bị đo bằng điện hoặc điện tử v.v...

- **Thước lá:** có vạch chia đến 0,5 hoặc 1mm có độ chính xác thấp khoảng $\pm 0,5\text{mm}$.

- **Thước cặp:** là dụng cụ đo vạn năng để đo các kích thước có giới hạn và ngắn như chiều dài, chiều sâu, khoảng cách, đường kính lỗ v.v... với độ chính xác khoảng $\pm (0,02 \div 0,05)\text{mm}$.

- **Panme:** thường dùng để đo đường kính ngoài, lỗ, rãnh... với độ chính xác cao, có thể đạt $\pm (0,005 \div 0,01)\text{mm}$. Panme chỉ đo được kích thước giới hạn. Ví dụ panme ghi 0 - 25 chỉ đo được kích thước $\leq 25\text{mm}$.

- **Calíp - căn mẫu:** là loại dụng cụ kiểm tra dùng trong sản xuất hàng loạt, hàng khối để kiểm tra kích thước giới hạn các sản phẩm đạt yêu cầu hay không.

- **Đồng hồ so:** có độ chính xác đến $\pm 0,01\text{mm}$, dùng kiểm tra sai số đo so với kích thước chuẩn bằng bàn rà, bàn gá chuẩn nên có thể kiểm tra được nhiều dạng bề mặt. Dùng đồng hồ so có thể xác định được độ không song song, độ không vuông góc, độ đồng tâm, độ tròn, độ phẳng, độ thẳng, độ đảo v.v...

- **Dưỡng:** chỉ dùng kiểm tra một kích thước hoặc hình dáng.

CHƯƠNG 2

VẬT LIỆU DÙNG TRONG CƠ KHÍ

2.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

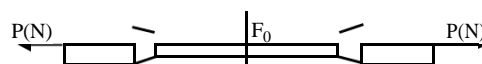
Kim loại và hợp kim được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp để chế tạo các chi tiết máy. Mỗi loại chi tiết máy phải có những tính năng kỹ thuật khác nhau để phù hợp với điều kiện làm việc. Muốn vậy phải nắm được các tính chất cơ bản của chúng sau đây:

2.1.1. CƠ TÍNH

Cơ tính là đặc trưng cơ học biểu thị khả năng của kim loại hay hợp kim khi chịu tác dụng của các tải trọng. Chúng đặc trưng bởi:

a/ Độ bền: là khả năng của vật liệu chịu tác dụng của ngoại lực mà không bị phá hủy. Độ bền được ký hiệu σ . Tùy theo các dạng khác nhau của ngoại lực ta có các loại độ bền: độ bền kéo (σ_k); độ bền uốn (σ_u); độ bền nén (σ_n). Giá trị độ bền kéo tính theo công thức :

$$\sigma_k = \frac{P}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2).$$



H.2.1. Sơ đồ mẫu đo độ bền

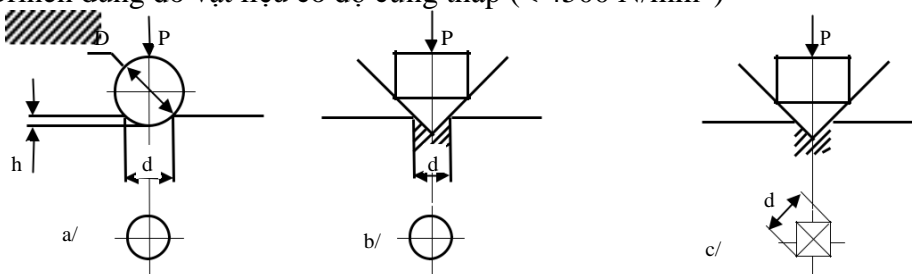
Tại thời điểm khi P đạt đến giá trị nào đó làm cho thanh kim loại có F_0 bị đứt sẽ ứng với giới hạn bền kéo của vật liệu đó. Tương tự ta sẽ có giới hạn bền uốn và bền nén.

b/ Độ cứng: là khả năng chống lún của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực. Nếu cùng một giá trị lực nén, lõm biến dạng trên mẫu đo càng lớn, càng sâu thì độ cứng của mẫu đo càng kém. Độ cứng được đo bằng cách dùng tải trọng ấn viên bi bằng thép cứng hoặc mũi côn kim cương hoặc mũi chóp kim cương lên bề mặt của vật liệu muốn thử, đồng thời xác định kích thước vết lõm in trên bề mặt vật liệu đo. Có các loại độ cứng Brinen; độ cứng Rôcoen; độ cứng Vicke.

- **Độ cứng Brinen:** dùng tải trọng P (đối với thép và gang $P = 30D^2$) để ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện, có đường kính D (D = 10; 5; 0,25 mm) lên bề mặt vật liệu muốn thử (H.2.2.a). Độ cứng Brinen được tính theo công thức:

$$HB = \frac{P}{F} \quad (\text{kG/mm}^2). \text{ Ở đây, } F \text{ - diện tích mặt cầu của vết lõm (mm}^2).$$

Độ cứng Brinen dùng đo vật liệu có độ cứng thấp ($< 4500 \text{ N/mm}^2$)



H.2.2. Sơ đồ thí nghiệm đo độ cứng

- **Độ cứng Rôcoen:** (H.2.2.b) được xác định bằng cách dùng tải trọng P ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện, có đường kính D = 1,587 mm tức là 1/16" (thang B) hoặc mũi côn bằng kim

cương có góc ở đỉnh 120^0 (thang C hoặc A) lên bề mặt vật liệu thử. Trong khi thử, số độ cứng được chỉ trực tiếp ngay bằng kim đồng hồ. Độ cứng Rôcoen được ký hiệu HRB khi dùng bi thép

để thử vật liệu ít cứng; HRC và HRA khi dùng mũi côn kim cương thử vật liệu có độ cứng cao ($>4500 \text{ N/mm}^2$).

Chọn thang đo độ cứng Brinen - Rôcoen

Độ cứng Brinen HB	Thang đo Rôcoen (màu)	Mũi thử	Tải trọng chính P (N)	Ký hiệu độ cứng Rôcoen	Giới hạn cho phép thang Rôcoen
60÷230	B (đỏ)	Viên bi thép	1000	HRB	25÷100
230÷700	C (đen)	Viên bi thép	1500	HRC	20÷67
> 700	A (đen)	Mũi kim cương	600	HRA	> 70

- **Độ cứng Vicke (HV)** dùng mũi đo 1 (hình chóp góc vát $\alpha = 136^0$) bằng kim cương (H.2.2.c) dùng đo cho vật liệu mềm, vật liệu cứng và vật liệu có độ cứng nhờ lớp mỏng của bề mặt đã được thấm than, thấm nitơ.v.v...

$$HV = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Trong đó d - đường chéo của vết lõm (mm); P- tải trọng (kg).

c/ **Tính dẻo:** là khả năng biến dạng vĩnh cửu của kim loại và hợp kim khi chịu tác dụng của ngoại lực. Khi thử mẫu nó được thể hiện qua độ dẫn dài tương đối ($\delta\%$) là tỷ lệ tính theo phần trăm giữa lượng dẫn dài sau khi kéo và chiều dài ban đầu:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} * 100\%$$

Trong đó l_1 và l_2 - độ dài mẫu trước và sau khi kéo (mm). Vật

liệu có ($\delta\%$) càng lớn thì càng dẻo và ngược lại.

d/ **Độ dai va chạm (a_k):** Có những chi tiết máy làm việc thường chịu các tải trọng tác dụng đột ngột (tải trọng va đập). Khả năng chịu đựng các tải trọng đó mà không bị phá huỷ của vật liệu gọi là độ dai va chạm.

$$a_k = \frac{A}{F}$$

(J/mm^2). Trong đó: A - công sinh ra khi va đập làm gãy mẫu (J); F - diện tích tiết diện mẫu (mm^2).

2.1.2. LÝ TÍNH

Lý tính là những tính chất của kim loại thể hiện qua các hiện tượng vật lý khi thành phần hoá học của kim loại đó không bị thay đổi. Nó được đặc trưng bởi: khối lượng riêng, nhiệt độ nóng chảy, tính dẫn nở, tính dẫn nhiệt, tính dẫn điện và từ tính...

2.1.3. HOÁ TÍNH

Hoá tính là độ bền của kim loại đối với những tác dụng hoá học của các chất khác như oxy, nước, axit v.v... mà không bị phá huỷ.

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

b/ **Tính chịu nhiệt:** là độ bền của kim loại đối với sự ăn mòn 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 axit.

2.1.4. TÍNH CÔNG NGHỆ

Tính công nghệ là khả năng của kim loại và hợp kim cho phép gia công theo phương pháp nào là hợp lý. Chúng được đặc trưng bởi:

a/ Tính đúc: được đặc trưng bởi độ chảy loãng, độ co, độ hoà tan khí và tính thiên tích. Độ chảy loãng càng cao thì càng dễ đúc; độ co, độ hoà tan khí và tính thiên tích càng lớn thì khó đúc. **b/**

Tính rèn: là khả năng biến dạng vĩnh cửu của kim loại khi chịu tác dụng của ngoại lực để tạo thành hình dạng của chi tiết mà không bị phá huỷ. Thép dễ rèn vì có tính dẻo cao, gang không rèn được vì giòn; đồng, chì rất dễ rèn.

c/ Tính hàn: là khả năng tạo sự liên kết giữa các chi tiết hàn. Thép dễ hàn, gang, nhôm, đồng khó hàn.

2.2. THÉP

2.2.1. THÉP CÁC BON

A/ KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THÉP CÁC BON

Thép cacbon là hợp chất của Fe-C với hàm lượng cacbon nhỏ hơn 2,14%. Ngoài ra trong thép cacbon còn chứa một lượng tạp chất như Si, Mn, S, P ... Cùng với sự tăng hàm lượng cacbon, độ cứng và độ bền tăng lên còn độ dẻo và độ dai lại giảm xuống. Si, Mn là những tạp chất có lợi còn S và P thì có hại vì gây nên giòn nóng và giòn nguội nên cần hạn chế < 0,03%.

Thép cacbon có cơ tính tổng hợp không cao, chỉ dùng trong xây dựng, chế tạo các chi tiết chịu tải trọng nhỏ và vừa trong điều kiện áp suất và nhiệt độ thấp.

