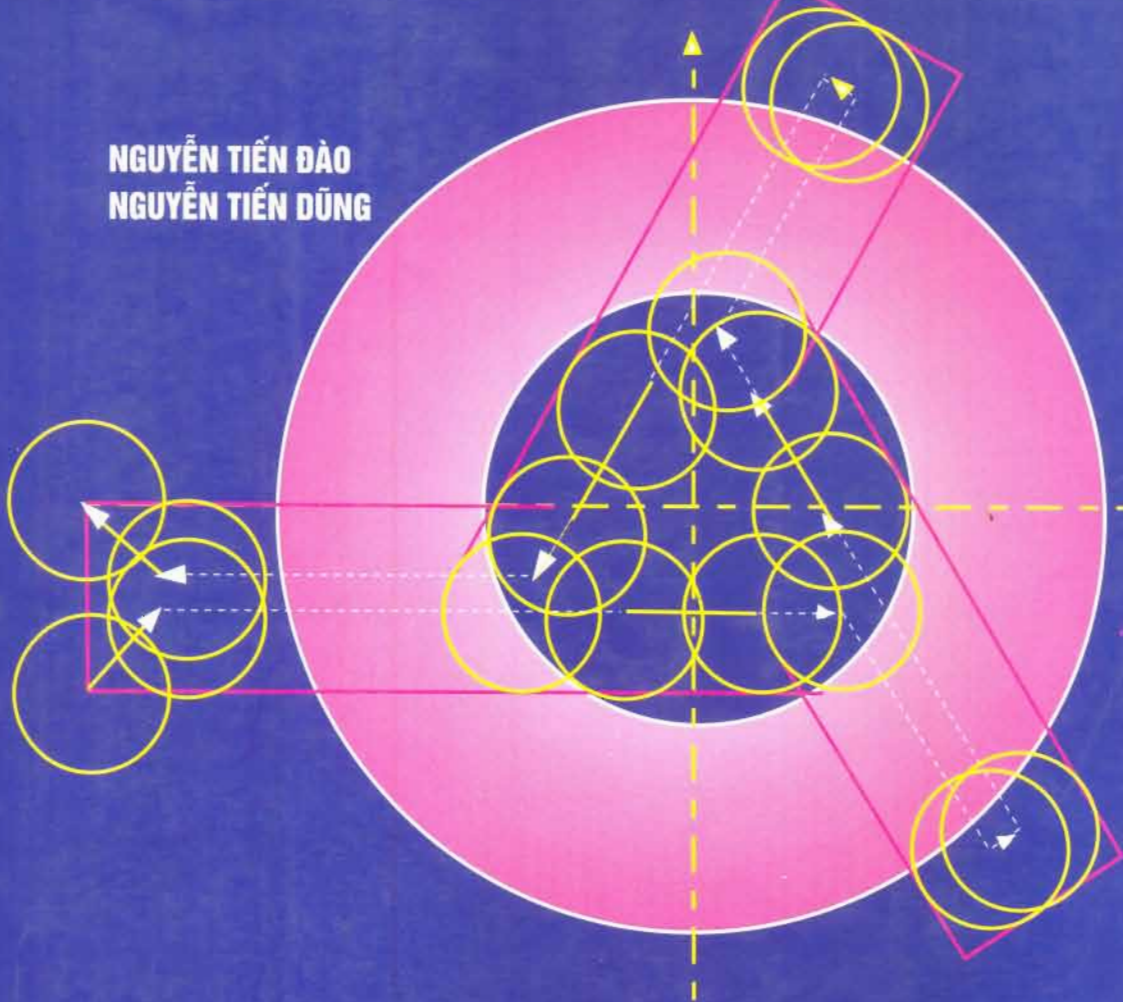


NGUYỄN TIẾN ĐÀO
NGUYỄN TIẾN DŨNG



**CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ
VÀ ỨNG DỤNG**

CAD - CAM - CNC

NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



PTS. NGUYỄN TIẾN ĐÀO
KS. NGUYỄN TIẾN DŨNG

CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ VÀ ỨNG DỤNG CAD - CAM - CNC

Tài liệu dùng cho sinh viên, học viên, giảng viên các ngành
Kỹ thuật, Quản trị kinh doanh, Sư phạm kỹ thuật ...
trong các trường Đại học, Cao đẳng và Dạy nghề
thuộc các hệ đào tạo



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội 1999

CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ
VÀ
ỨNG DỤNG CAD - CAM - CNC

Tác giả : PTS. NGUYỄN TIẾN ĐÀO
KS. NGUYỄN TIẾN DŨNG

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản</i>	:	PGS. PTS. TÒ ĐÁNG HẢI
<i>Biên tập và sửa chế bản</i>	:	NGUYỄN THỊ DIỆU THÚY
<i>Trình bày và làm chế bản</i>	:	NGUYỄN TIẾN ĐÀO
<i>Vẽ bìa</i>	:	HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội 1998

In 1000 cuốn khổ 16 x 24 tại Xí nghiệp in Bưu điện.

6 T7.3
Giấy phép số 544 - 43 do Cục Xuất bản cấp ngày 7/10/1998.
KHKT-98

In xong và nộp lưu chiểu tháng 1/1999.

LỜI GIỚI THIỆU

Công nghệ cơ khí và ứng dụng CAD - CAM - CNC là môn học cơ sở bao gồm những kiến thức chung có liên quan đến các ngành Kỹ thuật, Quản trị kinh doanh, Sư phạm ... trong hệ thống đào tạo đại học, cao đẳng và dạy nghề.

Cuốn sách có bốn phần .

Phần thứ nhất : Phân xưởng cơ khí

Phần thứ hai : Chế tạo phôi

Phần thứ ba : Gia công cắt gọt

Phần thứ tư : Khái niệm về tự động hóa và điều khiển theo chương trình.

Nội dung của bao gồm những kiến thức cơ bản như :

- Trang bị phân xưởng
- Những khái niệm cơ bản về trang bị bảo hộ và an toàn lao động
- Những kiến thức cơ bản về thiết kế nhut bản vẽ cơ khí và tự động hóa thiết kế khi sử dụng **AutoCAD**.
- Những khái niệm cơ bản về vật liệu (kim loại, hợp kim, vật liệu phi kim) và những phương pháp xử lý nhiệt kim loại và hợp kim.
- Các phương pháp công nghệ gia công và xử lý kim loại và hợp kim bằng những biện pháp công nghệ khác nhau gồm các phương pháp chế tạo phôi (đúc, rèn, dập, hàn, cắt kim loại ...), nguyên lý và phương pháp gia công cắt gọt kim loại (gia công thô, gia công tinh, gia công nguội, tiện, phay, bào, khoan, doa, mài ...), những khái niệm về chuẩn, định vị, lắp ráp, bảo quản, bảo vệ vv...
- Những khái niệm về tự động hóa và điều khiển theo chương trình với công nghệ **CAD - CAM - CNC**.

Công nghệ cơ khí và ứng dụng CAD - CAM - CNC là tài liệu giúp cho sinh viên, học viên dễ dàng tiếp thu các môn khoa học tiếp theo (khoa học kỹ thuật, quản trị kinh doanh, tài chính công nghiệp, thu ngân sách , kiến thức chuyên môn , chuyên ngành...) và tạo điều kiện để nhanh chóng tiếp cận với khoa học hiện đại.

Công nghệ cơ khí và ứng dụng CAD - CAM - CNC cũng có thể là những tài liệu tham khảo bổ ích cho các giảng viên và bạn đọc

Nhân dịp xuất bản cuốn sách, chúng tôi xin chân thành cảm ơn trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Phòng Đào tạo Đại học, Khoa Cơ khí, Bộ môn Hàn - Công nghệ kim loại và các bạn đồng nghiệp đã tạo điều kiện, giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho các tác giả biên soạn cuốn sách này.

Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc xa gần và các bạn đồng nghiệp.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Hà Nội tháng 10 năm 1998

Các tác giả

PHÂN XƯỞNG CƠ KHÍ

Chương một

AN TOÀN LAO ĐỘNG - TRANG BỊ BẢO HỘ LAO ĐỘNG

1.1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

1.1.1. Môi trường lao động

Trong quá trình lao động để tạo ra của cải vật chất và giá trị tinh thần cho xã hội, con người phải làm việc trong những điều kiện nhất định. Đó là môi trường lao động.

Môi trường lao động là một tập hợp tổng thể các yếu tố tự nhiên, kỹ thuật, kinh tế xã hội ... được thể hiện thông qua các công cụ và phương tiện lao động, đối tượng lao động, quá trình công nghệ, chỗ làm việc... và sự sắp xếp, bố trí, tác động qua lại của chúng trong mối quan hệ với con người - nhân tố cơ bản quyết định sự phát triển và tiến hoá của nhân loại.

Đánh giá các yếu tố biểu hiện của môi trường lao động có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe, tính mạng con người - là điều kiện cơ bản để tiếp tục phát triển, nâng cao năng suất, đảm bảo chất lượng sản phẩm. Vì vậy công cụ, điều kiện, phương tiện lao động, chỗ làm việc ... có ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn lao động cho con người (dòng điện, hoá chất, vật liệu nổ, chất phóng xạ, các loại tia ...). Quá trình công nghệ hiện đại có những tiện nghi, thuận lợi nhưng khác nghiệt và độc hại ... có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe và có tác động rất lớn đến người lao động, thậm chí còn thay đổi cả vai trò, vị trí của người lao động trong sản xuất.

Phân tích để đánh giá môi trường lao động của bất kì một cơ sở sản xuất nào đều phải tiến hành đồng thời với tất cả các nhân tố trên.

1.1.2. Các yếu tố nguy hiểm và có hại

Trong môi trường lao động cụ thể, bao giờ cũng xuất hiện những yếu tố vật chất có ảnh hưởng xấu, nguy hiểm, có nguy cơ gây tai nạn lao động hoặc bệnh nghề nghiệp cho người lao động. Các yếu tố nguy hiểm và có hại phát sinh trong quá trình sản xuất thường là các yếu tố về :

a. Vật lý : vì khí hậu, nhiệt độ, độ ẩm, tiếng ồn, rung động, bụi, bức xạ nhiệt, gió...

- b. **Hóa học** : chất độc, khí, hơi độc, bụi, phóng xạ, axit, bazơ, muối, chì, thủy ngân, magie ...
- c. **Sinh vật vi sinh** : vi khuẩn, sâu bọ, ký sinh trùng, côn trùng, ruồi, muỗi, kiến ...
- d. **Vị trí và tư thế làm việc** : không gian hẹp, chỗ làm việc chật hẹp, nhà xưởng không thông thoáng, thiếu ánh sáng, vướng thao tác ...
- e. **Yếu tố tâm lý con người** : bức bối, không bình thường khi làm việc ...

1.2. TIÊU CHUẨN CHO PHÉP

Các tiêu chuẩn cho phép bao gồm :

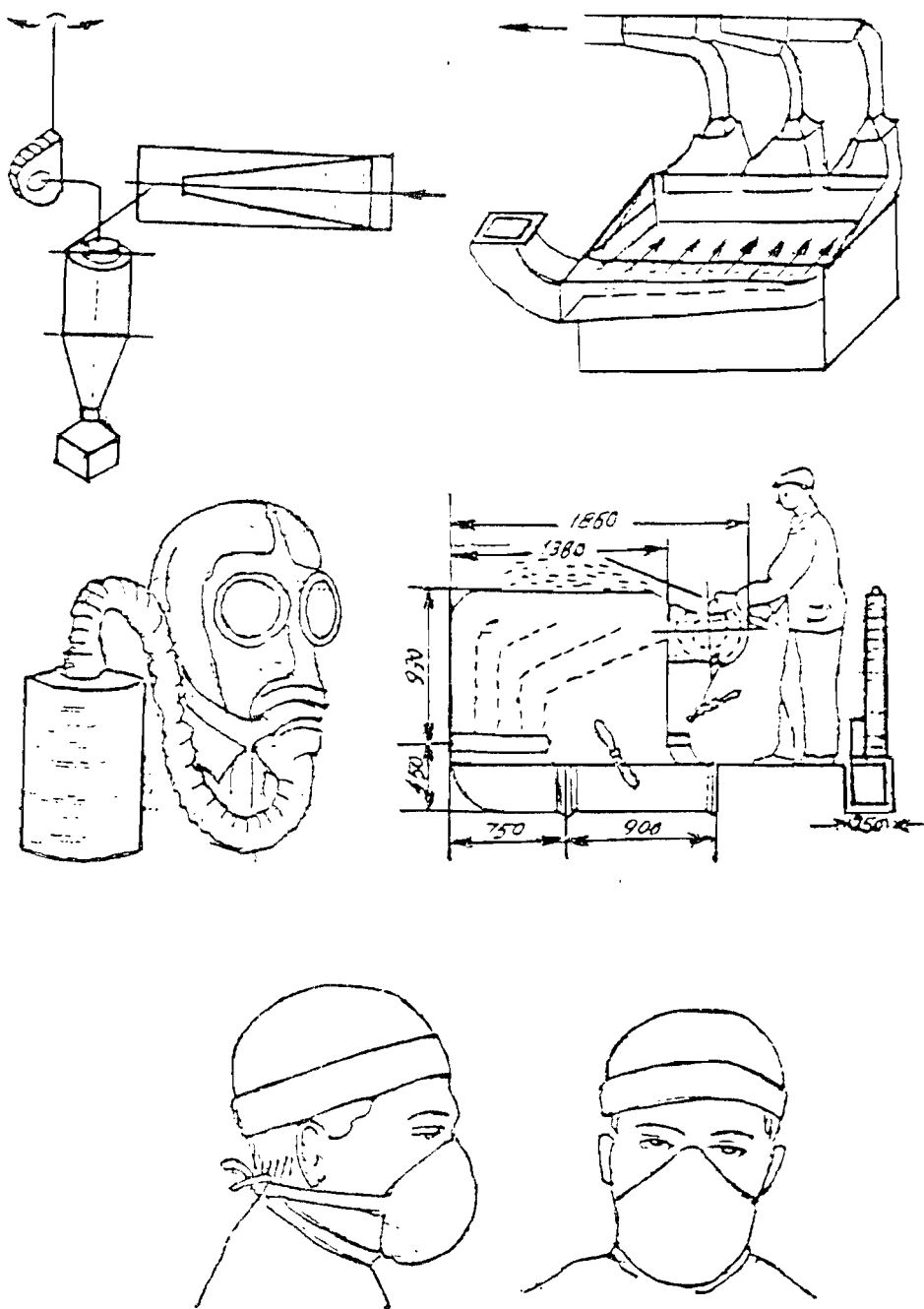
- a. **Nhiệt độ** : Nhiệt độ khu vực làm việc không quá 30°C, nhiệt độ khu vực sản xuất không quá 40°C. Sự chênh lệch nhiệt độ nơi sản xuất và ngoài trời khoảng 5°C.
- b. **Độ ẩm** : Độ ẩm tương đối khoảng 75% ÷ 85%.
- c. **Gió** : Vận tốc gió cho phép không quá 3m / s.
- d. **Bức xạ nhiệt** : Tiêu chuẩn cho phép của bức xạ nhiệt khoảng 1 cal / cm² / phút.
- e. **Bức xạ ion hóa** : Bức xạ ion hóa là các loại bức xạ điện từ và hạt trong môi trường vật chất tạo nên các ion gồm : bức xạ tia γ , γ , β , γ , neutron ...

Bức xạ gây ảnh hưởng trực tiếp đến cơ thể người. Nếu cơ thể người nhiễm khoảng 200 ronghen (kí hiệu là R ; 1R = 2,57976.10⁻⁴ culông / kg) trong thời gian ngắn sẽ bị các bệnh cấp tính như suy tim, xuất huyết, rối loạn tiêu hoá, loạn thần kinh, gây tử vong. Nếu nhiễm khoảng 100R có thể dẫn đến các bệnh mãn tính như suy tủy, xương, thiếu máu, máu trắng, ung thư, vô sinh, quái thai ... Với lượng nhiễm xạ khoảng 50R bắt đầu gây nguy hiểm cho con người. Vì vậy lượng nhiễm xạ tối đa đảm bảo an toàn cho con người làm việc là 0,3R trong một tuần lễ.

Các biện pháp phòng chống bức xạ cơ bản là các phương tiện, trang thiết bị bao che nguồn phát xạ, giảm thời gian tiếp xúc với các nguồn bức xạ, dùng các phương tiện bảo vệ cá nhân khi làm việc (mặt nạ, quần áo bảo hộ, giấy ủng, kính chống nhiễm xạ, kính coban ...).

- f. **Tiếng ồn** : Tiếng ồn là tập hợp các âm thanh khác nhau về cường độ và tần số, gây ra cho con người cảm giác khó chịu, mệt mỏi về thính lực dẫn đến loét dạ dày, tăng huyết áp, nghẽn ngãng, diếc nghề nghiệp (với tần số cao khoảng 4000Hz bệnh diếc nghề nghiệp không phục hồi được). Tiếng ồn và âm thanh có thể phân ra : *hạ âm* có tần số ≤ 20 Hz tai người không nghe thấy được; *âm thanh* có tần số bình thường (tai người nghe thấy được) thường từ 20 đến 16000 Hz (16kHz); *siêu âm* có tần số ≥ 20 kHz, tai người cũng không nghe thấy được.

Ví dụ về áp suất âm thanh tính theo deciben (dB) : nói chuyện bình thường - 50dB, tiếng máy dệt kim - 80dB, máy dệt thoi gỗ - 100dB, máy khoan đá - 105dB, máy cưa đĩa - 110dB ...



Hình 1.1. Ví dụ về các biện pháp phòng tránh bụi

Biện pháp đề phòng là cần làm giảm tiếng ồn nơi phát sinh, giảm lan truyền tiếng ồn, cố trang bị cách âm (tấm phản xạ, chòm hút âm, cách âm) và dùng các phương tiện bảo vệ cá nhân như nút bịt tai, chụp che tai. Bảng 1.1 giới thiệu tiếng ồn cho phép.

Bảng 1.1 Tiêu chuẩn tiếng ồn cho phép

Vị trí lao động	Mức âm (dB)	Cường độ cho phép ở các giải tần (dB)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tại nơi làm việc	90	103	96	91	88	85	83	81	80

Bảng 1.2 . Rung của bộ phận điều khiển trong 8 giờ

Tần số (Hz)	Vận tốc rung (cm/s)	
	Rung đứng	Rung ngang
16	4,0	4,0
31,5	2,8	2,8
63	2,0	2,0
125	1,4	1,4
250	1,0	1,0

Bảng 1.3. Thời gian làm việc cho rung cục bộ và toàn thân

Vượt quá tiêu chuẩn	Tổng thời gian rung cho phép trong ca làm việc (ph)	
	Dụng cụ cầm tay	Vị trí làm việc (toàn thân)
Trên 1,0 lần	320	480
Trên 1,4 lần	160	180
Trên 2,0 lần	80	60
Trên 2,8 lần	40	30
Trên 4,0 lần	20	16

g. *Rung động*. Rung động là hiện tượng cơ học của vật thể sinh ra khi trọng tâm trục đối xứng của chúng xô dịch trong không gian có tính chất chu kỳ. Với tần số thấp (< 2Hz) gây nên say, 2 đến 20 Hz thường gây tổn thương cột sống. Với tần số 20 đến 2000 Hz gây rối loạn thần kinh, tiền đình. Cần đề phòng bằng cách giảm rung động từ nguồn phát sinh và lan truyền; bằng các trang bị, phương tiện chống rung, phương tiện bảo vệ cá nhân (xem các bảng 1.2 và 1.3).

h. *Màu sắc, ánh sáng* . Chiều sáng thích hợp chỗ làm việc và vùng làm việc sẽ bảo vệ thị lực, chống mệt mỏi, tránh tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp về mắt, tang năng suất lao động ... Các thông số đo bao gồm cường độ ánh sáng, độ tập trung (độ rọi), độ chói... Giải pháp hợp lý là tạo ra môi trường ánh sáng tự nhiên, nhân tạo, tổng hợp ...

i. *Bụi* Bụi trong sản xuất gồm bụi khoáng sản, động vật, thực vật và bụi tổng hợp...

Tiêu chuẩn cho phép qui định cho từng loại bụi có tính độc hại khác nhau. Ví dụ, bảng 1.4 giới thiệu nồng độ cho phép tối đa của bụi SiO_2 .

Bụi gây ra các bệnh về mắt, đường tiêu hóa, hô hấp v.v... (ví dụ bệnh silicose do bụi silic, bệnh asbestose do bụi amian gây ra ...).

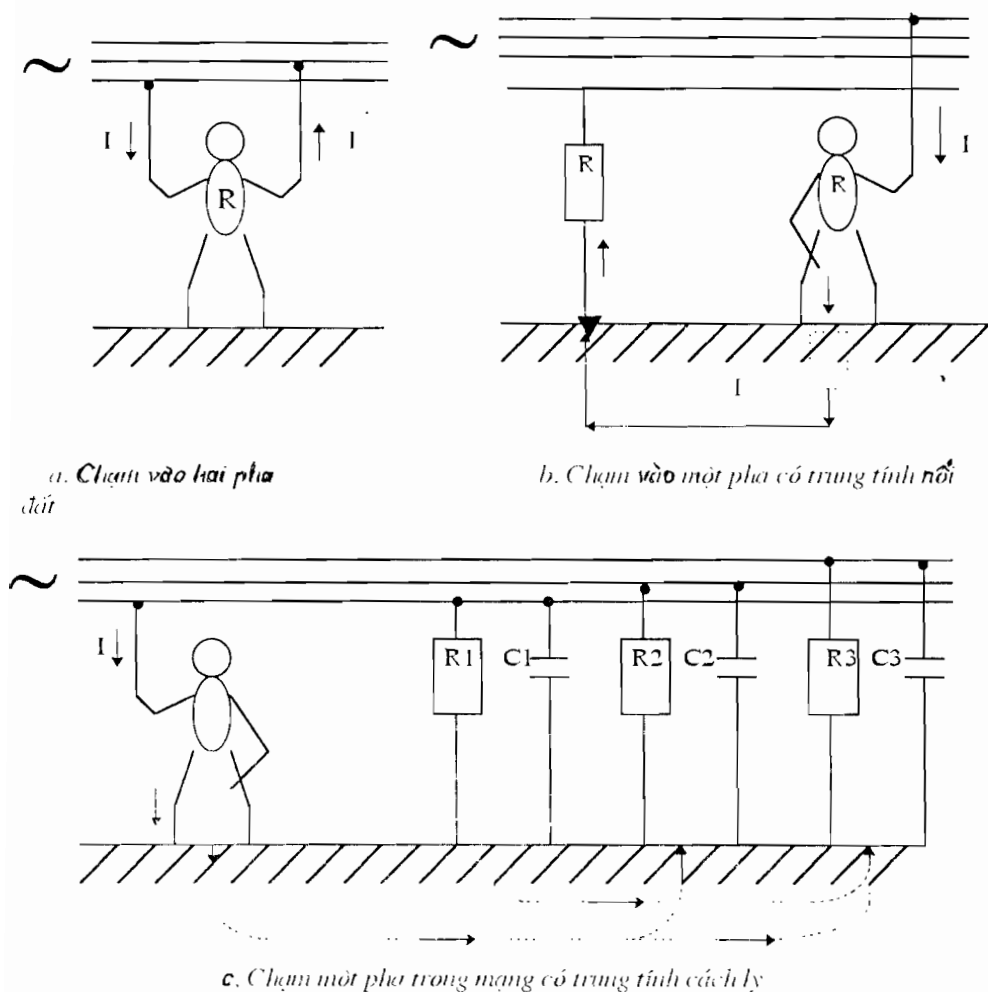
Các biện pháp phòng tránh gồm các biện pháp kỹ thuật , có các trang thiết bị hệ thống lọc bụi như lọc bụi qua xi-clon (hiệu suất có thể đạt đến 95%), dùng các phương tiện bảo vệ cá nhân thích hợp như khẩu trang, mặt nạ, kính bảo hộ v.v... (hình 1.1).

Bảng 1.4 Tiêu chuẩn cho phép của bụi chứa SiO_2

Hàm lượng SiO_2 (%)	Nồng độ bụi toàn phần (hạt/cm ³) lấy theo		Nồng độ bụi 5 μm (hạt/cm ³) lấy theo	
	Cà	Thời điểm	Cà	Thời điểm
> 50 ÷ 100	200	600	100	300
> 20 ÷ 50	500	1000	250	500
> 5 ÷ 20	1000	2000	500	1000
≤ 5	1500	3000	800	1500

Bảng 1.5 Phản ứng của cơ thể đối với dòng điện

I dòng điện (mA)	Dòng điện xoay chiều	Dòng điện một chiều
0,6 ÷ 1,5	Bắt đầu có cảm giác hơi run tay	Chưa có cảm giác
2 ÷ 3	Cảm thấy run mạnh ở cánh tay	Chưa có cảm giác
5 ÷ 7	Cơ giật bàn tay	Hơi buồn ở tay, cảm thấy nóng
8 ÷ 10	Cảm thấy khó chịu, đau ngón tay, bàn tay, có thể bắt ra khỏi dòng điện	Cảm giác bị đốt nóng
20 ÷ 25	Tay tê liệt chốc lát, không bắt ra khỏi dòng điện, cảm thấy đau, khó thở	Cảm giác bị đốt nóng mạnh, cơ tay bị co cứng
50 ÷ 80	Nghẹt thở, tâm thất đập mạnh	Bị đốt nóng, tay co giật, khó thở
90 ÷ 100	Nghẹt thở, sau hơn 3 giây tim tê liệt, rung tâm thất , dẫn đến tử vong	Nghẹt thở

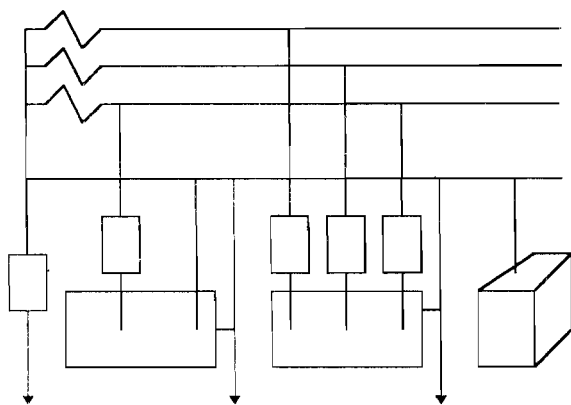


Hình 1.2. Các dạng tiếp xúc của người với các bộ phận mạng điện

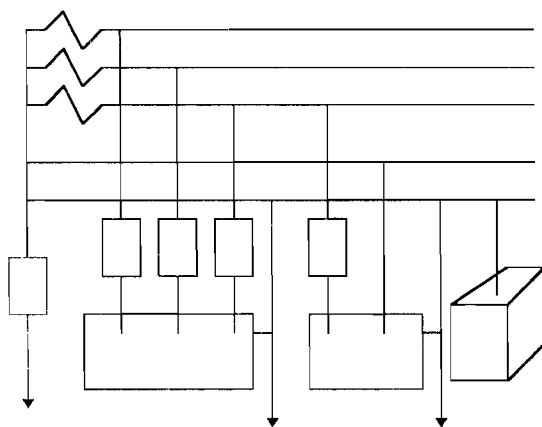
k. An toàn điện

Dòng điện đi qua cơ thể con người gây ra những tác động về nhiệt, điện phân, tác động sinh lý, trong đó tác động sinh lý gây nên sự kích thích các tổ chức tế bào kèm theo sự co giật cơ bắp, đặc biệt là cơ tim và phổi ... gây tổn thương cơ thể sống, làm ngừng trệ các cơ quan hô hấp, tuần hoàn, dẫn đến chấn thương, thương tật suốt đời hay tử vong (hình 1.2).

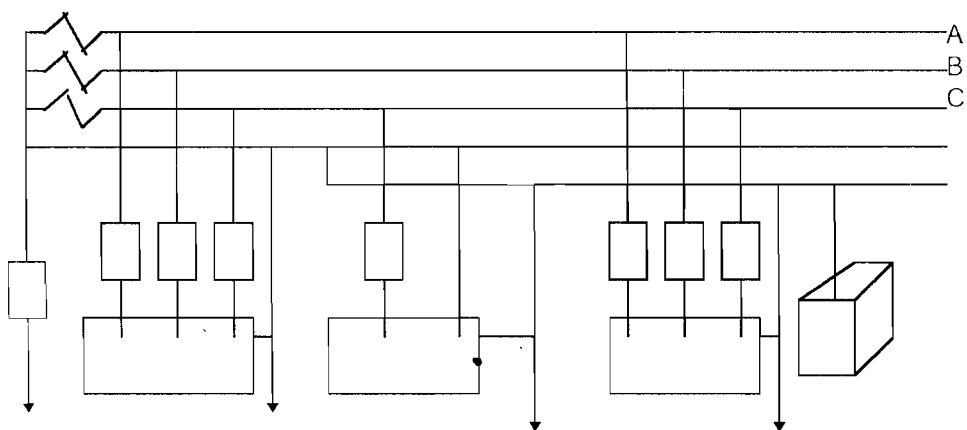
Điện áp an toàn đối với người được qui định : điện xoay chiều $< 45V$, điện một chiều $< 80V$.



a. Nối trung tính có dây bảo vệ và trung tính chung

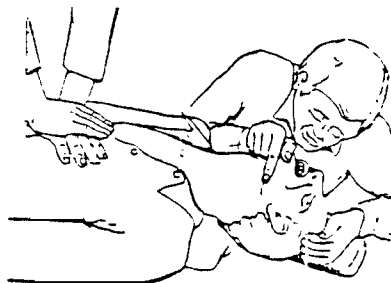
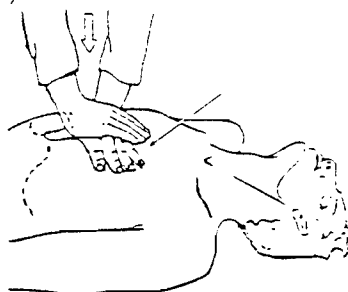
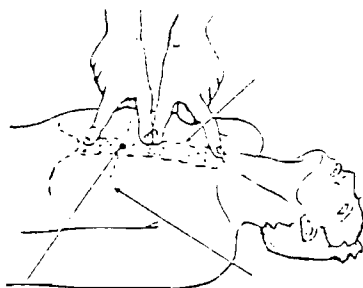
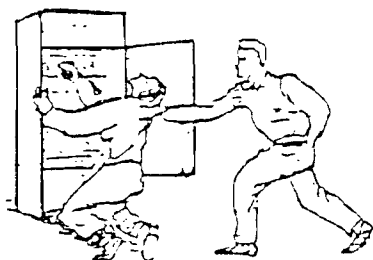
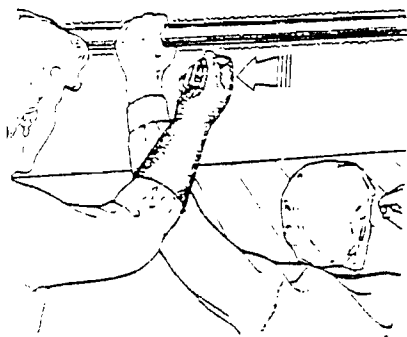
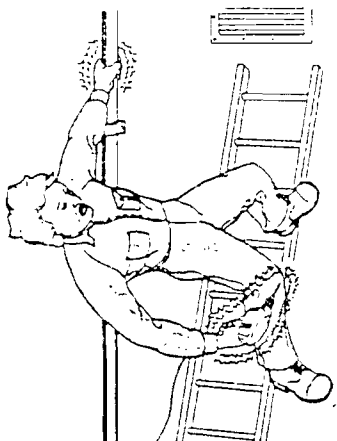


b. Nối trung tính có dây trung tính và bảo vệ



c. Nối trung tính có dây bảo vệ tách ra từ dây trung tính

Hình 1.3. Sơ đồ nối trung tính



Hình 1.4. Một vài biện pháp sơ cứu khi gặp tai nạn về điện

Đồng điện khi chạy qua cơ thể, gây kích thích làm con người cảm nhận được gọi là đồng điện cảm giác, nó chưa gây nguy hiểm cho con người. Đồng điện cảm giác đối với phụ nữ có cường độ khoảng 0,7 mA và với nam giới khoảng 1,1 mA. Đồng điện gây nguy hiểm cho con người có cường độ khoảng 10 mA gây co giật, 100 mA gây rung tim ... (xem bảng 1.5)

1. Sơ cứu - cấp cứu

Chấn thương do điện là sự phá hủy cục bộ các mô của cơ thể do dòng điện hoặc hồ quang gây ra, còn **điện giật** là do dòng điện qua cơ thể gây ra co giật ở mức độ khác nhau (điện giật chiếm tỉ lệ 80% tai nạn về điện). Khi gặp tai nạn về điện cần có một số biện pháp sơ cứu - cấp cứu kịp thời như : tách nạn nhân ra khỏi nguồn điện bằng cách điện, đánh mạnh vào tay nạn nhân (qua gang, gậy gỗ khô ...) sau đó hà hơi thổi ngạt, xoa bóp tim ngoài lồng ngực, hô hấp nhân tạo kết hợp xoa bóp tim ... Đưa ngay đi bệnh viện cấp cứu để cứu chữa, điều trị.

Hình 1.4 giới thiệu một số phương pháp sơ cứu khi gặp tai nạn về điện.

Để đảm bảo an toàn điện cần nổi trung tính. Theo tiêu chuẩn Việt Nam - TCVN 4756 - 89, tất cả các bộ phận kim loại không mang điện mà người có thể chạm tới các thiết bị được cấp điện từ mạng 3 pha, 4 dây, có trung tính nối đất trực tiếp đều phải nối với dây trung tính (hình 1.3).

1.3. BIỆN PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN KỸ THUẬT AN TOÀN LAO ĐỘNG

1.3.1. Tai nạn lao động - bệnh nghề nghiệp

Tai nạn lao động là những tai nạn xảy ra trong quá trình lao động, công tác do sự tác động đột ngột của thiết bị, máy móc, môi trường ... làm chết người, tổn thương hoặc phá hủy chức năng hoạt động bình thường của một bộ phận nào đó trong cơ thể con người.

Bệnh nghề nghiệp là sự suy yếu dần sức khỏe của người lao động dẫn đến những bệnh tật đặc trưng xảy ra trong quá trình làm việc do các yếu tố có hại thường xuyên hoặc lặp đi lặp lại trong quá trình sản xuất, công tác tác động lên cơ thể người lao động.

Trong điều kiện bình thường nhiệt độ cơ thể người trung bình 37°C (tim, phổi 38°C , gan $39 \pm 40^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ ngoại vi trung bình 32°C (ngực 35°C , lưng 33°C , trán 32°C , môi 38°C).

Khi lao động, công tác có biến đổi sinh lý nhiệt độ tăng $60 \pm 70\%$, một phần thoát ra ngoài. Quá trình thải nhiệt, hấp thu nhiệt ... gây ra bệnh nghề nghiệp như bệnh thần kinh, viêm đường hô hấp, thấp khớp, các bệnh tim, mạch, phổi.

1.3.2. Biện pháp đề phòng

Biện pháp dự phòng tính đến yếu tố con người gồm các thao tác lao động (nâng, mang, vác ...) đúng nguyên tắc an toàn; đảm bảo không gian làm việc; thao tác thích ứng; đảm bảo các điều kiện về thính giác, thị giác, xúc giác, thông tin; hợp lý về tải trọng thể lực; có tam lý tốt ...

- *Tư vấn thư dầy đủ các qui tắc* về bảo vệ môi trường, an toàn lao động, phòng hộ cá nhân.

Biện pháp về tổ chức là biện pháp quan trọng bao gồm các qui định trách nhiệm của ngành, giám đốc, quản đốc, trưởng ca, thợ ... qui định về vận hành, trang thiết bị, giao nhận ca, quản lý hồ sơ, qui định về tổ chức kiểm tra an toàn lao động vv...

1.3.3. Phương tiện kỹ thuật an toàn cơ bản

- a. Cơ khí hoá, tự động hoá việc điều hoà không khí, thông gió ... đảm bảo môi trường làm việc thông thoáng, đủ ánh sáng, đủ không khí, nhiệt độ phù hợp.
- b. Có đầy đủ các phương tiện làm việc đảm bảo an toàn, trang bị đầy đủ phương tiện kỹ thuật phòng hộ lao động và bảo vệ cá nhân, cơ khí hóa, tự động hóa, điều khiển từ xa.

- Thiết bị che chắn an toàn (TCVN 4117-89) : che chắn các bộ phận, cơ cấu truyền động, dẫn điện, nguồn bức xạ có hại, che chắn vùng văng bắn các mảnh, dụng cụ, vật liệu, chi tiết gia công, rào chắn vùng làm việc trên cao, hố sâu ...

- Thiết bị và cơ cấu phòng ngừa, phương tiện, kỹ thuật an toàn, tự động ngắt chuyển động máy, thiết bị sản xuất một khi thống số kỹ thuật nào đó vượt quá giới hạn cho phép, như thiết bị phòng ngừa quá tải thiết bị áp lực, động lực, chuyển động, nổ, cháy ...

- Tín hiệu an toàn : ánh sáng, màu sắc, âm thanh... (TCVN 4979-89)

- Khoảng cách và kích thước an toàn cho các khu vực làm việc, hoạt động ...

c. Kiểm định và dự phòng thiết bị (gồm kiểm định độ bền, độ tin cậy của máy, thiết bị, công trình ...) là biện pháp an toàn nhất thiết phải được thực hiện trước khi đưa vào sử dụng. Kiểm định dự phòng được tiến hành định kỳ theo chu kỳ bảo dưỡng, sửa chữa (thử nghiệm độ bền tĩnh động, không tải, có tải, theo thời gian của cấp, xích, dây an toàn, đá mài, độ tin cậy của phanh hãm, van an toàn, độ bền, độ kín của thiết bị áp lực, đường ống).

Thử nghiệm cách điện và các dụng cụ cầm tay, các thiết bị phương tiện bảo vệ cá nhân.

1.3.4. Các biện pháp y học gồm khám tuyển định kỳ để phát hiện bệnh nghề nghiệp, kịp thời chữa bệnh và tổ chức phục hồi chức năng.