B/ PHÂN LOẠI THÉP CÁC BON

a/ Phân loại theo hàm lượng cacbon

- Thép cacbon thấp $C < 0,25\%$.
- Thép cacbon trung bình $C = 0,25 \div 0,5\%$.
- Thép cacbon cao $C > 0,50\%$.

b/ Phân loại theo công dụng

- **Thép cacbon chất lượng thường:** loại này cơ tính không cao, chỉ dùng để chế tạo các chi tiết máy, các kết cấu chịu tải trọng nhỏ. Thường dùng trong ngành xây dựng, giao thông. Nhóm thép thông dụng này hiện chiếm tới 80% khối lượng thép dùng trong thực tế, thường được cung cấp ở dạng qua cán nóng (tấm, thanh, dây, ống, thép hình: chữ U, I, thép góc, ...). Nhóm thép này có các mác thép sau:

Mác thép LX	Mác thép VN	σ_k (kG/mm ²)	$\sigma_{0,2}$ (kG/mm ²)	δ (%)
CT0	CT31	≥ 31	-	20
CT1	CT33	32÷42	-	31
CT2	CT34	34÷44	20	29
CT3	CT38	38÷49	21	23
CT4	CT42	42÷54	24	21
CT5	CT51	50÷64	26	17
CT6	CT61	≥ 60	30	12

Theo TCVN 1765-75 nhóm thép này được ký hiệu bằng chữ CT với con số tiếp theo chỉ giới hạn bền kéo tối thiểu.

- **Thép cacbon kết cấu:** là loại thép có hàm lượng tạp chất S, P rất nhỏ, cụ thể: $S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,035\%$, tính năng lý hoá tốt thuận tiện, hàm lượng cacbon chính xác và chỉ tiêu cơ tính rõ ràng. Theo TCVN 1766-75, nhóm thép này được ký hiệu bằng chữ C với con số chỉ lượng cacbon trung bình theo phần vạn. Ví dụ: thép C40 là thép cacbon kết cấu với lượng cacbon trung bình là 0,40%. Thép cacbon kết cấu dùng để chế tạo các chi tiết máy chịu lực cao như các loại trục, bánh răng, lò xo v.v... Loại này thường được cung cấp dưới dạng bán thành phẩm với các mức thép sau: C08, C10, C15, C20, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60 C65, C70, C80, C85.

- **Thép cacbon dụng cụ:** là loại thép có hàm lượng cacbon cao ($0,70 \div 1,3\%$), có hàm lượng tạp chất P và S thấp ($< 0,025\%$). Thép cacbon dụng cụ tuy có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện nhưng chịu nhiệt thấp nên chỉ dùng làm các dụng cụ như đục, dũa hay các loại khuôn dập, các chi tiết cần độ cứng cao. Theo TCVN 1822-76, nhóm thép này được ký hiệu bằng chữ CD với con số chỉ lượng cacbon trung bình theo phần vạn. Ví dụ: CD70 là thép cacbon dụng cụ với 0,70% C. Loại thép này gồm các mức thép: CD70, CD80, CD90, ...CD130 tương đương với thép Liên xô là: Y7, Y8, Y9, ...Y13.

- **Thép cacbon có công dụng riêng:** Thép đường ray cần có độ bền và khả năng chịu mài mòn cao đó là loại thép cacbon chất lượng cao có hàm lượng C và Mn cao ($0,50 \div 0,8\%$ C, $0,6 \div 1,0\%$ Mn). Ray hồng có thể dùng để chế tạo các chi tiết và dụng cụ như đục, dao, nhíp, dụng cụ gia công gỗ,... Dây thép các loại: dây thép cacbon cao và được biến dạng lớn khi kéo nguội ($d = 0,1$ mm), giới hạn bền kéo có thể đạt đến $400 \div 450$ kG/mm². Dây thép cacbon thấp thường được mạ kẽm hoặc thiếc dùng làm dây điện thoại và trong sinh hoạt. Dây thép có thành phần $0,5 \div 0,7\%$ C dùng để cuộn thành các lò xo tròn.

Trong kỹ thuật còn dùng các loại dây cáp có độ bền cao được bện từ các sợi dây thép nhỏ. Thép lá để dập nguội: có hàm lượng cacbon và Si nhỏ ($0,05 \div 0,2\%$ C và $0,07 \div 0,17\%$ Si). Để tăng khả năng chống ăn mòn trong khí quyển, các tấm thép lá mỏng có thể được tráng Sn (gọi là sắt tây) hoặc tráng Zn (gọi là tôn tráng kẽm).

2.2.2. THÉP HỢP KIM

A/ KHÁI NIỆM VỀ THÉP HỢP KIM

Thép hợp kim là loại thép mà ngoài sắt, cacbon và các tạp chất ra, người ta còn cố ý đưa vào các nguyên tố đặc biệt với một lượng nhất định để làm thay đổi tổ chức và tính chất của thép để hợp với yêu cầu sử dụng. Các nguyên tố đưa vào gọi là nguyên tố hợp kim thường gặp là: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Nb, Cu,... với hàm lượng như sau:

Mn: 0,8 - 1,0%; Si: 0,5 - 0,8%; Cr: 0,2 - 0,8%; Ni: 0,2 - 0,6%;

W: 0,1 - 0,6%; Mo: 0,05 - 0,2; Ti, V, Nb, Cu $> 0,1\%$; B $> 0,002\%$.

Trong thép hợp kim, lượng chứa các tạp chất có hại như S, P và các khí ôxy, hydro, nitơ là rất thấp so với thép cacbon. **Về cơ tính** thép hợp kim có độ bền cao hơn hẳn so với thép cacbon đặc biệt là sau khi nhiệt luyện. **Về tính chịu nhiệt:** Thép hợp kim giữ được độ cứng cao và tính chống dãn tới 600°C (trong khi thép cacbon chỉ đến 200°C), tính chống ôxy hoá tới $800-1000^{\circ}\text{C}$. **Về các tính chất vật lý và hoá học đặc biệt:** thép cacbon bị gỉ trong không khí, bị ăn mòn mạnh trong các môi trường axit, bazơ và muối,... Nhờ hợp kim hoá mà có thể tạo ra thép không gỉ, thép có tính giãn nở và đàn hồi đặc biệt, thép có từ tính cao và thép không có từ tính, ...

B/ PHÂN LOẠI THÉP HỢP KIM

a/ Thép hợp kim kết cấu: Trên cơ sở là thép cacbon kết cấu cho thêm các nguyên tố hợp kim. Thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon khoảng 0,1÷0,85% và lượng phần trăm nguyên tố hợp kim thấp. Thép này phải qua thấm than rồi nhiệt luyện cơ tính mới cao. Loại thép này được dùng để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng cao, cần độ cứng, độ chịu mài mòn, hoặc cần tính đàn hồi cao v.v... Các mác thép hợp kim kết cấu thường gặp: 15Cr, 20Cr, 40Cr, 20CrNi, 12Cr2Ni4, 35CrMnSi; các loại có hàm lượng cacbon cao dùng làm thép lò xo như 50Si2, 60Si2CrA v.v...

Ký hiệu mác thép biểu thị chữ số đầu là hàm lượng cacbon tính theo phần vạn, các chữ số đặt sau nguyên tố hợp kim là hàm lượng của nguyên tố đó, chữ A là loại tốt. Ví dụ: thép 12Cr2Ni4A trong đó có 0,12% C, 2% Cr, 4% Ni và là thép tốt.

b/ Thép hợp kim dụng cụ: Là loại thép dùng để chế tạo các loại dụng cụ gia công kim loại và các loại vật liệu khác như gỗ, chất dẻo v.v... Thép hợp kim dụng cụ cần độ cứng cao sau khi nhiệt luyện, độ chịu nhiệt và chịu mài mòn cao. Hàm lượng cacbon trong thép hợp kim dụng cụ cao từ 0,7÷1,4%; các nguyên tố hợp kim cho vào là Cr, W, Si và Mn. Thép hợp kim dụng cụ sau khi nhiệt luyện có độ cứng đạt 60÷62 HRC. Có một số mác thép chuyên dùng như sau:

- **Thép dao cắt:** dùng chế tạo các loại dao cắt như dao tiện, dao bào, dao phay, mũi khoan v.v... như 90CrSi, 140CrW5, 100CrWMn, hoặc một số thép gió như 80W18Cr4VMo, 90W9V2, 75W18V các loại thép gió có độ cứng cao, bền, chịu mài mòn và chịu nhiệt đến 650⁰C.

- **Thép làm khuôn dập:** đối với khuôn dập nguội thường dùng 100CrWMn, 160Cr12Mo, 40CrSi. Đối với khuôn dập nóng hay dùng các mác thép: 50CrNiMo, 30Cr2W8V, 40Cr5W2VSi.

- **Thép ổ lăn:** là loại thép dùng để chế tạo các loại ổ bi hay ổ đĩa là loại thép chuyên dùng như OL100Cr2, OL100Cr2SiMn. Các ổ lăn làm việc trong môi trường nước biển phải dùng thép không gỉ như 90Cr18 và làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao phải dùng thép gió loại 90W9Cr4V2Mo. Các ký hiệu của thép hợp kim dụng cụ cũng được biểu thị như các loại thép hợp kim khác trừ thép ổ lăn là có thêm chữ OL ban đầu.

c/ Thép hợp kim đặc biệt: Trong công nghiệp cần thiết phải có những loại thép đặc biệt để đáp ứng yêu cầu của công việc. Có các loại thép:

- **Thép không gỉ:** là loại thép có khả năng chống lại môi trường ăn mòn. Thường dùng các mác thép: 12Cr13, 20Cr13, 30Cr13, 12Cr18Ni9, 12Cr18Ni9Ti,...

- **Thép bền nóng:** là loại thép làm việc ở nhiệt độ cao mà độ bền không giảm, không bị ôxy hoá bề mặt. Ví dụ 12CrMo, 04Cr9Si2 chịu được nhiệt độ 300÷500⁰C; loại bền nóng 10Cr18Ni12, 04Cr14Ni14W2Mo chịu được nhiệt độ 500÷700⁰C; hoặc là thép NiCrôm chuyên chế tạo dây điện trở 10Cr15Ni60.

- **Thép từ tính:** là loại thép có độ nhiễm từ cao. Thép hợp kim từ cứng thường dùng các thép Cr, Cr-W, Cr-Co hoặc dùng hợp kim hệ Fe-Ni-Al, Fe-Ni-Al-Co để chế tạo các loại nam châm vĩnh cửu bằng phương pháp đúc và qua một quá trình nhiệt luyện đặc biệt trong từ trường. Thép và hợp kim từ mềm có lực khử từ nhỏ độ từ thẩm lớn dùng làm lõi máy biến áp, stato máy điện, nam châm điện các loại,... Thường dùng: sắt tây nguyên chất kỹ thuật (<0,04% C), thép kỹ thuật điện (thép Si) có 0,01÷0,1% C và 2÷4,4% Si; có thể dùng hợp kim permaloi có thành phần 79% Ni, 4% Mo còn lại là Fe.

- **Thép không từ tính:** là loại vật liệu không nhiễm từ như 55Mn9Ni9Cr3.

2.3. GANG

2.3.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Gang là hợp kim Fe-C, hàm lượng cacbon lớn hơn 2,14% C và cao nhất cũng < 6,67% C. Cũng như thép trong gang có chứa các tạp chất Si, Mn, S, P và các nguyên tố khác. Đặc tính chung của gang là cứng và giòn, có nhiệt độ nóng chảy thấp, dễ đúc.

2.3.2. PHÂN LOẠI GANG

a/ Gang trắng: rất cứng và giòn, khó cắt gọt. Nó chỉ dùng để chế tạo gang dẻo hoặc dùng để chế tạo các chi tiết máy cần tính chống mài mòn cao như bi nghiền, trục cán...Gang trắng không có ký hiệu riêng.

b/ Gang xám: là loại gang mà hầu hết cacbon ở trạng thái graphit. Gang xám có độ bền nén cao, chịu mài mòn, đặc biệt là có tính đúc tốt.

Ký hiệu gang xám gồm 2 phần các chữ cái chỉ loại gang và nhóm số chỉ thứ tự độ bền kéo và bền uốn. Ví dụ: GX 21-40 có $\sigma_k = 21 \text{ kG/mm}^2$; $\sigma_u = 40 \text{ kG/mm}^2$. Hiện nay thường dùng các mác gang xám GX 12-28, GX 15-32 để chế tạo vỏ hộp số, nắp che, GX 28-48 để đúc bánh đà, thân máy hoặc GX 36-56, GX 40-60 để chế tạo vỏ xi lanh.

c/ Gang cầu: có tổ chức như gang xám nhưng graphit có dạng thu nhỏ thành hình cầu. Gang cầu có độ bền rất cao và có độ dẻo bảo đảm dùng để chế tạo các loại trục khuỷu, trục cán.

Gang cầu được ký hiệu theo TCVN như sau: ví dụ GC 42-12 là loại gang cầu có $\sigma_k = 42 \text{ kG/mm}^2$, độ dẫn dài tương đối $\delta = 12\%$. Thường có các loại: GC 45-15, GC 60-2, GC 50-2.

d/ Gang dẻo: là loại gang được chế tạo từ gang trắng, chúng có độ bền cao, độ dẻo lớn. Chúng có ký hiệu như gang cầu và có các mác sau: GZ 33-8, GZ 45-6, GZ 60-3 dùng để chế tạo các chi tiết phức tạp và thành mỏng.

2.4. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MÀU

Sắt và hợp kim của nó (thép và gang) gọi là kim loại đen. Kim loại và hợp kim màu là kim loại mà trong thành phần của chúng không chứa Fe, hoặc chứa một liều lượng rất nhỏ. Kim loại màu có nhiều ưu điểm như tính công nghệ tốt, tính dẻo cao, cơ tính khá cao, có khả năng chống ăn mòn và chống mài mòn tốt, có độ dẫn nhiệt, dẫn điện tốt, ...Các kim loại thường gặp là đồng, nhôm, manhê và titan.

2.4.1. ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

a/ Đồng đỏ: Đồng đỏ là một kim loại có nhiều tính chất quý như: độ dẻo cao, khả năng chống ăn mòn tốt trong nhiều môi trường, đặc biệt là độ dẫn nhiệt và dẫn điện rất cao. Đồng có khối lượng riêng: $8,94 \text{ G/cm}^3$; nhiệt độ nóng chảy: 1083°C ; độ bền: $\sigma_b = 16 \text{ kG/mm}^2$. Theo TCVN 1659-75 đồng đỏ có 5 loại sau đây: Cu99,99, Cu99,97, Cu99,95 dùng làm dây dẫn điện; Cu99,90, Cu99,0 dùng chế tạo brông không Sn.

b/ Hợp kim đồng Latông: La tông là hợp kim đồng, trong đó kẽm là nguyên tố hợp kim chính. La tông có màu sắc đẹp, dẻo, dễ biến dạng, mạ tốt, giá thành thấp hơn đồng đỏ, phổ biến nhất trong thực tế.

Để nâng cao một số tính chất đặc biệt của latông người ta đưa vào hợp kim một số nguyên tố như thiếc để tăng khả năng chống ăn mòn trong nước biển. Latông với thành phần 29%Zn-1%Sn-70%Cu rất thông dụng trong ngành đóng tàu; hoặc thêm nhôm, Mn và sắt tăng cơ tính và khả năng chống ăn mòn của latông. Hợp kim đồng có 17-27%Zn, 8-18%Ni gọi là mayxơ dùng làm dây điện trở. Có các mác Latông thường dùng: LCuZn30, LCuZn40, LCuZn29Sn1, LCuZn27Ni18,...

Latông được ký hiệu bằng chữ L rồi lần lượt các chữ Cu, Zn, sau đó là các nguyên tố hợp kim khác nếu có. Các con số đứng phía sau mỗi nguyên tố chỉ hàm lượng trung bình của nguyên tố đó theo phần trăm.

c/ Hợp kim đồng Brông: Brông là hợp kim của đồng với các nguyên tố hợp kim khác như Sn, Al, Pb,...Đồng thanh có một số loại sau:

- **Brông thiếc:** Cu-Sn (8-10%Sn) có cơ tính cao và khả năng chống ăn mòn trong nước biển tốt. Chúng được sử dụng làm công tắc điện, đĩa ly hợp, lò xo, bánh răng và đôi khi làm bạc lót. Có các mác sau: BCuSn5P0,15; BCuSn5Zn5Pb5, ...

- **Brông nhôm:** Cu-Al có chứa khoảng <13% Al có tổng hợp cơ tính cao, khả năng chống mài mòn và giới hạn mỏi tương đối lớn thường dùng để chế tạo hệ thống trao đổi nhiệt, các chi tiết máy bơm. Các mác Brông nhôm như: BCuAl15, BCuAl19Fe4, ...

- **Brông chì:** Cu-Pb được sử dụng nhiều để chế tạo ổ trượt, thông dụng nhất là hợp kim BCuPb30.

- **Brông berili:** là một thể hệ hợp kim mới có độ bền, khả năng chống mòn, chống mỏi, độ bền nóng cao. Đặc biệt là giới hạn đàn hồi rất cao. Brông berili thường chứa khoảng 2% Be. Nó được sử dụng làm lò xo, màng đàn hồi và các chi tiết đòi hỏi chịu nhiệt, đàn hồi và dẫn điện cao. Ví dụ: BCuBe2.

2.4.2. NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

a/ Nhôm nguyên chất: Nhôm nguyên chất có màu trắng bạc, có khối lượng riêng nhẹ khoảng $2,7 \text{ G/cm}^3$, có tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao, chống ăn mòn tốt do có lớp ôxít nhôm Al_2O_3 bên ngoài. Nhiệt độ nóng chảy 660^0 , độ bền thấp nhưng dẻo. Nhôm nguyên chất được chia thành 3 nhóm:

- Al99,999 - là loại nhôm tinh khiết.
- Al99,995; Al99,97; Al99,95 - là loại có độ sạch cao.
- Al99,85; Al99,80; Al99,70,...Al99,00 - là loại nhôm kỹ thuật.

Nhôm sạch kỹ thuật được dùng chế tạo cáp tải điện trong khí quyển, các ống bức xạ nhiệt, các đường ống dẫn và bồn chứa xăng, dầu,...

b/ Hợp kim nhôm biến dạng: Hợp kim nhôm biến dạng được sản xuất ra dưới dạng tấm mỏng, băng dài, các thỏi định hình và các loại ống. Hợp kim nhôm này có thể rèn, dập, cán, ép hoặc các phương pháp gia công áp lực khác. Hợp kim nhôm biến dạng có các hệ sau:

- **Hệ Al-Mn:** chịu gia công biến dạng nóng và nguội tốt, có tính hàn và chống ăn mòn trong khí quyển cao. Chúng được sử dụng thay cho nhôm nguyên chất kỹ thuật khi có yêu cầu cao hơn về cơ tính.

- **Hệ Al-Mg:** có tính hàn tốt, khả năng chống ăn mòn trong khí quyển cao, giới hạn bền mỗi cao, bề mặt sau khi gia công đẹp nên được dùng nhiều trong công nghiệp chế tạo ô tô và xây dựng công trình.

- **Hệ Al-Cu và Al-Cu-Mg:** chúng có hiệu ứng hoá bền cao được gọi là đuyra. Ví dụ: AlCu4,5Mg0,5MnSi - dùng trong ô tô và hàng không.

- **Hệ Al-Mg-Si:** được dùng để chế tạo các chi tiết chịu hàn, các cấu kiện tàu thủy. Ví dụ: AlMgSi1,5Mn.

- **Hợp kim hệ Al-Zn-Mg và Al-Zn-Mg-Cu:** được sử dụng trong hàng không, chế tạo vũ khí, dụng cụ thể thao, v.v... Ví dụ: AlZn5,5Mg2,5Cu1,5Cr.

c/ Hợp kim nhôm đúc: Hợp kim nhôm đúc cần tính đúc tốt để dễ dàng tạo hình các chi tiết, chúng chứa lượng nguyên tố hợp kim lớn hơn. Có các dạng hợp kim nhôm đúc điển hình và thông dụng:

- **Hợp kim Al-Si:** cho thêm một số nguyên tố khác nữa ta sẽ được một loại hợp kim có tính đúc tốt, hệ số giãn nở nhiệt nhỏ, chống mòn tương đối dùng chế tạo pittông động cơ đốt trong như: AlSi12CuMg1Mn0,6NiĐ.

- **Hợp kim Al-Cu** và một số nguyên tố khác có khả năng bền nóng cao và giới hạn mỏi khá lớn rất thích hợp để chế tạo các chi tiết nhẹ, hình dáng phức tạp làm việc ở nhiệt độ cao như: AlCu5Mg1Ni3Mn0,2Đ.

Một số hệ hợp kim nhôm đúc khác như Al-Mg; Al-Zn-Mg được sử dụng nhiều trong nước biển và một số môi trường điện ly khác.