1.3.5. Trang bị bảo hộ lao động cá nhân

Hình 1.5 giới thiệu một số trang bị bảo hộ lao động cá nhân.



Hình 1.5. Một số trang bị bảo hộ lao động cá nhân

1.3.6. An toàn thiết bị nâng chuyển (theo ICVN 4244 - 86)

Thiết bị nâng chuyển là thiết bị hoạt động theo chu kỳ trong không gian gồm máy trục, xe tời, tời điện, pa lang, máy nâng ... có những thông số cơ bản xác định kích thước, tính chất làm việc như lực, tải trọng, mô men tải, tầm với, độ dài của cần, độ cao nâng móc, độ sâu hạ móc, vận tốc nâng hạ, vận tốc quay ...

- a. *Máy trục* là những thiết bị nâng hoạt động theo chu kỳ dùng để nâng chuyển tải trong không gian (được giữ bằng móc hoặc các bộ phận mang tải khác)
- *Máy trục kiểu cần* có bộ phận mang tải treo ở cần hoặc xe di chuyển theo cần như cần trục ô tô (bánh lốp, xích), cần trục tháp, cần trục chân đế, cần trục cột buồm, cần trục cong xôn ...

Máy trục kiểu cần có bộ phận mang tải trên cần của xe hoặc pa lang di chuyển theo cầu chuyển động như cầu trục, cổng trục ...

- *Máy trục kiểu đường cáp* có bộ phận mang tải treo trên xe di chuyển theo cáp cố định trên các trụ đỡ như máy trục cáp, cầu trục cáp ...

- b. *Pa lang* là thiết bị được treo vào xe hoặc kết cấu cố định, có dẫn động bằng điện hay bằng tay.

- c. *Tời* là thiết bị dùng nâng, hạ, kéo tải, được dẫn động bằng động cơ điện hoặc bằng tay, có thể hoạt động độc lập, có thể là một bộ phận của các thiết bị nâng phức tạp khác.

- d. *Xe tời* chạy theo đường ray ở trên cao.

- e. *Máy nâng* có bộ phận mang tải nâng hạ theo khung dẫn hướng, được sử dụng rộng rãi để nâng vật lớn cổng kênh, hoạt động liên tục theo chu kỳ trong phạm vi không gian lớn nên có khả năng gây nguy hiểm cho người, công trình và các thiết bị khác.

- g. *Biện pháp phòng ngừa sự mất ổn định*

Chống quá tải ở tầm với tương ứng phải có bộ phận tự động ngắt cơ cấu nâng khi tải trọng vượt quá 110% tải trọng, nếu không thì phải nâng thử lên 100mm rồi mới nâng tiếp.

Hạ chân chống với đế kê chuyển dùng, tránh lún và mất cân bằng.

Mặt bằng làm việc không dốc quá mức qui định ($\alpha < 3^\circ$).

- *Không phanh đột ngột để tránh lực quán tính.*

- *Kẹp chặt ray khi ngừng làm việc.*

- h. *Những sự cố, tai nạn*

Rơi tải trọng chủ yếu do nâng quá tải, đứt cáp, đứt móc, quay cần bị vướng, phanh hỏng, má phanh mòn, mô men phanh quá bé, cáp mòn, mối nối cáp không chặc chàn ...

Sập cần do cáp nối không đúng kỹ thuật, mất khóa cáp, phanh hỏng, cầu quá tải ở vị trí xa của cần làm cáp hay dây chằng bị đứt ...

Đổ cầu do vùng mặt đất làm việc không ổn định, bị lún, độ dốc lớn quá mức qui định, máy đặt gần dốc, hồ sâu, cầu quá tải, tải trọng bị vướng, dùng cầu nhỏ cây, cầu kết cấu bị chèn vùi dưới đất hoặc bị kẹt ...

Tai nạn điện - do điện chạm vào , cầu chạm dây mang điện , phóng điện hồ quang cao áp vì vi phạm khoảng cách an toàn, thiết bị nâng đề đập cáp điện ...

c Kỹ thuật an toàn

- Thiết bị an toàn đảm bảo, làm việc chính xác, đủ độ tin cậy, cán bộ kỹ thuật và công nhân vận hành phải nắm vững cấu tạo, tính năng, tác dụng, kỹ thuật an toàn của thiết bị làm việc, bảo dưỡng tốt, làm việc đúng chế độ ...

- Chọn cáp phù hợp có chiều dài cần thiết, đủ hệ số an toàn, loại bỏ cáp không còn đủ tiêu chuẩn như bị mòn, thối nát, bẹp ...

- Chọn xích theo tiêu chuẩn, đủ hệ số an toàn, loại bỏ xích không còn đủ tiêu chuẩn (mòn quá 10%).

- Chọn tang và ròng rọc đủ lớn, cấu tạo phù hợp, không rạn nứt, nếu mòn sâu quá nửa đường kính cáp thì phải loại bỏ.

- Chọn loại phanh phù hợp (loại thường đóng , thường mở, phanh má, phanh đai, phanh đĩa, phanh côn dẫn động bằng cơ, điện, thủy lực, khí nén ...), đủ điều kiện làm việc, đảm bảo hệ số an toàn, loại bỏ phanh không còn đủ tiêu chuẩn (mòn không đều, mòn sâu quá 1mm, có vết nứt rạn, góc ôm nhỏ, khe hở lớn, má phanh, đai phanh mòn không đều, mòn quá 50% ...)

- Có đầy đủ các thiết bị khống chế quá tải, hạn chế tầm với, độ cao, góc nâng hạ, góc quay ...

- Thực hiện yêu cầu an toàn khi lắp đặt, vận hành, sửa chữa theo thiết kế : tránh kéo lê tải trước khi nâng, nâng tải cao hơn chướng ngại vật 0,5m, đảm bảo các khoảng cách an toàn cho vùng làm việc, neo, chằng, rào, chắn ... Trước khi vận hành cần kiểm tra các thiết bị, phát tín hiệu báo hiệu cho thiết bị hoạt động, cấm người đứng lên tải, không đưa tải qua đầu người, không vừa nâng hạ vừa quay tải, không kéo đẩy tải khi đang treo, tải hạ đúng nơi qui định an toàn, tránh đổ, trượt, rơi tải. Khi tải đã ổn định mới được tháo dỡ, khi tháo dỡ cần đảm bảo ổn định cho phương tiện khác. Tuân thủ việc sửa chữa bảo dưỡng đúng kì hạn, đúng qui phạm, bảo dưỡng kiểm tra hàng ngày, định kì, sửa chữa nhỏ, sửa chữa lớn ...

Việc khám nghiệm thiết bị theo định kì gồm kiểm tra bên ngoài, thử không tải (các thiết bị cơ cấu an toàn, thiết bị điện, thiết bị điều khiển, chiếu sáng, chỉ báo...), thử tải tĩnh (treo tải 125% tải trọng ở độ cao 100 ÷ 300 mm, giữ 10 phút sau đó kiểm tra lại thiết bị), thử tải động (mang tải 110% trọng tải để thử các cơ cấu nâng, hạ, nâng cần, quay, di chuyển kèm theo phanh đột ngột ... sau đó kiểm tra lại). Tổ chức quản lý, thanh tra việc quản lý và sử dụng thiết bị nâng theo đúng qui định.

Chương hai

BẢN VẼ CƠ KHÍ

2.1. KHÁI NIỆM

Bản vẽ kỹ thuật tập hợp các hình thái nhằm thể hiện đầy đủ hình dáng, kích thước, vật liệu, dung sai và các yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm. Từ một bản vẽ với đầy đủ các thông tin ta có thể hình dung được toàn bộ kết cấu, nguyên lý hoạt động ... của sản phẩm. Chính vì vậy *bản vẽ kỹ thuật* là *tiếng nói của kỹ thuật* và *bản vẽ cơ khí* chính là *ngôn ngữ của kỹ thuật cơ khí*. *Bản vẽ cơ khí* có thể được biểu diễn dưới dạng hình phối cảnh không gian theo một hệ trục tọa độ nào đó gọi là *hình chiếu trục đo* hoặc bản vẽ phác, nhưng thường thì được biểu diễn dưới dạng các *hình chiếu cơ bản*. Chúng có thể là bản vẽ lắp dùng cho quá trình lắp ráp, bản vẽ chi tiết dùng để chế tạo chi tiết hay bản vẽ nguyên công dùng cho quá trình công nghệ chế tạo, chỉ đạo kỹ thuật ...

2.2. TIÊU CHUẨN QUY ĐỊNH

2.2.1. *Khổ giấy* . TCVN 2-74 qui định khổ giấy cho các bản vẽ cơ khí trong bảng 2.1

Bảng 2.1 Khổ giấy dùng trong các bản vẽ cơ khí

Ký hiệu	44	24	22	12	11
Kích thước (mm)	1189×841	594×841	594×420	297×420	297×210
Ký hiệu theo TCVN 193-66	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄

- Cho phép dùng khổ giấy A₅ (ký hiệu 1 / 2 × 1 có kích thước 148×210.
- Các khổ giấy phụ khác lấy kích thước bằng bội số kích thước của khổ giấy 11 (A₄) với hệ số tăng là số nguyên.

2.2.2. *Tỷ lệ* . TCVN 3- 74 qui định tỷ lệ hình vẽ trong bản vẽ cơ khí theo bảng 2.2.

Ngoài các tỷ lệ trong bảng có thể dùng thêm các tỷ lệ phóng to 1: 50 ,
1 : 100 ...

Bảng 2.2 Tỷ lệ hình vẽ trên các bản vẽ cơ khí

Tỷ lệ thực, nhỏ	1 : 2	1 : 2,5	1 : 4	1 : 5	1 : 10	1 : 15	1 : 20
	1:25	1 : 40	1:50	1:75	1:100	1:200	1:400
Tỷ lệ nguyên hình	1 : 1						
Tỷ lệ phóng to	2 : 1	2,5:1	4 : 1	5 : 1	10 : 1	20 : 1	40 : 1

2.2.3. Đường nét, chữ và số được qui định theo TCVN 8-85.

a. Chữ và số

A Ă Â B C D Đ E Ê F G H I J K L M N O
 Ô Õ P Q R S T U U V W X Y Z Æ Å Æ Æ Æ
 a ă â b c d đ e ê f g h i j k l m n o
 ô õ p q r s t u u v w x y z æ å æ æ æ
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
 + - × / ± < ≤ > ≥ = ≠ ÷ ∅ Δ ∇

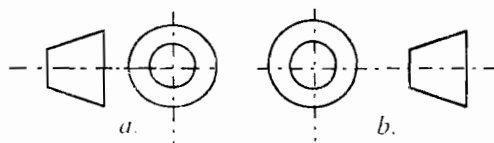
b. Đường nét qui định trên bản vẽ cơ khí theo TCVN cho trong bảng 2.3.

2.2.4. Ký hiệu biểu tượng

a. Biểu tượng của hệ hình chiếu

ISO và châu Âu (hình 2.1a)

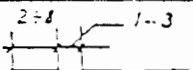
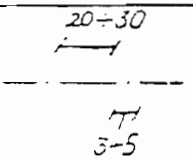
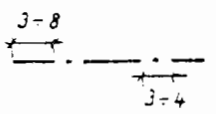
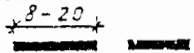
Biểu tượng này được biểu diễn trong khung tên . Nếu trên bản vẽ không thể hiện thì ta hiểu đó là hệ ISO cũng là biểu tượng của TCVN.



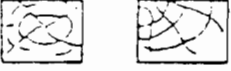
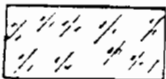
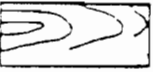
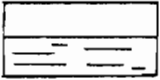
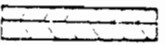
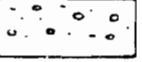
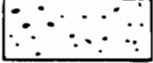
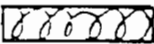
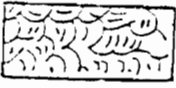
Hình 2.1. Biểu tượng hệ hình chiếu

b. Biểu tượng của hệ hình chiếu dùng ở châu Mỹ (hình 2.1b)

Bảng 2.3. Quy định vẽ đường nét vẽ trên bản vẽ cơ khí

TT	Tên	Hình dạng	Bề rộng (mm)	Ứng dụng
1	Nét cơ bản		$b = 0,6$ $\pm 1,5$	Đường bao nhìn thấy Giao tuyến thấy Đường bao mặt cắt rời và mặt cắt thuộc hình cắt
2	Nét liền mảnh		$\frac{b}{3}$	Đường bao mặt cắt chập. Đường kích thước và đường dòng. Đường gạch cắt Đường biểu diễn các chi tiết phụ, chỗ uốn trên hình trái, trục hình chiếu. Đường chuyển tiếp.
3	Nét lượn sóng		$\frac{b}{3}$	Đường cắt lìa. Đường phân cách giữa hình chiếu và hình cắt.
4	Nét đứt		$\frac{b}{2}$	Đường khuất. Giao tuyến khuất.
5	Nét chấm gạch mảnh		$\frac{b}{3}$	Đường trục và đường tâm. Đường biểu diễn hình trái vẽ trên hình chiếu. Đường biểu diễn vị trí giới hạn chi tiết chuyển động.
6	Nét chấm gạch đậm		$\frac{b}{2}$	Đường biểu diễn bề mặt gia công nhiệt hoặc có lớp phủ. Đường bao của phôi.
7	Nét cắt		$1,5b$	Đường cắt
8	Nét ngoắt		$\frac{b}{3}$	Đường cắt lìa dài.

Bảng 2.4. Kí hiệu vật liệu trên mặt cắt

Tên vật liệu	Mặt cắt	Tên vật liệu	Mặt cắt
Kim loại		Gạch thường	
Vật liệu phi kim		Gạch đặc biệt	
Gỗ cắt ngang		Vật liệu trong suốt (kính)	
Gỗ cắt dọc		Chất lỏng	
Gỗ dán		Đất tự nhiên	
Bê tông		Cát	
Bê tông cốt thép		Vật liệu cách nhiệt có lớp	
Đất sét			

2.1.5. Quy ước kí hiệu vật liệu trên mặt cắt

Bảng 2.4 giới thiệu qui định các kí hiệu trên mặt cắt trong bản vẽ cơ khí theo TCVN 7-78.

2.2. HÌNH CHIẾU

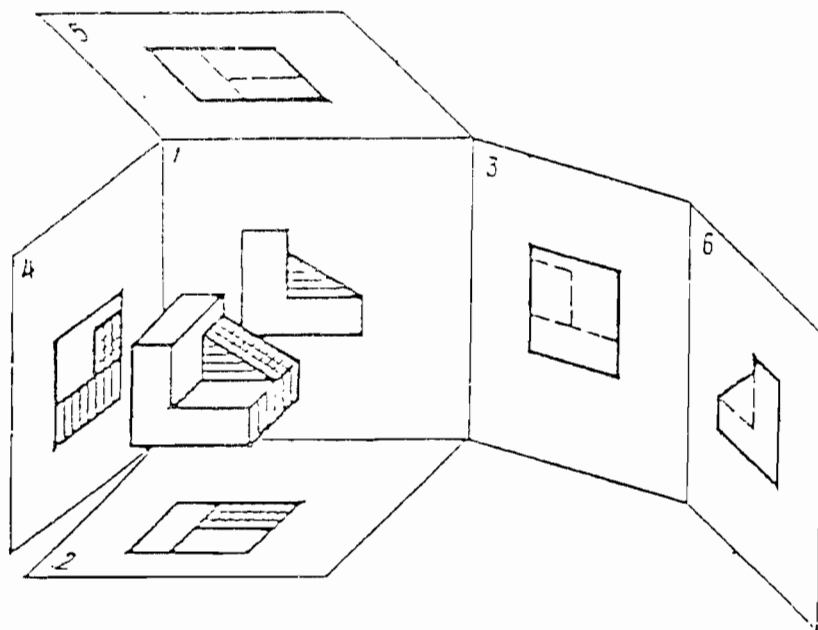
Cách biểu diễn vật thể, các loại hình chiếu cơ bản, hình chiếu phụ, hình trích, hình cắt ... được qui định theo TCVN 5 - 74.

2.2.1. Biểu diễn vật thể

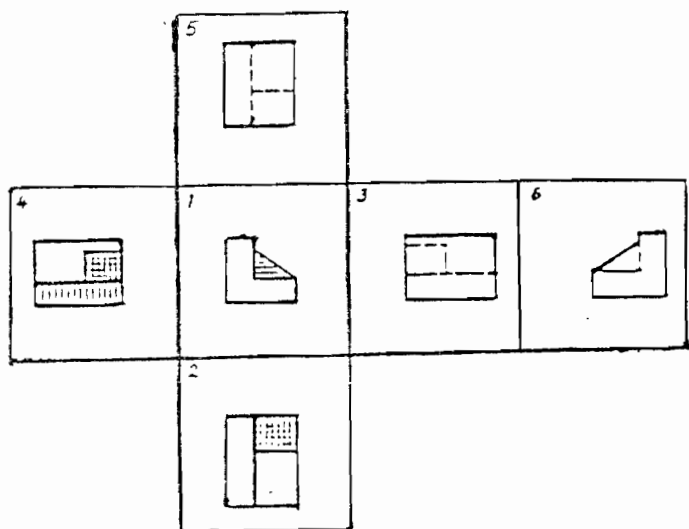
Hình 2.2 giới thiệu cách biểu diễn vật thể.

2.2.2. Các loại hình chiếu

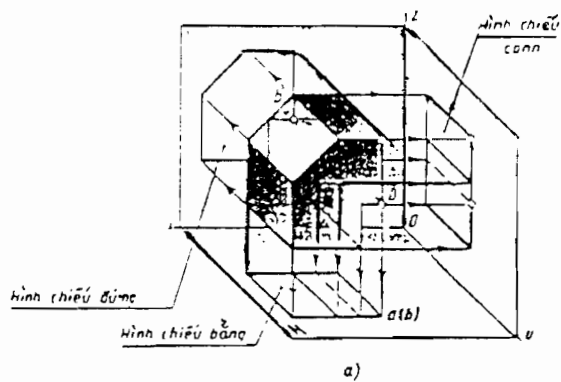
Các loại hình chiếu cơ bản, hình chiếu phụ, hình trích, hình cắt ... theo TCVN 5 - 74 giới thiệu trên hình 2.3 còn các loại hình chiếu thường dùng giới thiệu trên hình 2.4.



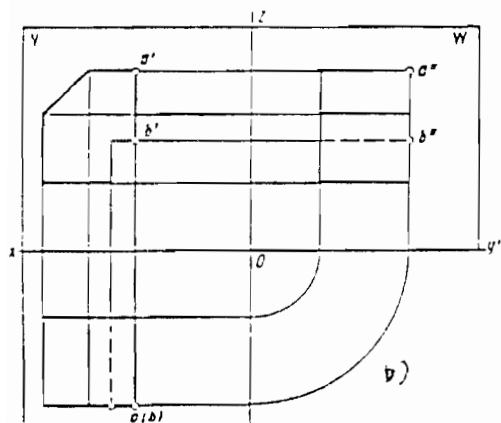
Hình 2.2. Biểu diễn vật thể



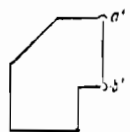
Hình 2.3. Các loại hình chiếu cơ bản



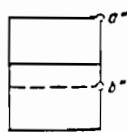
a)



b)



c)



d)

Hình 2.4. Các loại hình chiếu thường dùng

Các loại hình chiếu cơ bản gồm :

1. Hình chiếu từ phía trước (hình chiếu đứng)
2. Hình chiếu từ phía trên (hình chiếu bằng)
3. Hình chiếu từ phía trái (hình chiếu cạnh)
4. Hình chiếu từ phía phải
5. Hình chiếu từ phía dưới
6. Hình chiếu từ phía sau

2.4. KÍCH THUỐC

Kích thước ghi trên bản vẽ cơ khí được qui định theo TCVN 9 - 85.

2.4.1. Quy định chung

Độ lớn của vật thể được biểu diễn bằng số đo kích thước ghi trên bản vẽ. Số đo kích thước chỉ kích thước thực của vật thể, không phụ thuộc vào tỷ lệ của bản vẽ.

Mỗi kích thước chỉ được ghi một lần trên bản vẽ (không trùng lặp dù có nhiều hình chiếu).

Kích thước độ dài theo tiêu chuẩn quốc tế ISO và TCVN có đơn vị là mm (nhưng không ghi tên đơn vị trên bản vẽ). Có thể ghi kích thước dưới dạng thập phân, nhưng không được phép ghi dưới dạng phân số, trừ trường hợp dùng đơn vị theo hệ Anh - Mỹ.

Kích thước góc dùng đơn vị đo là độ, phút, giây.

2.4.2. Các thành phần kích thước (hình 2.5)

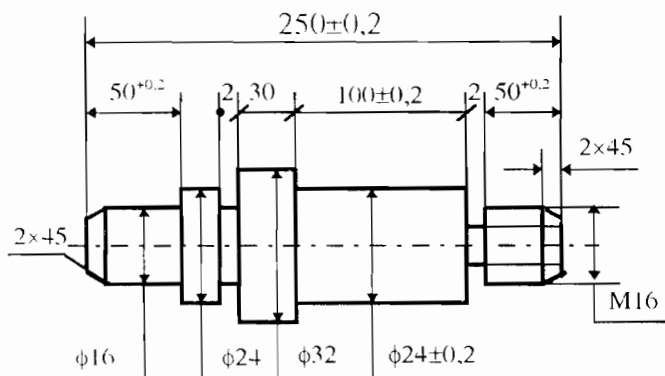
- a. *Đường đồng kích thước* là đường giới hạn kích thước, vạch từ hai đầu mút của đoạn kích thước cần ghi, vẽ bằng nét liền mảnh.
- b. *Đường kích thước* là đoạn dùng ghi kích thước, vẽ song song với đoạn kích thước cần ghi bằng nét liền mảnh, giới hạn hai đầu là hai mũi tên tiếp xúc với đường đồng. Khi các đường kích thước nối tiếp ngắn có thể thay thế mũi tên bằng một chấm hoặc một gạch xiên, cũng có thể kéo dài đường kích thước ra ngoài đường đồng để vẽ mũi tên ngược lại.

Không dùng đường bao, đường tâm, đường trục... làm đường ghi kích thước.

- c. *Số đo kích thước* là độ lớn kích thước cần biểu diễn, được ghi trên đường kích thước và ở khoảng giữa đường kích thước, nếu không đủ chỗ cũng có thể ghi trên phần kéo dài của đường kích thước ngoài đường đồng.

2.4.3. Cách ghi kích thước

Hình 2.5 giới thiệu một ví dụ về các thành phần kích thước và cách biểu diễn chúng lên bản vẽ.



Hình 2.5. Cách ghi kích thước trên bản vẽ

2.5. BẢN VẼ CƠ KHÍ

2.5.1. Dung sai - lắp ghép

a. Khái niệm

Khi chế tạo một sản phẩm, không thể thực hiện kích thước, hình dáng, vị trí một cách tuyệt đối chính xác để có sản phẩm giống nhau đồng 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, điều kiện làm việc của họ... Do đó mọi sản phẩm khi thiết kế cần tính đến một sai số cho phép sao cho đảm bảo tốt các *yếu cầu kỹ thuật, chức năng làm việc và giá thành hợp lý*. Sai số cho phép của kích thước thực tế so với kích thước danh nghĩa đó gọi là **dung sai** - được ghi kèm với kích thước trên bản vẽ.

b. **Dung sai kích thước** là sai số cho phép của kích thước đạt được khi gia công so với kích thước danh nghĩa. Đó là hiệu số của kích thước lớn nhất và nhỏ nhất. Hình 2.6 biểu diễn dung sai kích thước lỗ (a) và dung sai kích thước trục (b).

Theo TCVN 2244 - 77 cũng như ISO qui định dùng ký hiệu chữ in hoa cho lỗ, dùng ký hiệu chữ thường cho trục, trong đó:

D (d) : kích thước danh nghĩa ghi ở đường không, sử dụng theo kích thước ưu tiên trong TCVN 192 - 66

D_{max} , d_{max} : kích thước giới hạn lớn nhất

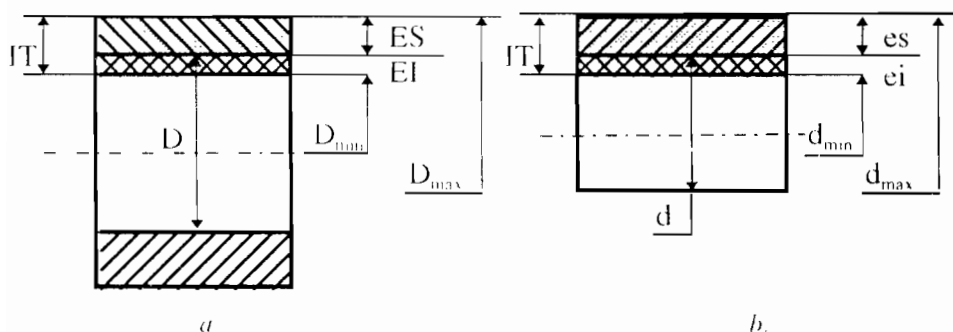
D_{min} , d_{min} : kích thước giới hạn nhỏ nhất

$ES = D_{max} - D$, $es = d_{max} - d$: sai lệch trên

$EI = D_{min} - D$, $ei = d_{min} - d$: sai lệch dưới

$IT_1 = D_{max} - D_{min} = \Delta D = ES - EI$: khoảng dung sai của lỗ

$IT_2 = d_{max} - d_{min} = \Delta d = es - ei$: khoảng dung sai của trục.



Hình 2.6. Dung sai

c) Miền dung sai

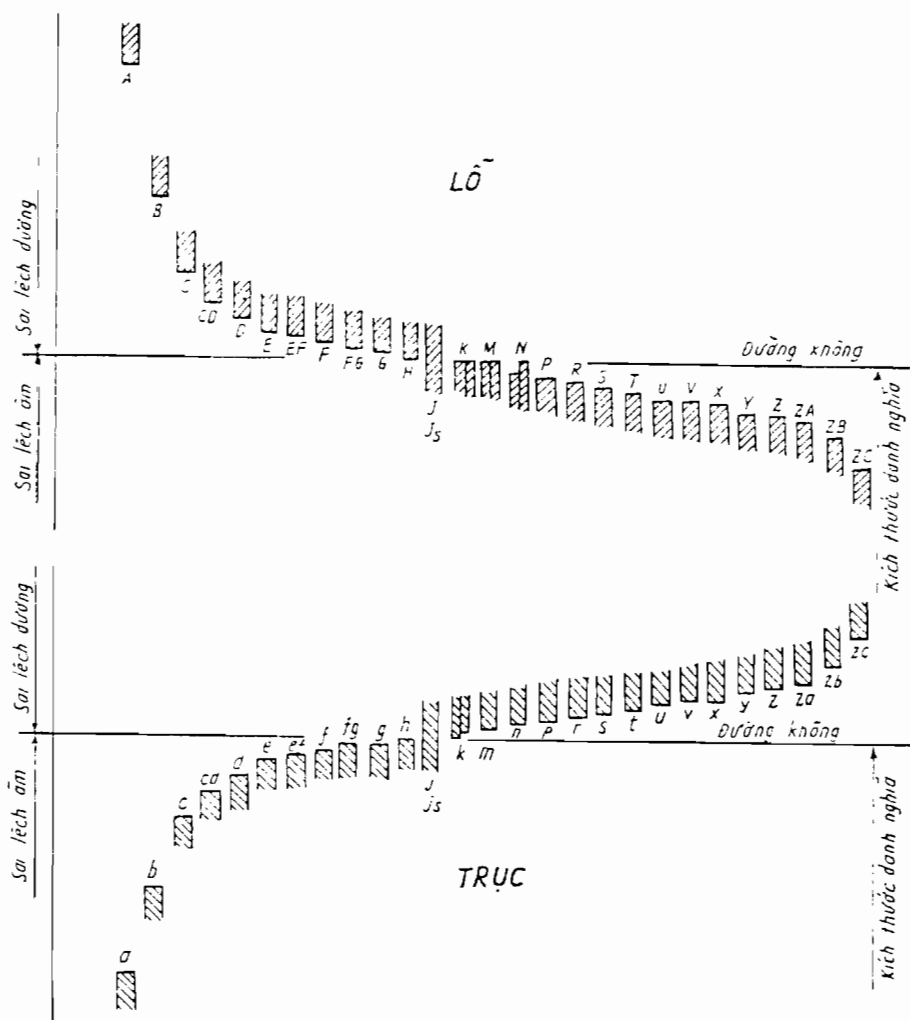
Hình 2.7 trình bày miền dung sai của trục và lỗ (vùng gạch chéo).

Theo ISO và TCVN miền dung sai của lỗ được ký hiệu bằng chữ in hoa A, B, C, ..., Z_s, Z_{sb}, Z_a, trong đó lỗ cơ sở có cấp chính xác H với EI = 0 (D_{min} = D), cấp chính xác js có các sai lệch đối xứng (ES = EI) còn miền dung sai của trục được ký hiệu bằng chữ thường a, b, c, ..., z_a, z_b, z_c, trong đó trục cơ sở có cấp chính xác h với ei = 0 (d_{max} = d), cấp chính xác js có các sai lệch đối xứng (es = ei).

Bảng 2.5 trích giới thiệu khoảng dung sai kích thước theo ISO.

Bảng 2.5. Khoảng dung sai kích thước (IT - μm)

D Cấp	≤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



Hình 2.7. Miền dung sai

d. Sai số hình dáng - vị trí. Bảng 2.6, 2.7 và hình 2.8 giới thiệu các kí hiệu và ví dụ cách ghi các sai số này trên bản vẽ.

Bảng 2.6. Sai số hình dáng hình học Bảng 2.7. Sai số vị trí tương đối các bề mặt

N	Tên gọi	Kí hiệu
1	Độ không thẳng	
2	Độ không phẳng	
3	Độ không tròn	
4	Độ không trụ	

N	Tên gọi	Kí hiệu
1	Độ không song song	
2	Độ không vuông góc	
3	Độ không đồng trục	
4	Độ không đối xứng	
5	Độ không cắt nhau	
6	Độ đảo lượng tâm	

e. Cấp chính xác

Cấp chính xác được xác định theo trị số từ nhỏ đến lớn theo khoảng dung sai IT (tính bằng micromet, $1\mu\text{m} = 0,0001\text{mm}$) tính cho mỗi kích thước danh nghĩa. TCVN và ISO chia ra 19 cấp chính xác đánh số theo thứ tự độ chính xác giảm dần là 01, 0, 1, 2, ... 16, 17.

Như vậy mỗi kích thước được ghi gồm ba phần : kích thước danh nghĩa, miền dung sai và cấp chính xác. Ví dụ : $\phi 20\text{H}7, 40\text{g}6 \dots$ Trên bản vẽ chế tạo ghi kích thước danh nghĩa và dung sai, ví dụ $\phi 20^{+0,0021}_{-0,0011}, \phi 40 \pm 0,1 \dots$ Trong đó :

Cấp 01 ÷ cấp 1 : các cấp siêu chính xác.

Cấp 1 ÷ cấp 5 : các cấp chính xác cao, dùng cho các chi tiết chính xác, dung cụ đo, ca líp

Cấp 6 ÷ cấp 11 : các cấp chính xác, áp dụng cho các mối lắp ghép

Cấp 12 ÷ cấp 17 : các cấp chính xác thấp có dung sai tự do.

g. Lắp ghép

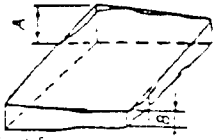
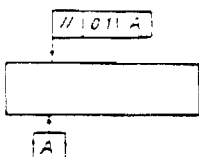
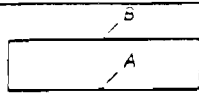
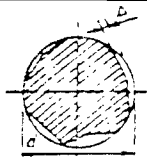
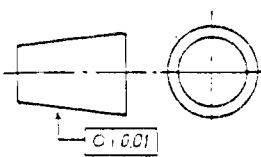
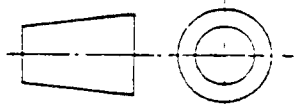
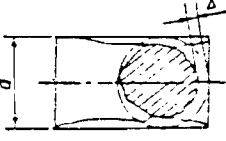
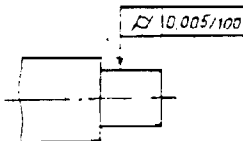
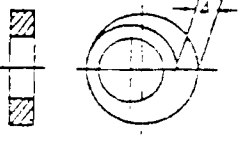
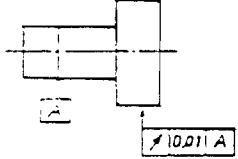
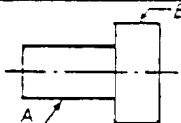
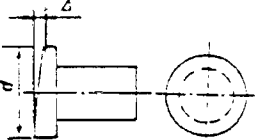
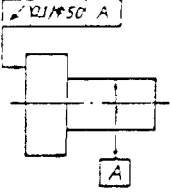
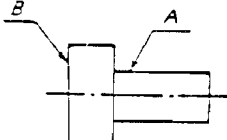
- Hệ thống lắp ghép

+ Hệ thống lỗ lấy lỗ làm chuẩn, khi lắp ghép ta sửa trục để có mối lắp. Hệ thống lỗ thường được sử dụng hơn hệ thống trục.

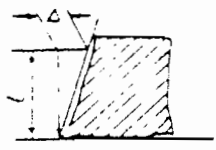
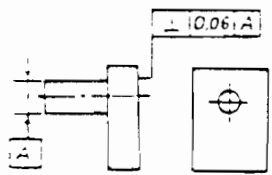
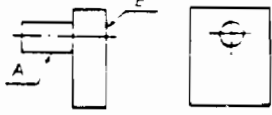
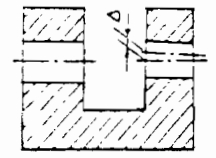
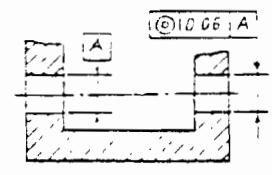
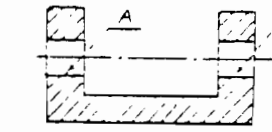
+ Hệ thống trục lấy trục làm chuẩn, khi lắp ta sửa lỗ để có mối lắp.

- Phương pháp lắp ghép

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

Tên gọi	Ghi trên hình vẽ	Ghi trong yêu cầu kĩ thuật
 Độ không song song $\Delta = A - B$		 Độ không song song giữa mặt B và A không lớn hơn 0.1 mm
 Độ không tròn		 Độ không tròn của mặt tròn không lớn hơn 0.01 mm
 Độ không trụ		 Độ không trụ của mặt A không lớn hơn 0.005 mm trên chiều dài 100 mm
 Độ đảo hướng kính		 Độ đảo hướng kính của mặt B đối với A không lớn hơn 0.01 mm
 Độ đảo mặt mứ		 Độ đảo mặt mứ của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0.1 trên đường kính Φ50

Hình 2.8a. Sai số hình dáng và vị trí

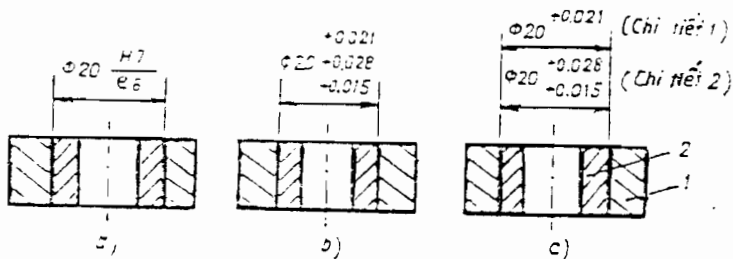
Tên gọi	Ghi trên hình vẽ	Ghi trong yêu cầu kỹ thuật
 Độ không vuông góc		 Độ không vuông góc của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0.06mm
 Độ không đồng trục		 Độ không đồng trục của lỗ B đối với lỗ A không lớn hơn 0.06 mm

Hình 2.8b. Sai số hình dáng và vị trí (tiếp theo)

+ **Lắp chặt** là phương pháp lắp ghép mà kích thước trục luôn luôn lớn hơn kích thước của lỗ, khi lắp ghép giữa hai chi tiết có độ dôi nên cần có lực ép chặt hoặc gia công nhiệt cho lỗ (hoặc trục), thường dùng cho các loại mối lắp có truyền lực. Ở dạng lắp ghép này lỗ có miền dung sai P, R, ..., Z_h hoặc các trục có miền dung sai p, r, ..., z_h.

+ **Lắp trung gian** là mối lắp có kích thước của lỗ và trục xấp xỉ như nhau. Giữa hai chi tiết lắp ghép có thể có khe hở rất nhỏ hoặc độ dôi rất nhỏ, khi lắp có thể ép nhẹ để có mối lắp. Ở dạng lắp ghép này, lỗ có miền dung sai J_h, K, M, N hoặc trục có miền dung sai j_h, k, m, n.

Hình 2.9 giới thiệu ví dụ cách ghi ký hiệu lắp ghép trên bản vẽ.



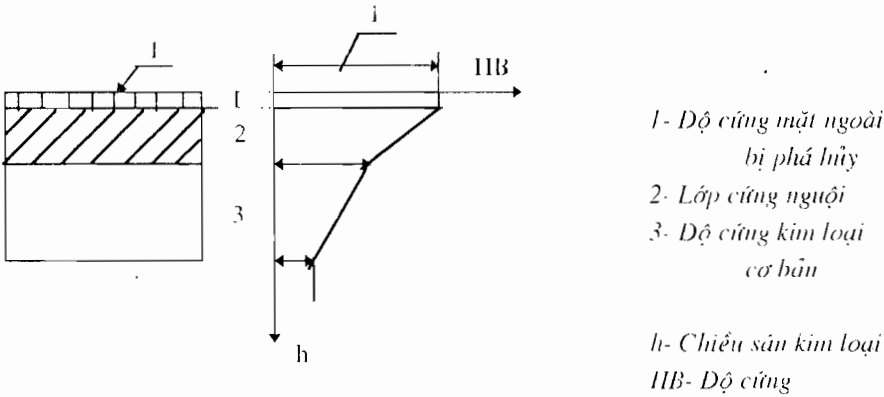
Hình 2.9. Sơ đồ và cách ghi ký hiệu lắp ghép

2.5.2. Độ nhám

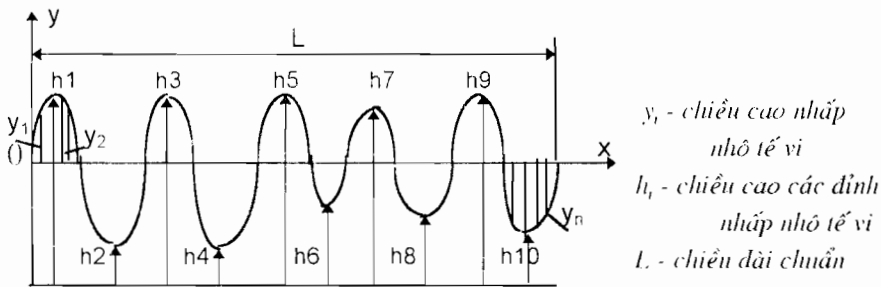
Chất lượng bề mặt chi tiết gia công được đánh giá bởi tính chất cơ lý và độ bóng bề mặt.