Chú ý: Các ký hiệu của hợp kim nhôm đúc phía sau cùng có chữ Đ để phân biệt với hợp kim nhôm biến dạng.

2.5. HỢP KIM CỨNG

Bằng phương pháp đặc biệt: nén thành từng bánh hợp kim cứng dạng bột dưới áp suất hàng nghìn at rồi thiêu kết ở 1500°C người ta tạo ra hợp kim cứng từ các cacbít (cacbit vonfram, cacbit titan, cacbit tantan) cùng với một lượng coban làm chất dính kết. Hợp kim cứng là một loại vật liệu điển hình với độ cứng nóng rất cao ($800\div 1000^{\circ}\text{C}$). Vì vậy hợp kim này được dùng phổ biến làm các dụng cụ cắt gọt kim loại và phi kim loại có độ cứng cao. Đặc biệt là không cần nhiệt luyện vật liệu này vẫn đạt độ cứng $85\div 92$ HRC. Có các loại hợp kim cứng thường dùng:

a/ Nhóm một cacbit: WC + Co gồm các ký hiệu: WCCo2; WCCo4; WCCo6; WCCo8; WCCo10; WCCo20; WCCo25. Ví dụ: WCCo8 có 8% Co và 92% WC. Nhóm này có độ dẻo thích hợp với gia công vật liệu dòn, các loại khuôn kéo, ép.

b/ Nhóm 2 cacbit: WC + TiC + Co gồm các ký hiệu: WCTiC30Co4; WCTiC14Co8; WCTiC5Co10, ... dùng chế tạo dao tiện và các loại dụng cụ cắt gọt khác.

c/ Nhóm 3 cacbit: WC + TiC + TaC + Co gồm WCTTC7Co12; WCTTC10Co8 dùng chế tạo dụng cụ cắt gọt các loại vật liệu khó gia công như các hợp kim bền nhiệt.

CHƯƠNG 4

GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG BIẾN DẠNG

4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

4.1.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM

a/ Thực chất

Gia công kim loại bằng biến dạng 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 biến dạng 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.

b/ Đặc điểm

- 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 ...

- Gia công kim loại bằng biến dạng 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.

c/ Ứng dụng

Sản phẩm của Gia công kim loại bằng biến dạng được dùng nhiều trong các xưởng cơ khí; chế tạo hoặc sửa chữa chi tiết máy; trong các ngành xây dựng, kiến trúc, cầu đường, đồ dùng hàng ngày ... **Ví dụ:** Tính khối lượng chi tiết rèn, dập trong ngành chế tạo máy bay chiếm đến 90%, ngành ô tô chiếm 80%, ngành máy hơi nước chiếm 60%.

4.1.2. BIẾN DẠNG DẸO CỦA KIM LOẠI

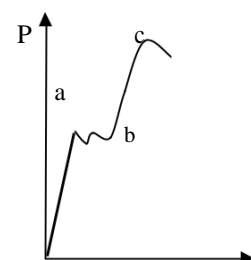
a/ Biến dạng của kim loại

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 (oa): 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 (bc): 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 (cd): 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.

o ΔL
H.4.1. Đồ thị quan hệ
giữa lực và biến dạng

b/ 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 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. CÁN KIM LOẠI

4.2.1. THỰC CHẤT CỦA QUÁ TRÌNH CÁN

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. Khi cán dùng các thông số sau để biểu thị:

- Tỷ số chiều dài (hoặc tỷ số tiết diện) của phôi trước và sau khi cán gọi là hệ số kéo dài:

$$\mu = \frac{l_1}{l_0} = \frac{F_0}{F_1}$$

- Lượng ép tuyệt đối:

$$\Delta h = (h_0 - h_1) \text{ (mm)}.$$

- Quan hệ giữa lượng ép và góc ăn:

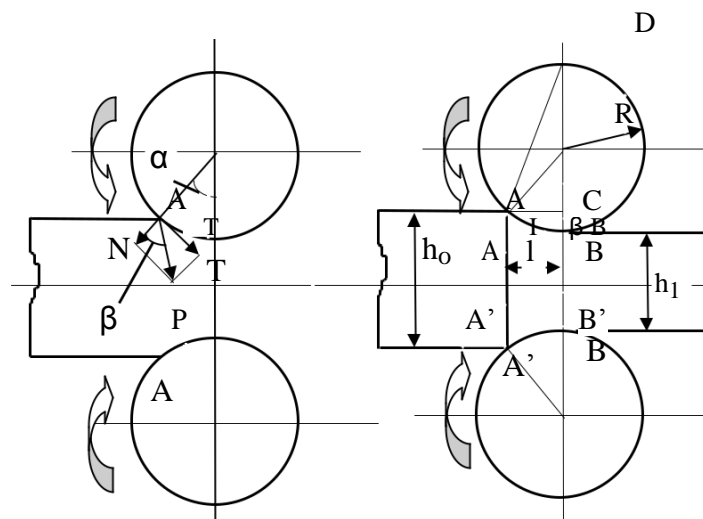
$$\Delta h = D(1 - \cos\alpha) \text{ (mm)}.$$

- Sự thay đổi chiều dài trước và sau khi cán gọi là lượng giãn dài:

$$\Delta l = l_1 - l_0$$

- Sự thay đổi chiều rộng trước và sau khi cán gọi là lượng giãn rộng: $\Delta b = b_1 - b_0$

Cán có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc trạng thái nguội. Cán nóng có ưu điểm: tính dẻo của kim loại cao nên dễ biến dạng, năng suất cao, nhưng chất lượng bề mặt kém vì có tồn tại vảy sắt trên mặt phôi khi nung. Vì vậy cán nóng dùng cán phôi, cán thô, cán tấm dày, cán thép hợp kim. Cán nguội thì ngược lại chất lượng bề mặt tốt hơn song khó biến dạng nên chỉ dùng khi cán tinh, cán tấm mỏng, dải hoặc kim loại mềm.



H.4.2. Sơ đồ cán kim loại

Điều kiện để kim loại có thể cán được gọi là điều kiện cán vào. Khi kim loại tiếp xúc với trục cán thì chúng chịu hai lực: phân lực N và lực ma sát T . Điều kiện cán vào là hệ số ma sát f phải lớn hơn $\tan \alpha$ của góc ăn α . Hoặc góc ma sát lớn hơn góc ăn.

4.2.2. SẢN PHẨM CÁN

Sản phẩm cán rất đa dạng, được phân ra bốn nhóm chính: dạng hình, dạng tấm, dạng ống và dạng đặc biệt.

a/ Loại hình: Các sản phẩm dạng hình được chia ra dạng hình đơn giản (a), gồm có thanh, thỏi tiết diện tròn, vuông, chữ nhật, lục giác, bán nguyệt và dạng hình phức tạp (b) có tiết diện chữ V, U, I, T, Z



a/ Các loại thép hình đơn giản.



b/ Các loại thép hình phức tạp

b/ Thép tấm: Được ứng dụng nhiều trong các ngành chế tạo tàu thủy, ô tô, máy kéo, chế tạo máy bay, trong ngành dân dụng. Chúng được chia thành 3 nhóm:

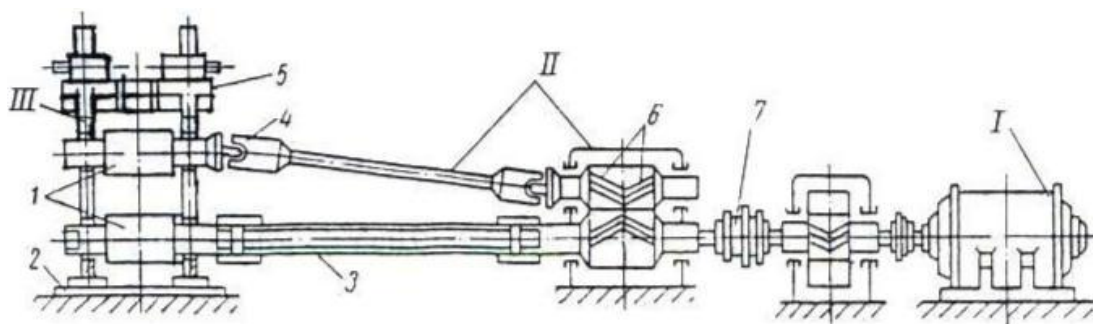
- Thép tấm dày: $S = 4 \div 60 \text{ mm}$; $B = 600 \div 5.000 \text{ mm}$; $L = 4000 \div 12.000 \text{ mm}$
- Thép tấm mỏng: $S = 0,2 \div 4 \text{ mm}$; $B = 600 \div 2.200 \text{ mm}$.
- Thép tấm rất mỏng (thép lá cuộn): $S = 0,001 \div 0,2 \text{ mm}$; $B = 200 \div 1.500 \text{ mm}$; $L = 4000 \div 60.000 \text{ mm}$.

c/ Thép ống: Được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp dầu khí, thủy lợi, xây dựng... Chúng được chia thành 2 nhóm: - Ống không hàn: là loại ống được cán ra từ phôi thỏi ban đầu có đường kính $\varphi = 200 \div 350 \text{ mm}$; chiều dài $L = 2.000 \div 4.000 \text{ mm}$.

- Ống cán có hàn: được chế tạo bằng cách cuộn tấm thành ống sau đó cán để hàn giáp mối với nhau. Loại này đường kính đạt đến $4.000 \div 8.000 \text{ mm}$; chiều dày đạt đến 14 mm .

d/ Thép có hình dáng đặc biệt: Thép có hình dáng đặc biệt được cán theo phương pháp đặc biệt: cán bi, cán bánh xe lửa, cán vỏ ô tô và các loại có tiết diện thay đổi theo chu kỳ.

4.2.3. CÁC BỘ PHẬN CHÍNH CỦA MÁY CÁN



H.4.3. Sơ đồ máy cán

- I- nguồn động lực; II- Hệ thống truyền động; III- Giá cán
- 1: Trục cán; 2: Nền giá cán; 3: Trục truyền; 4: Khớp nối trục truyền; 5: Thân giá cán; 6: Bánh răng chữ V; 7: Khớp nối trục; 8: Giá cán; 9: Hộp phân lực; 10: Hộp giảm tốc; 11: Khớp nối; 12: Động cơ điện

- **Giá cán:** là nơi tiến hành quá trình cán bao gồm: các trục cán, gối, ổ đỡ trục cán, hệ thống nâng hạ trục, hệ thống cân bằng trục, thân máy, hệ thống dẫn phôi, cơ cấu lật trở phôi ...