- a) Tính chất cơ lý lớp bề mặt giới thiệu trên hình 2.10.
- b) Độ bóng bề mặt (nhám) là độ nhấp nhô tế vi của lớp bề mặt (hình 2.11), gồm độ lồi lõm, độ sóng, độ bóng (nhám). Đó là chỉ tiêu đánh giá độ nhấp nhô bề mặt sau khi gia công, được thể hiện bằng đại lượng R_a và R_z (μm).

TCVN 2511 - 78 cũng như ISO qui định 14 cấp độ nhám, ký hiệu $\sqrt{\quad}$ kèm theo các trị số.



Hình 2.10. Tính chất cơ lý lớp bề mặt



Hình 2.11. Độ nhám bề mặt chi tiết gia công

- R_a : sai lệch trung bình số học các giá trị tuyệt đối 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 : chiều cao nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L với giá trị trung bình của 5 đỉnh cao nhất và 5 đỉnh thấp nhất.

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}$$

Từ cấp 6 ÷ 12, chủ yếu dùng R_a , còn đối với các cấp 13 ÷ 14 và cấp 1 ÷ 5 dùng R_z (bảng 2.8). Cách ghi độ nhám được giới thiệu trên hình vẽ 2.12.

Trong thực tế sản xuất, tùy theo các phương pháp gia công khác nhau ta có các cấp độ bóng khác nhau, ví dụ :

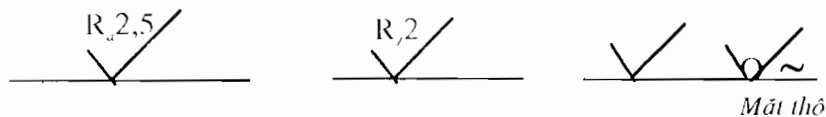
Bề mặt rất thô, thô đạt cấp 1 ÷ cấp 3 ($R_z = 320 \div 80 \mu m$) : đúc, rèn ...

Gia công nửa tinh và tinh đạt cấp 4 ÷ cấp 6 ($R_z = 40 \div 20 \mu m$) : tiện, phay, bào, khoan...

Gia công tinh đạt cấp 6 ÷ cấp 8 ($R_a = 2,5 \div 0,3 \mu m$) : khoét, doa, mài.

Gia công siêu chính xác, cấp 8 ÷ cấp 11 ($R_a = 0,32 \div 0,08$) : nghiền, rà...

Độ bóng bề mặt càng cao, gia công càng khó, nhưng độ bền, độ chịu mài mòn bề mặt càng tăng.



Hình 2.12. Ghi độ bóng (nhám) bề mặt

Bảng 2.8. Các giá trị thông số đo nhẵn bề mặt (TCVN 2511 - 78)

Cấp độ nhẵn	Ra (< μm)	Rz (< μm)	Chiều dài chuẩn l.	Phương pháp gia công	Ứng dụng
1	-	320-160	8	Tiện thô, cưa, khoan, đũa...	Các bề mặt không tiếp xúc, bề mặt không quan trọng: chân máy, giá đỡ...
2	-	160-80	8		
3	-	80-40	8		
4	-	40-20	2,5	Tiện tinh, đũa tinh , phay...	Bề mặt tiếp xúc tĩnh, động, trục vít, mút bánh răng ...
5	-	20-10	2,5		
6	2,5-1,25	-	2,5	Đoa, mài, đánh bóng	Bề mặt tiếp xúc động : mặt răng, mặt pittông, xi lanh, chốt
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, các phương pháp khác	Bề mặt nút, van, bi, con lăn, dụng cụ đo, cân mẫu ...
10	0,16-0,08	-	0,25		
11	0,08-0,04	-	0,25		Bề mặt làm việc các chi tiết chính xác cao, dụng cụ đo, cân mẫu chuẩn
12	0,04-0,02	-	0,25		
13	-	0,1-0,05	0,08		
14	-	0,05-0,025	0,08		

2.6. CƠ SỞ VỀ AUTOCAD

2.6.1. Khái niệm

a. Mở đầu

Trong những năm 90, việc tự động hóa đã phát triển lên đỉnh cao với việc sử dụng thành thạo những thành quả to lớn của tin học và do đó đã mang lại hiệu quả cao về kinh tế - kỹ thuật. Sự phát triển của công nghệ cao là nền móng của việc nâng cao năng suất, chất lượng, hạ giá thành sản phẩm. Kỹ thuật đồ họa của tin học là tự động hóa thiết kế với hệ thống CAD đã trợ giúp đắc lực cho việc thiết kế và việc điều khiển tự động trong quá trình sản xuất. Trong đó hệ thống CAD / CAM / CNC là một ví dụ điển hình.

Từ hệ SSCAD (Space Structure International Coporation - USA) tính toán thiết kế và chuyển hóa từ giai đoạn tự động hóa thiết kế đến điều khiển thiết bị theo chương trình. Đó là hệ thống CAD / CAM. Sau đó là những phần mềm được sử dụng rộng rãi trên thế giới như CADKEY, AUTOCAD, AUTODESK ... đã cho phép tạo lập bản vẽ chính xác, nhanh chóng... cho phép người thiết kế dịch chuyển, sao chép, tẩy xóa, thu, phóng, sắp đặt đối tượng vẽ. Ta có thể xuất bản vẽ ra máy vẽ (Plotter), in ra máy in (Printer) bằng các lệnh đơn giản hoặc đưa thẳng vào quá trình sản xuất, gia công, chế biến bằng cách điều khiển trực tiếp các chuyển động của trang thiết bị dụng cụ để chế biến, gia công chính xác nhằm thực hiện mục đích của thiết kế và chế tạo sản phẩm nhanh chóng. Đó chính là công nghệ CAD / CAM / CNC. Với hệ thống này ta có thể xuất phát từ sản phẩm thực tế - chi tiết cụ thể, chuyển ngay vào bản vẽ với các hình chiếu - kể cả hình chiếu trục đo, để sửa chữa, cải tiến, hợp lý hóa và cũng ngay lập tức đưa vào quá trình điều khiển máy để gia công và có ngay sản phẩm mới được cải tiến. Đó cũng chính là công nghệ cao - thiết kế - gia công - sản xuất có sự trợ giúp của máy tính đã mang lại năng suất cao hơn, chất lượng sản phẩm tốt hơn, giá thành sản phẩm hạ hơn với hiệu quả kinh tế rất cao. Trong đó :

CAD - Computer Aided Design

CAM - Computer Aided Manufacturing

CNC - Computer Numerical Control

AutoCAD được ứng dụng trong hầu hết các lĩnh vực khoa học kỹ thuật : kiến trúc, xây dựng , điện, điện tử, tin học, cơ khí, giao thông vận tải (ô tô, tàu hỏa, hàng hải, hàng không), du hành vũ trụ, đồ bản, trang trí, văn hóa, văn nghệ, âm thanh, ánh sáng ...

b. Sơ đồ quá trình tự động hóa thiết kế giới thiệu trên hình 2.13.

c. Trang bị cần thiết gồm

- Máy tính (Computer) : AT 386, 486, 586 ... có bộ đồng xử lý Co-Processor 8087 với bộ nhớ RAM khoảng 8MB trở lên, ổ cứng trên 50MB kèm các ổ mềm, ổ đĩa CD - ROM ...

- Màn hình (với Card trên 1MB) có phần Graphics và Text.

- Thiết bị điều khiển gồm : chuột (Mouse), bàn điện tử (Tablet), bàn phím.

- Hệ điều hành MS -DOS , WINDOWS 95, WINDOWS 98 ...

- Thiết bị xuất ra : máy vẽ (Plotter), máy in (Printer) v.v...

2.6.2. Giao diện AutoCAD

a. Khởi động

- Khởi động bằng File acad.exe

Từ dấu nhắc vào thư mục

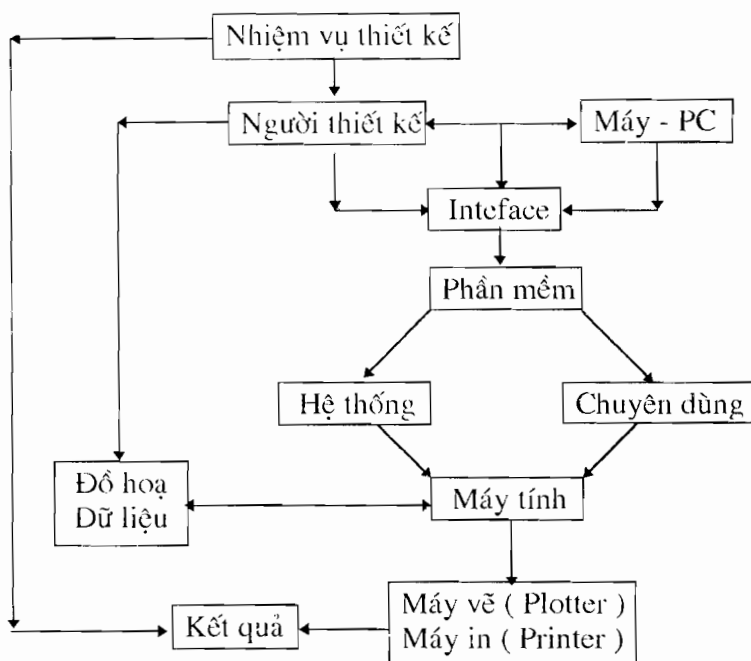
C : > CD ACAD < Enter >

Chạy File acad.exe

C : \ACAD > acad < Enter >

- Khởi động bằng File BAT (Batch File)

C : > ac12 < Enter >



Hình 2.13. Sơ đồ tự động hóa thiết kế

b. Cài đặt

Đặt biến môi trường Autocad và xóa biến môi trường đã cài đặt sau khi ra khỏi Autocad.

Ví dụ tạo nội dung File Batch (ac12. BAT) để khởi động ACAD12 :

- Đặt biến môi trường Autocad :

SET ACAD = C : \ACAD\SUPPORT ; C : \ACAD\FONT ; C : \ACAD\ADS

SET ACADCFG = C : \ACAD

SET ACADDRV = C : \ACAD\DRV

C : \ACAD\ACAD.EXE 1% 2%

- Xóa biến môi trường :

SET ACAD =

SET ACADCFG =

SET ACADDRV =

2.6.3. Điều khiển màn hình

a. Màn hình chính

Sau khởi động ta có màn hình chính (hình 2.15) gồm :

Ω - Vùng đồ họa (Graphics Area) là vùng làm việc với tọa độ con trỏ (tiêu điểm Cross Hair).

2 - Dòng lệnh (*Command Line*) dưới đáy phía trái màn hình.

3 - Dòng trạng thái (*Status Line*) trên đỉnh màn hình , thông báo trạng thái bản vẽ (hiện thời) : tên lớp, kiểu (*Mode*) xác định tọa độ con trỏ (*Cross Hair*).

4 - *UCS Icon* (biểu tượng xác tọa độ *W , X , Y*) nằm phía dưới, góc trái của màn hình.

5 - *Screen Menu* (thực đơn màn hình) nằm bên phải, dọc theo màn hình, dùng chọn lệnh bằng chuột (*Mouse*) hoặc bảng điện tử (*Tablet*). Lệnh được chọn khi kích sáng vùng lệnh và bấm phía trái chuột 1 (*Pick Button*) hoặc Enter (hình 2.15).

6 - *Pull-Down Menu* (thực đơn trái xuống kèm các hộp thoại)

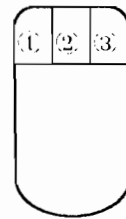
Hình 2.16 giới thiệu Menu trái xuống.

Khi chọn dòng trạng thái (*Status Line* 3) ta có Menu Bar của màn hình, nếu chọn một lệnh nào đó ta sẽ có màn hình trái xuống. Chọn tiếp và *Pick Button* hoặc Enter, máy sẽ thực hiện lệnh.

7 - *Cursor Menu* (thực đơn con trỏ)

Nếu dùng chuột (hình 2.14) ta bấm phím giữa *Cursor Menu Button* 2.

tương ứng với bấm đồng thời Shift và nút phải 3 ta có hộp thoại *Cursor Button* .



① - *Pick Button*
② - *Cursor Menu Button*
③ - *Enter Button*

Hình 2.14. Chuột (*Mouse*)

b. Vào lệnh

Khi vùng Command đã đợi lệnh thực hiện ta có thể vào lệnh bằng cách :

- Từ bàn phím gõ tên lệnh và Enter hoặc Space - Bar, máy sẽ thực hiện lệnh.

- Từ Menu dùng Mouse hoặc Tablet chuyển con trỏ tới Screen Menu , kích lệnh, rồi *Pick Button* (phím ① chuột) hoặc dùng Menu-Bar để chọn lệnh trong *Pull-Down Menu*. Nếu dùng *Cursor Menu Button* hoặc Shift + Enter Button, ta có *Cursor Menu* để gọi lệnh OSNAP. Việc lặp lại lệnh vừa dùng có thể dùng Enter, Enter Button hoặc Space -Bar.

c. Phím chức năng - kí tự điều khiển

Ngoài việc sử dụng chuột hoặc các phím thông dụng như Enter, Space - Bar ... có thể sử dụng các chức năng điều khiển Ctrl + phím khác . Ví dụ

Ctrl + C : hủy bỏ một lệnh trước đó vừa thực hiện.

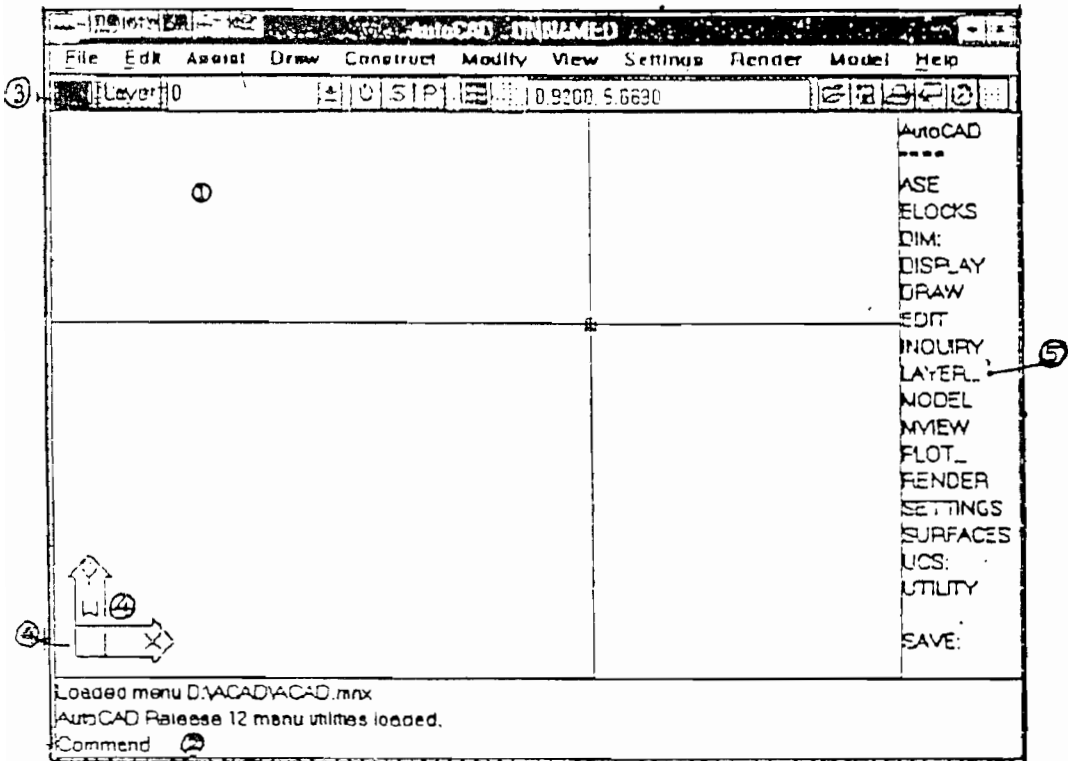
Ctrl + G = F7 : bật / tắt chế độ lưới (*GRID*)

Ctrl + O = F8 : bật / tắt chế độ vẽ thẳng đứng / nằm ngang (*Ortho Mode*).

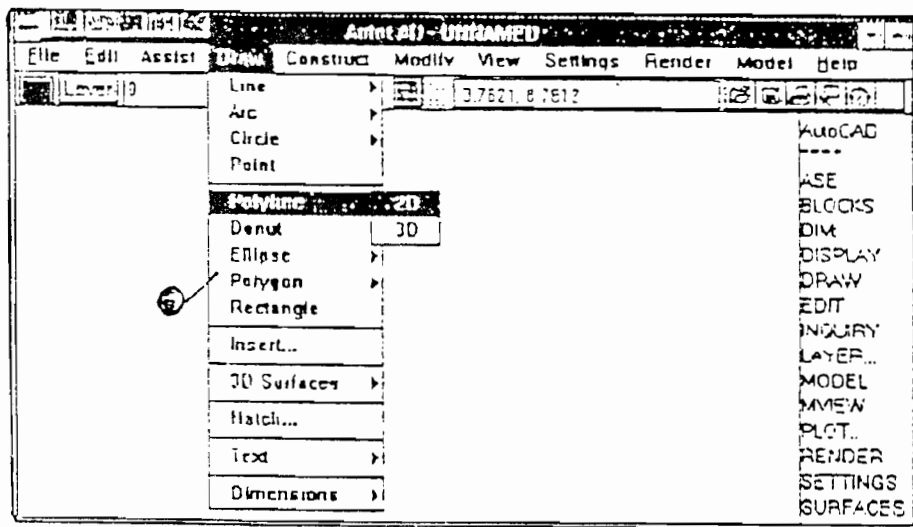
Ctrl + B = F9 : bật / tắt chế độ tạo lưới (*SNAP*).

Ctrl + D = F10 : chuyển từ màn hình Text sang Graphics và ngược lại.

F6 : hiện / tắt việc hiện tọa độ tại điểm con trỏ hiện thời.



Hình 2.15. Màn hình ACAD12



Hình 2.16. Pull - Down Menu của ACAD12

d. Vào dữ liệu được thực hiện từ bàn phím, bằng phím chuột, Tablet hoặc các phím mũi tên dịch chuyển Cross Hair. Có thể dùng Object Snap để liên kết các đối tượng đã vẽ.

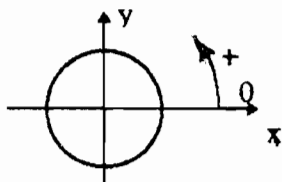
- Đơn vị đo chiều dài và góc được biểu diễn bằng hệ thập phân, có phần nguyên và phần thập phân, được phân cách bởi dấu chấm.

- Trị số góc có gốc 0 hướng sang phải, chiều dương ngược chiều kim đồng hồ (hình 2.17).

- Xác định tọa độ

- + Tọa độ tuyệt đối có trị số thực của x, y so với gốc 0 (bỏ qua z).

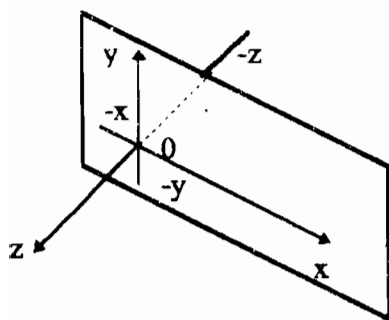
- + Tọa độ tương đối là giá trị tọa độ điểm so với giá trị ngay trước đó, ta thêm ký hiệu @ trước tọa độ.



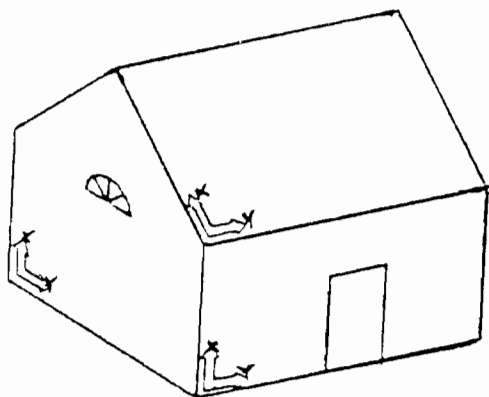
Hình 2.17. Chuẩn đo góc

Ví dụ : @6.5, -2.2. Nếu điểm chỉ định trước đó là (2.5,10.6) thì điểm hiện tại có tọa độ đối là @6.5,-2.2 tương đương với tọa độ tuyệt đối là (9,8.4).

- + Tọa độ cực cực tương đối là tọa độ cực cho bằng bán kính cong ρ và góc quay ϕ . Tọa độ cực cực tương đối được cho : $\rho < \phi$. Ví dụ : @10 < 20.5, nghĩa là $\rho = 10$ và góc $\phi = 20^\circ 30'$ so với điểm vừa được chỉ định trước đó.



a. WCS



b. UCS

Hình 2.18. Hệ tọa độ

- + Tọa độ trụ là tọa độ cho bán kính cong ρ , góc quay ϕ và tọa độ z.

Ví dụ : 8 < 45, 15.5, nghĩa là $\rho = 8$, $\phi = 45^\circ$, $z = 15.5$.

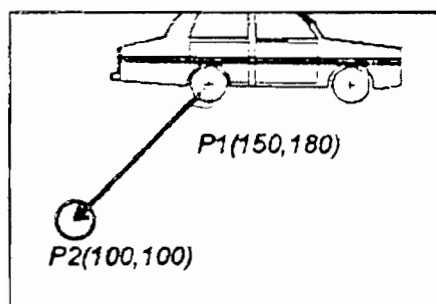
- + Tọa độ cầu là tọa độ cho ρ , ϕ và cho góc α so với mặt phẳng (x, y).

- + Hệ tọa độ

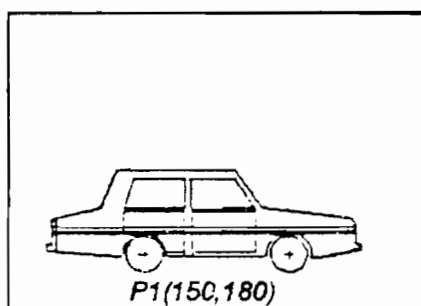
WCS (World Coordinate System) là hệ tọa độ chuẩn (hệ tọa độ Đề các vuông góc), cố định. Trong đó trục x nằm ngang, trục y thẳng đứng so với màn hình, còn trục z vuông góc với xy. Mặt phẳng xy là mặt phẳng kiến tạo (Construction Plane - hình 2.18a).

UCS (Use Coordinate System) là hệ tọa độ sử dụng do người thiết kế tạo nên và có thể đặt ở bất kỳ một vị trí nào, để tạo điều kiện vẽ các đối tượng theo ba chiều (3D) thuận tiện, đơn giản. Số lượng UCS không hạn chế, nên trên mỗi bề mặt của vật thể ba chiều ta đặt một UCS riêng để đưa về vẽ trong mặt phẳng hai chiều (2D) một cách dễ dàng. Hệ tọa độ này được định hướng bằng biểu tượng của hệ tọa độ (Coordinate System Icon - hình 2.18b).

Dùng quy tắc bàn tay phải để xác định chiều dương cho trục z (ngón cái theo chiều dương trục x, ngón trỏ theo chiều dương trục y và ngón giữa gập vuông góc với hai ngón kia là chiều dương trục z).



a. Trước PAN



b. Sau PAN

Hình 2.19. Thực hiện lệnh PAN

c. Lệnh điều khiển màn hình

- PAN cho phép trượt ảnh trên màn hình mà không thay đổi độ lớn để xem phần ngoài màn hình. Hình 2.19 cho ví dụ chuyển dời bản vẽ sang trái 50, xuống dưới 80 theo hai phương án.

Screen Menu > DISPLAY > Pan

Menu Bar > VIEW > Pan

Command : Pan

- ZOOM cho phép thu, phóng hình ảnh trên màn hình mà vẫn giữ nguyên kích thước thật của các đối tượng trên bản vẽ.

Menu : Screen Menu > DISPLAY > Zoom

Menu Bar > VIEW > Zoom

Command : Zoom

- **VIEW** đặt tên và lưu một cảnh (một phần bản vẽ) để gọi ra bất cứ lúc nào (khi bản vẽ lớn cần PAN và ZOOM nhiều lần).

Menu : Screen Menu > DISPLAY > View

Command : View

- **REDRAW** dùng tạo lại màn hình, xoá các dấu Blip (“+”) có trên bản vẽ.

Menu : Screen Menu > DISPLAY > Redraw

Menu Bar > VIEW > Redraw

Bàn phím : Command : Redraw

- **REGEN** giống Redraw nhưng ghi lại bản vẽ . Lệnh này sử dụng an toàn nhưng lâu hơn .

- **DRAGMODE** kéo lê đối tượng và hiện ra bằng màu trắng (White).

Command : Dragmode

ON/OFF/Auto <... > : (ON - Kéo, OFF - Bỏ chế độ kéo, Auto - Tự động)

- **VIEWRES** để đặt chế độ zoom nhanh và độ phân giải cho đường tròn.

Screen Menu > DISPLAY > Viewres

command : Viewres

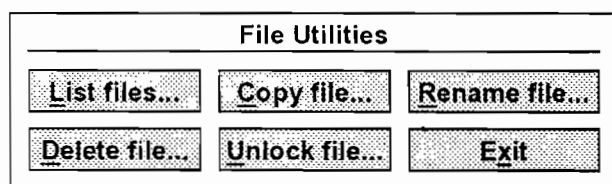
Do you want fast Zoom ? < Y > :

Enter Circle Zoom Percent (1- 2000) <100 > : số cạnh mặc định là 100, nếu >100 vòng tròn sẽ mịn, càng lớn hơn càng mịn hơn, nếu < 100, vòng tròn thô, càng nhỏ càng rõ cạnh.

2.6.4. Lệnh tiện ích

- **HELP (?)**

ACAD có hàng trăm lệnh trợ giúp, hướng dẫn những điều cần thiết khi sử dụng. Có thể lựa chọn (Option) theo danh sách liệt kê hoặc hộp thoại hình 2.20.



Hình 2.20. Hộp thoại lệnh File của ACAD12

Command : Help < Enter >

Command Name (Return for List) : Zoom < Enter >

ACAD12 cho hộp thoại gồm :

Help Item : (gõ tên lệnh) < Enter >

Index để liệt kê các lệnh và các biến cần chọn. Sau khi chọn gõ OK để xem hướng dẫn.

- FILES (Alt + F) cho phép hiện các File trong thư mục, do đó ta có thể đổi tên, xóa, sao chép ... các File đó (hình 2.20).

- SHELL (SH) cho phép thực hiện các lệnh tiện ích trong hệ điều hành khi vẫn còn trong môi trường ACAD.

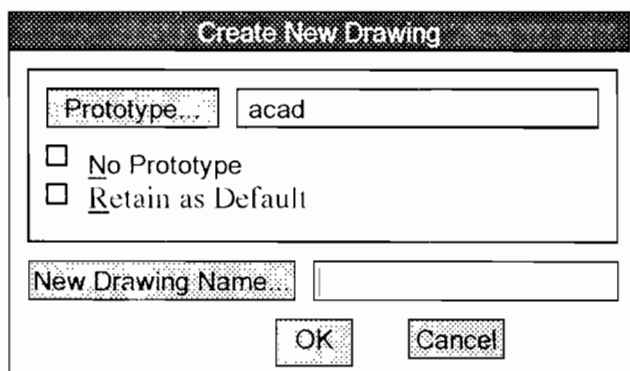
Command : SH < Enter >

DOS Command : (vào tên lệnh DOS)

Lệnh EXIT được thực hiện sau khi hoàn thành nhiệm vụ trong DOS và cho phép ta trở lại ngay ACAD.

- STATUS thông báo trạng thái hiện thời của bản vẽ : kích thước, đường, nét, lớp ...

- NEW cho phép bắt đầu bản vẽ mới. ACAD12 cho hộp thoại hình 2.21.



Hình 2.21. Hộp thoại với lệnh New của ACAD12

New Drawing Name : ghi tên bản vẽ, phần mở rộng .DWG do ACAD tự thêm vào. Nếu đánh dấu "x" vào ô No Prototype, không dùng mẫu riêng, ACAD tự động đưa vào cho bản vẽ mới theo mẫu acad.pat. Nếu muốn vẽ theo mẫu đã có sẵn ta gọi Prototype (bằng chuột) và đưa tên tệp mẫu vào (cả ổ đĩa và đường dẫn, nếu cần). Bản vẽ mẫu này đã được định dạng về đơn vị đo, giới hạn vẽ, khung bản vẽ, các lớp vẽ, tham số kích thước...

- OPEN để mở bản vẽ đã có và soạn thảo tiếp tục. ACAD10 cho phép chọn trong Main Menu còn ACAD12 lệnh Open cho hộp thoại hình 2.22.

Directories : thư mục chứa tệp bản vẽ.

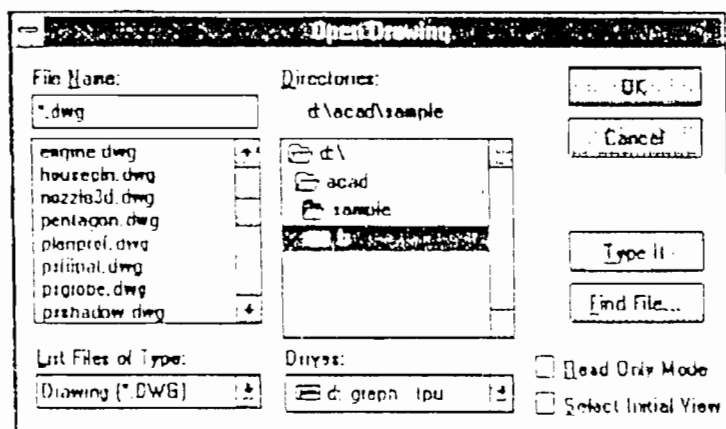
File Name : Pick Button.

Select Initial View (hiện ảnh ra xem trước).

Read Only Mode (đọc mà không sửa đổi được).

OK để mở bản vẽ.

Cancel để hủy lệnh.



Hình 2.22. Hộp thoại với lệnh Open của ACAD12

- SAVE cho phép ghi lại bản vẽ, cất lên đĩa.

a. ACAD10 có 2 phương pháp .

1. Command : Save < Enter >

File Name < Tên hiện có > tên bản vẽ (ghi nhưng không thoát ra)

2. Command : End < Enter > (ghi bản vẽ vào tệp rồi thoát ra)

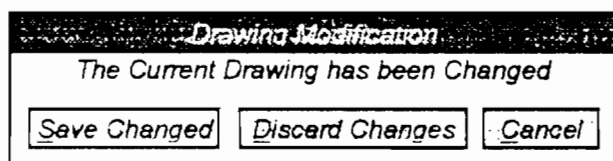
b. ACAD12 có 3 phương pháp :

1. Command : Save < Enter > (nhớ và cất bản vẽ với tên cũ).

2. Command : Save As... < Enter > . (cho hộp thoại dùng đổi tên bản vẽ và đường dẫn mới để cất).

3. Command : qsave < Enter > . dùng để cất nhanh bản vẽ với tên cũ mà không cần hỏi.

- QUIT dùng thoát khỏi ACAD (hộp thoại hình 2.23).



Hình 2.23. Hộp thoại với lệnh Quit của ACAD12

- UNITS dùng xác định đơn vị vẽ (đo chiều dài, đo góc, độ chính xác ...)

Command : Units < Enter >

a. Đơn vị đo chiều dài

Units Report Formats : (Examples)

1. Scientific 1.55E+01

2. Decimal 15.50
 3. Engineering 1'-3.50"
 4. Architectural 1'-3.1/2"
 5. Fractional (hỗn số) 15.1/2

Enter choice 1 to 5 < ... > :

TCVN và ISO chọn 2 (hệ mét), với lựa chọn 1, 2, 3 cần chọn tiếp độ chính xác :

Number of Digits to Right of

Decimal Point (0 to 8) < ... > .

Nếu chọn 4, 5 sẽ cần chọn tiếp mẫu số của phần số :

Denominator of Smallest Fraction to Display (1, 2, 4, 8, 12, 16, 32, 64) <...> .

chọn mẫu số của phân số nhỏ nhất

b. Chọn đơn vị đo góc

Report Format : (Examples)

1. Decimal Degrees 45.0000
 2. Degree / Minutes / Seconds 45 d 0'0"
 3. Grad 50.0000g
 4. Radiant 0.7854r
 5. Surveyor's Unit (bản đồ) N 45d 0'0"E

Enter Choice 1 to 5 < ... > :

TCVN và ISO chọn 2 (độ/phút/giây) và chọn tiếp phần lẻ của góc :

Number of Fractional Places for Display of Angle (0 to 8) < ... > :

Direction for Angle 0 :

(hướng chuẩn góc 0)

East 3 o'clock = 0

North 12 o'clock = 90

West 9 o'clock = 180

South 6 o'clock = 270

Enter Direction for

Angle 0 < ... > : (chọn góc từ 1 trong 4 giá trị trên)

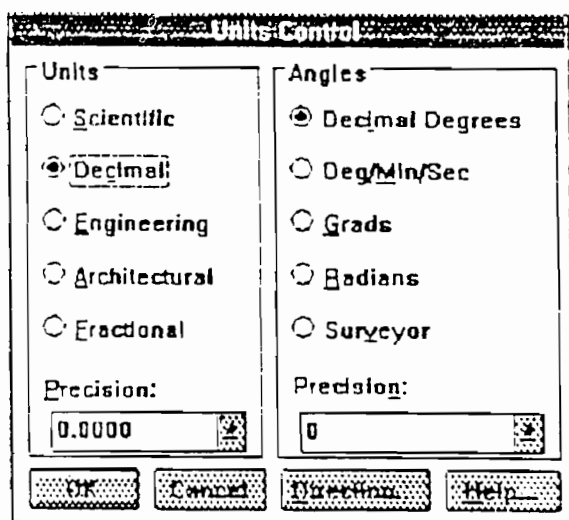
Do you want angle

measured clock wise ? <...> :

(Y - góc đo theo chiều kim đồng hồ, N - ngược chiều kim đồng hồ).

ACAD12 còn có lệnh

DDUNITS cho hộp thoại để chọn tương tự (hình 2.24).



Hình 2.24. Hộp thoại lệnh DDUNITS

Muốn gọi lệnh UNITS từ Menu ta kích sáng SETTING trên Screen Menu (Menu dọc) hoặc Menu Bar (ngang) sau đó Pick chuột vào UNITS.

ACAD12 : Screen Menu > SETTING > Units

Menu Bar > SETTING > Units Control

- LIMITS dùng giới hạn vùng vẽ (khổ bản vẽ)

Command : Limits < Enter >

ON/OFF/ < Lower Left Corner > * (cho điểm góc trái dưới)

ON - chỉ vẽ được miền trong giới hạn LIMITS.

OFF - vẽ cả trong và ngoài giới hạn.

Upper Right Corner < ... > : (cho điểm góc phải trên).

Ghi chú

Sau khi đặt giới hạn bởi lệnh LIMITS, ta có thể đưa toàn bộ giới hạn vẽ đó ra màn hình bằng lệnh ZOOM với lựa chọn ALL. Lệnh LIMITS cho phép xuất bản vẽ ra để in được chính xác theo khổ bản vẽ đã đặt.

2.6.5. Tạo bản vẽ mẫu (Prototype Drawing)

Khi lập một bản vẽ, việc đầu tiên là tạo môi trường cho bản vẽ, chứa những thông tin cần thiết ban đầu như giới hạn bản vẽ, đơn vị đo, tạo lớp, đặt lưới, cách ghi kích thước, kiểu chữ ... Những thông tin này thường ít thay đổi đối với mỗi người, mỗi loại bản vẽ ta thường đặt chúng thành một File gọi là **bản vẽ mẫu** (**PD - Prototype Drawing**). Khi lập một bản vẽ mới ta chỉ việc gọi chúng ra dùng, tiết kiệm thời gian để nhập một loạt các thông tin về môi trường bản vẽ.

Trong ACAD cũng có những bản vẽ mẫu trong File acad.dwg, có thể sử dụng nhưng cần sửa đổi một số thông tin, đặt lại cho phù hợp với từng loại tiêu chuẩn (thí dụ TCVN).

Các bước tạo bản vẽ mẫu (PD) :

1. Chọn đơn vị vẽ bằng lệnh UNITS
2. Đặt giới hạn cho bản vẽ (ứng với các khổ giấy A4 ...) bằng lệnh LIMITS
3. Hiện thị giới hạn vẽ ra màn hình bằng lệnh ZOOM với lựa chọn ALL
4. Vẽ khung bản vẽ, khung tên bằng lệnh LINE
5. Đặt các thông số khác :
 - Đặt lưới vẽ : SNAP và GRID
 - Tạo lớp cho bản vẽ : LAYER
 - Tạo kiểu ghi kích thước với các biến kích thước : DIMVAR ...
 - Tạo kiểu mẫu chữ : STYLE
6. Đặt tên, nhớ và cất giữ bản vẽ bằng lệnh Save hoặc Save As

2.5.6. Lệnh vẽ cơ bản

- POINT (vẽ điểm)

Menu : Screen Menu

> DRAW > Point

Menu Bar > DRAW

> Point

Từ bàn phím :

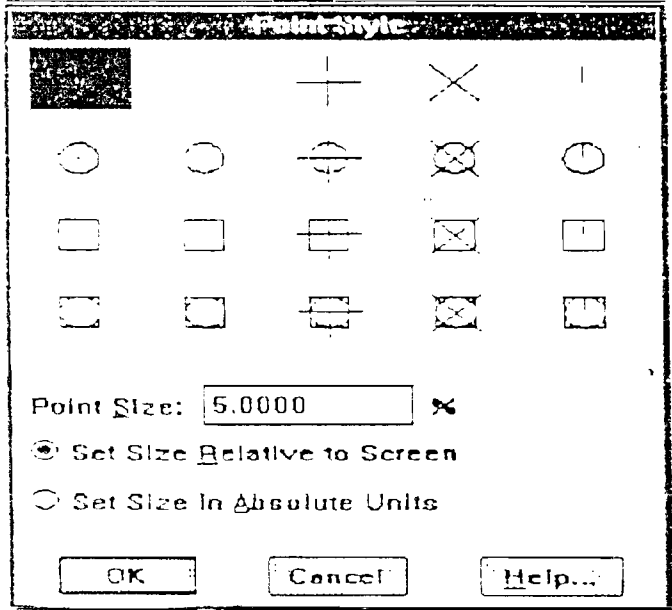
Command : Point

< Enter >

Point : (cho tọa độ điểm)

Hình 2.25 là hộp thoại của lệnh Point trong ACAD12.

Biến PDMODE - xác định dạng điểm,
PDSIZE - xác định kích thước điểm.



Hình 2.25. Hộp thoại của lệnh Point của ACAD12

- LINE dùng vẽ đường thẳng, đường gấp khúc thẳng .

Menu : Screen Menu > DRAW > Line

Menu Bar > DRAW > Line

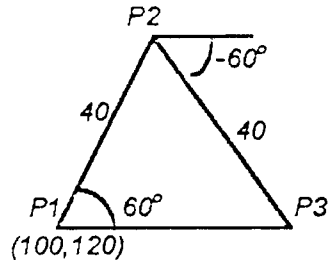
Command : Line < Enter >

From Point : (cho điểm đầu)

To Point : (cho điểm tiếp theo)

To Point : (cho điểm tiếp theo) < Enter >

U - bỏ đoạn vừa vẽ, C - đóng kín đường gấp khúc. Ví dụ vẽ tam giác trên hình 2.26.



Hình 2.26. Vẽ tam giác

- PLINE (POLYLINE)

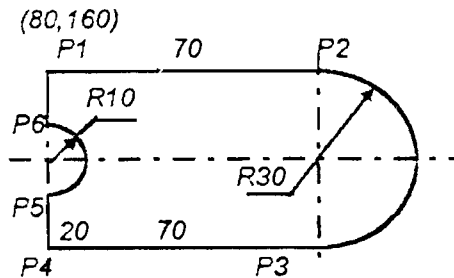
Hình 2.27 là ví dụ về

phương pháp vẽ theo lệnh PLINE dùng vẽ đa tuyến gồm các đoạn thẳng và các cung tròn nối tiếp nhau, có độ rộng nét W, loại đường (liền, đứt, chấm gạch...).

Screen Menu > DRAW > Pline

Menu Bar > DRAW > Pline

Command : Pline < Enter >



Hình 2.27. Vẽ theo lệnh Pline

Khi vẽ đoạn thẳng :

From Point : (cho điểm đầu)

Curent line width is 0.0000 (chiều rộng hiện tại là 0)

Nếu mặc định thì nút thứ hai của đoạn thẳng là tọa độ điểm đó.

Khi vẽ cung tròn :

Angle / CEnter / CLose / Direction / Halfwidth / Line / Radius / Second Point /
Undo / Width / < End Point of Arc > :

A : góc ôm của cung tròn

CE : cho tâm cung tròn ; CL : để đóng kín

D : hướng vẽ cung tròn tiếp tuyến tại điểm đầu cung

R : bán kính cung tròn

- (IRCLE dùng vẽ vòng tròn (hình 2.28)

Screen Menu > DRAW > Circle

Menu Bar > DRAW > Circle

Command : Circle

+ Cho tâm và bán kính (hoặc đường kính) :

3P/2P/TTR/< Center Point > :

ví dụ cho tâm (80,60)

Diameter< Radius > :

ví dụ cho $\phi 60$ (R30)

+ Cho ba điểm :

3P/2P/TTR/< Center > : 3P

First Point : (cho điểm thứ nhất)

Second Point : (cho điểm thứ hai)

Third Point : (cho điểm thứ hai)

+ Cho hai đầu mút của một đường kính (2P) :

3P/2P/TTR/< Center Point > : 2P

First Point on Diameter :

(cho mút thứ nhất của đường kính)

Second Point on Diameter :

(cho mút thứ hai của đường kính)

+ Đường tròn tiếp xúc với

hai đường cho trước (TTR)

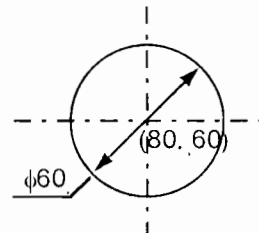
(hình 2.29)

3P/2P/TTR/< Center Point > :

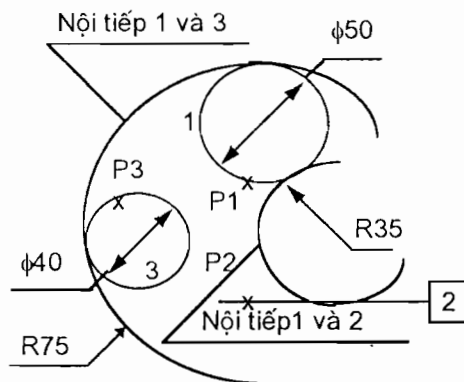
TTR (hoặc T)

Enter Tangent Spec :

(chỉ vào đường thứ nhất, P1)

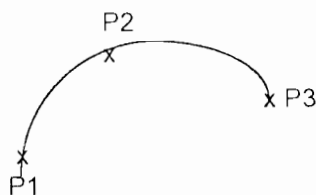


Hình 2.28. Vẽ theo lệnh Circle



Hình 2.29. Vẽ theo lệnh TTR

Enter second tangent Spec :
 (chỉ vào đường thứ ba, P3)
 Radius : 75
 - **ARC** (vẽ cung tròn)
 Screen Menu > **DRAW** > Arc
 Menu Bar > **DRAW** > Arc
 Command : Arc
 + **Vẽ cung tròn qua 3 điểm**



Hình 2.30. Vẽ cung tròn qua 3 điểm

(hình 2.30)

Center/ < Start Point > :
 (Cho điểm P1)

Center/End/ < Second Point > : (cho điểm P2)

End Point : (Cho điểm P3)

+ S, C, E : điểm đầu (Start), tâm (Center), điểm cuối (End)

+ S, C, A : điểm đầu, tâm, góc ôm (Include Angle)

+ S, C, L : điểm đầu, tâm, chiều dài cung (Length of chord)

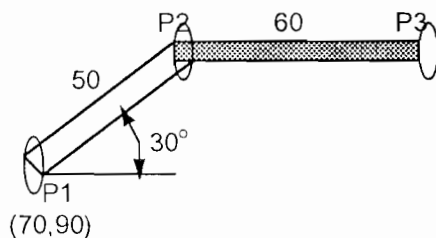
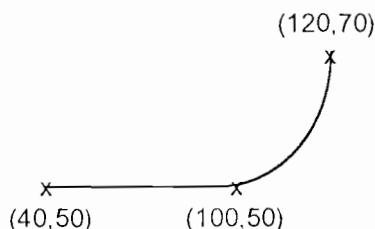
+ S, E, R : điểm đầu, điểm cuối, bán kính (Radius)

+ S, E, A : điểm đầu, điểm cuối, góc ôm

+ S, E, D : điểm đầu, điểm cuối, hướng phát triển (Starting Direction)

+ **Vẽ cung tròn nối tiếp với một đường đã cho**

Giả sử trước đó đã vẽ một đường thẳng hay một cung tròn, trong lệnh ARC nếu ta ENTER ở dòng nhắc đầu tiên thì cung tròn vẽ ra sẽ nối tiếp với đường đã có. Hình 2.31 giới thiệu ví dụ vẽ cung tròn nối tiếp với đường thẳng.



Hình 2.31. Vẽ cung tròn nối tiếp

Hình 2.32. Ví dụ vẽ bằng lệnh Trace

- **TRACE** dùng vẽ đoạn thẳng, gấp khúc có chiều rộng nét chọn trước (hình 2.32).

Screen Menu > **DRAW** > Trace

Menu Bar > **DRAW** > Trace

Command : Trace

Trace Width < ... > : 2.4 (cho chiều rộng nét)

From Point : 70,90 (P1)

To Point : @50 < 30

To Point : @60 < 0

To Point : < Enter >

Chú ý : trong lệnh này, nếu đặt biến hệ thống FILEMODE là ON (1) thì nét vẽ tô đậm bên trong còn nếu đặt OFF (0), thì chỉ có nét viền, không được tô bên trong.

- POLYGON (vẽ đa giác đều)

Screen Menu > DRAW > Polygon

Menu Bar > DRAW > Polygon

Command : Polygon

Number of Side < ... > : (cho số cạnh)

Edge : < Center of Polygon > : E hoặc P (E - cho độ dài cạnh, P - cho tâm)

+ P : Inscribed in Circle/Circumscribed about Circle < ... > : I (nội tiếp) hoặc C (cho tâm - ngoại tiếp đường tròn)

Radius of Circle : (cho đỉnh để vẽ nội tiếp, cho trung điểm cạnh để vẽ ngoại tiếp, cho một số thì đó là cạnh đáy Polygon nằm ngang).

+ E : First End Point of Edge : (cho đỉnh thứ nhất của cạnh) < vẽ đa giác đều bởi một cạnh >

Second End Point of Edge : (cho đỉnh thứ hai của cạnh)

- DONUT (Doughnut)

Vẽ hình vành khuyên (hình 2.33)

Tô màu bên trong nếu biến FILMODE là ON (1) và không tô màu là OFF (0).

Screen Menu > DRAW > Donut

Menu Bar > DRAW > Donut

Command : Donut

Inside Diameter < ... > : 20

Outside Diameter < ... > : 35

Center of Doughnut : 120, 100 (tâm P)

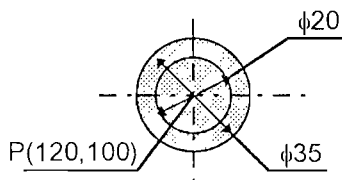
Center of Doughnut : < Enter >

- ELLIPSE (vẽ hình elip hình 2.34).

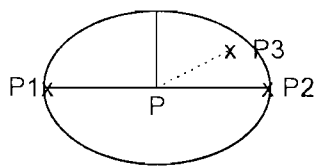
Screen Menu > DRAW > Ellipse

Menu Bar > DRAW > Ellipse

Command : Ellipse



Hình 2.33. Vẽ bằng lệnh Donut



Hình 2.34. Vẽ elip bằng cặp bán trục

+ Cho cặp bán trục :

< Axis Endpoint 1 >/ Center : (cho điểm P1 nút thứ nhất của một trục)

Axis Endpoint 2 : (Cho điểm P2, nút thứ hai của trục đó)

< Other Axis Distance >/ Rotation : (cho P3, coi bán trục thứ hai là khoảng cách tâm đến P3. Nếu cho một số thì đó là độ dài bán trục thứ hai).

+ Cho tâm và hai bán trục :

< Axis Endpoint 1 >/ Center : C

Center of Ellipse : (cho tâm P của elip)

Axis Endpoint : (cho P1 là nút trục thứ nhất)

< Other Axis Distance >/ Rotation : (cho P2, nút trục thứ hai)

+ Cho một trục và dùng phép quay :

< Axis Endpoint 1 >/ Center : (cho điểm P1, nút thứ nhất của một trục)

Axis Endpoint 2 :

(cho điểm P2, nút thứ hai của trục đó)

< Other Axis Distance >/ Rotation : R

Rotation around major Axis :

(cho góc quay)

Chú ý trục chính P1-P2 coi như đường kính của vòng tròn đã được quay đi một góc đã cho và chiếu lên mặt phẳng bản vẽ thành elip.

+ Dùng hình chiếu của vòng tròn trong hình chiếu trục đo

Hình 2.35 là ví dụ vẽ hình chiếu trục đo của khối lập phương và các vòng tròn nội tiếp trên các bề mặt của nó trở thành elip.

- SOLID dùng tô màu trong hình vẽ (hình 2.36).

Khi sử dụng biến hệ thống FILEMODE, ta chọn ON, lệnh này cho phép vẽ các miền có tô màu, ngược lại nếu chọn OFF thì miền vẽ không được tô màu.

Screen Menu > DRAW > Solid

Command : Solid

First Point : (cho điểm P1)

Second Point : (cho điểm P2)

Third Point : (cho điểm P3)

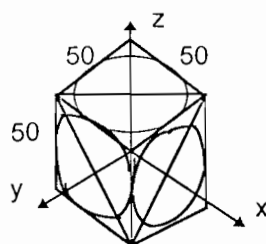
Fourth Point : (cho điểm P4)

Third Point : (cho điểm P5)

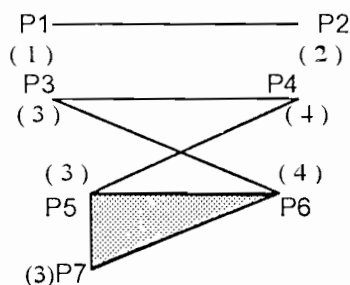
Fourth Point : (cho điểm P6)

Third Point : (cho điểm P7)

Fourth Point : < Enter >



Hình 2.35. Vẽ elip theo hình chiếu trục đo



Hình 2.36. Vẽ theo lệnh Solid

Third Point : < Enter > (kết thúc lệnh Solid)

- **SKETCH** cho phép vẽ các đường tự do - vẽ phác bởi các thiết bị chỉ điểm (Mouse, Tablet ...). Khi Pick Button và di chuyển sẽ tạo ra một loạt các đoạn thẳng rất ngắn nối tiếp nhau theo đường di chuyển.

Screen Menu > DRAW > Sketch

Menu Bar > DRAW > Sketch

Command : Sketch

+ P : nâng "bút" lên (Up), con trỏ vẫn di chuyển nhưng không vẽ, nếu hạ "bút" xuống (Down), thực hiện các nét vẽ.

+ R : ghi lại các đường đã vẽ phác thành đường cố định (không sửa chữa được)

+ X : thoát khỏi lệnh Sketch và ghi lại các đường đã vẽ phác.

+ Q : thoát khỏi lệnh Sketch và không ghi lại các đường đã vẽ phác.

+ E : xóa đi một đoạn đã vẽ kể từ vị trí đã chọn đến cuối cùng.

+ C : nối lại các đường đã vẽ phác sau khi đã nhấn "bút" lên.

Chú ý để không ảnh hưởng tới đường vẽ phác, khi dùng lệnh Sketch nên tắt các chế độ SNAPMODE và ORTHOMODE.

2.6.7. Các lệnh trợ giúp

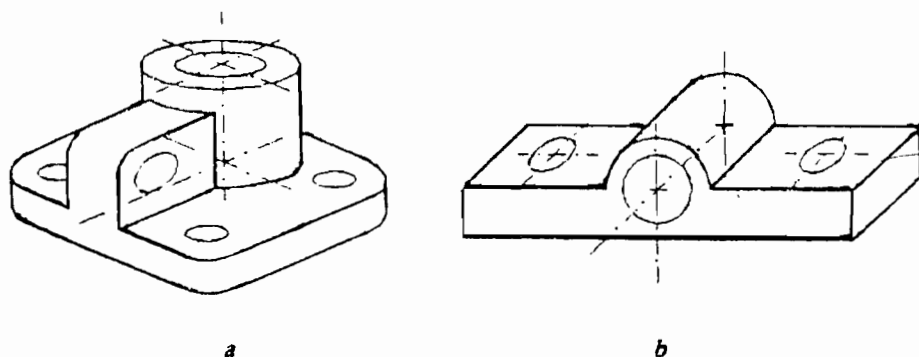
- **SNAP** dùng đặt lưới cho con trỏ. Khi di chuyển, con trỏ chỉ bắt vào các mắt (nút) lưới.

Screen Menu > SETTING > Snap / Grid

Menu Bar > SETTING > Drawing Aids > Hộp thoại Snap / Grid

Command : Snap

Hình 2.37 cho ví dụ dùng Style - Isometric của lệnh SNAP để vẽ hình chiếu trục đo vuông góc đều (a) và hình chiếu trục đo đứng (b) của hai vật thể.



Hình 2.37. Vẽ theo lệnh của SNAP dùng Style-Isometric

- GRID hiện lưới ra màn hình (thường kết hợp với SNAP)

Command : Snap

Grid Spacing or ON/OFF/Snap/Aspect < ... > : dùng như lệnh Snap.

Khi đang dùng lệnh khác có thể bật / tắt (ON / OFF) của SNAP bằng F9 (Ctrl + B) và của GRID bằng F7 (Ctrl + G).

- TRANSPARENT chuyển từ ACAD ra thực hiện một lệnh khác rồi trở về lệnh cũ. Thực hiện lệnh bằng dấu " " đặt trước lệnh cần ra thực hiện. Ví dụ từ LINE ra SNAP.

Command . Line

From Point : 50, 80

To Point : 'Snap

- ORTHO bật tắt chế độ vẽ các đường vuông góc thẳng đứng và nằm ngang.

Command : Ortho

ON/OFF < ... > : (có thể bật / tắt - ON/OFF - bằng F8 hoặc Ctrl+O).

Cần chú ý rằng, lệnh này không có tác dụng khi dùng chế độ Object SNAP.

- OSNAP (OBJECT SNAP)

Khi bắt đầu một đối tượng mới mà muốn "neo" nó lại đầu mút của một đường hay đi qua một điểm giữa của một đoạn thẳng, vuông góc với một đường, "neo" vào điểm giao nhau giữa hai đường nào đó... ta dùng lệnh OSNAP.

Screen Menu >

SETTING > Osnap

Menu Bar >

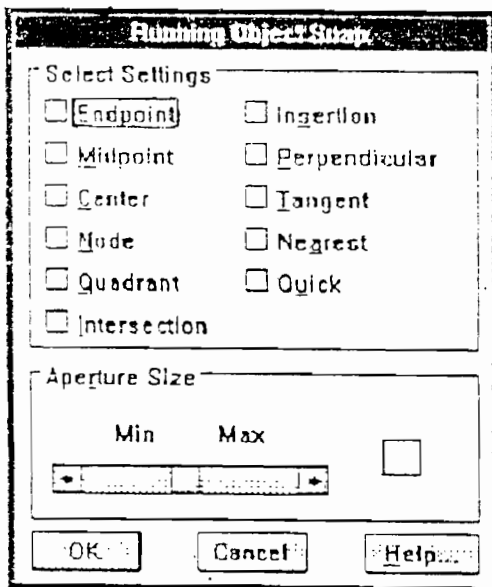
SETTING > Object Snap

Command : Osnap

Lệnh DDOSNAP

(ACAD12) dùng hộp thoại

để chọn Osnap (hình 2.38), cũng có thể dùng OSNAPMODE tức thời (một lần) bằng Curssor Menu Button hoặc Shift + Enter Button sẽ có Pull-Down Menu., Con trỏ là ô vuông (Target Box) để chọn đối tượng vẽ. Kích thước được điều chỉnh



Hình 2.38. Hộp thoại chọn Osnap

Object Snap Taget Size : < 1 - 50 pixel >

Hình 2.39 là ví dụ dùng lệnh **OSNAP-CEN** để vẽ một đường thẳng từ tâm một đường tròn và vuông góc với đường thẳng đã cho :

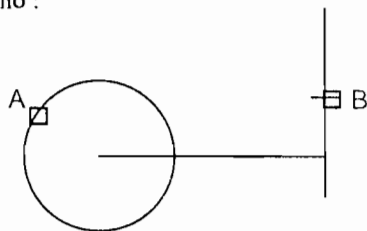
Command : line

From Point : CEN

Of : (chỉ vào đường tròn tại A)

To Point : PER

To : (chỉ vào đường thẳng tại B)



2.6.8. Vẽ - biên tập

- **SELECT** (Chọn đối tượng)

Screen Menu > **EDIT** > Select

Menu Bar > **EDIT** > Select

Command : Select < Enter >

Select Object : (đối tượng mờ đi, kết thúc bằng Enter, Pick Enter Button hoặc gõ NULL). Chỉ điểm bằng chuột hay tọa độ.

ALL (chọn toàn bộ), L (Last : đối tượng vừa vẽ), P (Previous : đối tượng vừa chọn trước đó), W < WP > (Window < WPolygon > : trong cửa sổ chữ nhật < đa giác >), C < CP > (Crossing < CPolygon > : cửa sổ chữ nhật < đa giác > chứa hoặc cắt ngang đối tượng), U (Undo : hủy đối tượng vừa chọn), R (Remove : loại một trong nhiều đối tượng đã chọn bằng Remove Object, trong đó Add - tắt R để chọn thêm, Frece - hàng rào bằng Polygon hờ mà mọi đối tượng cắt qua được chọn).

- **ERASE** (tẩy xóa)

Screen Menu > **EDIT** > Erase

Menu Bar > **MODIFY** > Erase

Command : Erase

Select Objects : (chọn đối tượng)

Chú ý : lệnh **OOPS** khôi phục đối tượng bị xóa bởi Erase mặc dù có dùng lệnh khác sau Erase và hiện lại các đối tượng bị mất sau khi tạo **BLOCK**.

Command : Oops

- **BREAK** (ngắt đi một phần đối tượng vẽ)

Screen Menu > **EDIT** > Break

Menu Bar > **MODIFY** > Break

Command : Break

Select Objects : (chỉ vào đầu đoạn cần xóa)

Enter Second Point (or F for first Point) : (chỉ vào điểm thứ hai)

(F để chọn lại điểm thứ nhất)

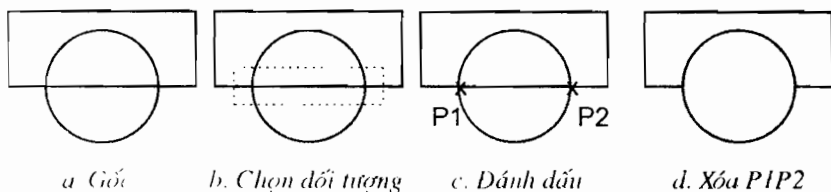
Chú ý : cung cần xóa trên đường tròn ngược chiều kim đồng hồ.

Hình 2.39. Ví dụ vẽ bằng
lệnh **OSNAP-CEN**

(F để chọn lại điểm thứ nhất)

Chú ý : cung cần xóa trên đường tròn ngược chiều kim đồng hồ.

Hình 2.40 giới thiệu ví dụ dùng lệnh Break



Hình 2.40. Ngắt bằng lệnh Break

- **TRIM** tỉa đoạn thừa của đối tượng

vẽ bởi các cạnh - Edge (hình 2.41).

Screen Menu > EDIT > Trim

Menu Bar > MODIFY > Trim

Command : Trim

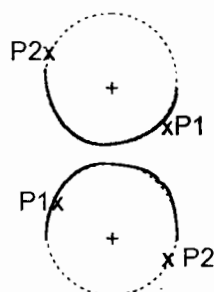
Select Cutting Edge(s) ...

Select Objects : (chọn các đường làm cạnh cắt)

< Select Object to Trim >/ Undo :

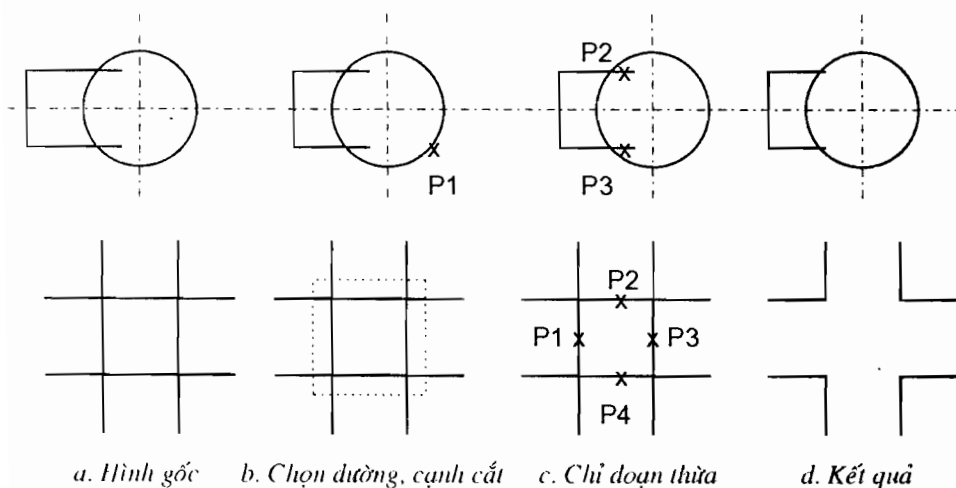
(chọn đoạn thừa cần cắt đi)

Hình 2.41 cho ví dụ về tỉa đoạn thừa hoặc cắt cạnh bằng lệnh Trim.



e. Ngắt cung trên đường tròn

Hình 2.40 (tiếp)



a. Hình gốc

b. Chọn đường, cạnh cắt

c. Chỗ đoạn thừa

d. Kết quả

Hình 2.41. Chặt tỉa bằng lệnh Trim

- Biến đổi hình

+ **MOVE** dùng di chuyển các đối tượng đến vị trí khác mà không thay đổi hướng và kích thước của chúng.

Screen Menu > EDIT > Move

Menu Bar > MODIFY > Move

Command : Move

Select Objects : (chọn đối tượng cần di chuyển)

Base Point or displacement : (cho điểm cơ sở hoặc khoảng cách di chuyển)

Second Point of displacement : (cho điểm tới đích)

+ **COPY** dùng sao chép các đối tượng tới vị trí mới (giống lệnh Move, chỉ khác là đối tượng cũ vẫn giữ nguyên)

Command : Copy

Select Objects : (chọn đối tượng cần sao chép)

< Base Point or displacement >/Multiple : (cho điểm cơ sở hoặc khoảng cách di chuyển, M - sao chép thành nhiều bản)

Second Point of displacement : (cho điểm tới đích hoặc Enter)

+ **ROTATE** dùng quay đối tượng vẽ đi một góc quanh một điểm cơ sở (hình 2.42).

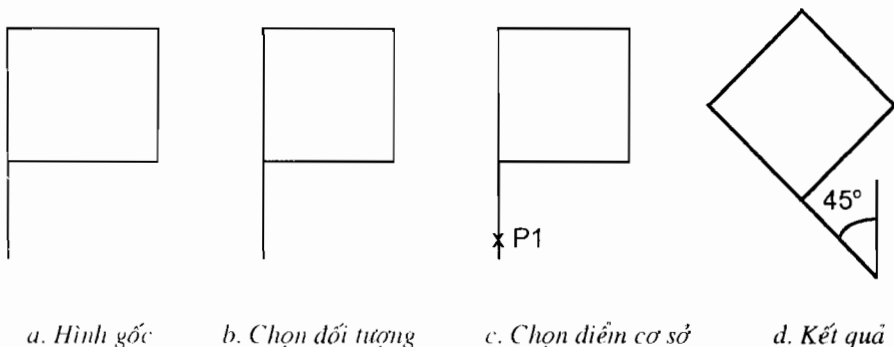
Screen Menu > EDIT > Rotate

Menu Bar > MODIFY > Rotate

Command : Rotate

Select Objects : (chọn đối tượng cần xoay)

< Rotation Angle > / Reference : (cho góc xoay hay chọn R cho góc tham khảo, sau đó cho góc mới, góc xoay dương ngược chiều kim đồng hồ).



Hình 2.42. Quay hình bằng lệnh Rotate

+ **SCALE** dùng phóng to, thu nhỏ cả hai chiều (x, y) với cùng một tỉ lệ.
Nếu đối tượng đã ghi kích thước thì sau khi Scale, kích thước mới sẽ được cập nhật vào (hình 2.43).

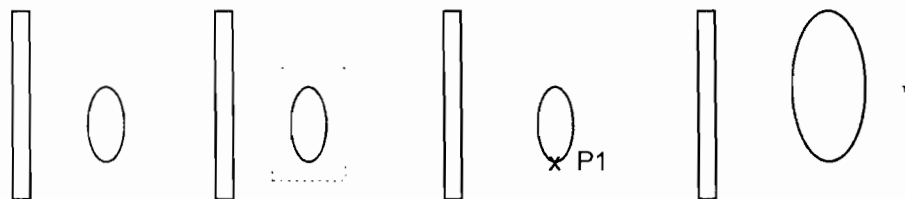
Screen Menu > EDIT > Scale

Menu Bar > MODIFY > Scale

Command : Scale

Select Objects : (chọn đối tượng để scale)

Base Point : (cho điểm cơ sở).



a. Hình gốc

b. Chọn đối tượng

c. Cho điểm cơ sở

d. Kết quả

Hình 2.43. Phóng to hình bằng lệnh Scale

+ **STRETCH** dùng để kéo dẫn một phần đối tượng hình vẽ ra mà vẫn nối với hình cũ (hình 2.44).

Screen Menu > EDIT > Stretch

Menu Bar > MODIFY > Stretch

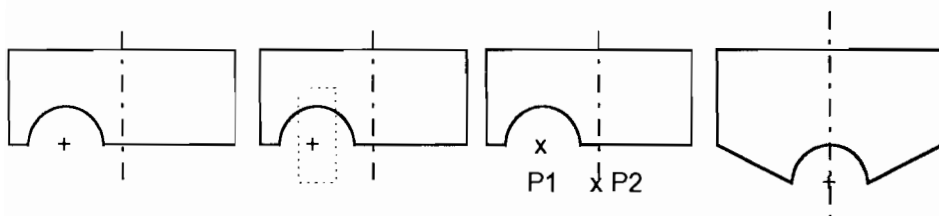
Command : Stretch

Select Object to Stretch by window or polygon : (chọn đối tượng bằng cửa sổ, đa giác)

Base Point or displacement : (cho điểm cơ sở hoặc độ dời)

Second Point of displacement : (cho điểm tới đích hoặc độ dời)

Lệnh này phải dùng Window, Crossing, Polygon.



a. Hình gốc

b. Chọn đối tượng

c. Cho điểm P1, P2

d. Kết quả

Hình 2.44. Dùng lệnh Stretch

+ **MIRROR** dùng tạo hình đối xứng qua một đường đã có và có thể giữ nguyên hay xóa đi hình cũ. Hình 2.45 là ví dụ dùng lệnh Mirror.

Screen Menu > EDIT > Mirror

Menu Bar > MODIFY > Mirror

Command : Mirror

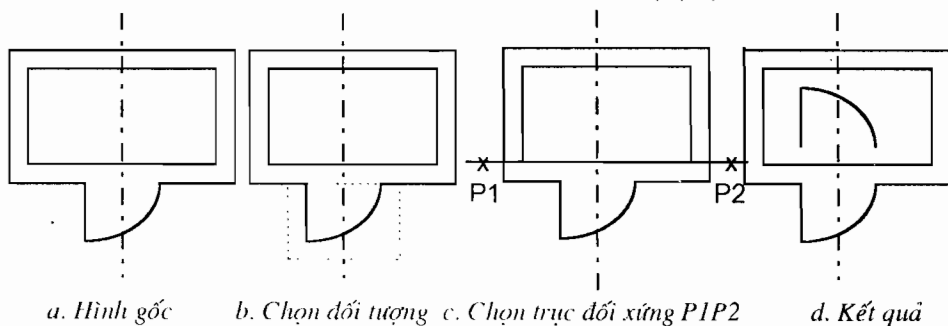
Select Object : (chọn đối tượng)

First Point of Mirror Line : (cho điểm thứ nhất của trục đối xứng)

Second Point : (cho điểm thứ hai của trục đối xứng)

Chú ý : sau lệnh Mirror, các dòng Text sẽ ngược với hình gốc. Hệ MTEXT (1/0) điều khiển dòng Text đối xứng - ngược (1) hoặc không (0) theo biến SETVAR :

Screen Menu > SETTING > SETVAR > MirText (0/1)



Hình 2.45. Dùng lệnh Mirror

+ **EXTEND** dùng kéo dài một đường nào đó tới một đường biên (Boundary Edge). Hình 2.46 ví dụ các bước thực hiện lệnh này.

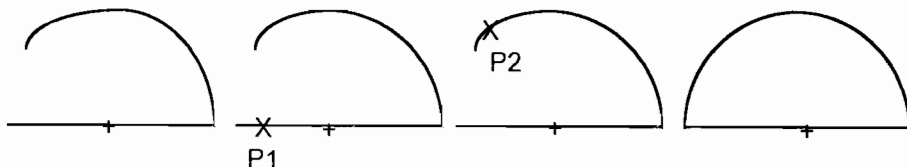
Screen Menu > EDIT > Extend

Menu Bar > MODIFY > Extend

Command : Extend

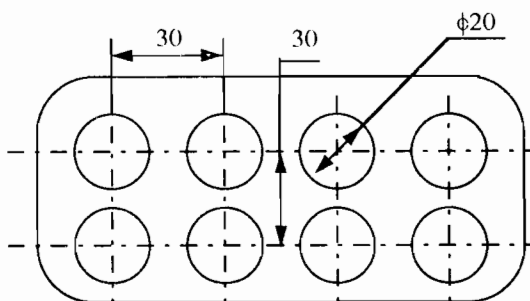
Select boundary Edge(s) ...

Select Object : (chọn đối tượng - đường biên).

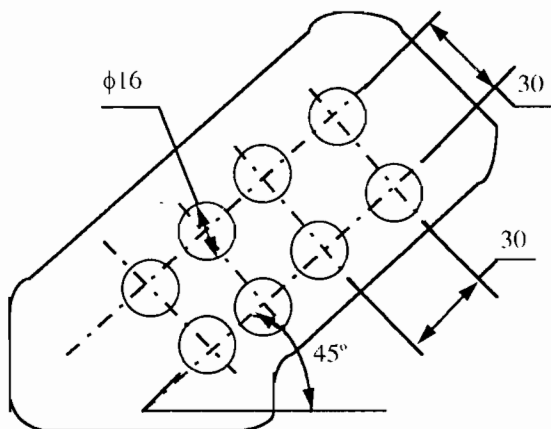


Hình 2.46. Thực hiện lệnh Extend

+ **ARRAY** dùng sao chép đối tượng thành một mảng gồm nhiều đối tượng cùng một lần (xếp theo hình chữ nhật - Restangulaire hoặc hình tròn - Polar)



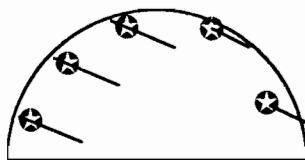
a. Restangulair



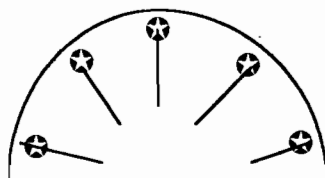
b. Xoay góc 45°



c. Hình gốc



d. Sao mảng không xoay



e. Sao mảng xoay một góc

Hình 2.47. Thực hiện lệnh Array

Screen Menu > EDIT > Array

Menu Bar > CONSTRUCT > Array

Command : Array

Select Object : (chọn đối tượng tạo thành mảng)

Restangulair or Polar Array (R/P) < R > :

R : dùng sao mảng chữ nhật (phải cho số hàng, số cột, nếu là dương thì các hàng nằm phía trên, các cột nằm phía phải ; ngược lại nếu là số âm thì các hàng nằm phía dưới, các cột nằm phía trái). Hình 2.47 trình bày ví dụ cách thực hiện lệnh Array.

- Hiệu chỉnh và thay đổi

+ **FILLET** dùng vẽ cung tròn nối tiếp giữa các đoạn thẳng và các đường tròn.

Screen Menu > EDIT > Fillet
Menu Bar > CONSTRUCT > Fillet

Command : Fillet

Polyline / Radius /

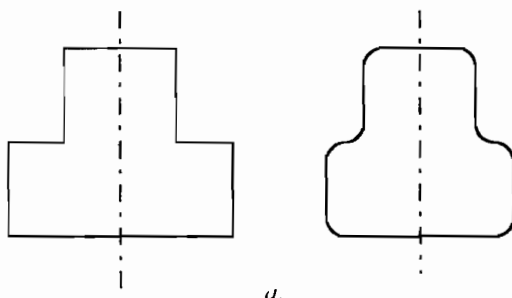
<Select First Object > :

P (R)

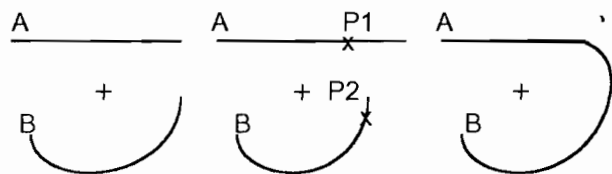
R - Enter Fillet

Radius (cho giá trị bán kính góc nối tiếp , hoặc cho hai điểm)

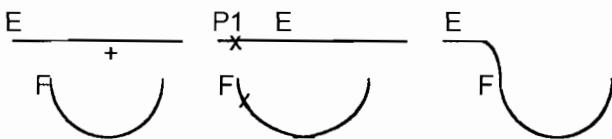
P - Polyline (vẽ nối tiếp, chỉ vào hai đường cần nối tiếp) . Ví dụ hình 2.48.



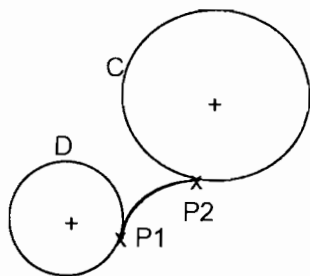
a.



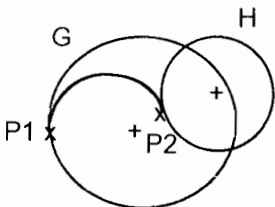
b.



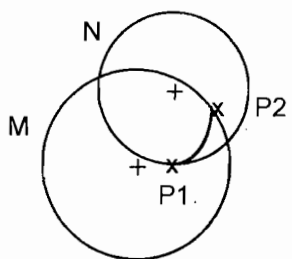
c.



d.



e.



g.