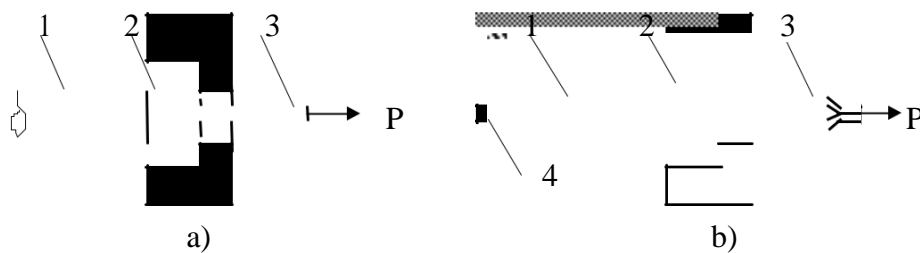
- **Hệ thống truyền động:** là nơi truyền mômen cho trục cán, bao gồm hộp giảm tốc, khớp nối, trục nối, bánh đà, hộp phân lực.

- **Nguồn năng lượng:** là nơi cung cấp năng lượng cho máy, thường dùng các loại động cơ điện một chiều và xoay chiều hoặc các máy phát điện.

4.3. KÉO KIM LOẠI

4.3.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ CÔNG DỤNG

a/ **Thực chất:** 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.



H.4.4. Sơ đồ kéo sợi

a/ Kéo sợi b) Kéo ống

1) Phôi 2) Khuôn kéo 3) Sản phẩm 4) Lõi sửa lỗ

Khi kéo sợi, phôi (1) được kéo qua khuôn kéo (2) với lỗ hình có tiết diện nhỏ hơn tiết diện phôi kim loại và biến dạng theo yêu cầu, tạo thành sản phẩm (3). Đối với kéo ống, khuôn kéo (2) tạo hình mặt ngoài ống còn lỗ được sửa đúng đường kính nhờ lõi (4) đặt ở trong.

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.

4.3.2. QUÁ TRÌNH KÉO SỢI

Tùy theo từng loại kim loại, hình dáng lỗ khuôn, mỗi lần kéo tiết diện có thể giảm xuống 15% ÷ 35%. Tỷ lệ giữa đường kính trước và sau khi kéo gọi là hệ số kéo dài:

$$K = \frac{d_0}{d_1} = \sqrt{1 + P \left(\frac{\sigma}{1 + f \cot g \alpha} \right)}$$

Trong đó d_0, d_1 - đường kính sợi trước và sau khi kéo (mm). σ - giới hạn bền của kim loại (N/mm^2); α - góc nghiêng của lỗ khuôn. p - áp lực của khuôn ép lên kim loại (N/mm^2). f - hệ số ma sát. Kéo sợi có thể kéo qua một hoặc nhiều lỗ khuôn kéo nếu tỷ số giữa đường kính phôi và đường kính sản phẩm vượt quá hệ số kéo cho phép. Số lượt kéo có thể được tính toán như sau:

$$n = \frac{\lg d - \lg d_0}{\lg k}$$

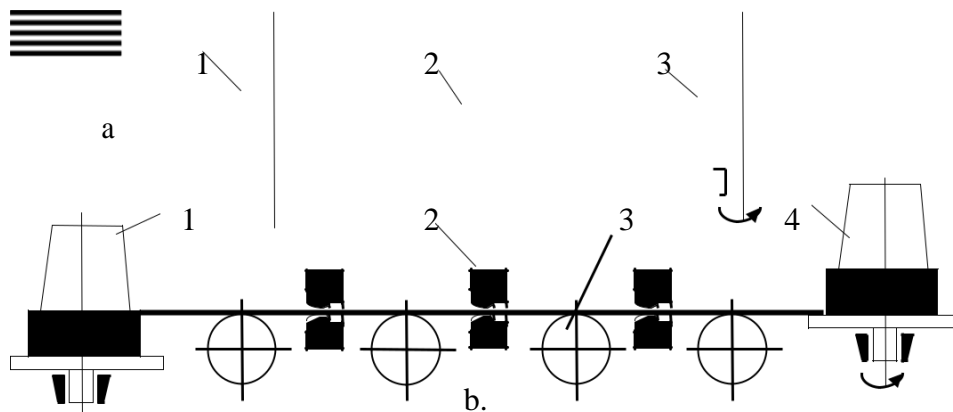
Lực kéo sợi phải đảm bảo đủ lớn để thắng lực ma sát giữa kim loại và thành khuôn, đồng thời để kim loại biến dạng tuy nhiên ứng suất tại tiết diện đã ra khỏi khuôn phải nhỏ hơn giới hạn bền cho phép của vật liệu nếu không sợi sẽ bị đứt. Lực kéo sợi có thể xác định:

$$P = \sigma \cdot F_1 \cdot \lg \frac{F_0}{F} (1 + f \cot g \alpha) \quad (N)$$

σ - Giới hạn bền của kim loại lấy bằng trị số trung bình giới hạn bền của vật liệu trước và sau khi kéo. F_0, F_1 - tiết diện trước và sau khi kéo (mm^2). f - hệ số ma sát giữa khuôn và vật liệu.

4.3.3. MÁY KÉO SỢI

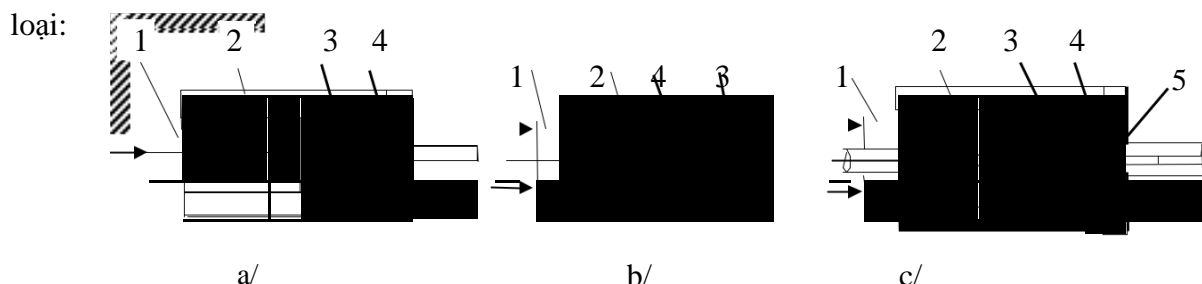
Máy kéo sợi có nhiều loại, căn cứ vào phương pháp kéo có thể chia làm 2 loại: máy kéo thẳng hay máy kéo có tang cuộn. Máy kéo sợi có tang cuộn dùng khi kéo sợi dài có thể cuộn tròn được. Trên máy kéo một khuôn (a) dùng kéo những sợi hoặc thỏi có $\varphi = 6 \div 10$ mm. khi tang kéo (3) quay, sợi được kéo qua khuôn (2) đồng thời cuộn thành cuộn. Theo tốc độ kéo, tang cấp sợi (1) liên tục quay theo để cấp cho khuôn kéo. Máy kéo sợi nhiều khuôn kéo có sự trượt (b) thì các khuôn kéo có tiết diện giảm dần và giữa những khuôn kéo là những con lăn (3). Sự quay của trống (4) đồng thời tạo nên tổng lực kéo của các khuôn.



H.4.5. Máy kéo có tang cuộn
a-Máy kéo một khuôn; b- Máy kéo nhiều khuôn

4.4. ÉP KIM LOẠI

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:



H.4.6. 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. Lõi tạo lỗ

Khi ép thanh, thỏi người ta có thể tiến hành bằng phương pháp ép thuận hoặc ép nghịch. Với ép thuận (a), khi pistông (1) ép, kim loại trong xi lanh (2) bị ép qua lỗ hình của khuôn ép (4) chuyển động ra ngoài cùng chiều chuyển động của pistông ép. Với ép nghịch (b), khi pistông (1)

ép, kim loại trong xi lanh (2) bị ép qua lỗ hình của khuôn ép (4) chuyển động ra ngoài ngược chiều chuyển động của pistông ép. Với ép thuận kết cấu đơn giản, nhưng lực ép lớn vì ma sát giữa

kim loại và thành xi lanh làm tăng lực ép cần thiết, đồng thời phần kim loại trong xi lanh không thể ép hết lớn (10÷12%). ép nghịch lực ép thấp hơn, lượng kim loại còn lại trong xi lanh ít hơn (6÷8%), nhưng kết cấu ép phức tạp.

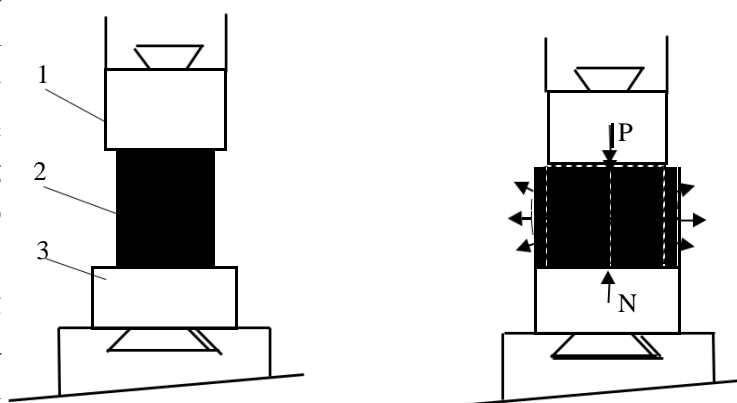
Sơ đồ hình (c) trình bày nguyên lý ép ống, ở đây lỗ ống được tạo thành nhờ lõi (5). Phôi ép có lỗ rỗng để đặt lõi (5), khi pistông (1) ép, kim loại bị đẩy qua khe hở giữa lỗ hình của khuôn (4) và lõi tạo thành ống.

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 prôfin khác.

4.5. RÈN TỰ DO

4.5.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ DỤNG CỤ RÈN TỰ DO

a/ Thực chất: 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.



H.4.7. 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.

b/ Dụng cụ

- **Nhóm 1:** Là những dụng cụ công nghệ cơ bản như các loại đe, búa, bàn là, bàn tót, sấn, chặt, mũi đột.
- **Nhóm 2:** Là những dụng cụ kẹp chặt như các loại kềm, êtô và các cơ cấu kẹp chặt khác.