Hình 2.48. Thực hiện lệnh Fillet

+ **CHAMFER** dùng vát hai đường thẳng.

Screen Menu > EDIT > Chamfer

Menu Bar > CONSTRUCT > Chamfer

Command : Chamfer

Polyline / Distance / <Select First Line > : (D - định nghĩa đoạn vát)

Enter First Chamfer < ... > : (cho khoảng vát thứ nhất)

Enter Second Chamfer < ... > : (cho khoảng vát thứ hai)

Polyline/Distance/<Select First Object > : P1 (chỉ vào đường 1)

Enter Second Chamfer < ... > : P2 (chỉ vào đường 2)

P dùng vát da tuyến Polyline (như Fillet). Nếu chọn 0 (mặc định), nó sẽ kéo dài đến điểm đã cho.

- + OFFSET để tạo đường mới song song với đường đã cho.

- + DIVIDE dùng chia một đoạn thành hai phần bằng nhau.

- + CHANGE để thay đổi màu sắc, loại đường, nét vẽ ...

- + DDEDIT (**D**ynamic **D**ialogue **E**dit) để thay đổi dòng ký tự (Text), thuộc tính (Attribute) ...

- + PEDIT dùng hiệu chỉnh da tuyến (Polyline).

- Hủy bỏ lệnh

- + U để hủy thao tác vừa thực hiện

- + UNDO dùng hủy đồng thời n thao tác vừa thực hiện

- + REDO dùng ngay sau lệnh U hay UNDO để không thực hiện U hay UNDO nữa.

- Tra cứu

- + LIST để xem các dữ liệu liên quan đến đối tượng.

- + ID dùng xác định tọa độ của một điểm trên màn hình (X, Y, Z).

- + DIST (**D**istance) để đo khoảng cách giữa hai điểm, đo góc, đo giá trị dịch chuyển ...

- + AREA dùng tính diện tích, chu vi hình khép kín.

2.6.9. Gạch mặt cắt

- BHATCH

Screen Menu > DRAW > Bhatch

Menu Bar > DRAW > Bhatch

Command : Bhatch <Enter> (cho hộp thoại Boundary Hatch hình 2.49)

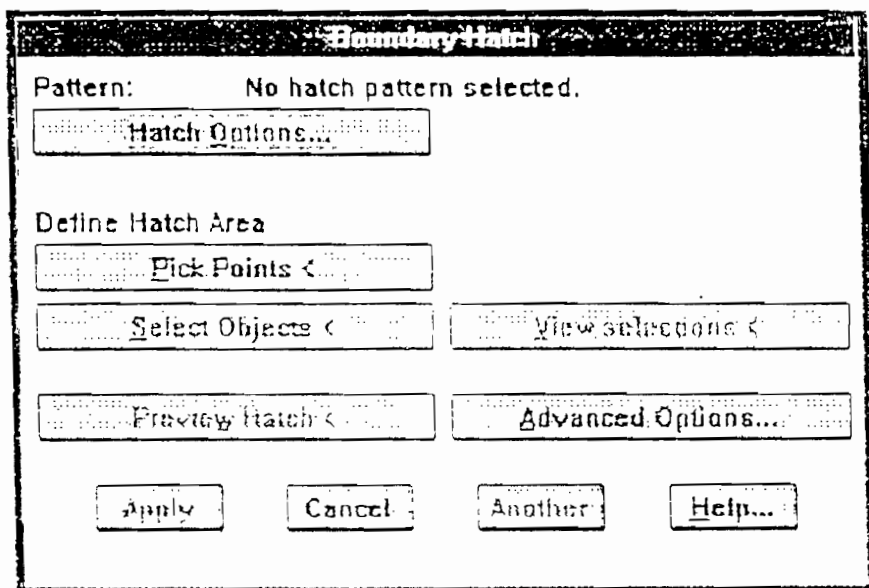
- HATCH OPTION

Pick Pattern cho hộp thoại Hatch Option trên hình 2.50. Pick Pattern Type cho mẫu gạch trong hộp thoại Choose Hatch Pattern (hình 2.51).

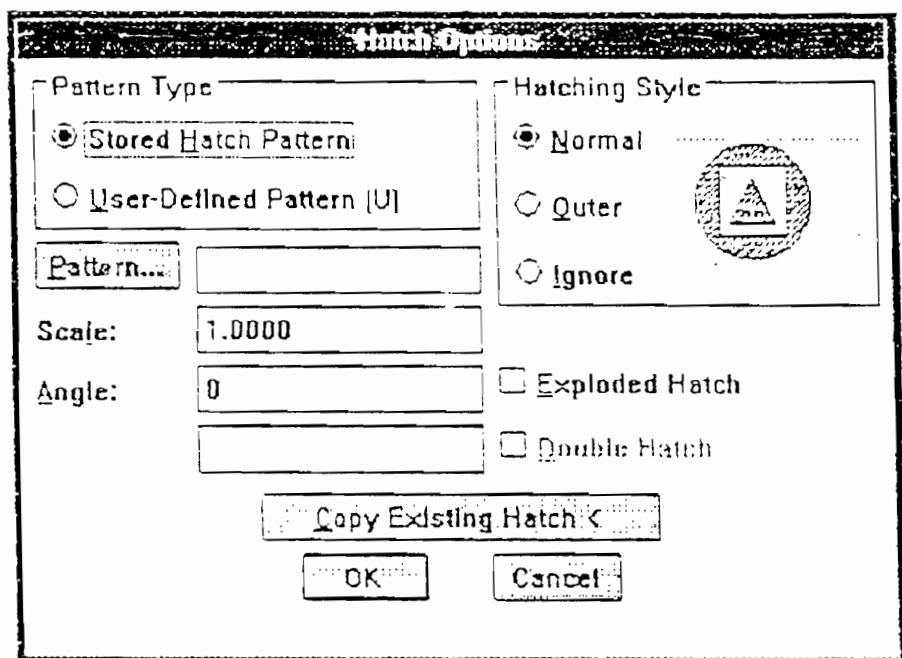
- STORED HATCH

Pattern : chọn mẫu (hình 2.52)

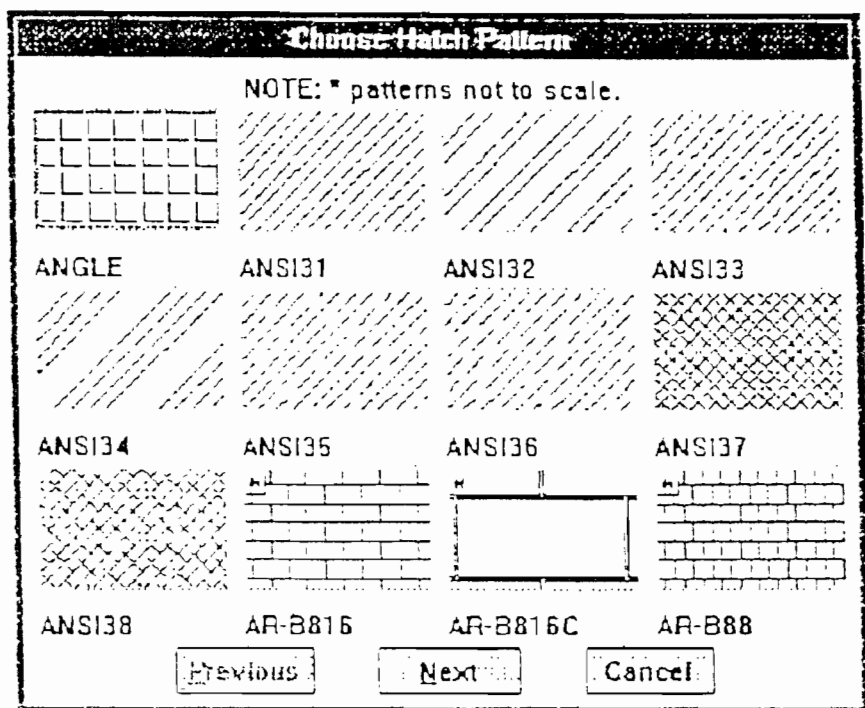
- HATCHING TYPE (kiểu) với N - Normal (tô từ ngoài cùng vào theo số lẻ) hoặc mặc định, O - Outer (tô từ ngoài cùng vào tới đường kế tiếp) và I - Ingor (gạch cả).



Hình 2.49. Hộp thoại "Boundary Hatch"

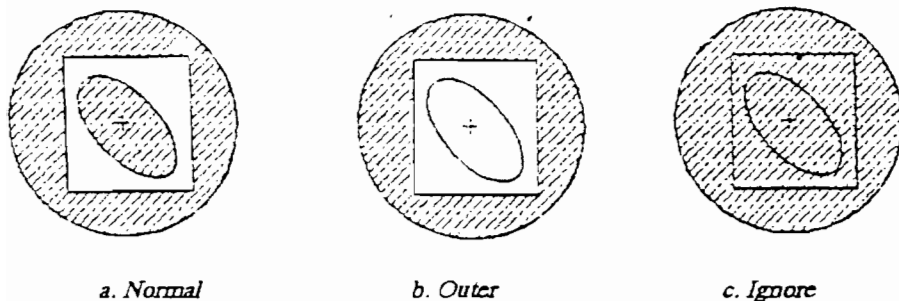


Hình 2.50. Hộp thoại "Hatch Option"



Hình 2.51. Hộp thoại "Choose Hatch Pattern"

- Exploded Hatch dùng phân khối (Block) gạch sọc
- Pick Point để chọn vùng gạch sọc
- Select Object để chọn đường bao
- Preview Hatch dùng xem lại đường bao
- Advanced Option là phần nâng cao
- Apply : OK (áp dụng)
- Another dùng để chọn tiếp loại khác.



Hình 2.52. Gạch mặt cắt

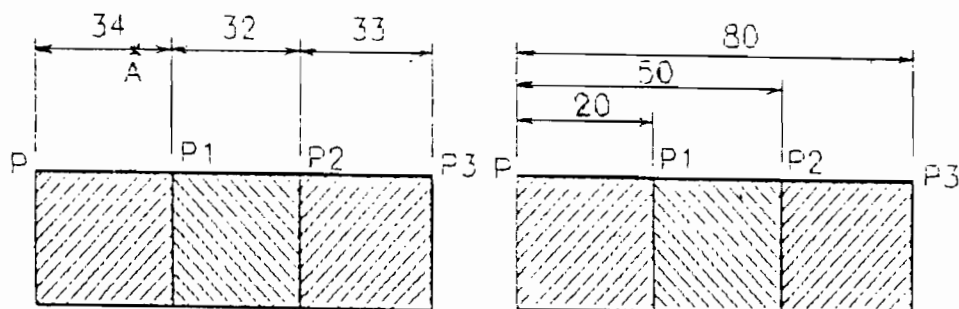
2.6.10. Ghi kích thước (DIM)

Screen Menu > DIM

Menu Bar > DRAW > Dimensions

Command : Dim (Dim1)

- HOR (HOR izontal) : ngang , VER (VERTical) : thẳng đứng
- ALI (ALLigned) : đồng thẳng hàng
- ROT (ROTated) : quay đi một góc
- ANG (ANGulaire) : kích thước góc
- DIA (DIAMeter) : đường kính ; RAD (RADius) : bán kính
- CEN (CENter) : tâm
- LEA (LEAders) : dẫn ra ngoài để ghi kích thước
- CON (CONTinuos) : ghi nối tiếp
- BAS (BASline) - ghi cùng chuẩn (hình 2.53).
- ORD (ORDinate) : ghi kích thước từ một điểm tọa độ đặc trưng (Feature).



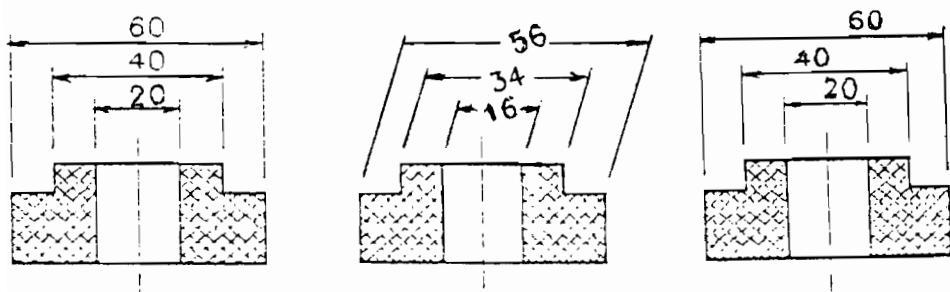
a. Continuous

b. Baseline

Hình 2.53. Ví dụ thực hiện lệnh CON và BAS

2.6.11. Các lệnh hiệu chỉnh kích thước

- OBL (OBLique) dùng đồng nghiêng đi so với khoảng cách cần ghi kích thước.
- NEWTEXT để thay đổi nội dung chữ số của kích thước đã có
- TEDIT (TextEDIT) dùng thay đổi vị trí chữ và số so với đường kích thước (hình 2.54).
- HOMETEXT để đưa chữ số đã chuyển dời về vị trí mặc định.
- TROTATE (Text ROTATE) để xoay vị trí (như TEDIT)
- UPDATE dùng cập nhật kích thước (kiểu, biến, chữ ...)
- STYLE dùng đặt kiểu, mẫu chữ ...

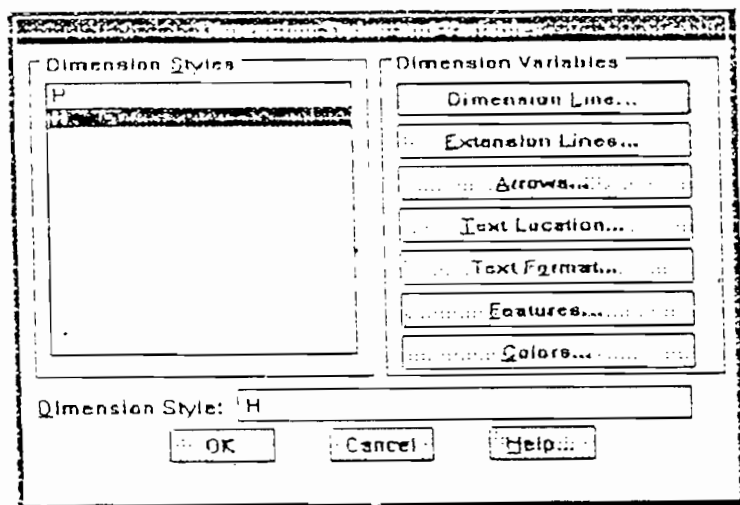


a. Hình gốc

b. TEDIT - Angle 20°

c. TEDIT - L/R

Hình 2.54. Thực hiện lệnh TEDIT



Hình 2.55. Hộp thoại Dimension Style and Variable

- Các biến kích thước (Dimension Variable)

DDIM

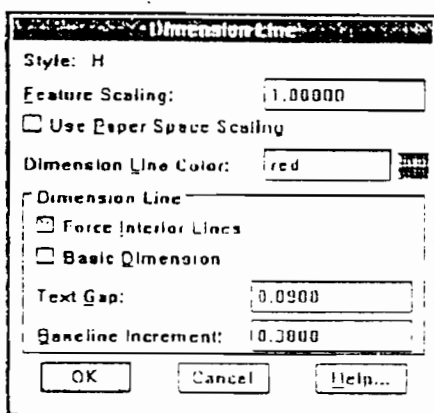
Command : DDIM < Enter > (cho hộp thoại Dimension Style and Variable hình 2.55).

Dimension Style (kiểu kích thước), Dimension Variable (biến kích thước)

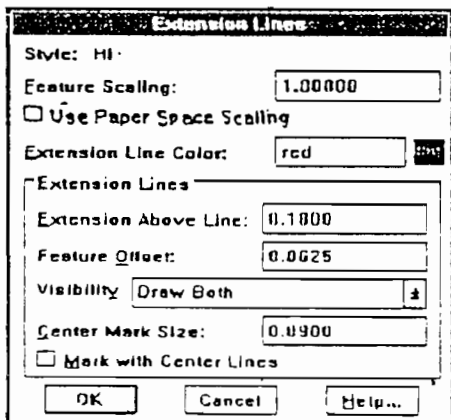
Dimension Line (đường kích thước) với hộp thoại hình 2.56.

Extention Line (đường dống) với hộp thoại hình 2.57.

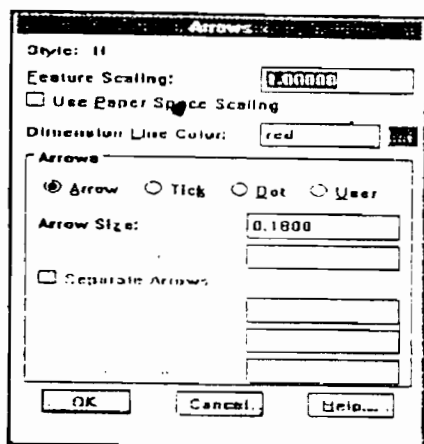
Arrow (mũi tên dạng Tick, Dot, User...) với hộp thoại hình 2.58.



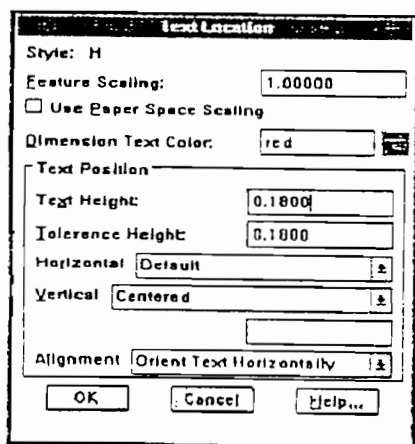
Hình 2.56. Hộp thoại Dimension Line



Hình 2.57. Hộp thoại Extension Line



Hình 2.58. Hộp thoại Arrows



Hình 2.59. Hộp thoại Text Location

DIMTOL dùng để ghi dung sai và viết chữ cho bản vẽ

Command : Dim

Dim : DimTOL

+ Style để chọn kiểu, mẫu chữ ...

+ TEXT (DTEXT - Text Dynamic : dùng viết chữ) <Enter> để hiện chữ.

Text Location (đặt tham số chữ) với hộp thoại hình 2.59, Text Format (định dạng), Feature (xem, hiệu chỉnh).

Layer Control

Current Layer: 0

Layer Name	State	Color	Linetype
0	On	white	CONTINUOUS
1	Off	blue	DASHDOT

Buttons: On, Off, Thaw, Freeze, Unlock, Lock, New, Correct, Rename, Select All, Clear All, OK, Cancel, Help...

Filters: ☐ On, Set...

Set Color... Set Linetype...

Hình 2.60. Hộp thoại Layer Control

Attribute Definition

Mode:

- ☐ Invisible
- ☐ Constant
- ☐ Verify
- ☐ Preset

Attribute:

Tag:

Prompt:

Value:

Insertion Point:

Pick Point <

X: 0.0000

Y: 0.0000

Z: 0.0000

Text Options:

Justification: Left

Text Style: ITALIC

Height:

Rotation: 0

☐ Align below previous attribute

Buttons: OK, Cancel, Help...

Hình 2.61. Hộp thoại Attribution Definition

2.6.12. Lớp và thuộc tính

- **LAYER** để tạo lớp để vẽ và quản lý bản vẽ. Mỗi lớp có thể vẽ các đối tượng các đặc tính, màu sắc, đường nét ... riêng. Một bản vẽ có thể tạo bởi nhiều lớp khác nhau, có cùng tỉ lệ, cùng hệ tọa độ và giới hạn vẽ. Hộp thoại Layer Control cho trên hình 2.60 và Attribution Definition cho trên hình 2.61.

- **COLOR** (chọn màu sắc trong hộp thoại hình 2.60)

Bảy màu sắc

chuẩn đầu tiên

được qui định :

1. Red (đỏ)
2. Yellow (vàng)
3. Green (xanh

lá cây)

4. Cyan (xanh

cám thạch)

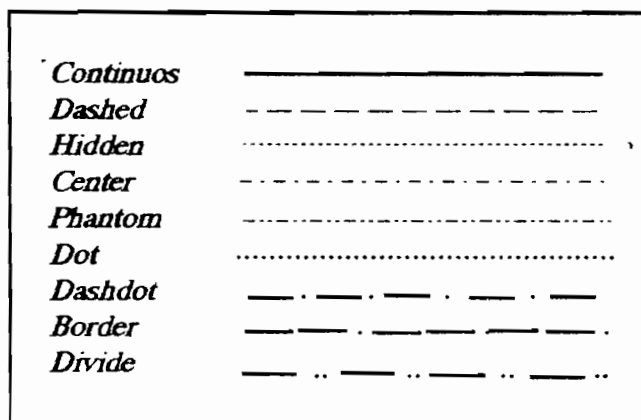
5. Blue (xanh

nước biển)

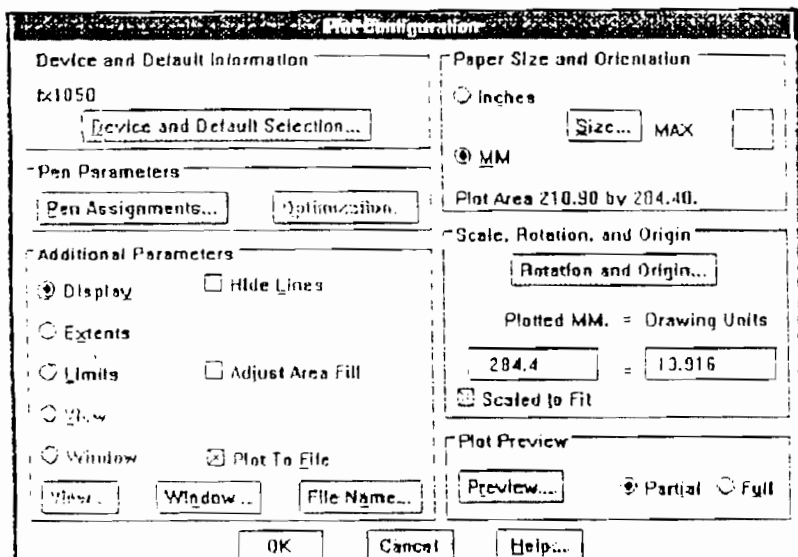
6. Magenta

(hồng cánh sen)

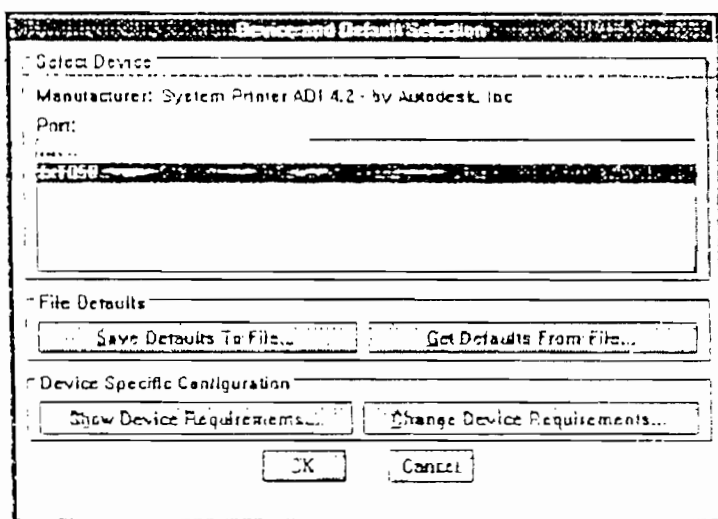
7. White (trắng)



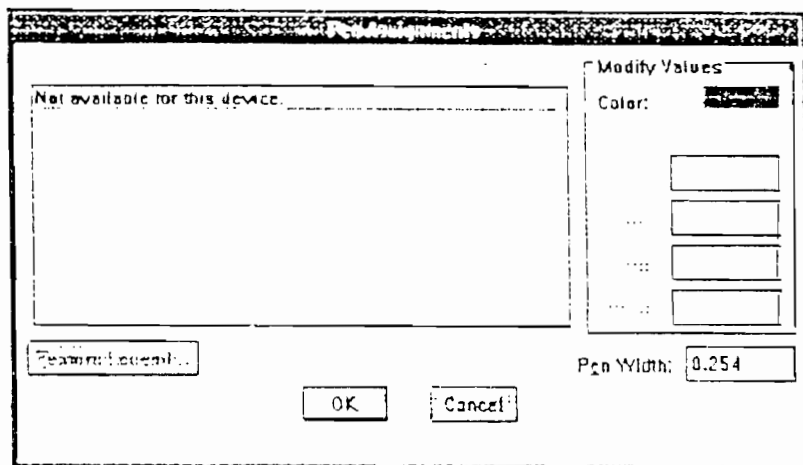
Hình 2.62. Lệnh LINETYPE chọn loại đường nét



Hình 2.63. Hộp thoại Plot Configuration



Hình 2.64. Hộp thoại Device and Default Selection



Hình 2.65. Hộp thoại Pen Assignments

- **LINETYPE** cho loại , kiểu ... đường nét (hình 2.62)
- **LTSCALE** (Line Style Scale) để điều chỉnh tỉ lệ đường nét
- **DDEMODED** để đặt màu sắc, đường nét, kiểu chữ ... qua hộp thoại

- **BLOCK** (khối), **EXPLODE** (phân khối), **INSERT** (chèn khối), **BASE** (chọn điểm chèn)

- **ATTRIBUTE** (thuộc tính của khối), **ATTDEF** (Attribute Definition - định nghĩa thuộc tính cho khối), **ATTDISP** (thay đổi trạng thái thấy ON, ẩn OFF của thuộc tính)

- **ATTEDIT** (soạn thảo, sửa chữa attribute của bản vẽ)

- **DDATTEF** (định nghĩa vẽ thuộc tính)

Hộp thoại về các thuộc tính cho trên hình 2.61 và 2.62.

2.6.13. Xuất bản vẽ

PLOT

Command : Plot <Enter> cho hộp thoại Plot Configuration hình 2.63.

Device and Default Information (thiết bị có sẵn hiện thời)

Device and Default Information Selection (chọn thiết bị có sẵn hiện thời) hộp thoại hình 2.64.

Pen Parameters (thông số bút vẽ)

Pen Assignment (thông số bút, màu ...) cho trong hộp thoại hình 2.65.

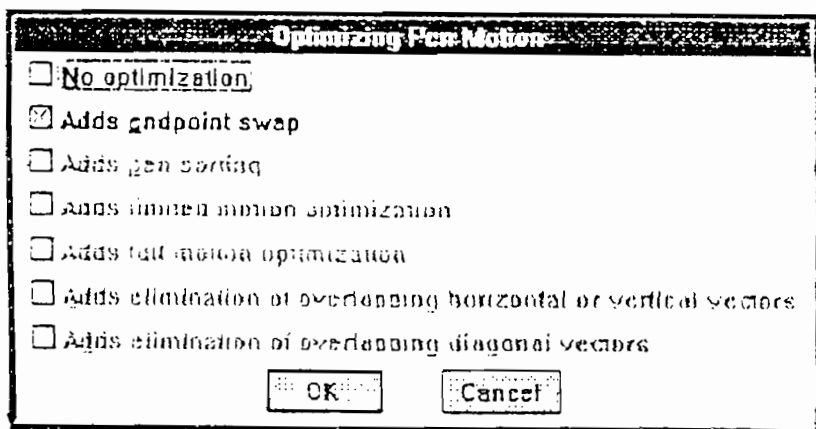
Optimization (tối ưu hóa) cho trong hộp thoại hình 2.66.

Additional Parameters (xác định vùng bản vẽ xuất ra).

Paper Size and Orientation (chọn cỡ giấy, đơn vị đo Inches hoặc mm) cho trong hộp thoại hình 2.67.

Scale, Rotation, and Origin (đặt gốc, góc xoay, tỉ lệ ...) cho trong hộp thoại hình 2.68.

Plot Preview (xem trước bản in trên màn hình).



Hình 2.66. Hộp thoại Optimizing Pen Motion

Paper Size

Size	Width	Height
MAX	210.00	297.00
USER	210.00	297.00
USER1	270.00	190.00

Size	Width	Height
USER:	210.00	297.00
USER1:	270.00	190.00
USER2:		
USER3:		
USER4:		

Orientation is landscape ☐

OK Cancel

Hình 2.67. Hộp thoại Paper Size

Plot Rotation and Origin

Plot Rotation

☐ 0
 ☒ 90
 ☐ 180
 ☐ 270

Plot Origin

X Origin: 5.00
 Y Origin: -5.00

OK Cancel

Hình 2.68. Hộp thoại Plot Rotation and Origin

VẬT LIỆU VÀ XỬ LÝ NHIỆT KIM LOẠI

3.1. TÍNH CHẤT CƠ BẢN

3.1.1. Cơ tính (tính chất cơ học của vật liệu) là những đặc trưng cơ học biểu thị khả năng của vật liệu khi chịu tác dụng của tải trọng. Cơ tính của vật liệu bao gồm độ bền, độ cứng, độ dẫn dài tương đối, độ dai va chạm.

a. **Độ bền** là khả năng của vật liệu chịu tác dụng của ngoại lực mà không bị phá hủy. Độ bền còn gọi là **giới hạn bền**, được ký hiệu bằng chữ σ (xích ma). Tùy theo tính chất của ngoại lực khác nhau tác dụng mà ta có các loại độ bền khác nhau : độ bền kéo (σ_k), độ bền nén (σ_n), độ bền uốn (σ_u), độ bền xoắn (σ_x) ...

Hình 3.1 giới thiệu sơ đồ mẫu đo độ bền kéo khi tác dụng ngoại lực P (N) lên thanh kim loại có diện tích tiết diện ngang F (mm^2). Giá trị độ bền được tính theo công thức :

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Giới hạn mà tại đó lực P đạt đến giá trị làm cho thanh kim loại bị phá hủy được gọi là giới hạn bền cho phép, ký hiệu bằng $[\sigma]$. Vậy điều kiện bền là

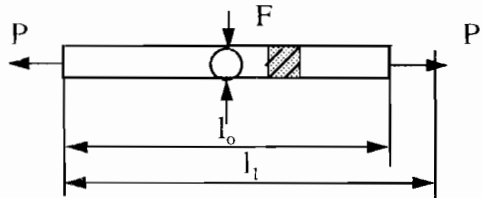
$$\sigma \leq [\sigma]$$

b. **Độ cứng** là khả năng của vật liệu chống lại sự biến dạng dẻo cục bộ hay khả năng chống lại sự đâm xuyên của vật liệu cứng hơn khi có ngoại lực tác dụng.

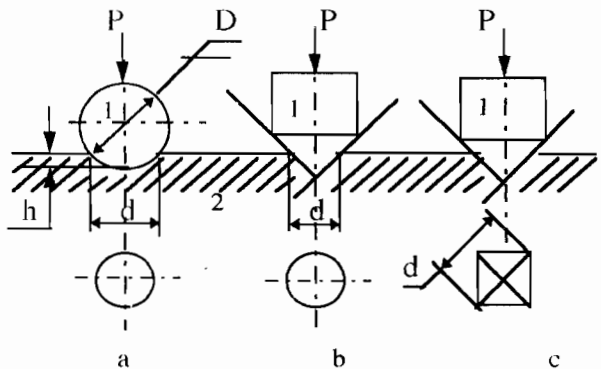
- **Độ cứng Brinen**

kí hiệu **HB** (hình 3.2a)

Khi đặt tải trọng P (N) nén lên đầu đo 1 (viên bi cầu bằng thép tôi có đường kính D), viên bi làm vật liệu 2 lún xuống một đoạn h , với đường kính



Hình 3.1. Sơ đồ thí nghiệm kéo mẫu



Hình 3.2. Sơ đồ thí nghiệm đo độ cứng

d, có vết lõm diện tích tiết diện F (mm²), khi đó HB được tính theo công thức :

$$HB = \frac{P}{F}$$

Độ cứng HB dùng đo vật liệu có độ cứng thấp (< 4500N/mm²) như gang , thép , Cu , Al ... (sơ đồ đo hình 3.2a).

- **Độ cứng Rôcoen, ký hiệu bằng HRC** (thí nghiệm đo sơ đồ hình 3.2b)

Tác dụng lực P lên mũi đo hình côn 1 (góc đỉnh $\alpha = 120^\circ$) bằng kim cương, vật liệu 2 bị lún xuống một đoạn h , đường kính d (sơ đồ đo hình 3.2b). Độ cứng HRC dùng để đo vật liệu có độ cứng cao (> 4500N/mm²).

- **Độ cứng Vicke (HV)** dùng mũi đo 1 (hình chóp góc vát α là 136°) bằng kim cương. Hình 3.2c giới thiệu sơ đồ đo độ cứng Vicke.

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

trong đó d là đường chéo của vết lõm.

Phương pháp đo độ cứng Vicke có thể dùng đo cho cả vật liệu mềm, vật liệu cứng và cả vật liệu có độ cứng nhờ lớp mỏng của bề mặt đã được thấm than, thấm nitơ ...

Bảng 3.1. Chọn thang đo độ cứng Brinen - Rôcoen

Độ cứng Brinen HB	Thang đo Rôcoen (màu)	Mũi thử	Tải trọng chính P (N)	Kí 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

c. **Độ dẫn dài tương đối ($\delta\%$)** là tỷ lệ tính theo phần trăm giữa lượng dẫn dài sau khi kéo l_1 so với chiều dài ban đầu l_0 . Đó cũng là khả năng biến dạng vĩnh cửu của vật liệu trên đơn vị chiều dài .

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

trong đó l_0 và l_1 là độ dài của mẫu trước và sau khi kéo (mm) .

Vật liệu có độ dẫn dài ($\delta\%$) càng lớn thì độ dẻo càng cao và ngược lại.

d. **Độ dai va chạm a_k** (đo bằng J/mm² hoặc kJ/mm²) là khả năng chịu tải trọng

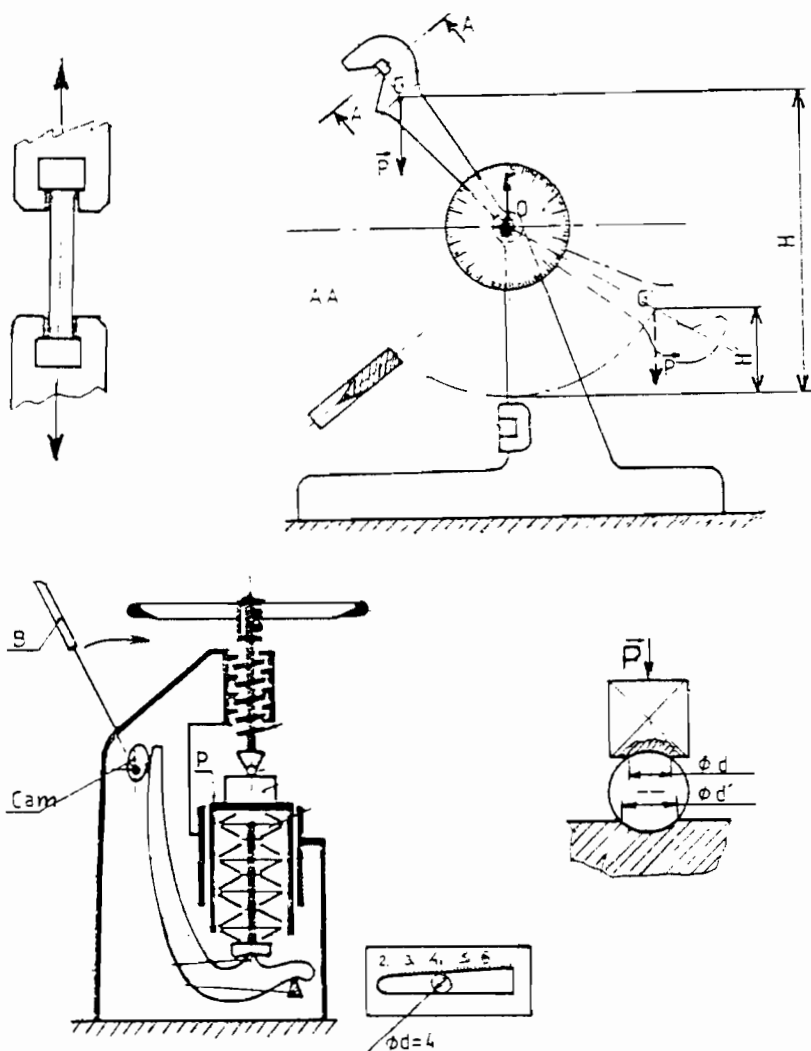
tác dụng đột ngột (còn gọi là tải trọng va đập) của vật liệu mà không bị phá hủy

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

trong đó : A - công sinh ra khi va đập làm gãy mẫu (J);

F - diện tích tiết diện mẫu (mm²).

Hình 3.3 giới thiệu sơ đồ một số thiết bị đo cơ tính của vật liệu.



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý của một số loại thiết bị đo cơ tính

3.1.2. Lý tính là tính chất vật lý của vật liệu thể hiện qua sự biến đổi vật lý khi thành phần hóa học không thay đổi như : khối lượng riêng, độ dẫn nở, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ đông đặc, tính dẫn nhiệt, dẫn điện, từ tính ...

3.1.3. Hoá tính là tính chất hóa học thể hiện qua khả năng của vật liệu chống lại tác dụng hoá học của môi trường như tính chịu ăn mòn, chịu axit ...

3.1.4. Tính công nghệ là khả năng của vật liệu gia công, chế biến dễ hay khó.

Ví dụ :

- *Tính dúc* (*tính công nghệ dúc của vật liệu*) là khả năng của vật liệu dễ hay khó dúc, bao gồm *tính chảy loãng, độ co, tính thiên tích và tính hòa tan khí*.

- *Tính rèn* là khả năng biến dạng vĩnh cửu của vật liệu khi tác dụng ngoại lực để tạo hình biến dạng vật thể mà không bị phá hủy.

- *Tính hàn* là khả năng của vật liệu có thể hàn được để tạo nên sự liên kết bền vững giữa các bộ phận, chi tiết được nung nóng cục bộ đến trạng thái hàn để tạo thành mối hàn.

- *Tính gia công cắt gọt* là khả năng vật liệu gia công bằng cắt gọt dễ hay khó như cắt, cưa, dũa, tiện, phay, bào, mài, khoan, doa ...

3.2. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

3.2.1. Cấu tạo của kim loại và hợp kim

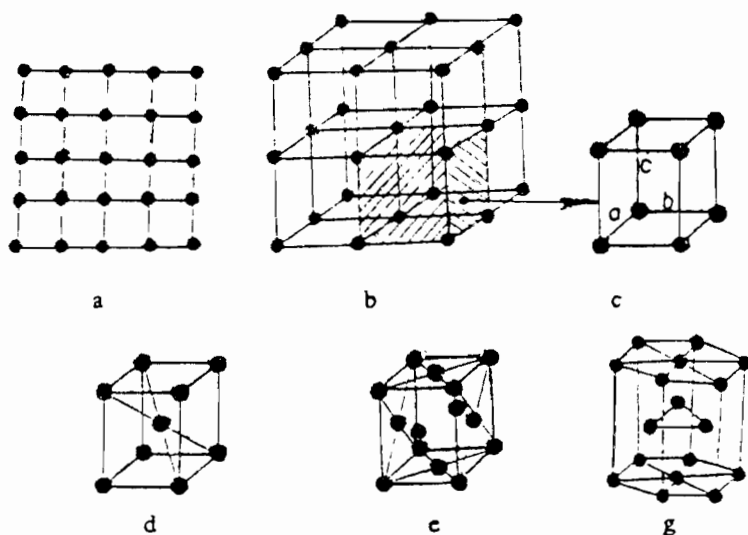
3.2.1.1. Kim loại nguyên chất

Kim loại thường có cấu tạo tinh thể. Xét ở trạng thái rắn, các nguyên tử kim loại phân bố theo một quy luật nhất định, mỗi đơn tinh thể đặc trưng cho một loại kim loại và được sắp xếp theo một trật tự nhất định. Các mạng tinh thể được sắp xếp thành mạng không gian. Mỗi nút mạng được coi là tâm của một nguyên tử. Phần nhỏ nhất của mạng tinh thể quyết định tổ chức, tính chất của kim loại, gọi là *ô cơ bản* (hình 3.4). Các loại ô cơ bản thường gặp là lập phương đơn giản (c), lập phương thể tâm (d), lập phương diện tâm (e), lục phương (g) ... trong đó thông số mạng là khoảng cách giữa các nguyên tử a (đo bằng anstrom, $\text{\AA} = 10^{-8} \text{ cm}$), số lượng nguyên tử trong mạng ... Hình 3.4 giới thiệu sơ đồ sắp xếp các nguyên tử kim loại và một số loại ô cơ bản.

3.2.1.2. Sự biến đổi mạng tinh thể kim loại

Trong trạng thái rắn, khi nhiệt độ, áp suất...thay đổi sẽ dẫn đến sự biến đổi tổ chức và tính chất của kim loại. Hình 3.7 là đường nguội biểu thị sự biến đổi mạng tinh thể của Fe (còn gọi là sự biến hoá thù hình của Fe).

3.2.1.3. Sự kết tinh của kim loại là quá trình chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái đặc khi giảm nhiệt độ, diễn ra theo các giai đoạn sau :



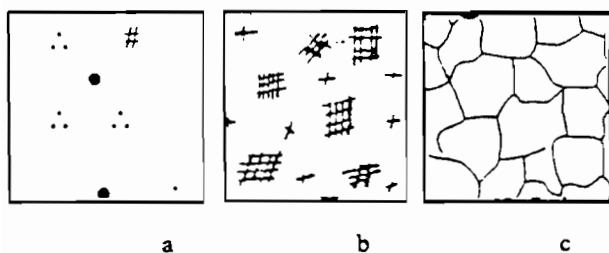
Hình 3.4. Sơ đồ sắp xếp mạng nguyên tử với 6 cơ bản

a. Xuất hiện trung tâm kết tinh (cũng gọi là tâm mầm) là phân tử rắn đầu tiên xuất hiện làm cơ sở cho quá trình kết tinh.

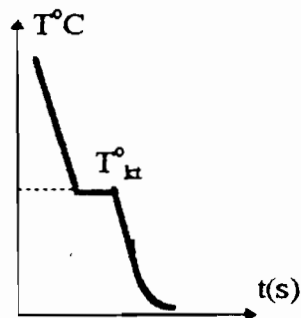
Tâm mầm là một trong những yếu tố cơ bản quyết định độ hạt của kim loại. Tâm mầm có thể tự sinh hoặc nhân tạo hình thành ở những nguyên tử có trật tự đạt được kích thước đủ lớn và phát triển dần. Số tâm mầm sinh ra ngày càng nhiều và các tâm mầm cũ lớn dần lên theo tốc độ làm nguội (hình 3.5).

b. Phát triển tâm mầm để tạo thành hạt

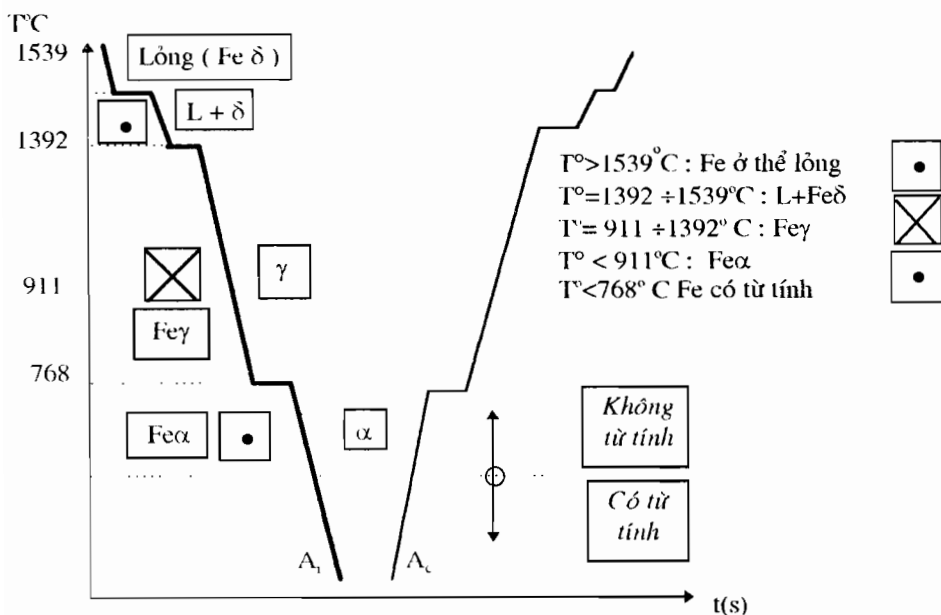
Các tâm mầm lớn dần lên theo tốc độ nguội làm cho pha lỏng giảm dần cho đến khi đông đặc hoàn toàn. Quá trình sẽ kết thúc khi pha lỏng đã hết. Sự tiếp giáp giữa các hạt tạo nên tinh giới hạt. Đó là nơi chứa tạp chất, có nhiệt độ nóng chảy thấp và có mạng bị xô lệch. Do đó đây là nơi xung yếu của vật liệu.



Hình 3.5. Quá trình kết tinh của kim loại



Hình 3.6. Đường nguội



Hình 3.7. Sơ đồ biểu diễn sự biến đổi mạng tinh thể của sắt (Fe)

c Đường nguội là đường biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian và các tổ chức, các pha của hợp kim. Bằng thí nghiệm, mỗi kim loại nguyên chất, người ta xác định được một đường nguội nhất định có một giá trị nhiệt độ kết tinh nhất định. Hình 3.6 giới thiệu một đường nguội, biểu diễn pha lỏng, pha đặc và nhiệt độ kết tinh (T_k).

3.2.2. Tổ chức của hợp kim

a. Khái niệm về hợp kim

Trong thực tế hợp kim được sử dụng nhiều hơn kim loại nguyên chất vì chúng có những tính chất đặc biệt phù hợp với các nhu cầu thực tế như cơ tính, lý tính, hóa tính, tính công nghệ ... mà kim loại nguyên chất không thể đáp ứng được. Hợp kim bao gồm hai hoặc nhiều nguyên tố kết hợp với nhau tạo nên tổ chức và cấu trúc mới phức tạp hơn. Ta cần nêu một số khái niệm và định nghĩa :

- *Pha* là những phần tử của hợp kim có thành phần đồng nhất ở cùng trạng thái (lỏng, rắn hay khí) và ngăn cách với các pha khác bằng bề mặt phân chia ; nếu là pha rắn thì phải có cùng kiểu và thông số mạng.

- *Hệ (hệ thống)* là tập hợp các pha ở trạng thái cân bằng. Hệ được gọi là cân bằng nếu các quá trình xảy ra trong nó có tính chất thuận nghịch (quá trình nghịch xảy ra thì hệ ngược lại các trạng thái mà quá trình thuận đã đi qua).

- *Nguyên (cấu tử)* của hệ là những chất độc lập có thành phần không đổi tạo nên các pha của hệ. Nguyên có thể là nguyên tố hoá học và trong một số

trường hợp cũng có thể là hợp chất hoá học có tính ổn định cao như Fe_3C trong hệ hợp kim hai nguyên Fe-C.

Nước (H_2O) ở 4°C gồm pha lỏng (nước) và pha rắn (nước đá), nhưng là hệ một cấu tử.

Đồng và niken có thể hoà tan vô hạn cả ở nhiệt độ cao tạo thành dung dịch lỏng và cả ở nhiệt độ thấp tạo thành dung dịch rắn. Đây là hệ hợp kim hai cấu tử có tổ chức một pha là dung dịch rắn hay dung dịch lỏng.

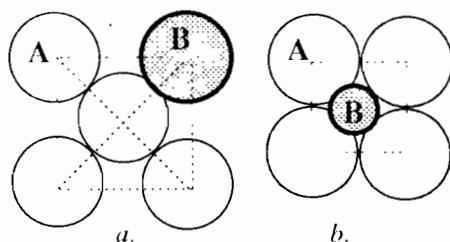
b. Các tổ chức của hợp kim

Trong hệ hợp kim có nhiều nguyên ở trạng thái đặc có thể hình thành các tổ chức khác nhau như dung dịch đặc, hỗn hợp cơ học, hợp chất hóa học.

- *Dung dịch đặc* là hệ hợp kim được hoà tan ở trạng thái đặc của nguyên này (chất hoà tan) vào nguyên khác (chất dung môi) theo kiểu thay thế hay xen kẽ. Mạng tinh thể và tính chất của dung dịch đặc khác với các nguyên thành phần. Dung dịch đặc thường dẻo, dễ biến dạng. Có hai dạng dung dịch đặc:

+ *Dung dịch đặc thay thế*

Nếu nguyên tử của nguyên tố hoà tan (B) thay thế vị trí nguyên tử của nguyên tố dung môi (A) ta có *dung dịch đặc thay thế* (hình 3.8a) và chúng có thể hoà tan vô hạn. Ví dụ hợp kim Cu - Au.



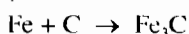
Hình 3.8. Cấu trúc của dung dịch đặc

+ *Dung dịch đặc xen kẽ*

Nếu nguyên tử của nguyên tố hoà tan (B) xen vào khe hở các nguyên tử của nguyên tố (A) ta có *dung dịch đặc xen kẽ* (hình 3.8b). Sự hoà tan xen kẽ bao giờ cũng có hạn. Ví dụ hợp kim Ag-Au, Fe-C v.v...

- *Hợp chất hoá học*

Những loại hợp kim đa pha tạo nên do sự liên kết giữa các nguyên tố khác nhau theo một qui luật và một tỷ lệ xác định gọi là *hợp chất hóa học*. Mạng tinh thể của hợp chất hóa học khác hẳn với các mạng tinh thể thành phần. Chúng có tính ổn định cao và cũng có thể có nhiều dạng hợp chất khác nhau. Ví dụ nguyên tố sắt và cacbon tạo nên xementit ổn định, rất cứng, giòn, khó cắt gọt



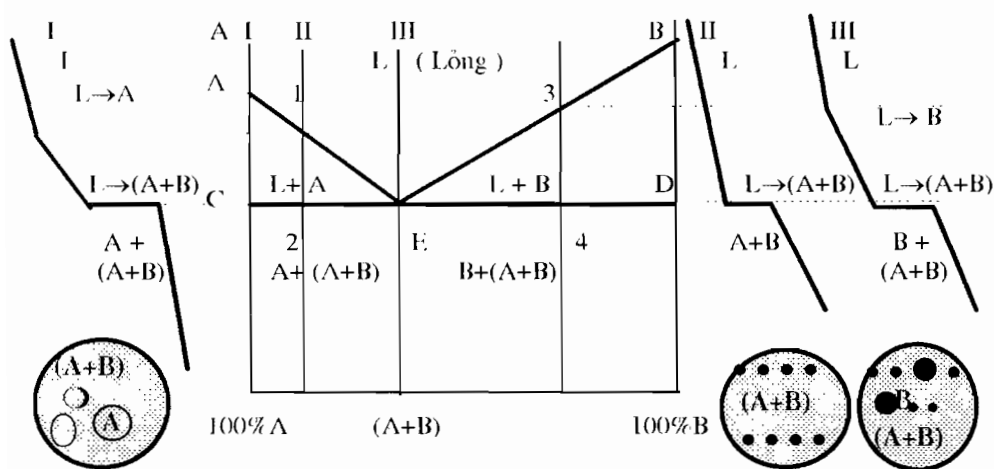
ngược lại hợp kim đồng - kẽm lại cho ta nhiều dạng hợp chất hóa học như CuZn , $\text{Cu}_3\text{Zn}_{13}$, CuZn_3 v.v...

Hỗn hợp cơ học là một hệ hợp kim có nhiều nguyên tố không hoà tan vào nhau cũng không kết hợp với nhau để tạo thành hợp chất hóa học mà chỉ

liên kết với nhau bằng lực cơ học thuần túy được gọi là *hợp kim cơ học*, chúng không làm thay đổi mạng nguyên tử thành phần. Các nguyên tử của chúng vẫn giữ nguyên mạng tinh thể của mình và tính chất lại phụ thuộc vào tỷ lệ tham gia của các nguyên thành phần.

3.2.3. Giản đồ trạng thái là biểu đồ biểu thị sự thay đổi tổ chức và tính chất của hợp kim khi thay đổi nhiệt độ và thành phần các nguyên tố tham gia vào hệ hợp kim đó và phụ thuộc vào các pha tạo thành từ dung dịch lỏng. Cơ sở để thiết lập giản đồ trạng thái là *đường nguội*. Dựa vào các điểm dừng và điểm uốn của đường nguội do hiệu ứng nhiệt khi chuyển biến ta xác định được các điểm tới hạn của hệ thống. Tập hợp tất cả những điểm chuyển biến của các đường nguội trong cùng một hệ hợp kim trên đồ thị nhiệt độ - thành phần hoá học rồi nối tất cả các điểm đồng tính chất lại với nhau ta được giản đồ.

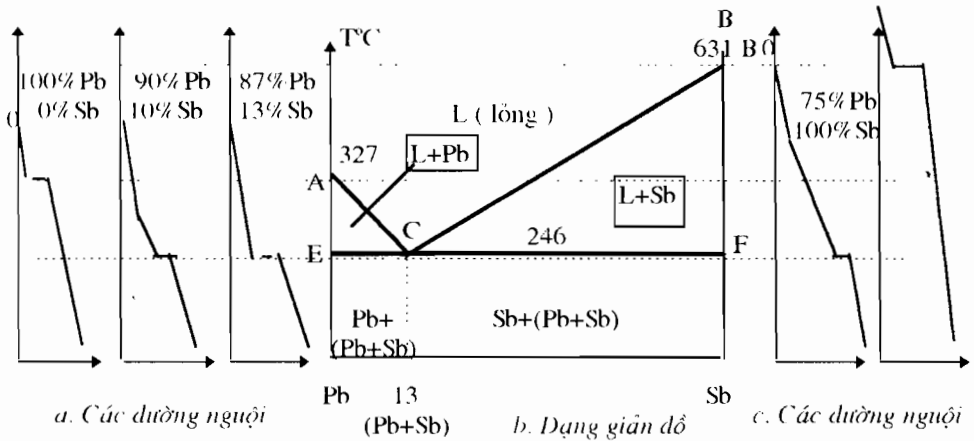
Hình 3.9 giới thiệu phương pháp xây dựng giản đồ trạng thái hệ hợp kim hai nguyên tố A và B được xây dựng từ những đường nguội I, II, III tương ứng với các hợp kim xác định của hệ này và các tổ chức của hệ hợp kim đó. Tập hợp các điểm, đường tới hạn của các đường nguội trong hệ ta có giản đồ trạng thái.



Hình 3.9. Đường nguội và giản đồ trạng thái hệ hợp kim hai nguyên tố A và B

Hình 3.10b là giản đồ trạng thái hệ hợp kim Pb-Sb được vẽ từ các đường nguội trên hình 3.10a và 3.10c. Tập hợp các điểm lỏng ta có đường ACB là *đường lỏng*, tập hợp các điểm trên đường nằm ngang ta có *đường đặc* ECF cũng gọi là *đường cùng tính*. Với hợp kim có 87%Pb và 13% Sb ta có *hợp kim cùng tính*.

Tại nhiệt độ 246 °C (điểm C - điểm cùng tinh) Pb và Sb cùng bắt đầu kết tinh và cùng kết thúc sự kết tinh. Trong vùng ACE có pha lỏng và Pb còn trong vùng BCF có pha lỏng và Sb. Trên đường ACB chỉ có một pha lỏng, dưới đường ECF chỉ tồn tại pha đặc mà phía trái là Pb và hợp kim cùng tinh [Pb + Sb], còn phía phải là Pb và hợp kim cùng tinh [Sb + Pb].



Hình 3.10. Giản đồ trạng thái hệ Pb-Sb

3.2.4. Các loại giản đồ trạng thái hai nguyên

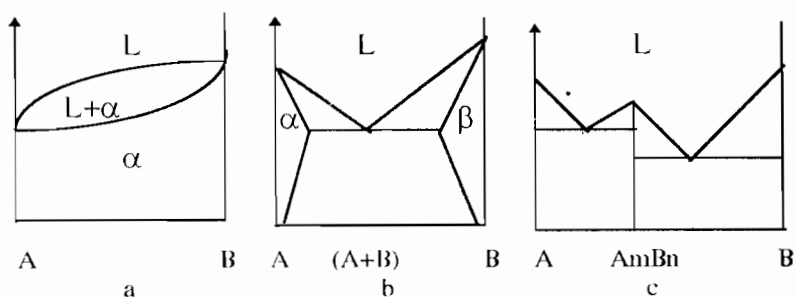
Với hệ hợp kim hai nguyên ta thường gặp các loại giản đồ đặc trưng sau (hình 3.11) :

- **Loại 1** : hai hợp kim A và B, ở trạng thái lỏng hoà tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành dung dịch đặc hoà tan vô hạn (hình 3.11a) Ví dụ hợp kim Cu - Ni.

- **Loại 2** : hai hợp kim A và B, ở trạng thái lỏng hoà tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành hỗn hợp cơ học cùng tinh A và B (hình 3.9 và hình 3.10).

- **Loại 3** : hai hợp kim A và B, ở trạng thái lỏng hoà tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành dung dịch đặc hoà tan có hạn (hình 3.11b). Ví dụ hợp kim Al - Cu.

- **Loại 4** : hai hợp kim A và B, ở trạng thái lỏng hoà tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành hợp chất hoá học $AmBn$ và hai hỗn hợp cơ học cùng tinh (hình 3.11c), thực chất đó là hai giản đồ trạng thái loại 2 ghép lại. Ví dụ Mg-Ca.



Hình 3.11. Một số loại giản đồ hệ hợp kim hai nguyên

3.3. HỢP KIM SẮT - CACBON (Fe - C)

3.3.1. Giản đồ trạng thái Fe-C

Hình 3.12 giới thiệu giản đồ trạng thái Fe - C. Trong thực tế hàm lượng C tối đa là 6,67%. Hợp kim Fe₂C có 6,67%C với tên gọi là xementit, viết tắt là Xe. Vì vậy giản đồ này còn có tên là giản đồ Fe - Fe₂C hoặc sắt - xementit (Fe - Xe).

ACB - đường lỏng, trên đường này hợp kim một pha ở trạng thái lỏng phân biệt với trạng thái hai pha lỏng và rắn.

AECF - đường đặc ứng với các điểm bắt đầu nóng chảy hoặc đông đặc hoàn toàn, dưới đường này hợp kim ở trạng thái rắn có các tổ chức một pha và hai pha nằm trong các đường biểu diễn và đường giới hạn thành phần.

GS (A₁), ES (A_m), GP, PD - các đường tương ứng chuyển biến pha ở trạng thái đặc.

PSK (A₁ = 727°C) - đường chuyển biến peclit còn gọi là đường cùng tích.

Điểm S có 0,8 %C ở 723 °C - điểm cùng tích peclit

Điểm C có 4,43 %C ở 1147 °C - điểm cùng tích ledeburit

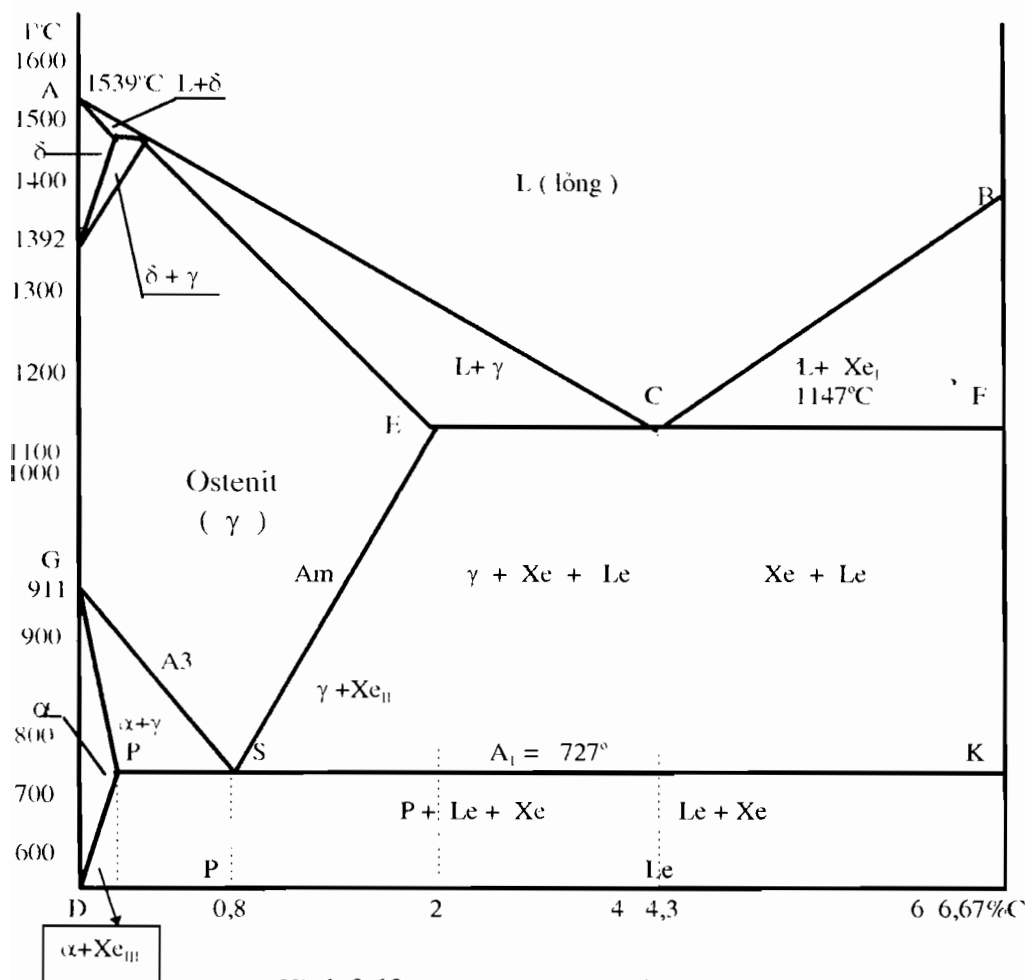
Trên giản đồ, hợp kim Fe - C có nhiều tổ chức, nhiều khu vực tương ứng với các nhiệt độ khác nhau và các giới hạn thành phần cacbon khác nhau. Có hai hợp kim Fe - C thường gặp và có nhiều ứng dụng trong thực tế là :

- + Thép C có hàm lượng C < 2%
- + Gang có hàm lượng C > 2%

3.3.2. Các tổ chức của hợp kim Fe-C

a. **Xementit (Xe)** là hợp chất hoá học của Fe và C có hàm lượng C = 6,67%, độ cứng rất cao (khoảng 800HB), giòn, khó gia công cắt gọt nhưng chịu mài mòn tốt. Do nguồn gốc tạo thành Xe, tổ chức này được kết tinh qua ba giai đoạn và tồn tại ở hầu hết các khu vực trên giản đồ và có kí hiệu là Xe₁, Xe_{II}, Xe_{III}.

b. **Ostenit (γ, O)** là dung dịch đặc xen kẽ của cacbon trong Fe_γ, lượng hòa tan C tối đa 2,14% ở 1147°C, nếu giảm nhiệt độ xuống 727°C, chỉ có 0,8% C.



Hình 3.12. Biểu đồ trạng thái sắt - cacbon (Fe - C)

Khu vực AFSG chỉ tồn tại một pha ostenit riêng biệt. Đây là một pha dẻo, dai, dễ biến dạng. Nó có ý nghĩa lớn trong gia công áp lực và nhiệt luyện.

- c. **Ferit** (α , F) là dung dịch đặc xen kẽ của cacbon trong sắt α ($Fe\alpha$) với lượng hoà tan của cacbon rất nhỏ (0.02% ở 727 °C, ở nhiệt độ thường chỉ 0.006%). Vì vậy ở nhiệt độ thường, người ta coi ferit như là Fe nguyên chất. Đây là một pha mềm, dễ biến dạng, độ bền thấp.
- d. **Peclit** (P) là hỗn hợp cơ học của F và Xe_{III}, một tổ chức hai pha. Tại điểm S, khi hạ nhiệt độ xuống 727°C cả ferit và peclit cùng kết tinh ở thể rắn tạo nên cùng tích peclit có số lượng nhiều nhất, lượng peclit giảm dần về hai phía. Cơ tính của tổ chức này phụ thuộc vào lượng Fe, Xe và hình dạng Xe (hạt hoặc tấm).

e. **Ledeburit (Le)** là hỗn hợp cơ học cùng tinh của ostenit và xementit (Fe_3C) và gọi là *hỗn hợp cùng tinh* tồn tại ở điểm C (1147°C và $4,3\%\text{C}$). Dưới 727°C một phần ostenit chuyển thành peclit. Lượng xementit nhiều nên ledeburit có độ cứng cao và giòn.

f. **Graphit (Gr)** là cacbon ở trạng thái tự do (nguyên tử). Trên giản đồ này không có mặt graphit vì nó được xây dựng theo hệ Fe - Fe_3C nhưng nó tồn tại trong một số hợp kim có C và Si hàm lượng cao, tốc độ nguội chậm. Graphit xốp, giòn, kém bền, nở thể tích khi kết tinh.

3.3.3. Thép cacbon

3.3.3.1 Khái niệm

Thép cacbon là hợp kim Fe - C với hàm lượng C $< 2\%$, ngoài ra còn có các tạp chất như Mn (hàm lượng $< 0,75\%$), Si (hàm lượng $< 0,35\%$), P ($< 0,1\%$), S (hạn chế $< 0,03\%$). Mn và Si với hàm lượng hợp lý làm tăng độ bền, độ cứng của thép và khử oxyt sat, S làm cho thép dễ nóng, P - giòn nguội. Lượng C tăng làm cho cơ tính thay đổi (độ cứng tăng nhưng độ dẻo giảm), lý và hóa tính cũng thay đổi.

Thép cacbon được sử dụng rộng rãi và là một trong những vật liệu chủ yếu của công nghiệp vì cơ tính đảm bảo, tính công nghệ tốt (dễ rèn, dập, hàn, cắt gọt, nhiệt luyện ...) và giá thành không cao lắm nhưng chỉ dùng cho những chi tiết máy chịu tải trọng nhỏ và vừa, trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp.

3.3.3.2 Phân loại

a. Theo tổ chức tế vi và hàm lượng cacbon trên giản đồ trạng thái Fe - C

- Thép cùng tinh ($\text{C} < 0,8\%$) với tổ chức là *ferit - peclit* có độ dẻo cao.
- Thép cùng tích ($\text{C} = 0,8\%$) tổ chức là *peclit*.
- Thép sau cùng tích ($\text{C} > 0,8\%$), tổ chức là *peclit và xementit*, độ cứng cao.

b. Theo hàm lượng cacbon

- Thép cacbon thấp : $\text{C} < 0,25\%$, độ dẻo cao.
- Thép cacbon trung bình : $\text{C} = (0,25 \div 0,5)\%$.
- Thép cacbon cao : $\text{C} > 0,5\%$, độ cứng cao, độ dẻo thấp.

c. Theo phương pháp luyện : thép luyện trong lò chuyển (Besme, Thomat), lò bàn (Mactin), lò điện, lò hồ quang... Cũng có thể theo phương pháp khử oxy có thép sôi, thép lặng (chất lượng thép lặng tốt hơn).

d. Theo công dụng là phương pháp phân loại phổ biến và có tính thực tiễn nhất, tạo điều kiện thích hợp cho việc sử dụng.

Theo TCVN 1765-75 quy định phân loại thép như sau :

- Thép cacbon thường (thép cacbon thông dụng) có cơ tính không cao nên chỉ dùng chế tạo những chi tiết máy, kết cấu chịu tải thấp trong giao thông vận tải, xây dựng ...

Nhóm A đặc trưng cho cơ tính, có ký hiệu : CT31, CT33, CT34, CT38, CT42, CT51, CT61. Trong đó CT là thép C thông dụng, con số tiếp theo chỉ khoảng giới hạn bền.

Ví dụ CT38 là thép C thông dụng, có giới hạn bền trung bình khoảng $\sigma_b=380\div390\text{ N/mm}^2$.

Nhóm B đặc trưng bởi thành phần hóa học, *nhóm C* đặc trưng cho cả hai chỉ tiêu cơ tính và thành phần. Ký hiệu của nhóm B và C như nhóm A nhưng thêm vào trước chữ cái B hoặc C. Ví dụ BC138, CCT38 ... Nếu là thép sôi thì thêm chữ S phía sau (ví dụ CT38S ...).

Thép cacbon kết cấu có hàm lượng cacbon chính xác, khử oxy triệt để, tạp chất P, S rất nhỏ, chất lượng tốt, cơ tính cao hơn thép CT, thường được dùng để chế tạo những chi tiết chịu lực cao hơn và được cung cấp dưới dạng bán thành phẩm. Thép cacbon kết cấu ký hiệu bằng chữ C kèm theo hàm lượng cacbon tính theo phần vạn : C08 ... C35, C45 ... Ví dụ : C45 có 0,45%C, C20 có 0,2%C ...

Thép cacbon dụng cụ là loại thép có hàm lượng cacbon cao (0,7 ÷ 1,3)%, P, S nhỏ (< 0,025%). Sau nhiệt luyện thép cacbon dụng cụ có độ cứng cao nhưng chịu nhiệt độ thấp (khoảng 250 ÷ 350°C), thường dùng để chế tạo dụng cụ cắt có tốc độ thấp như lưỡi cưa, đục, dũa, khuôn, dao, chi tiết cần độ cứng ...

Ký hiệu là CD kèm theo hàm lượng cacbon tính theo phần vạn (CD70 ÷ CD130). Ví dụ CD80A là thép cacbon dụng cụ có 0,8%C, A là chất lượng cao.

3.3.4. Gang

3.3.4.1. Khái niệm

Gang là hợp kim Fe-C với C > 2% và cao nhất cũng < 6,67% , ngoài ra còn các tạp chất như Mn, Si, P, S và các nguyên tố khác. Do hàm lượng cacbon cao, lượng xementit nhiều nên gang có độ cứng cao nhưng rất giòn, nhiệt độ nóng chảy thấp và tính đúc tốt ... nên cũng như thép, gang được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp.

Thành phần hóa học trong gang có ảnh hưởng khác so với thép cacbon. C và Si thúc đẩy graphit hóa, phân hủy Fe_3C thành Fe và C tự do khi kết tinh, ngược lại Mn lại cản trở graphit hóa tạo ra Fe_3C biến thành gang trắng nên thường thì Si = (1,5 ÷ 3)%, Mn = (0,5 ÷ 1)%. P và S là những tạp chất có ảnh hưởng xấu đến chất lượng của gang (riêng P phần nào có làm tăng tính chảy loãng và tính chống mài mòn) nên phải hạn chế (S < 0,1%, P < 0,2%). Nguyên tố cacbon quyết định tính chất của gang. Lượng cacbon càng nhiều càng dễ graphit hóa và nhiệt độ chảy càng giảm, khoảng nhiệt độ kết tinh càng hẹp làm tính chảy loãng càng tăng. Với gang cùng tính có 4,3%C, nhiệt độ chảy 1147° (thấp nhất), tính đúc tốt nhất (vì tính chảy loãng cao). Nhưng cacbon tăng làm gang cứng, giòn, giảm độ bền ... thực tế nên chọn C = (2,8 ÷ 3,8)%.

3.3.4.2 Phân loại gang

a Theo quan độ trạng thái Fe - C

- Gang trước cùng tinh ($C < 4,3\%$) tổ chức là peclit, ledeburit, xementit độ cứng thấp.
- Gang cùng tinh ($C = 4,3\%$), tổ chức là ledeburit, tính đúc tốt.
- Gang sau cùng tinh ($C > 4,3\%$), tồn tại ledeburit và xementit, độ cứng cao, nhưng giòn.

b Theo tổ chức và cấu tạo

- Gang trắng là loại gang mà hầu hết C ($C = 3 \div 3,5\%$) ở dạng liên kết Fe₃C (Xc) và mặt gãy có màu trắng. Bởi vậy gang cứng và giòn, khó gia công cắt gọt nhưng chịu mài mòn tốt, dùng chế tạo các chi tiết máy có bề mặt chịu mài mòn (bị nghiền, trục nghiền, lưỡi cày ...) và gang trắng còn dùng để luyện thép, ủ gang dẻo ...

Gang trắng được tạo thành khi có hàm lượng C, Mn... phù hợp với tốc độ kết tinh nhanh. Để tạo gang trắng điều quan trọng là phải hạn chế các nguyên tố graphit hoá (Si) và tăng cường các nguyên tố làm trắng gang (Mn, C ...). Gang trắng không có ký hiệu riêng.

- Gang xám là loại gang mà hầu hết cacbon ở dạng tự do (graphit) và mặt gãy có màu xám. Tổ chức tế vi của gang xám gồm nền cơ sở (pherit, pherit - peclit, peclit) và graphit dạng tấm. Cơ tính của gang xám phụ thuộc vào tổ chức nền, số lượng và hình dáng graphit. Gang xám có độ bền nén cao, chịu mài mòn, tính đúc tốt, có góp phần làm giảm rung động, nên được dùng nhiều để đúc các chi tiết cơ bản, lớn, phức tạp như thân máy, bệ máy, vỏ động cơ, hộp tốc độ ... Trong thực tế, ta thường biến tính gang xám để cải thiện cơ tính.

Thành phần hóa học trong gang xám thường gồm $C = (2,8 \div 3,5) \%$, $Si = (1,5 \div 3) \%$, $Mn = (0,5 \div 0,8) \%$.

Theo TCVN gang xám được ký hiệu GX kèm theo hai con số chỉ giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn. Ví dụ :

GX12 - 28, GX15 - 32, GX 18 - 36 ... có nền peclit - ferit, graphit thô, độ bền không cao, dùng chế tạo vỏ hộp, nắp che ...

GX21 - 40 , GX28 - 48 ... có graphit nhỏ mịn, cơ tính cao hơn, dùng chế tạo thân máy, bánh đà ...

GX36 - 56, GX40 - 60 ... có nền peclit, graphit được biến tính, độ bền cao dùng chế tạo xilanh, sơ mi xilanh ...

GX15 - 32 là gang xám có $\sigma_k = 150 \text{ N/mm}^2$ và $\sigma_u = 320 \text{ N/mm}^2$.

- Gang cầu có tổ chức như gang xám nhưng graphit được thu nhỏ có dạng hình cầu nên cơ tính cao hơn gang xám (đặc biệt độ bền và độ dẻo cao hơn $\sigma_k = 400 \div 1000 \text{ N/mm}^2$, $\delta = 5 \div 15\%$) và có cơ tính gần như thép có độ bền

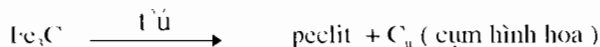
thấp nên có thể thay thế thép trong một số trường hợp để chế tạo các chi tiết trung bình và lớn với hình dạng phức tạp, chịu tải trọng trung bình như trục khuỷu, trục cán ...

Người ta cầu hoá gang xám ở trạng thái lỏng bằng chất biến tính như magiê (Mg) ... để chuyển graphit ra dạng hình cầu.

Theo TCVN ký hiệu gang cầu : GC42 -12, GC45 -15, GC50 - 2 ... trong đó GC là gang cầu, con số thứ nhất chỉ giới hạn bền kéo, con số thứ hai chỉ độ dẫn dài tương đối .

Ví dụ GC 50 - 2 là gang cầu có $\sigma_k = 500 \text{ N/mm}^2$ và $\delta = 2\%$.

- Gang dẻo là loại gang được ủ từ gang trắng để phân hủy Fe_3C thành graphit dạng cụm (hoa tuyết) tạo nên độ bền cao và độ dẻo cao gần bằng thép nên có thể thay thế thép trong một số trường hợp.



Quy trình ủ khá dài và đặc biệt khó khăn là phải tạo được gang trắng 100% trước khi ủ.

Theo TCVN ký hiệu GZ33 - 8, GZ37 -12 ... là gang dẻo nền ferit, GZ45 - 6, GZ60 - 3 ... là gang dẻo nền peclit, độ cứng cao hơn.

Ví dụ GZ33 - 8 là gang dẻo có $\sigma_k = 330 \text{ N/mm}^2$ và $\delta = 8\%$.