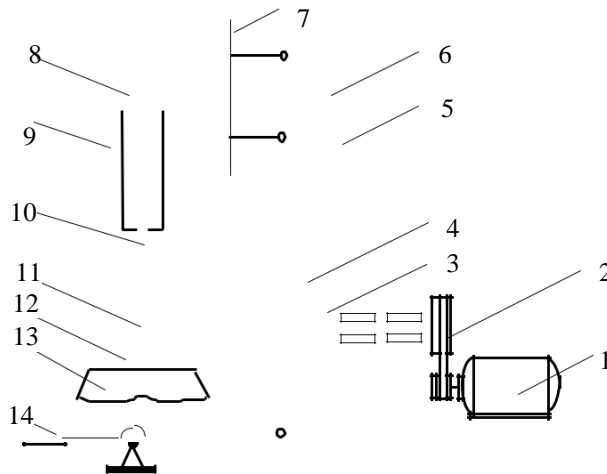
- **Nhóm 3:** Là những dụng cụ kiểm tra và đo lường: êke, thước cặp (đo trong đo ngoài, đo chiều sâu, các loại compa).

4.5.2. THIẾT BỊ RÈN TỰ DO

Thiết bị rèn tự do bao gồm: thiết bị gây lực, thiết bị nung, máy cắt phôi, máy nắn thẳng, máy vận chuyển.v.v...Rèn tự do có thể tiến hành bằng tay hoặc bằng máy. Rèn tay chủ yếu dùng trong sản xuất sửa chữa, trong các phân xưởng cơ khí chủ yếu là rèn máy. Theo đặc tính tác dụng lực, các máy dùng để rèn tự do được chia ra: máy tác dụng lực va đập (máy búa), máy tác dụng lực tĩnh (máy ép). Trong đó, máy búa hơi là thiết bị được sử dụng nhiều nhất.

Nguyên lý làm việc của máy búa: Động cơ 1 truyền động cho trục khuỷu 3 qua bộ truyền đai 2. Thông qua biên truyền động 4 làm cho pittông ép 6 chuyển động tịnh tiến tạo ra khí ép ở buồng trên hoặc buồng dưới trong xi lanh búa 9.

Tùy theo vị trí của bàn đạp điều khiển 14 mà hệ thống van phân phối khí 7 sẽ tạo ra những đường dẫn khí khác nhau, làm cho pittông búa 8 có gắn thân pittông búa và đe trên 10 chuyển động hay đứng yên trong xi lanh búa 9. Đe dưới 11 được lắp vào gối đỡ đe 12, chúng được giữ chặt trên bệ đe 13.



H.4.8. Sơ đồ nguyên lý máy búa hơi

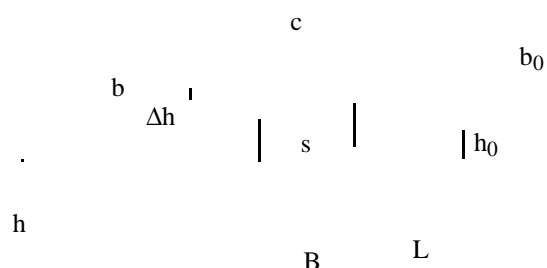
- 1- Động cơ điện 2- Bộ truyền đai 3- Trục khuỷu 4- Tay biên 5 - Xi lanh ép
- 6-Pittông ép 7- Van phân phối khí 8- Pittông búa 9 - Xi lanh búa 10- Đe trên
- 11- Đe dưới 12- gối đỡ đe 13-Bệ đe 14- bàn đạp điều khiển

Ngoài máy búa hơi trong thực tế còn sử dụng các loại máy sau đây trong rèn tự do: Máy búa hơi nước- không khí ép rèn tự do, Máy búa ma sát kiểu ván gỗ, Máy búa lò xo.

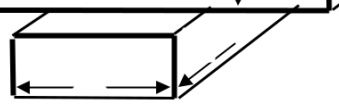
4.5.3. NHỮNG NGUYÊN CÔNG CƠ BẢN CỦA RÈN TỰ DO

a/ nguyên công vuốt:

Nguyên công làm giảm tiết diện ngang và tăng chiều dài của phôi rèn. Dùng để rèn các chi tiết dạng trục, ống, dẹt mỏng hay chuẩn bị cho các nguyên công tiếp theo như đột lỗ, xoắn, uốn. Thông thường khi vuốt dùng búa phẳng, nhưng khi cần vuốt với năng suất cao hơn thì dùng búa có dạng hình chữ V hoặc cung tròn.



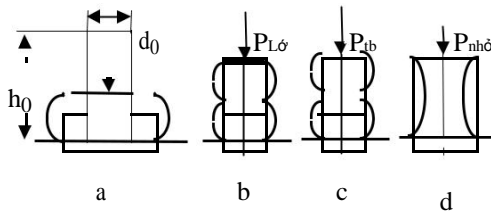
H.4.9. Sơ đồ vuốt kim loại



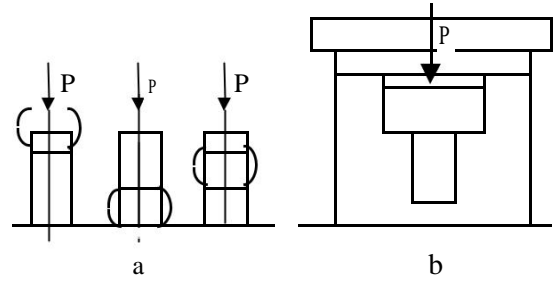
b/ Nguyên công chôn: Là nguyên công nhằm tăng tiết diện ngang và giảm chiều cao phôi. Nó thường là nguyên công chuẩn bị cho các nguyên công tiếp theo như đột lỗ, thay dạng thớ trong tổ chức kim loại, làm bằng đầu, chuyển đổi kích thước phôi. Có 2 dạng chôn:

- Chôn toàn bộ: là nung cả chiều dài phôi, khi chôn thường xảy ra các trường hợp sau:

Khi $\frac{h_0}{d_0} < 2$ thì vật chôn có dạng hình tròn (a). Khi $\frac{h_0}{d_0} \approx 2 \div 2,5$ Tùy theo độ lớn của lực tác dụng mà có thể xảy ra các b, c, d.



H.4.19. Chôn toàn bộ



H.4.20. Chôn cục bộ

- Chôn cục bộ: Chỉ cần nung nóng vùng cần chôn hay làm nguội trong nước phần không cần chôn rồi mới gia công. Cũng có thể nung nóng toàn bộ rồi gia công trong những khuôn đệm thích hợp.

c/ Nguyên công đột lỗ: có 2 dạng

Đột lỗ thông suốt: Nếu chi tiết đột mỏng và rộng thì không cần lật phôi trong quá trình đột. Cần phải có vòng đệm để dễ thoát phoi. Nếu chiều dày vật đột lớn thì đột đến 70÷80% chiều sâu lỗ, lật phôi 180⁰ để đột phần còn lại. Nếu lỗ đột quá sâu ($h/d \geq 2,5$) thì khi hết mũi đột ta dùng các trụ đệm để đột đến chiều sâu yêu cầu. Nếu lỗ đột có đường kính quá lớn ($D > 50 \div 100\text{mm}$) nên dùng mũi đột rộng để giảm lực đột.

Đột lỗ không thông: Được coi như là giai đoạn đầu của đột lỗ thông, song để biết được chiều sâu lỗ đã đột thì trên mũi đột và trụ đệm phải được khắc dấu. không dùng được mũi đột rộng. Nếu lỗ đột lớn trước hết dùng mũi đột nhỏ để đột, sau đó dùng mũi đột lớn dần cho đến đường kính yêu cầu. Vì rằng sự biến dạng trong khi đột lỗ không thông rất khó khăn.

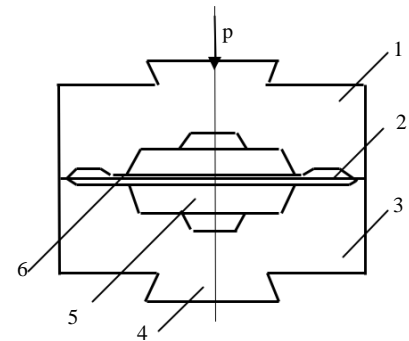
4.6. DẬP THỂ TÍCH

4.6.1. KHÁI NIỆM CHUNG

a/ Định nghĩa: 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 lên 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.



H.4.21. Sơ đồ kết cấu của một bộ khuôn rên 1-khuôn trên; 2- rãnh chứa ba-via; 3- khuôn dưới; 4- chuôi đuôi én; 5- lòng khuôn; 6- cửa ba-via

b/ Đặc điểm

- Độ chính xác và độ bóng bề mặt phôi cao (cấp 6 - 7; $R_Z = 80 \div 20$)
- 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 rên tự do.
- Năng suất cao, dễ cơ khí hoá và tự động hoá.
- 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.

4.6.2. THIẾT BỊ DẬP THỂ TÍCH

Thiết bị dùng trong dập thể tích bao gồm nhiều loại khác nhau như thiết bị nung, thiết bị vận chuyển, máy cắt phôi, thiết bị làm nguội, thiết bị kiểm tra v.v... Tuy nhiên ở đây ta chỉ nghiên cứu một số máy gia công chính.

Dập thể tích đòi hỏi phải có lực dập lớn, bởi vậy các máy dập phải có công suất lớn, độ cứng vững của máy cao. Mặt khác, do yêu cầu khi dập khuôn trên và khuôn dưới phải định vị chính xác với nhau, chuyển động của đầu trượt máy dập phải chính xác, ít gây chấn động. Trong dập thể tích thông dụng nhất là sử dụng các loại máy sau: máy búa hơi nước - không khí nén, máy ép trực khuỷu, máy ép thủy lực, máy ép ma sát trực vít.

a/ Máy ép thủy lực

Các máy ép thủy lực là các loại máy rên truyền dẫn bằng dòng chất lỏng (dầu hoặc nước) có áp suất cao. Máy được chế tạo với lực ép từ 300 - 7.000 tấn. Máy ép thủy lực có ưu điểm là lực

ép lớn, chuyển động của đầu ép êm và chính xác, điều khiển hành trình ép và lực ép dễ dàng. Nhược điểm của máy ép thủy lực là chế tạo phức tạp, bảo dưỡng khó khăn.