3.4. THÉP HỢP KIM

3.4.1. Khái niệm

Thép hợp kim là loại thép mà ngoài Fe và C còn có các nguyên tố hợp kim (như Mn, Cr, Si, Ni, Ti, W, Cu, Co, Mo ...) với một hàm lượng đủ lớn (không phải là tạp chất nữa) để làm thay đổi tổ chức, tính chất của thép và cho ta những tính chất mới đặc biệt mà thép cacbon không có. Đó là :

- Cơ, lý, hóa tính cao hơn : độ bền, độ bền nhiệt, chống mài mòn, chống ăn mòn, ít giãn nở nhiệt, thấm từ ... vì các dung dịch đặc tạo độ dẻo, cacbit hợp kim nâng cao độ cứng, vỏ ôxyt bền để chống ăn mòn, bảo vệ bề mặt sản phẩm ...

- Tính công nghệ tốt : dễ gia công, dễ nhiệt luyện...

- Giá thành cao hơn nhưng vẫn được sử dụng nhiều vì cơ tính đặc biệt nên có thể giảm khối lượng, kích thước trang thiết bị máy móc, đảm bảo an toàn vì có tính chống ăn mòn ...

3.4.2. Phân loại và ký hiệu

3.4.2.1. Theo tổng lượng hợp kim

- Thép hợp kim thấp có tổng lượng hợp kim < 2,5 %
- Thép hợp kim trung bình có tổng lượng hợp kim từ 2,5 đến 10 %

- Thép hợp kim cao có tổng lượng hợp kim $> 10 \%$

3.4.3.2. *Phân loại theo các nguyên tố hợp kim chủ yếu như thép Si, thép Mn, thép Ni, thép Cr-Mn, thép Cr-Mn-Si, thép Cr-Ni ...*

3.4.3.3. *Phân loại theo công dụng*

a. *Thép hợp kim kết cấu* là loại thép trên cơ sở thép cacbon kết cấu ($C=0,1 \div 0,85\%$) có thêm các nguyên tố hợp kim với hàm lượng thấp. Loại này có độ bền cao, độ dẻo, độ dai và chạm tốt nên dùng cho những chi tiết chịu lực cao.

Thép hợp kim có hàm lượng cacbon thấp, trung bình gồm :

- *Nhóm thép C* là loại thép hợp kim có hàm lượng $C \leq 0,25\%$ như : 15Cr, 20CrNi...

- *Thép hoá tốt* có hàm lượng $C = 0,3 \div 0,5\%$, có tính nhiệt luyện tốt như, 35CrMnSi, 40Cr ...

- *Thép lò xo* có hàm lượng C cao ($0,5 \div 0,7 \%$), nguyên tố hợp kim chủ yếu là Mn, Si hàm lượng khoảng $1 \div 2\%$, có tính đàn hồi cao như 50Si2, 65MnSi2 ...

- *Thép vòng bi* có hàm lượng C cao (khoảng 1%), nguyên tố hợp kim chủ yếu là Cr ($0,5 \div 1,5\%$), ít P, S ($P < 0,03\%$, $S < 0,02\%$), ví dụ : 01Cr0,6 và 01Cr1,5 ... 01 là thép ổ lăn, thành phần có $0,6\%$ và $1,5\%$ Cr.

b. *Thép hợp kim dụng cụ* là loại thép cần có độ cứng cao, sau nhiệt luyện đạt $60 \div 62$ HRC, chịu nhiệt và chịu mài mòn tốt. Hàm lượng $C = 0,7 \div 1,1\%$ với các nguyên tố hợp kim là Cr, Si, Mn, W...

Các loại thép này dùng chế tạo dụng cụ cắt có năng suất thấp với tốc độ thấp (khoảng $V = 10 \div 15$ m/ph), nhiệt độ $< 250^\circ\text{C}$ như các loại dũa, lưỡi cưa, đục, taro, bàn ren ...

Ví dụ : 9CrSi, CrMn, CrWMn ...

- *Thép gió* là dạng thép hợp kim đặc biệt có độ cứng, độ bền cao, chịu mài mòn và chịu nhiệt tốt (đến 650°), dùng chế tạo dụng cụ cắt có năng suất cao và các chi tiết máy có yêu cầu đặc biệt. Thành phần thép gió thường có hàm lượng hợp kim cao như : ($8,5 \div 9$)%W, ($3,8 \div 4,6$)%Cr, ($5 \div 10$)%Co, ($1 \div 5$)%V... Tốc độ cắt có thể đạt $V = (25 \div 35)$ m/ph, tăng 8 ÷ 12 lần so với thép cacbon dụng cụ. Thí dụ 90W9V2, 75W18V, 140W9V5, 90W18V2...

c. *Thép hợp kim làm khuôn*

- *Khuôn dập nguội* làm việc với tốc độ nhỏ, ở nhiệt độ thấp ($200 \div 300^\circ\text{C}$), nhưng chịu được ma sát lớn và tải trọng va đập, độ cứng yêu cầu ($58 \div 64$) HRC. Đặc điểm chung là hàm lượng C cao. Ví dụ : Cr12, Cr6WV... (có thể dùng CD100, CD110, CD120 ...).

- *Khuôn dập nóng* ngoài những yêu cầu trên còn cần đảm bảo độ bền nhiệt. Thường dùng loại thép có hàm lượng $C = (0,3 \div 0,5)\%$ và được hợp kim hoá bởi các nguyên tố Cr, Ni, W, V... Độ cứng yêu cầu ($45 \div 50$) HRC. Ví dụ : làm

việc ở nhiệt độ $\leq 500^{\circ}\text{C}$, thường dùng 5CrNiMo, 5CrMnMo, 5CrNiTi ... , ở nhiệt độ $> 500^{\circ}\text{C}$, thường dùng 3Cr2W8, 4Cr5W2Si ...

d. *Thép hợp kim đặc biệt* là các loại thép có những tính chất đặc biệt để dùng vào vào những mục đích riêng biệt trong các lĩnh vực khác nhau.

Thép không gỉ có khả năng chống lại các môi trường ăn mòn (hóa học, nước biển, điện hóa ...). Trong thép có nhiều pha, mỗi pha có điện thế điện cực khác nhau mà trong môi trường điện li tạo các pin điện tế vi để chống lại sự ăn mòn, ví dụ 12Cr13, 30Cr13, 12Cr18Ni9, 12Cr18Ni9Ti, 9Cr18Mn14Ni3Ti ...

Thép bền nhiệt là các loại thép làm việc ở nhiệt độ cao mà không làm thay đổi cơ tính, không bị oxy hoá. Để chống oxy hoá người ta dùng Cr, Al, Si... vì chúng tạo nên các oxit bền vững (Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 ...), để tạo độ bền nhiệt ta dùng W, Mo ... Ví dụ :

+ Thép peclit chịu được nhiệt độ ($300 \div 500$) $^{\circ}\text{C}$: 12CrMo, 12CrMoV, 04Cr9Si2 ...

+ Thép ostenit chịu nhiệt độ ($500 \div 700$) $^{\circ}\text{C}$: 10Cr18Ni12Nb , 04Cr14Ni14W2Mo..

+ Thép microm chịu nhiệt $> 800^{\circ}\text{C}$ nhưng độ bền thấp dùng chế tạo các chi tiết chịu nhiệt nhưng không chịu lực như dây dẫn, dây điện trở : 10Cr20Ni80, 10Cr15Ni60 ...

- *Thép kỹ thuật điện* như thép điện trở, thép từ tính, thép không từ tính, thép giãn nở đặc biệt như FeCr2, FeCr3, FeAlNi2, ENi50, ENi38Si38...

3.5. HỢP KIM CỨNG

3.5.1. Khái niệm

Hợp kim cứng là những loại vật liệu được sử dụng nhiều hiện nay, được chế tạo từ dạng bột cacbit (CW - cacbit vonfram, CTi - cacbit titan, CTa - cacbit tantan) cùng với bột coban (Co) làm chất dính kết được ép định hình thành các mảnh (với áp lực $100 \div 400 \text{ MN/m}^2$) rồi thiêu kết. Ở nhiệt độ cao (khoảng 1500°C) Co chảy ra liên kết bột cacbit lại thành những mảnh có độ cứng rất cao (không cần nhiệt luyện cũng đạt $85 \div 92 \text{ HRC}$), có thể làm việc ở nhiệt độ khoảng 1000°C , thường dùng chế tạo dụng cụ cắt gọt, khuôn kéo, các bề mặt chịu ma sát, mài mòn ... nhưng cần chú ý tính dẫn nhiệt kém và độ giòn.

3.5.2. Phân loại

a. *Nhóm một cacbit*, thành phần gồm CW và Co. Theo ký hiệu của Nga có BK2 ... BK25 trong đó B là CW và K là Co với hàm lượng % là những con số kèm theo. Ví dụ BK8 là hợp kim cứng một cacbit với 8%Co và 92%CW.

Nhóm này thường dùng chế tạo dụng cụ gia công gang, hợp kim màu hoặc làm khuôn kéo, ép kim loại ...

b. *Nhóm hai cacbit* thành phần gồm C^{Ti}, C^W với chất dính kết Co, gồm T30K4, T15K6, T14K8, T5K10 ... trong đó T là C^{Ti}, K là Co với thành phần % là các con số kèm theo, ví dụ T15K6 là hợp kim cứng hai cacbit có 6%Co, 15%C^{Ti} và 79%C^W. Nhóm này có độ dẻo thấp hơn nhóm một cacbit, thường dùng chế tạo dụng cụ cắt thép...

c. *Nhóm ba cacbit* thành phần gồm C^{Ti}, C^{Ta}, C^W với chất dính kết Co, gồm T17K12 (có thêm 3% C^{Ta}), T10K8 (có thêm 7% C^{Ta}) ... ví dụ T17K12 là hợp kim cứng ba cacbit có 12%Co, 4%C^{Ti}, 3%C^{Ta} và 81%C^W.

Theo ISO hợp kim cứng được kí hiệu tương ứng với ba nhóm trên là P01, P10, P20, P30, P40, P50 ; M10, M20, M30, M40 ; K01, K10, K20, K30.

3.6. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MẪU

Kim loại màu và hợp kim của chúng có những tính chất đặc biệt (tính dẻo cao, cơ tính cao, chịu mài mòn, chống ăn mòn, dẫn điện, dẫn nhiệt tốt ...) nên được sử dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau.

3.6.1. Đồng (Cu) và hợp kim của đồng

a. *Đồng* có tính dẫn nhiệt ($\alpha = 0.923 \text{ cal / cm.s}^{\circ}\text{C}$), dẫn điện tốt ($\rho = 0,0178 \Omega.\text{mm}^2 / \text{m}$), chống ăn mòn, chống mài mòn và dễ gia công áp lực (dát mỏng, kéo sợi ... đến 0,05mm), nhiệt độ nóng chảy 1083°C , khối lượng riêng $\gamma = 8,94 \text{ g/cm}^3$, độ bền thấp ($\sigma_b = 160 \div 170 \text{ N/mm}^2$), độ dẻo cao ($\delta = 40 \div 50\%$). Ở nhiệt độ cao Cu dễ bị ôxy hoá hơn thép, nó chịu bền trong môi trường kiềm nhưng dễ bị ăn mòn trong môi trường axit .

Để nâng cao độ dẻo có thể ủ kết tinh lại ở nhiệt độ $< 700^{\circ}\text{C}$.

Theo ký hiệu Nga ta có M00 có 99,99%Cu ; M0 có 99,95%Cu ; M1 có 99,9%Cu ; M2 có 99,7%Cu ; M3 có 99,5%Cu ; M4 có 99%Cu .

b. *Hợp kim đồng*

Đồng thau là hợp kim của Cu và Zn với hàm lượng $\text{Zn} \leq 45\%$. Đồng thau đơn giản, chỉ gồm Cu và Zn, ví dụ loại đồng thau 62 có 62%Cu và 38%Zn, loại đồng thau 70 có 70%Cu và 30%Zn ... Cơ tính phụ thuộc vào hàm lượng Zn. Khi Zn tăng độ dẻo tăng, nhưng nếu hàm lượng $\text{Zn} > 39\%$ sẽ làm tăng độ cứng, giảm độ dẻo. Đồng thau phức tạp có thêm các nguyên tố Si, Pb, Sn, Al, Ni ... sẽ làm tăng độ bền, độ dẻo (ví dụ, loại đồng thau 80-3-3 có 3%Si, 3%Pb, 14%Zn).

- *Đồng thanh* là hợp kim của Cu với các nguyên tố khác trừ Zn . Người ta phân biệt đồng thanh theo nguyên tố hợp kim chủ yếu đưa vào.

+ *Đồng thanh thiếc* là hợp kim của Cu và Sn với khoảng dưới 15% Sn. Hợp kim này được dùng sớm nhất. Cơ tính của nó phụ thuộc vào hàm lượng Sn. Nếu $Sn < 5\%$ độ dẻo cao, khi $Sn > 5\%$ độ dẻo bắt đầu giảm dần. Trong thực tế người ta thường dùng đồng thanh có $Sn < 8\%$. Nó có tính chảy loãng cao, độ co nhỏ nên tính đúc tốt, tính chống mài mòn cao hơn đồng thau. Khi Sn tới 10% hợp kim đạt độ cứng cao, giòn ma sát nên được dùng để làm ổ trục.

+ *Đồng thanh nhôm* là hợp kim của Cu + Al (5-10%), ngoài ra còn có Fe, Mn, Ni ... để cải thiện thêm một số tính chất của nó. So với đồng thanh thiếc, đồng thanh nhôm có độ bền cao hơn, tính chống ăn mòn hóa học tốt hơn (trong nước biển hay nhiệt độ cao). Cơ tính của nó phụ thuộc vào hàm lượng nhôm, nhưng khi Al > 11% thì hợp kim này quá giòn nên không dùng vì tính đúc kém, độ co lớn.

+ *Đồng thanh silic* là hợp kim của Cu với Si, có cơ tính và tính đúc tốt hơn đồng thanh thiếc, tính chống ăn mòn tốt.

+ *Đồng thanh beri* với hàm lượng Be = $2 \pm 5\%$, có tính dẫn điện tốt, chống ăn mòn và đàn hồi cao, tính hàn và cắt gọt tốt, dùng làm lò xo, nhíp, màng ... Nếu tôi ở 800°C , hoá già ở 325°C trong khoảng $2 \pm 2,5$ giờ sẽ đạt độ bền 1500 MN/mm^2 , độ cứng (38 ± 41) HB. Cần chú ý là giá thành của đồng thanh beri cao nên có thể thay thế Be bằng Ti (5%) để có giá thành rẻ hơn. Đồng thanh Ti có thể làm việc ở nhiệt độ ($500 \pm 550^{\circ}\text{C}$).

+ *Đồng thanh chì* là hợp kim của đồng và chì với hàm lượng Pb = $25 \pm 30\%$, có tính chống mài mòn cao.

+ *Đồng đen* là hợp kim của Cu và Zn hoặc Pb, Al, Si ..., là vật liệu chống ma sát rất quan trọng, có tính chống ăn mòn và mài mòn cao, tính công nghệ cao (tính đúc tốt, độ dẻo cao, dễ gia công cắt ...), được sử dụng rộng rãi để làm ổ trượt, mặt trượt, trục vít, bánh vít, các thiết bị chứa nước, hơi nước, dầu mỡ...

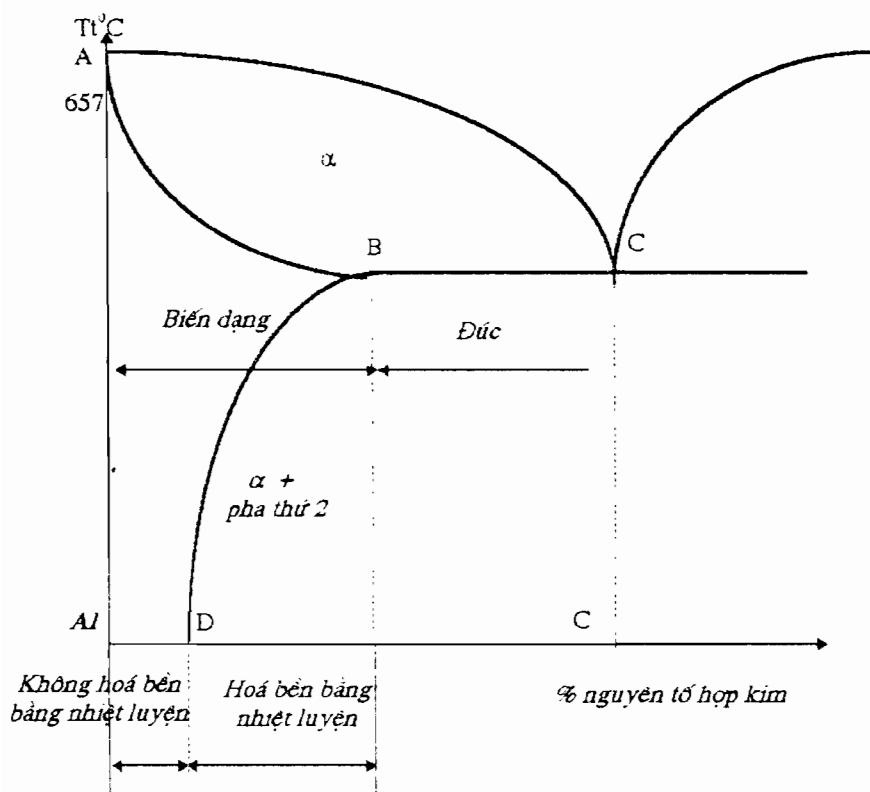
+ *Bacbit* là hợp kim ổ trục gồm Sn, Pb và $10 \pm 15\%$ Sb, $1,5 \pm 6\%$ Cu, có đặc trưng rất dẻo, hệ số ma sát nhỏ, chịu áp lực nên bảo vệ ổ trục ít bị mòn, lưu thông dầu mỡ trên các bề mặt tiếp xúc, dễ bôi trơn, thường dùng làm các ổ trục chịu áp lực và tốc độ lớn.

3.6.2. Nhôm (Al) và hợp kim của nhôm

a. *Nhôm* là kim loại nhẹ có khối lượng riêng $\gamma = 2,7 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ chảy $T_{\text{ch}} = 658^{\circ}\text{C}$, tính dẫn nhiệt tốt, độ bền thấp ($\sigma = 60 \text{ N/mm}^2$), độ dẻo cao, độ cứng thấp (khoảng 25HB), chống ăn mòn tốt. Lớp ôxyt nhôm trên bề mặt bảo vệ kim loại không bị ăn mòn trong môi trường không khí ở nhiệt độ bình thường.

Nhôm tinh khiết Al 999 có 99,999% Al ; loại Al 995 có 99,995% Al ; A99 có 99,99% Al ; A95 có 99,95% Al ... Loại thường Al8 có 99,8% Al ; Al7 có 99,7% Al ...

Nhôm kỹ thuật hay nhôm đúc Al 5 có 99,5% Al ; Al 0 có 99% Al ...



Hình 3.13. Biểu đồ trạng thái hệ hợp kim nhôm

b. Hợp kim nhôm

Để có độ bền cao người ta thường dùng nhôm ở dạng hợp kim.

- Hợp kim nhôm biến dạng là hợp kim có thành phần nguyên tố hợp kim nằm trong khu vực dung dịch rắn (hình 3.13).

Khi nung lên trên đường BD chỉ còn một pha nên dễ biến dạng. Khi nung nóng hay làm nguội đều không có chuyển biến pha nên không nhiệt luyện được. Vùng bên phải D có sự chuyển biến pha khi làm nguội nên hoá bền được. Khi làm nguội nhanh ta nhận được tổ chức không cân bằng làm độ bền tăng.

Cơ sở của những hợp kim nhôm không hoá bền được là hệ hợp kim Al-Mn và Al-Mg còn hệ hợp kim nhôm hoá bền được là Al-Cu (với hàm lượng khoảng 4% Cu).

Đuara (Δ) là hệ hợp kim nhôm biến dạng điển hình gồm Al-Cu-Mg (4%Cu, 1% Mg) và các nguyên tố khác Mn, Fe, Si, trong đó pha CuAl_2 là một pha hoá bền khi nhiệt luyện, nhược điểm của đuara là tính chống ăn mòn kém.

Theo ký hiệu của Nga. Δ1, Δ6, Δ16, Δ18...thường dùng là Δ16 có thành phần

và cơ tính cho trong bảng 3.2.

- *Hợp kim nhôm đúc* thường dùng là hệ Al-Si, Al-Cu-Si ... còn gọi là *Silumin* (có loại đơn giản AA2 ... và phức tạp AA25 ...), thành phần và ứng dụng cho trong bảng 3.3.

Bảng 3.2. Thành phần và cơ tính của A16

Cu	Mg	Mn	Si	Fe	σ_b N/mm ²	δ %	HB
3,8÷4,9	1,2 ÷1,8	0,3 ÷ 0,9	< 0,5	< 0,5	220	18	50
* Sau khi tôi và hoá già tự nhiên					470*	17*	105*

Bảng 3.3. Kí hiệu, thành phần, ứng dụng của vài loại hợp kim nhôm đúc

Kí hiệu	Thành phần (%)							Ứng dụng
	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Si	Sn	
AA2	8 ÷ 10,5	0,17 ÷ 0,3	0,25 ÷ 0,5					Đúc chi tiết máy
AA25	11 ÷ 13	0,8 ÷ 1,3	0,3 ÷ 0,6	1,5 ÷ 3	0,5	0,5 ÷ 0,2	≤ 0,02	Đúc pítông

3.6.3. Niken (Ni) và hợp kim của niken

Niken có độ bền cơ học, độ dẻo, độ dai va chạm tốt, chịu được nhiệt độ cao, dễ thấm từ, chống ăn mòn hóa học tốt, khối lượng riêng 8,9g/cm³, nhiệt độ chảy 1455°C, hệ số dẫn nhiệt 0,14 cal/cm.s.°C, điện trở suất 0,092Ωmm²/m. Hợp kim niken có thêm các nguyên tố Cu, Al, Fe nên được dùng chế tạo dây niken, các bán thành phẩm, mạ, thiết bị thực phẩm, dược phẩm ...

3.6.4. Kẽm (Zn) và hợp kim của kẽm

Kẽm để tạo lớp oxýt kẽm để bảo vệ và chống ăn mòn cho bề mặt kim loại, nhiệt độ chảy 420°C, điện trở suất 0,062Ωmm²/m, hệ số dẫn nhiệt 0,3cal/cm.s.°C, thường dùng tráng phủ lên bề mặt kim loại để chống ăn mòn, ôxy hóa.

3.6.5. Thiếc (Sn) và hợp kim của thiếc

Hàm lượng thiếc trong vỏ trái đất chiếm 0,0006%, là một nguyên tố hiếm, tỷ trọng $\gamma = 7,3$ g/cm³, nhiệt độ chảy 232°C, độ cứng thấp (5 ÷8 HB) và giảm theo nhiệt độ tăng (ở 180°C là 1,8 HB), độ dẻo cao. Sau khi gia công áp lực ở trạng thái nguội, độ cứng tăng nhưng sau một thời gian lại phục hồi, trở về trạng thái cũ. Hợp kim thiếc dùng tráng lên bề mặt kim loại (sắt tây) để dùng trong công nghiệp đồ hộp vì chống ăn mòn tốt, làm ổ trượt, vậy hàn. Các loại thiếc chủ yếu :

Thiếc 01: 99,9% Sn ; 0,1% tạp chất (Fe, Cu, Pb) dùng để tráng lên bề mặt lá kim loại;

Thiếc 02: 99,5% Sn ; 0,5% tạp chất, dùng chế tạo thiếc hàn ...

3.6.6. Chì (Pb) và hợp kim của chì

Chì có khối lượng riêng $\gamma = 11,34 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ chảy 327°C , hệ số dẫn nhiệt $0,093 \text{ cal/cm.s.}^\circ\text{C}$, điện trở suất $0,206 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Chì rất mềm, không bị ăn mòn trong một số axit, hoà tan trong HNO_3 , H_2SO_4 , HCl tạo lớp muối mỏng ngăn cản phản ứng sâu hơn, chống phóng xạ tốt, độ bền kém (chì có thể ép sợi).

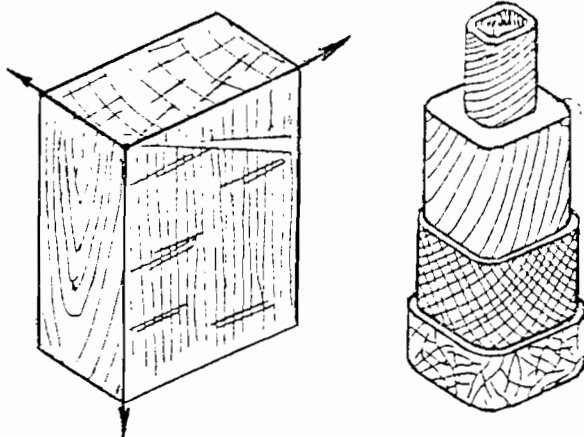
3.6.7. Magiê (Mg) và hợp kim magiê

Magiê là kim loại nhẹ, khối lượng riêng $1,738 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ nóng chảy 650°C , sôi và bốc hơi khoảng trên 1200°C , hệ số dẫn nhiệt $0,37 \text{ cal/cm.s.}^\circ\text{C}$, điện trở suất $0,047 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Hợp kim Mg có độ bền cao, tính công nghệ tốt (dễ gia công cắt, dễ gia công nóng, dễ hàn ...) là loại vật liệu không bị nhiễm từ và không phát quang khi va đập hoặc ma sát nên sử dụng rất an toàn trong ngành hàng không và nhiều lĩnh vực khác.

3.7. VẬT LIỆU PHI KIM

3.7.1. Khái niệm

Trong những thập kỷ gần đây, vật liệu phi kim được sử dụng một cách rộng rãi cả trong công nghiệp và trong đời sống hàng ngày, bởi vì nó có những đặc điểm nổi bật mà kim loại không có được. Các loại vật liệu phi kim thường dùng trong kỹ thuật và dân dụng gồm gỗ, cao su, chất dẻo, amian, dầu mỡ, sơn ...



Hình 3.14. Gỗ và thớ gỗ

3.7.2. Gỗ

Khối lượng riêng $\gamma = 0,35 - 0,75 \text{ g/cm}^3$, gỗ là loại vật liệu sản có và được sử dụng nhiều ở Việt Nam trong công nghiệp cũng như trong đời sống.

Cổ dễ gia công (cưa, xé, bào, đục...). độ bền, độ cứng thấp và không đồng đều (tùy theo loại gỗ và thớ của chúng - hình 3.14), dễ thấm nước, dễ cong, vênh, trương, nứt; dễ cháy, mục ... Sau khai thác, gỗ cần ngâm, sấy, sấy khô, tạo bán thành phẩm (gỗ tròn, ván hộp, gỗ dán v.v...).

Trong công nghiệp, gỗ được dùng sản xuất các đồ dùng sinh hoạt, đóng thùng, toa xe trong giao thông vận tải, dùng làm bao bì trong công nghiệp tiêu dùng ...

Có thể phân gỗ ra các nhóm từ 1 ÷ 4, tùy theo tính chất của gỗ.

3.7.3. Cao su

Cao su là loại vật liệu dẻo, đàn hồi (độ giãn dài khi kéo đạt tới 700÷800%) và được dùng nhiều trong công nghiệp để chế tạo các chi tiết giảm chấn, cách điện, cách âm, chế tạo sam lốp, đệm, đệm kín, ống dẫn, khớp trục ... Cao su bao gồm cao su tự nhiên, cao su nhân tạo (tổng hợp như buna, neopral, butyl, hypalon, elastomer ...). Để tăng độ bền người ta tiến hành lưu hoá, khi lượng S cao tới 45% ta được loại vật liệu cách điện rất tốt và rất bền trong môi trường hoá chất đó là ebônít.

3.7.4. Chất dẻo

a. Đặc điểm

Chất dẻo là sản phẩm được tổng hợp từ các chất hữu cơ, cao phân tử, nhựa tổng hợp, dầu mỏ, than, khí đốt ... Nói chung chất dẻo có cơ, lí, hoá tính, tính công nghệ tốt, đáng quý, rẻ và sẵn. Hiện nay chất dẻo đã và đang được sử dụng nhiều trên thế giới, trong các ngành công nghiệp, sản xuất hàng tiêu dùng, chế tạo các chi tiết máy, thay thế kim loại.

Chất dẻo có những tính chất cơ bản sau:

- Một số vật liệu đảm bảo cơ tính cao (độ bền, độ dẻo, độ cứng, độ chịu mài mòn, tính đàn hồi, độ dai va đập, độ giãn dài ...).
- Lý tính: nhẹ, cách điện, cách nhiệt tốt, không thấm từ, không hút nước ...
- Mỹ thuật: bóng đẹp, màu sắc hấp dẫn và theo ý muốn ...

b. Phân loại

- *Chất dẻo không chịu nhiệt* có nhiệt độ nóng chảy thấp, dùng chế tạo những chi tiết làm việc ở nhiệt độ thấp.

+ PE (Polyethylene, tên thương mại là Alkalene, Plastylene, Polytene), có $\sigma_b = 12 \text{ N/mm}^2$ được dùng trong các lĩnh vực công nghiệp thực phẩm, được phẩm, chế tạo phim ...

+ PP (Polypropylene)

+ PVC (Polychlorure de vinyl, tên thương mại Lucovyl, Rhovilite, Pecmali), giới hạn bền khoảng $\sigma = 60 \text{ N/mm}^2$, sử dụng trong các lĩnh vực công nghiệp, chế tạo ống ...

+ **PS** (*Polystyrene*, tên thương mại *Afcolene, Lustrex, Polystyrol*), $\sigma_b \leq 50$ N/mm², được sử dụng trong các lĩnh vực chế tạo dụng cụ gia đình, đồ chơi ... Các loại thủy tinh hữu cơ (*Acrylique, Plexiglass, Atuglas, Atrdur, Loelite*) có $\sigma = 65$ N/mm², dùng chế tạo các dụng cụ thủy tinh, lăng kính, kính ô tô, kính máy bay, tàu thủy, dụng cụ y tế, các loại chi tiết chịu va đập, cần dẫn ...

+ **PA** (*Polyamid*, tên thương mại *Nilon, Perdon, Rilsan*), $\sigma = 60$ N/mm². Lĩnh vực ứng dụng : chế tạo các chi tiết chịu lực như bạc trục, bánh răng, khớp nối, vỏ bọc ...

Chất dẻo cứng chịu nhiệt là loại chất dẻo giữ được hình dạng ở nhiệt độ cao, tồn tại dưới dạng bán thành phẩm như bột, thanh, tấm... và dạng thành phẩm như ống, các sản phẩm đúc, ép, hàn, dán ...

+ **PF** (*Phenoplate*, tên thương mại *Bakelit*), $\sigma = 60 \div 100$ N/mm², được dùng để chế tạo các chi tiết có độ bền cao, chịu nhiệt, chế tạo vũ khí ...

+ **EP** (*Epoxyde*, tên thương mại *Delym, Araldit, Epicote*), có độ bền cao, chịu nhiệt được dùng dán bọc kim loại, nối kim ...

+ **UP** (*Ammoplate*)

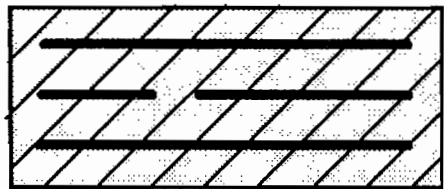
+ **MF** (*Melamin Phormadehyd*)

3.7.5. Vật liệu kết hợp (*Composit*)

Vật liệu kết hợp gồm hai hay nhiều loại vật liệu khác nhau kết hợp lại để tạo những ưu điểm đặc biệt của mỗi loại hoặc loại vật liệu đáp ứng những yêu cầu đặc biệt (ví dụ, thép có độ bền cao nhưng khối lượng riêng lớn, nhiệt độ sử dụng thấp - khoảng dưới $0,51_{chuy}$; chất dẻo chống ăn mòn, độ dẻo cao, khối lượng riêng nhỏ, nhưng độ bền kém,

chịu nhiệt thấp; gốm, sứ, thủy tinh... độ bền cao, độ cứng cao, chịu nhiệt tốt nhưng giòn và đàn hồi kém, sợi thủy tinh độ bền cao - khoảng $1200 \div 1300$ MN/ m²...).

Chất dẻo liên kết với thủy tinh cho ta vật liệu bền, dẻo, chống ăn mòn.



Hình 3.15. Vật liệu kết hợp

Vật liệu liên kết thường gồm hai phần chính là cốt và nền.

- *Cốt* : chịu tải, cần độ bền cao, thường là các sợi thủy tinh, graphit, bo, sợi hoặc hạt cacborun, gốm, các sợi thép, râu đơn tinh thể...

- *Nền* : chất dính kết, tạo liên kết cho cốt.

Vật liệu nền thông dụng là các chất dẻo hoặc kim loại có độ dẻo cao như Al, Cu ... (hình 3.15).

Kevlar dùng trong công nghiệp hàng không, hàng hải ... , có môđun đàn hồi $E = 60 \div 130$ MN/m², $\sigma_k = 2700 \div 3600$ N/mm², $\delta\% = 4,5 \div 2$, $\gamma = 1,45$ g/cm³,

nhệt độ thường dùng khoảng 200°C , nhiệt độ giới hạn $400 + 500^{\circ}\text{C}$.

Tectolit là một loại chất dẻo dẹt vải, độ bền cao, chống mòn. cách điện... dùng chế tạo bánh răng, bạc, lót trục...

Gietinac là chất dẻo dẹt giấy, độ bền kém nhưng rẻ, dùng chế tạo vật liệu điện. Chất dẻo ép gỗ, dùng làm vòng đệm, lót ổ...

3.8. VẬT LIỆU CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT GỌT

3.8.1. Yêu cầu

- *Độ cứng* phải cao hơn vật liệu gia công mới cắt gọt được ($\text{HRC} > 60$).
- *Độ bền cơ học chịu va đập* là khả năng chịu lực khi làm việc mà không bị phá hủy.
- *Độ bền nhiệt* là khả năng giữ được tính chất cơ lý... nhất là độ cứng và độ bền ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài vì trong quá trình cắt nhiệt độ vùng cắt đạt khoảng 1000°C nên dao bị mòn nhanh và làm giảm năng suất cắt ...
- *Tính chịu mài mòn* do ma sát giữa dao và phôi, giữa dao và phôi rất lớn, sinh nhiệt và mài mòn cả mặt trước và mặt sau của dao. Nhiệt độ càng cao, tốc độ mài mòn càng nhanh và càng mãnh liệt hơn nên dao cần có tính chịu mài mòn cao để tăng thời gian làm việc của dụng cụ cắt mà ta gọi là *tuổi bền* của dao.
- *Tính công nghệ* là khả năng dễ gia công, biến dạng, tạo hình, mài sắc, xử lý (ép, hàn, rèn, nhiệt luyện...), ngoài ra còn là khả năng chịu va đập, chịu ăn mòn và có tính kinh tế.

3.8.2. Các loại vật liệu chế tạo dụng cụ cắt

3.8.2.1. *Thép cacbon dụng cụ (CD)* có hàm lượng $\text{C} = (0,7 + 1,3)\%$, sau nhiệt luyện đạt $(60 + 62) \text{ HRC}$, dễ rèn đập, dễ cắt gọt, dễ mài sắc, đạt độ bóng cao, nhưng dễ cong vênh, nứt, tính chịu nhiệt thấp, dùng chế tạo dụng cụ làm việc với tốc độ $< 35\text{m/phút}$ như đục dũa, lưỡi cưa, khuôn, dụng cụ đo ...

3.8.2.2. *Thép hợp kim dụng cụ* có hàm lượng $\text{C} = (0,8 + 1,4)\%$ và chứa một hàm lượng lớn các nguyên tố hợp kim, sau nhiệt luyện có thể đạt $(62 + 65) \text{ HRC}$, độ bền cơ học cao, chịu va đập tốt có thể làm việc ở nhiệt độ $300 + 400^{\circ}\text{C}$, nên có thể tăng tốc độ lên $1,2 + 1,4$ lần so với CD. dùng phổ biến là các loại thép 90CrSi , 90CrWMn , 100Cr12Mo v.v... để chế tạo các loại dụng cụ cắt, dụng cụ đo, khuôn, cối, chày đập bột ...

3.8.2.3. *Thép gió* với độ cứng sau khi tôi có thể đạt $(62 + 65) \text{ HRC}$, chịu mài mòn tốt, là loại thép hợp kim dụng cụ chất lượng cao, có thể làm việc bình thường ở nhiệt độ $550^{\circ} + 600^{\circ}\text{C}$, tuổi bền cao hơn $8 + 15$ lần, nên có thể tăng tốc độ cắt lên $2 + 4$ lần so với CD. thường dùng 90W9V2 , 75W18V ... và nhóm có năng suất cao như 100W18V2 , 90W18Co5V2 , 130W10Co5V5 ...

3.8.2.4 *Hợp kim cứng* có độ cứng rất cao, có thể đạt $(86 \div 92)$ HRC, chịu được nhiệt độ khoảng 1000°C , do đó có thể tăng tốc độ lên $2 \div 3$ lần so với thép gió. Các loại hợp kim cứng thường dùng: BK, TK, TTK hoặc P01, P10, P20, P30, P40, P50, M10, M20, M30, M40, K01, K10, K20, K30...

3.8.2.5 *Vật liệu gốm (sứ)*

Thành phần chủ yếu của nhóm vật liệu này là oxit nhôm (Al_2O_3), có độ cứng rất cao (khoảng $89 \div 96$ HRC), chịu mài mòn tốt, có thể làm việc ở nhiệt độ 1200°C , ma sát rất nhỏ, có thể tăng tốc độ cắt đến 4000 m/phút. Đây là loại vật liệu có tính năng tốt, giá thành rất rẻ, nhưng rất giòn, bị va đập dễ gãy vỡ (độ bền uốn khoảng 400 MN/m^2) nên việc sử dụng bị hạn chế. Mạnh dao sứ, hiện mới chỉ dùng cho gia công tinh các chi tiết có bề mặt liên tục, không gây va đập hoặc rung động.