Để tạo áp lực ép lớn, trong các máy ép thủy lực thường dùng bộ khuếch đại áp suất với hai xi lanh: xi lanh

hơi (1) và xi lanh dầu (3). Pittông (2) có hai phần đường kính khác nhau, phần nằm trong xi lanh hơi có đường kính lớn (D) và phần nằm trong xi lanh dầu có đường kính bé (d). Với áp suất hơi p_1 , áp suất dầu (p_2) được tính theo công thức sau:

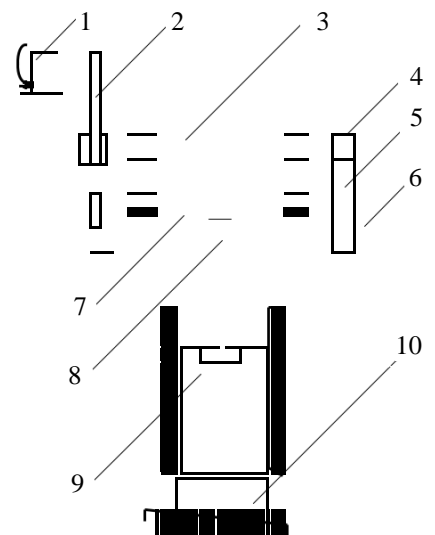
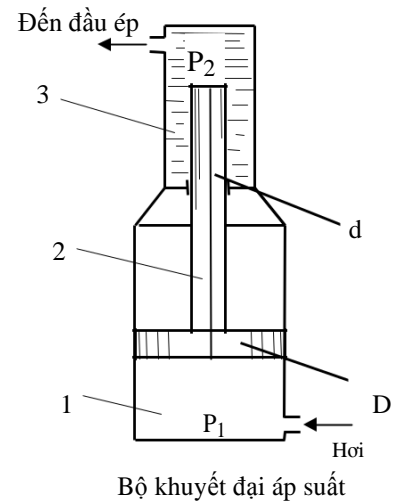
$$p_2 = p_1 \cdot \frac{D^2}{d^2}$$

b/ Máy ép trực khuỷu

Máy ép trực khuỷu có lực ép từ 16 ÷ 10.000 tấn. Máy này có loại hành trình đầu con trượt cố định gọi là máy có hành trình cứng; có loại đầu con trượt có thể điều chỉnh được gọi là hành trình mềm. Nhìn chung các máy lớn đều có hành trình mềm. Trên máy ép cơ khí có thể làm được các công việc khác nhau: rèn trong khuôn hở, ép phôi, đột lỗ, cắt bavaria v.v... Sơ đồ nguyên lý được trình bày trên hình sau:

Nguyên lý làm việc của máy như sau: Động cơ (1) qua bộ truyền đai (2) truyền chuyển động cho trục (3), bánh răng (4) ăn khớp với bánh răng (7) lắp lồng không trên trục khuỷu (5). Khi đóng li hợp (6), trục khuỷu (8) quay, thông qua tay biên (8) làm cho đầu trượt (9) chuyển động tịnh tiến lên xuống, thực hiện chu trình dập. Dưới (10) lắp trên bề mặt nghiêng có thể điều chỉnh được vị trí ăn khớp của khuôn trên và khuôn dưới.

Đặc điểm của máy ép trực khuỷu: chuyển động của đầu trượt êm hơn máy búa, năng suất cao, tổn hao năng lượng ít, nhưng có nhược điểm là phạm vi điều chỉnh hành trình bé, đòi hỏi tính toán phôi chính xác và phải làm sạch phôi kỹ trước khi dập.



H.4.22. Máy ép trực khuỷu

4.7. KỸ THUẬT DẬP TẤM

4.7.1. KHÁI NIỆM CHUNG

a/ Thực chất: 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 dải. 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, fíp, 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...

4.7.2. CÔNG NGHỆ DẬP TẤM

Công nghệ dập tấm được đặc trưng bởi 2 nhóm nguyên công chính: nguyên công cắt và nguyên công tạo hình.

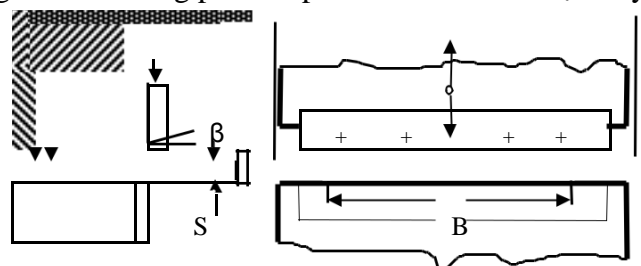
A/ NHÓM NGUYÊN CÔNG CẮT

Cắt phôi là nguyên công tách một phần của phôi khối phần kim loại chung. Nguyên công này có 3 loại: cắt đứt, cắt phôi, đột lỗ.

a/ Cắt đứt: Là nguyên công cắt phôi thành từng miếng theo đường cắt hở, dùng để cắt thành từng dải có chiều rộng cần thiết, cắt thành miếng nhỏ từ những phôi thép tấm lớn. Có các loại máy cắt đứt sau:

Máy cắt lưỡi dao song song:

- Góc trước $\beta = 2 \div 3^0$
- Cắt được các tấm rộng $B \geq 3200 \text{ mm}$, chiều dày S đến 60 mm .
- Chỉ cắt được đường thẳng, chiều rộng tấm cắt phải nhỏ hơn chiều dài dao.



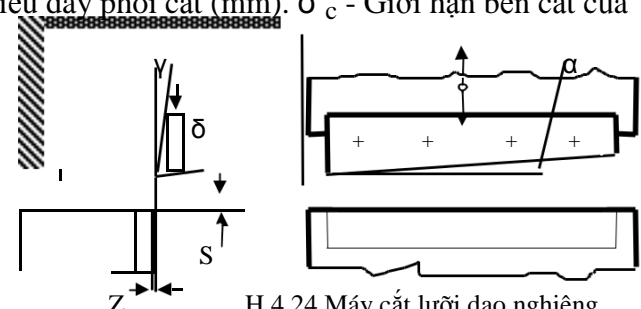
H.4.23. Máy cắt lưỡi dao song song

- Đường cắt thẳng, đẹp, hành trình dao nhỏ; Lực cắt tương đối lớn: $P = 1,3.B.S.\sigma_c \text{ (N)}$.

B - chiều rộng cắt của phôi (mm); S - chiều dày phôi cắt (mm). σ_c - Giới hạn bền cắt của phôi $\sigma_c = (0,6 \div 0,8)\sigma_b \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

Máy cắt dao nghiêng:

- Lưỡi dao dưới nằm ngang, lưỡi dao trên nghiêng một góc $\alpha = 2 \div 6^0$.
- Góc cắt $\delta = 75 \div 85^0$; góc sau $\gamma = 2 \div 3^0$.
- Độ hở giữa 2 dao $Z = 0,05 \div 0,2\text{mm}$

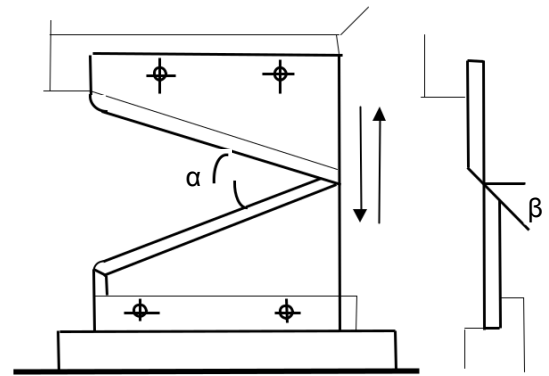


H.4.24. Máy cắt lưỡi dao nghiêng

- Lực cắt không lớn, cắt được các tấm dày; Cắt được các đường cong; Đường cắt không thẳng và nhẵn. Hành trình của dao lớn:

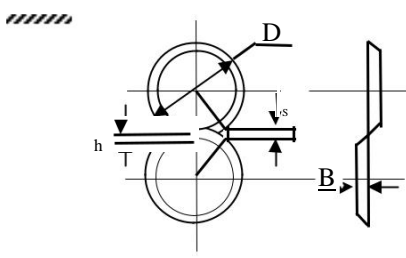
$$P = 1,3 \frac{0,5.S^2 \cdot \sigma_c}{\text{tg}\alpha} \quad (\text{N})$$

Máy cắt chấn động: Máy có 2 lưỡi dao nghiêng tạo thành một góc $\alpha = 24 \div 30^0$; góc trước $\beta = 6 \div 7^0$, khi cắt lưỡi cắt trên lên xuống rất nhanh (2000 ÷ 3000 lần/phút) và với hành trình ngắn 2 ÷ 3 mm. Cắt được tấm có $S \leq 10$ mm.

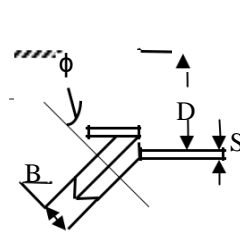


H.4.25. Máy cắt chấn động

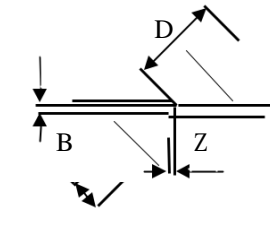
Máy cắt dao đĩa một cặp dao:



a/ Dao đĩa có tâm trục song song



b/ Máy cắt dao dưới nghiêng

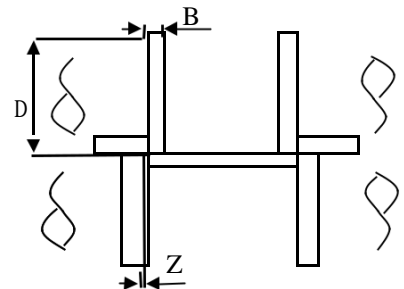


c/ Hai dao nghiêng

H.5.26. Máy cắt dao đĩa một cặp dao

Máy cắt nhiều dao đĩa.

- Lưỡi cắt là 2 đĩa tròn quay ngược chiều nhau; máy có thể có hai hoặc nhiều cặp đĩa cắt.
- Góc cắt 90^0 ; $Z = (0,1 \div 0,2)S$
- Đường kính dao đĩa: $D = (40 \div 125)S$ (mm).
- Chiều dày dao: $B = 15 \div 30$ (mm)
- Vận tốc cắt: $v = 1 \div 5$ m/s
- Vật liệu làm dao: 5XBC



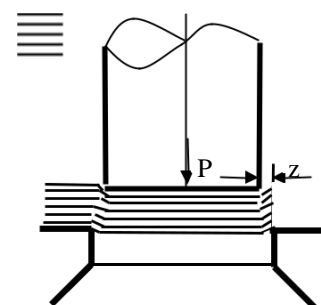
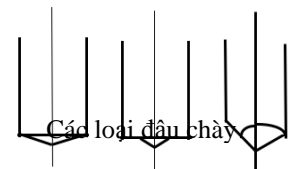
H.5.26. Máy cắt dao đĩa một cặp dao

Máy này dùng để cắt các đường thẳng và đường cong chiều dài tùy ý mỏng < 10 mm.

b/ Dập cắt và đột lỗ: Đây là nguyên công cắt mà đường cắt là một chu vi kín. Về nguyên lý dập cắt và đột lỗ giống nhau chỉ khác nhau về công dụng.

Đột lỗ là quá trình tạo nên lỗ rỗng trên phôi, phần vật liệu tách khỏi phôi gọi là phế liệu, phần còn lại là phôi để đi qua nguyên công tạo hình. Đối với dập cắt thì phần cắt rời là phôi phần còn lại là phế liệu. Một số thông số kỹ thuật cần lưu ý:

- Chày và cối phải có cạnh sắc để tạo thành lưỡi cắt, giữa chày và cối có khoảng hở $Z = (5\% \div 10\%)S$.
- Khi đột muốn có kích thước lỗ đột đã cho thì kích thước của chày chọn bằng kích thước của lỗ, còn kích thước của cối lớn hơn 2Z. Chày vát lõm phía trong để tạo thành rãnh cắt.
- Khi cắt phôi có kích thước đã cho thì kích thước của cối bằng kích thước của phôi còn của chày nhỏ thua 2Z.
- Lực cắt hoặc đột P



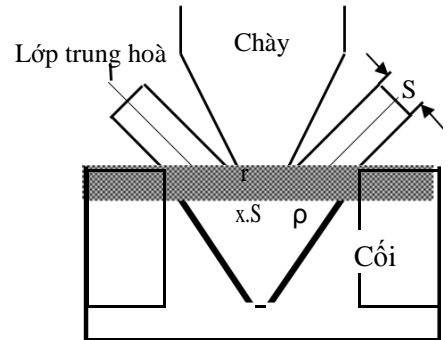
H.4.27. Sơ đồ dập cắt và đột lỗ

- + Khi đường cắt tròn: $P = 1,25\pi.d.s.\tau_{cp}$ (N); + Khi đường cắt bất kỳ: $P = 1,25L.s.\tau_{cp}$ (N). s - chiều dày phôi (mm); d - đường kính phôi hoặc lỗ đột (mm).
- L - chu vi đường cắt (mm); τ_{cp} - giới hạn bền cắt (N/mm^2).

B/ NHÓM NGUYÊN CÔNG TẠO HÌNH

Là những nguyên công dịch chuyển một phần của phôi đối với phần khác mà phôi không bị phá huỷ.

a/ Nguyên công uốn: Là nguyên công làm thay đổi hướng của trục phôi. Trong quá trình uốn cong lớp kim loại phía trên bị nén, lớp kim loại phía ngoài bị kéo, lớp kim loại ở giữa không bị kéo nén gọi là lớp trung hoà. Khi bán kính uốn cong càng bé thì mức độ nén và kéo càng lớn có thể làm cho vật uốn cong bị nứt nẻ. Lúc này lớp trung hoà có xu hướng dịch về phía uốn cong. Vị trí và kích thước lớp trung hoà được xác định bởi bán kính lớp trung hoà:



H.4.28. Nguyên công uốn

$$\rho = \frac{r}{S} + \frac{\alpha}{2} \cdot \beta \cdot S \cdot (\rho - r)$$

(r - bán kính uốn trong; S - chiều dày phôi (mm); ρ - bán kính lớp trung hoà)

b/ Nguyên công dập vuốt: Dập vuốt là nguyên công chế tạo các chi tiết rỗng có hình dạng bất kỳ từ phôi phẳng và được tiến hành trên các khuôn dập vuốt. Khi dập vuốt có thể làm mỏng thành hoặc không làm mỏng thành.

- Dập vuốt không làm mỏng thành

- + Chọn hình dạng và kích thước phôi: Nếu chi tiết là hình hộp đáy chữ nhật thì phôi có dạng hình bầu dục hay elíp, còn nếu chi tiết là hình hộp đáy vuông hoặc hình trụ đáy tròn thì phôi là miếng cắt tròn. Nếu $S < 0,5$ mm thì diện tích phôi bằng diện tích mặt trong hoặc diện tích mặt ngoài của chi tiết, còn nếu $S > 0,5$ mm thì lấy bằng diện tích lớp trung hoà của chi tiết (kể cả đáy).
- + Xác định số lần dập vuốt: Khi dập vuốt tùy theo tính dẻo của vật liệu mỗi lần dập cho phép dập thành chi tiết có đường kính nhất định. Hệ số dập cho phép được tính như sau:

$$m = \frac{d_{ct}}{D_{ph}} = 0,55 \div 0,95 ; \text{Nhu vậy: } m = \frac{d}{D} \quad d_1 = m_1 \cdot D;$$

tương tự ta có: $d_2 = m_2 \cdot d_1 = m_1 \cdot m_2 \cdot D$; $d_n = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \dots m_n \cdot D$.

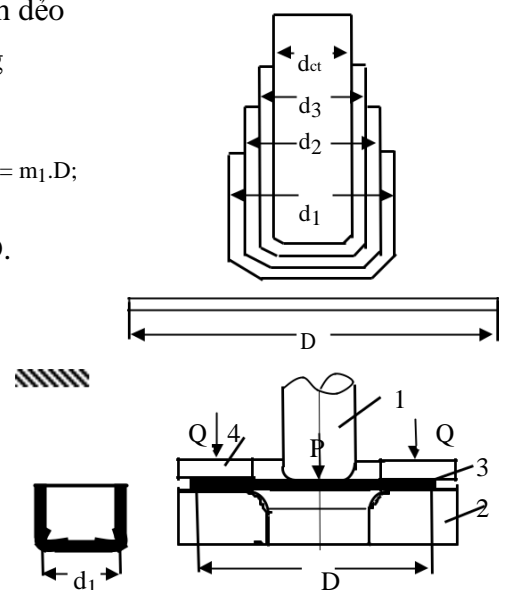
Lấy giá trị trung bình: $m_{tb} = \sqrt[n]{m_2 \cdot m_3 \dots m_n}$

Số lần dập n của phôi có đường kính D thành chi tiết có

đường kính d :

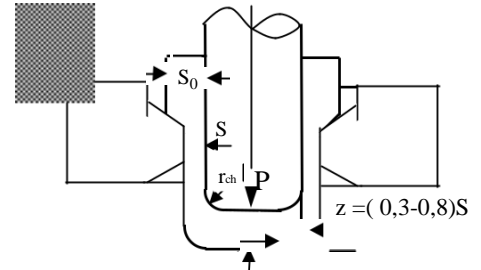
$$n = 1 + \frac{\lg d - \lg(m_1 \cdot D)}{\lg m_{tb}}$$

- + Quá trình dập vuốt: Những chi tiết có phôi là tấm dày thì tiến hành trên khuôn không cần vành ép, nhưng nếu phôi là tấm mỏng sẽ xảy ra hiện tượng nhăn xếp ở thành sản phẩm nên dùng thêm vành ép.



H.4.29. Quá trình dập vuốt
1. chày ép; 2. khuôn ép, 3. phôi k.loại; 4. vành ép

- **Dập vuốt làm mỏng thành:** Được thực hiện khi độ hở giữa chày và khuôn nhỏ hơn chiều dày phôi. Đường kính giảm ít, chiều sâu tăng nhiều và giảm chiều dày thành phôi. Để rút ngắn số lần dập giãn, một số lần dập đầu không làm mỏng thành, sau đó mới dập giãn làm mỏng thành.

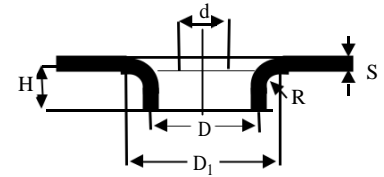


H.4.30. Dập vuốt không làm mỏng thành

c/ Uốn vành: Là phương pháp chế tạo các chi tiết có gờ, đường kính D chiều cao H, đáy chi tiết rộng. Phôi uốn vành phải đột lỗ với d trước, sau đó dùng chày và khuôn để tạo vành.

- Bán kính lượn của chày và khuôn $R = (5 \div 10)S$.
- Khe hở giữa chày và cối $Z = (8 \div 10)S$.
- Lỗ bé dùng chày đầu hình cầu hoặc hình chóp.
- Để không xảy ra nứt mép ở vùng lỗ đột thì phải

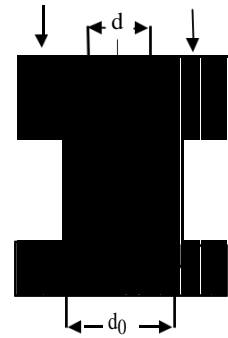
có hệ số uốn vành hợp lý: $K_u = d/D = 0,62 \div 0,78$



H.4. 31. Sơ đồ uốn vành

d/ Tóp miệng: Là nguyên công làm cho miệng của phôi rộng (thường là hình trụ) thu nhỏ lại. Phần tóp nhỏ lại có thể là hình côn, côn và trụ, nửa hình cầu v.v...Khuôn dưới làm nhiệm vụ định vị chi tiết, khuôn trên có lỗ hình côn đường kính giảm dần, phần cuối của khuôn trên là hình trụ. Để tránh xảy ra hiện tượng xếp ở miệng tóp thì:

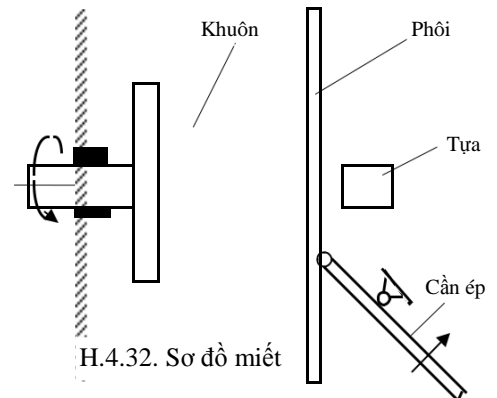
$$K = \frac{d_0}{d} = 1,2 \div 1,3$$



Khi cần tóp đến chi tiết có đường kính nhỏ hơn giới hạn cho phép thì phải qua một số lần tóp.

e/ Miết

Miết là phương pháp chế tạo các chi tiết tròn xoay mỏng. Đặc biệt miết được dùng để chế tạo những chi tiết có đường kính miệng thu nhỏ vào và thân phình ra như bi đồng, lọ hoa...kế tiếp sau nguyên công dập vuốt.



H.4.32. Sơ đồ miết