3.8.2.6 *Kim cương*

Kim cương là vật liệu có tính năng quý nên được sử dụng trong nhiều lĩnh vực. Kim cương tự nhiên hiếm, giá thành cao nên việc sử dụng bị hạn chế. Chỉ sau khi tổng hợp được kim cương nhân tạo (khoảng năm 1958) mới mở ra khả năng sử dụng rộng rãi kim cương vào nhiều lĩnh vực, đặc biệt là chế tạo dụng cụ cắt, dụng cụ mài, đánh bóng, dụng cụ đo ...

Người ta tổng hợp kim cương với áp suất rất cao (hàng chục ngàn atm) ở nhiệt độ trên 2000°C .

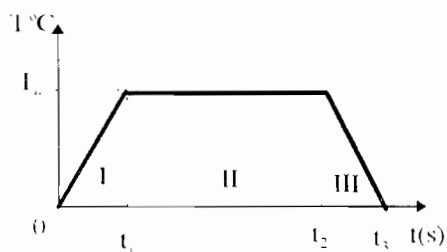
Kim cương có hệ số ma sát nhỏ, chịu mài mòn tốt, làm việc ở nhiệt độ cao (1000°C) có độ cứng cao hơn so với hợp kim cứng đến $5 \div 6$ lần, tính dẫn nhiệt tốt (cao hơn $1,5 \div 2,5$ lần so với hợp kim cứng), dùng chế tạo các loại dao gia công tinh, đá mài, dao sửa đá mài, dao cắt kính, dao tiện và các loại dụng cụ khác để gia công hợp kim cứng, kim loại, hợp kim màu, các loại gốm, sứ, đá, thủy tinh...

3.9. NHIỆT LUYỆN

3.9.1. *Thực chất, đặc điểm*

Nhiệt luyện là một quá trình xử lý nhiệt kim loại để làm thay đổi tính chất của chúng bằng cách nung nóng đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt một thời gian sau đó làm nguội với tốc

độ khác nhau theo một chế độ xác định nhằm cải thiện tổ chức, cho ta cơ tính, tính công nghệ mới, khử ứng suất dư ... tạo cho kim loại những tính chất theo yêu cầu. Hình 3.16 giới thiệu đồ thị quá trình nhiệt luyện.



Hình 3.16. Quá trình nhiệt luyện

Nhiệt độ nung (T_n) tùy thuộc vào từng loại vật liệu và phương pháp nhiệt luyện sử dụng. Khi nung cần chọn chế độ nung nóng thích hợp để tránh cong, vênh, biến dạng, nứt.

Thời gian giữ nhiệt ($t_1 \div t_2$) để nhiệt độ đồng đều trên toàn bộ tiết diện của sản phẩm, thời gian giữ nhiệt phụ thuộc vật liệu, phương pháp nung, hình dạng, kích thước sản phẩm.

Làm nguội được quyết định bởi tốc độ làm nguội nhờ các môi trường khác nhau và kết quả chúng ta có các phương pháp nhiệt luyện khác nhau.

Khi làm nguội thép cacbon, γ sẽ được phân hủy theo đường cong chữ C (hình 3.18).

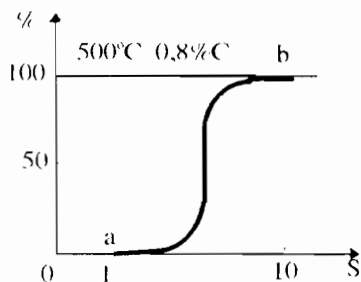
a. Sự biến hóa đẳng nhiệt của γ

Nung thép cacbon lên trên nhiệt độ 727°C (đường A1, A3 - hình 3.12) ta có tổ chức ostenit, giữ nhiệt để tổ chức đồng đều sau đó làm nguội đẳng nhiệt ở các nhiệt độ khác nhau, ta được các tổ chức có tính chất khác nhau. Hình 3.17 là đồ thị chuyển biến đẳng nhiệt γ -P của thép cùng tích ($0,8\%\text{C}$) ở nhiệt độ 500°C .

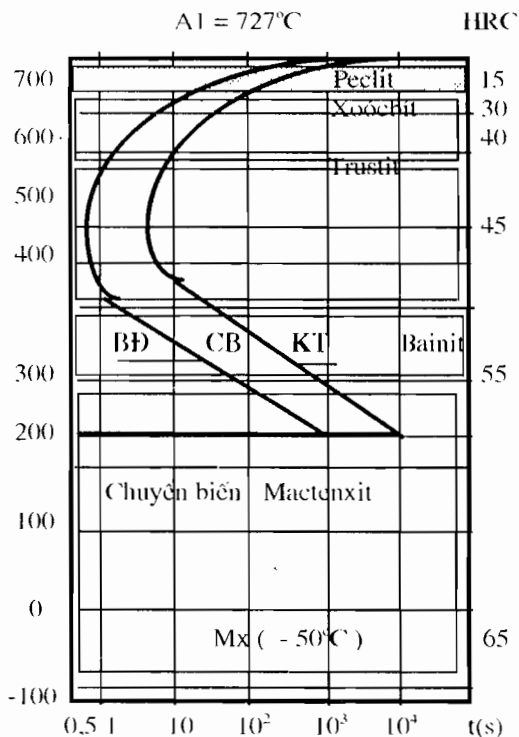
a - điểm bắt đầu chuyển biến

b - điểm kết thúc sự chuyển biến.

Lập hợp các điểm chuyển biến (a, b) ta có đường cong chữ "C" kép (hình 3.18). Quĩ tích các điểm a là đường bắt đầu chuyển biến (BĐ) và quĩ tích các



Hình 3.17. Sự chuyển biến đẳng nhiệt của Ostenit.



Hình 3.18. Đường cong chữ "C"

điểm b là đường cong *kết thúc* sự chuyển biến (KT), giữa hai đường này là vùng *chuyển biến* (CB). Ta có các tổ chức được tạo thành là peclit (P), xoochit (X), trustit (Tr), bainit (B), mactenxit (M) ... với độ cứng thay đổi từ (15 ÷ 65) HRC và có những tính chất khác nhau tùy theo tốc độ làm nguội.

- Dưới đường A_1 , với $T^\circ = 600 \div 700^\circ\text{C}$, ostenit chuyển biến thành peclit (F + Xe) có độ hạt thô, độ cứng (15 ÷ 20) HRC .

- Làm nguội đẳng nhiệt thép ở nhiệt độ $T^\circ = 500 \div 600^\circ\text{C}$, ostenit $\rightarrow$ xoochit (F + Xe độ hạt nhỏ), độ cứng (30 ÷ 40) HRC.

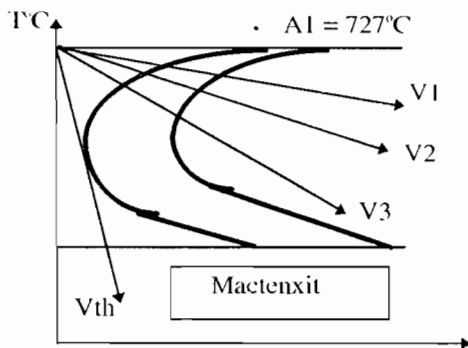
- Làm nguội đẳng nhiệt thép ở nhiệt độ $T^\circ = 200 \div 300^\circ\text{C}$, ostenit $\rightarrow$ Bainit (B = F + Xe), độ hạt nhỏ hơn, độ cứng (50 ÷ 55) HRC.

- Làm nguội đẳng nhiệt thép ở $T^\circ < 200^\circ\text{C}$, ostenit chuyển biến thành ferit quá bão hòa cacbon gọi là mactenxit (M), có độ cứng rất cao (55 ÷ 65) HRC.

Như vậy, ta có các tổ chức P, X, Tr, B, M có tính chất khác nhau.

Nếu nung thép ở $T^\circ > 727^\circ\text{C}$ rồi làm nguội liên tục theo các tốc độ nguội $V_1, V_2, V_3 \dots$ $V_{\text{tối hạn}}$ khác nhau (hình 3.19), ta sẽ được các tổ chức P, X, Tr, B, M có tính chất khác nhau.

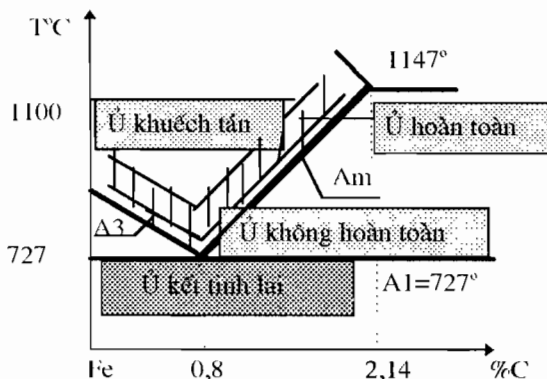
Với V_1 còn thấp $\gamma \rightarrow$ P, X, với, V_3 $\gamma \rightarrow$ X, Tr, B, với tốc độ nguội tới hạn V_{th} ta được $\gamma \rightarrow$ M, có độ cứng cao.



Hình 3.19. Tốc độ làm nguội khi chuyển biến

3.9.2. Các phương pháp nhiệt luyện

a. Ủ là nung chi tiết đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt, rồi làm nguội chậm (thường làm nguội theo lò) với mục đích khử ứng suất dư do quá trình làm nguội không đều trước đó gây ra, làm tổ chức đồng đều, giảm độ cứng, tăng độ dẻo, độ dai, ổn định chất lượng, làm đồng đều thành phần hoá học, phục hồi lại tính chất hóa



Hình 3.20. Nhiệt độ ủ và thường hóa

lý ban đầu, làm hạt nhỏ, chuẩn bị tổ chức cho bước nhiệt luyện tiếp ...

Hình 3.20 giới thiệu các phương pháp nung nóng để ủ và thường hóa.

- Ủ thấp (ủ non) : $T_n = 200 \div 300^\circ\text{C}$ chỉ nhằm khử ứng suất dư.

- Ủ kết tinh lại : $T_n > T_{kt}$ (với thép cacbon khoảng $600 \div 700^\circ\text{C}$), nhằm thay đổi tổ chức, thường dùng cho những chi tiết đã qua biến dạng dẻo.

- Ủ hoàn toàn là nung nóng lên nhiệt độ mà tổ chức chỉ còn một pha, với thép là austenit $T_n > A_{c3} + (20 \div 30^\circ\text{C})$, mục đích là nhận được tổ chức hạt nhỏ, thường dùng cho thép kết cấu.

- Ủ không hoàn toàn là ủ ở nhiệt độ mà tổ chức chuyển biến chưa hoàn toàn thành một pha. Với thép cacbon $T_n = T_{Ac1} + (20 \div 30^\circ\text{C})$. Sau ủ hạt vẫn to, thường sử dụng cho thép cacbon cao ($> 0,65\%$). Phương pháp này chỉ để giảm độ cứng, cải thiện tính cắt gọt.

- Ủ khuếch tán là ủ ở nhiệt độ cao (thép cacbon thường $T_n = 1100 \div 1150^\circ\text{C}$, thời gian dài $10 \div 15$ giờ), khử thiên tích và thường dùng cho thép hợp kim cao.

- Ủ đẳng nhiệt là phương pháp ủ mà khi nung thép đã đạt nhiệt độ ủ (hoàn toàn hoặc không hoàn toàn), được làm nguội nhanh xuống dưới đường chuyển biến pha. Ví dụ, với thép dưới đường A_1 khoảng $50 \div 100^\circ\text{C}$, sau đó giữ nhiệt để duy trì quá trình chuyển hoá (với thép $\gamma \rightarrow \alpha + \text{Xe}$), mục đích là giảm thời gian ủ. Phương pháp này thường dùng cho thép hợp kim.

b. Thường hoá là quá trình nung nóng như ủ nhưng làm nguội trong không khí tĩnh, do đó rút ngắn được thời gian ủ. Phương pháp này được dùng nhiều trong thực tế nhằm tạo hạt nhỏ, đồng nhất về cấu trúc với độ bền và độ dai cao hơn ủ.

c. Tôi là phương pháp nhiệt luyện bằng cách nung nóng đến nhiệt độ chuyển biến, giữ nhiệt để đồng đều hóa về tổ chức rồi làm nguội với tốc độ lớn trong môi trường tôi (nước, dầu, nước muối ...) để nhận được tổ chức không cân bằng có độ cứng cao (với thép đó là mactenxit), tăng thêm độ bền. Khả năng tôi của vật liệu được đánh giá qua độ thấm tôi (chiều sâu của lớp bề mặt được tôi cứng). Hình 3.21 giới thiệu các phương pháp tôi.

- Tôi thể tích là tôi toàn phần vật thể gồm có :

+ Tôi trong một môi trường là phương pháp tôi thường dùng vì rất đơn giản nhưng sản phẩm tôi dễ biến dạng, dễ nứt, nên chỉ dùng cho thép cacbon thấp.

+ Tôi trong hai môi trường dùng để tôi thép cacbon cao, thép hợp kim.

Môi trường 1 : nguội nhanh (nước, xút, muối ...)

Môi trường 2 : nguội chậm hơn (dầu, không khí ...)

+ Tôi phân cấp là phương pháp tôi nhằm khắc phục những nhược điểm của phương pháp tôi trong hai môi trường. Ở đây môi trường tôi là muối nóng chảy có nhiệt độ cao hơn đường M. Thép được giữ đẳng nhiệt cho tới khi nhiệt độ

thép bằng nhiệt độ muối, sau đó người ta lấy ra làm nguội trong không khí. Quá trình mactenxít hoá xảy ra tại đây nên có thể nắn sửa khi chuyển môi trường.

Phương pháp này cho ta ứng suất dư thấp.

+ *Tôi đẳng nhiệt* khác tôi phân cấp ở chỗ là thời gian giữ nhiệt đủ để γ phân hoá hoàn toàn trong phạm vi hai đường cong chữ C.

Tùy nhiệt độ đẳng nhiệt mà ta có những tổ chức khác nhau.

Nhiệt độ tôi :

Thép trước cùng tích :

$$T^{\circ}_{\text{tôi}} = T^{\circ}_{A3} + (20 \div 40^{\circ}\text{C})$$

Thép sau cùng tích .

$$T^{\circ}_{\text{tôi}} = T^{\circ}_{A1} + (40 \div 50^{\circ}\text{C})$$

- *Tôi cục bộ* (*tôi từng phần*), *tôi bề mặt* là phương pháp tôi mà ta nung nóng cục bộ rồi tôi, hoặc nung nóng toàn bộ nhưng làm nguội cục bộ phần cần tôi trong môi trường tôi. Tôi cục bộ có thể nung nóng bằng các phương pháp :

+ *Tôi bằng ngọn lửa oxy - axetylen*

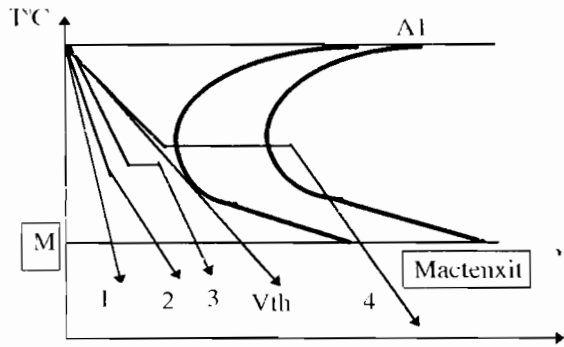
Đây là loại ngọn lửa có nhiệt độ cao, đủ điều kiện nung nóng nhanh bề mặt cần tôi đến nhiệt độ tôi, sau đó làm nguội nhanh và do đó chỉ có lớp bề mặt được tôi, còn bên trong vẫn giữ nguyên tính chất của vật liệu ban đầu. Phương pháp này đơn giản, năng suất thấp, không điều chỉnh được độ thấm tôi, thường dùng trong sản xuất đơn chiếc, sửa chữa hoặc tôi những chi tiết lớn, không quan trọng.

+ *Tôi cao tần* là phương pháp tôi dùng vòng cảm ứng có dòng xoay chiều chạy qua, xung quanh xuất hiện một từ trường biến thiên. Nếu trong từ trường này ta đặt vào một chi tiết kim loại thì sẽ xuất hiện một dòng cảm ứng có cùng tần số. Nếu tần số f cao thì chỉ có lớp bề mặt chi tiết với chiều dày δ là có dòng điện chạy qua và xác định theo công thức :

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

trong đó : μ - độ từ thẩm, f - tần số (Hz), ρ - điện trở suất ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$).

Như vậy chỉ có lớp kim loại với chiều dày δ là được nung nóng. Nếu cho nguội nhanh lớp bề mặt sẽ được tôi, còn bên trong vẫn dẻo như cũ.



Hình 3.21. Các phương pháp tôi

d. Ram

Sau khi tôi tổ chức mactenxit làm cho vật liệu dòn, dễ nứt vỡ nên thường phải ram để tạo mactenxit ram. Mục đích của ram là để khử ứng suất, giảm độ cứng, tang độ dẻo, độ đàn hồi, độ dai va chạm. Phương pháp này thường dùng cho các dụng cụ cắt, đường đo, khuôn, chày, cối ...

Ram là phương pháp nung thép đến nhiệt độ ram, giữ nhiệt rồi làm nguội chậm. Nhiệt độ ram :

- Ram thấp $T_{\text{ram}}^{\circ} = 150 \div 250^{\circ}\text{C}$ để giảm ứng suất dư.
- Ram vừa $T_{\text{ram}}^{\circ} = 300 \div 450^{\circ}\text{C}$ để giảm ứng suất dư, tang độ dẻo và độ dai va chạm.
- Ram cao $T_{\text{ram}}^{\circ} = 500 \div 650^{\circ}\text{C}$ ứng suất dư giảm mạnh, độ đàn hồi, độ dẻo, độ dai va chạm tang.

Bảng 3.4. Nhiệt độ và các màu khi ram

Màu	Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$	Màu	Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$
vàng tươi	220	Đỏ thắm	275
Vàng rơm	230	Tím	285
Vàng đậm	240	Xanh biển	300
Nâu	255	Xanh nhạt	315
Đỏ nâu	265		

3.10. HOÁ NHIỆT LUYỆN

3.10.1. Khái niệm

Hỏa nhiệt luyện là phương pháp làm bão hòa một số nguyên tố hóa học trên lớp bề mặt kim loại để làm thay đổi thành phần hoá học, do đó làm thay đổi tính chất của lớp bề mặt đó. Quá trình hoá nhiệt luyện không làm thay đổi hình dạng, kích thước sản phẩm và xảy ra theo trình tự phân huỷ để tạo ra các nguyên tử thấm, sau đó hấp thụ và làm bão hòa những nguyên tử hoạt tính vừa được tạo ra (C, N...) lên lớp bề mặt sản phẩm. Sự khuếch tán làm bão hòa lớp hấp thụ có nồng độ lớn sẽ thấm vào trong kim loại một lớp. Chiều dày lớp khuếch tán phụ thuộc nhiệt độ và thời gian thấm.

3.10.2. Các phương pháp thấm

3.10.2.1 Thấm cacbon

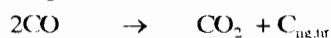
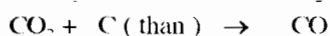
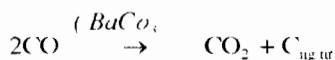
Mục đích của thấm cacbon là làm bão hoà cacbon lên lớp bề mặt kim loại nhằm làm tang độ cứng cho lớp bề mặt chi tiết. Đây là phương pháp thường dùng cho các sản phẩm bằng thép cacbon thấp, thép hợp kim có hàm lượng cacbon thấp. Thấm cacbon có thể tiến hành ở thể rắn, lỏng, khí .

Hiện nay thấm cacbon ở thể rắn là phương pháp được dùng phổ biến. Nguyên liệu chủ yếu là than C = (80 ÷ 90)% + chất xúc tác (BaCO₃, CaCO₃), nhiệt độ thấm 900 ÷ 950°C. Đặt chi tiết thấm 1 vào thùng thấm 2 (hình 3.22) có chứa chất thấm 3 (than gỗ ...), nung đến nhiệt độ thấm, giữ nhiệt một thời gian để cacbon nguyên tử thấm vào làm bão hòa cacbon lên bề mặt chi tiết thấm. Tốc độ thấm 0,1 ÷ 0,15 mm/giờ, chiều dày lớp thấm có thể đạt 0,5 ÷ 2 mm. Sau khi thấm hàm lượng cacbon lớp bề mặt đạt tới 1,1÷1,3%C. Để thấm chiều dày 0,1 mm cần 1 giờ và 0,5 mm cần 8 ÷ 12 giờ. Sau khi thấm cần tôi ở nhiệt độ 700 ÷ 800°C và ram ở 150 ÷ 180°C.

Quá trình hoá lí xảy ra như sau :



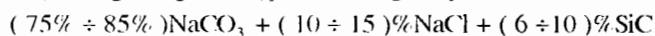
dưới tác dụng của chất xúc tác :



Sau khi nguội :

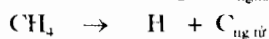
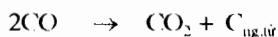


Nếu thấm cacbon ở trạng thái lỏng, chi tiết được nung trong hỗn hợp muối nóng chảy :



Với nhiệt độ T° = 840 ÷ 860°C, cacbon nguyên tử được cung cấp từ SiC.

Nếu thấm cacbon ở trạng thái khí chất thấm được dùng là CO và cacbua hydro tự nhiên (Mêtan, Êtan ...) có chứa 92 ÷ 96%CH₄ được thổi vào lò kín chứa chi tiết thấm ở nhiệt độ 920 ÷ 950°C :

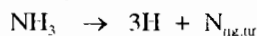


Thấm cacbon ở thể khí là phương pháp tiên tiến đang được dùng hiện nay trên thế giới vì có năng suất cao, thời gian thấm ngắn, thường dùng trong sản xuất hàng loạt.

3.10.2.2. Thấm nito là phương pháp làm bão hoà nito vào lớp bề mặt chi tiết kim

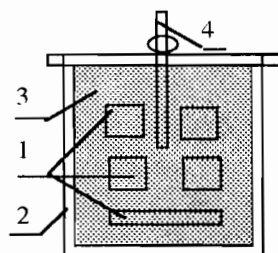
loại nhằm nâng cao độ cứng, độ dai va chạm, tính chống mài mòn, chống môi...

Vật liệu thấm thường dùng amôniac (NH₃), nhiệt độ thấm 480 ÷ 650°C.



Nito nguyên tử có hoạt tính mạnh, thấm vào bề mặt chi tiết.

Đặc điểm của thấm nito là tốc độ thấm rất chậm, thời gian thấm quá dài, năng suất thấp, lớp thấm mỏng (0.2 ÷ 0.3 mm), nên giá thành tăng gấp ba lần

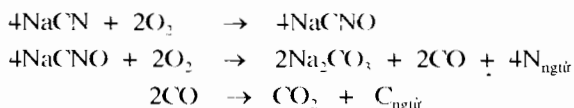


Hình 3.22. Thùng thấm cacbon

so với thấm cacbon. Độ cứng đạt được $66 \div 72\text{HRC}$... thường dùng cho các loại thép hợp kim để tạo nên các nitrit kim loại.

Ví dụ, thấm một lớp khoảng 0,3 mm phải mất 24 đến 48 giờ.

3.10.2.3. Thấm xianua là quá trình làm bão hòa đồng thời cả cacbon và nitơ lên bề mặt chi tiết kim loại, nhằm nâng cao độ cứng, tính chống mòn và giới hạn mỏi của lớp bề mặt chi tiết. Quá trình thấm có thể ở nhiệt độ thấp $540 \div 560^\circ\text{C}$ hoặc ở nhiệt độ cao $840 \div 860^\circ\text{C}$. Vật liệu thấm dùng các muối có gốc CN như: NaCN , KCN ... Có thể tiến hành thấm xianua ở thể rắn, lỏng, khí, bằng cách cho chi tiết vào lò chứa muối xianua (NaCN), nung đến $T^\circ = 820 \div 860^\circ\text{C}$. NaCN sẽ phân tích ra $\text{C}_{\text{nguyên tử}}$ và $\text{N}_{\text{nguyên tử}}$ đồng thời thấm vào bề mặt chi tiết. Tốc độ thấm chậm. Với chiều sâu lớp thấm $< 0,1 \div 0,2$ mm cần $30 \div 90$ phút. Phương pháp này dùng cho thép hợp kim có thành phần cacbon thấp và rất có hiệu quả với những chi tiết nhỏ và trung bình. Phản ứng xảy ra khi thấm như sau:



Với nhiệt độ $800 \div 850^\circ\text{C}$ cacbon thấm nhanh, còn với nhiệt độ $500 \div 600^\circ\text{C}$ nitơ thấm nhanh.

3.10.2.4. Các phương pháp thấm khác

Thấm kim loại là quá trình làm bão hòa các nguyên tố kim loại (Al, Cr, Si, Bo, Be...) lên bề mặt sản phẩm để chi tiết có tính năng đặc biệt như: chịu nhiệt, chống gỉ, chống mài mòn v.v... một số trường hợp thay thế cho một số nguyên tố quý hiếm, đắt tiền.

Thấm kim loại bằng cách nung nóng chi tiết và giữ ở vị trí tiếp xúc với các chất thấm. Lớp bề mặt chi tiết sẽ được bão hòa các nguyên tố kim loại cần thấm.

- Thấm Bo để có độ cứng rất cao.
- Thấm Cr để có tính chống ăn mòn, mài mòn, chống oxy hoá.
- Thấm Al để có tính chống oxy hoá ở nhiệt độ cao.
- Thấm Si để tăng khả năng chống oxy hoá ở nhiệt độ cao, chống mài mòn, chịu axit, lớp thấm dẻo.

CHẾ TẠO PHÔI

Chương bốn

ĐÚC KIM LOẠI

4.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHÂN LOẠI

4.1.1. Thực chất

Đúc là phương pháp chế tạo phôi bằng cách điền đầy kim loại lỏng vào lòng khuôn đúc. Sau khi hợp kim đông đặc thu được sản phẩm có hình dạng kích thước yêu cầu. Sản phẩm của quá trình đúc được gọi là *vật đúc*. Nếu vật đúc không cần gia công thêm, được đem dùng ngay gọi là *chi tiết đúc* (ví dụ quả tạ, bi nghiền ...) còn vật đúc phải qua các phương pháp gia công tiếp theo gọi là *phôi đúc* hay *bán thành phẩm*.

4.1.2. Đặc điểm

- Vật liệu sử dụng rộng rãi, nếu nấu chảy được thì có thể đúc được, (vật liệu đúc có thể là kim loại, hợp kim, phi kim ...)

- Vật đúc có khối lượng, kích thước từ rất nhỏ đến rất lớn (vài gam đến hàng tấn, vài mm đến hàng chục m).

- Đúc cho phép chế tạo các chi tiết có hình dáng phức tạp mà các phương pháp khác khó thực hiện hoặc không làm được.

- Công nghệ đúc và trang thiết bị tương đối đơn giản, vốn đầu tư ít, có thể tạo vật đúc có giá thành rẻ. Khi sử dụng thiết bị và công nghệ cao có thể chế tạo vật đúc có độ chính xác cao, với năng suất cao.

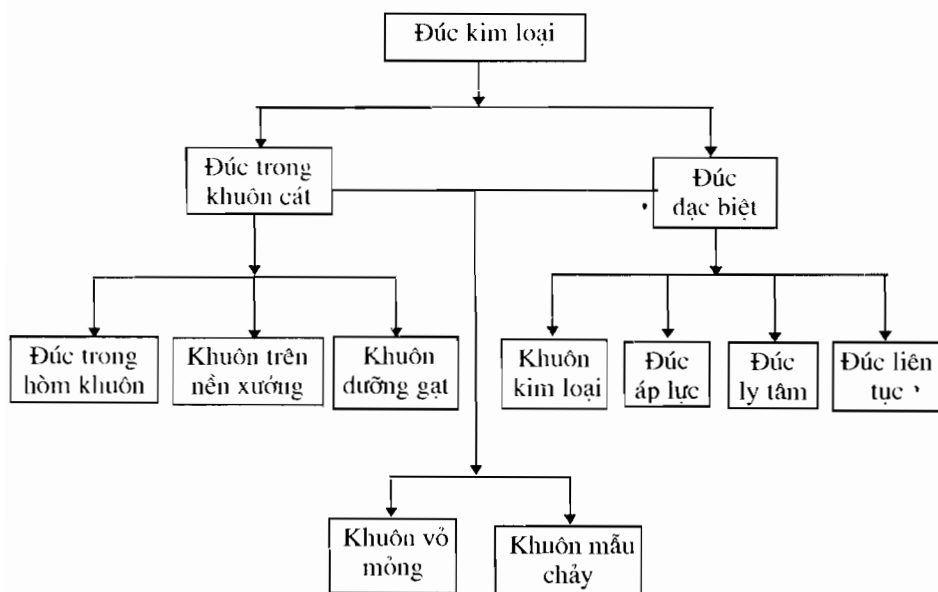
- Vật đúc có nhiều dạng khuyết tật, tổ chức và cơ tính không đồng đều làm giảm khả năng chịu lực. Đúc trong khuôn cát thì độ bóng, độ chính xác kém, dễ tạo rỗ khí, rỗ xỉ, lẫn tạp chất, nứt, lượng dư gia công lớn, tốn nhiều kim loại ...

Sản xuất đúc có từ rất lâu và ngày càng hoàn thiện để tạo ra khối lượng sản phẩm lớn trong công nghiệp. Sản phẩm đúc được dùng nhiều trong cơ khí. Những chi tiết chịu nén, tải trọng tĩnh, tải trọng phức tạp, khối lượng lớn bằng gang, thép ... đều do sản xuất đúc tạo ra.

4.1.3. Phân loại

Phương pháp đúc có nhiều, ta có thể phân loại theo các phương pháp sau :

a. *Theo loại khuôn* có khuôn một lần (khuôn cát, khuôn vỏ mỏng, khuôn mẫu chảy), khuôn bán vĩnh cửu (khuôn đất sét), khuôn vĩnh cửu (khuôn kim loại) v.v...



Hình 4.1. Sơ đồ phân loại các phương pháp đúc

b. Theo vật liệu làm khuôn : khuôn cát, khuôn đất sét, khuôn kim loại .

c. Theo phương pháp diễn dầy hợp kim lỏng : đúc dưới áp lực, đúc ly tâm...

Hình 4.1 giới thiệu một phương pháp phân loại đúc.

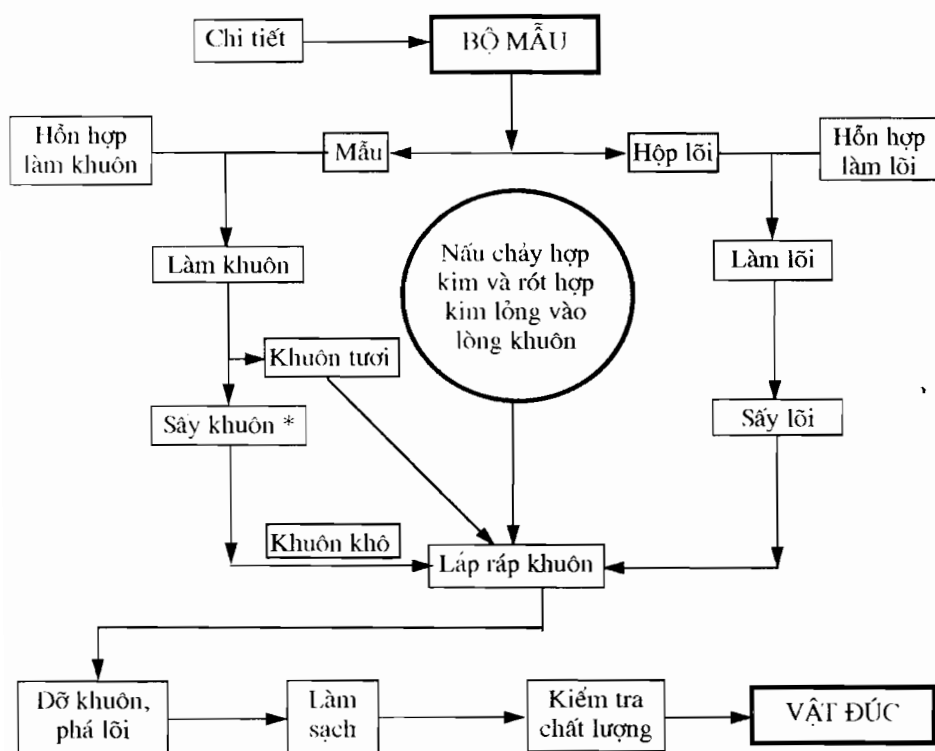
4.2. ĐÚC TRONG KHUÔN CÁT

4.2.1. Khái niệm

Đúc trong khuôn cát là phương pháp đúc mà khuôn đúc được chế tạo bằng hỗn hợp làm khuôn và lõi có thành phần chủ yếu là cát. Khuôn cát có khả năng để tạo hình các vật đúc lớn và phức tạp, nhưng chỉ dùng được một lần, năng suất thấp, độ chính xác và độ nhẵn bề mặt thấp, lượng dư gia công lớn, tốn nhiều kim loại, thường dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ nhưng vốn đầu tư ít mà công nghệ đúc lại đơn giản. Hình 4.2 giới thiệu sơ đồ quá trình sản xuất một vật đúc trong khuôn cát.

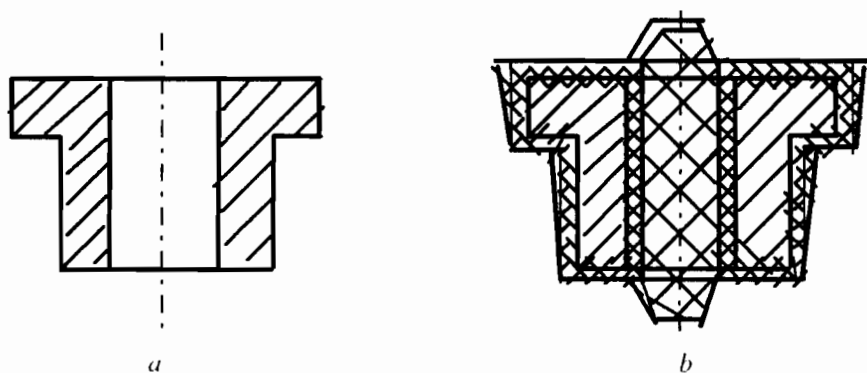
4.2.2. Các bộ phận của khuôn đúc bằng cát

Hình 4.6 giới thiệu các bộ phận cơ bản của một bộ khuôn đúc bằng cát có hai hòm khuôn. Khuôn trên 1 , khuôn dưới 2 , được phân cách bởi mặt phân khuôn 3. Hòm khuôn 4 bằng gỗ hoặc kim loại, bên trong là hỗn hợp cát, có tạo ra các lỗ hoặc rãnh thoát khí 5. Hai hòm khuôn được lắp với nhau bởi chốt định vị 6 thông



* Chỉ sấy khuôn trong những trường hợp đặc biệt vì thời gian dài, giá thành cao ...

Hình 4.2. Quá trình sản xuất đúc trong khuôn cát

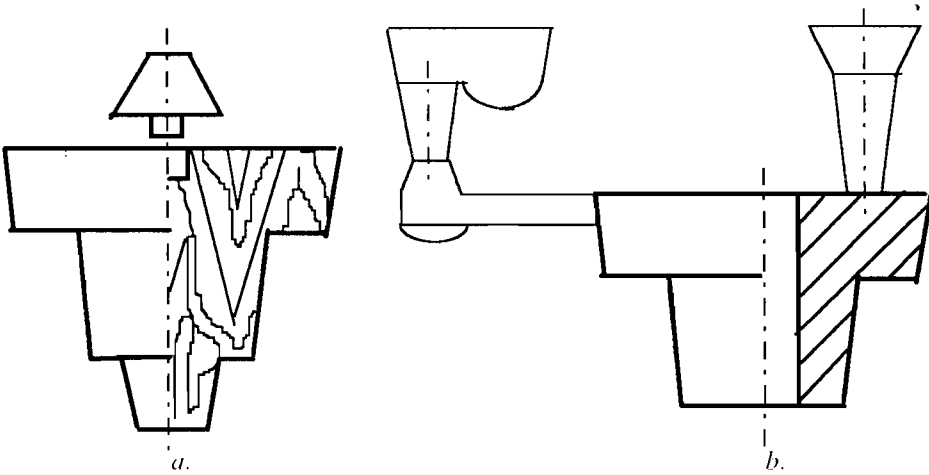


Hình 4.3. Bản vẽ chi tiết (a) và bản vẽ đúc (b)

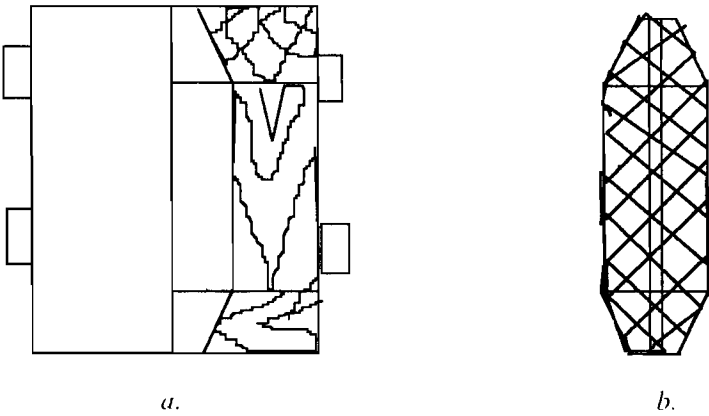
qua tại hòm khuôn 7. Lòng khuôn 8 để hình thành hình dáng bên ngoài và lõi để hình thành hình dáng bên trong (lõi) của vật đúc. Lõi gồm thân lõi 9, các gối lõi 10, có khe hở gối lõi 11. Hệ thống rót để dẫn kim loại lỏng vào lòng khuôn, gồm cốc rót 12, ống rót 13, rãnh lọc xỉ 14, rãnh dẫn 15, đầu ngót, đầu hơi 16. Để tăng thêm độ bền cho khuôn và lõi ta thêm xương khuôn, lõi 17.

4.2.3. Mẫu và hộp lõi

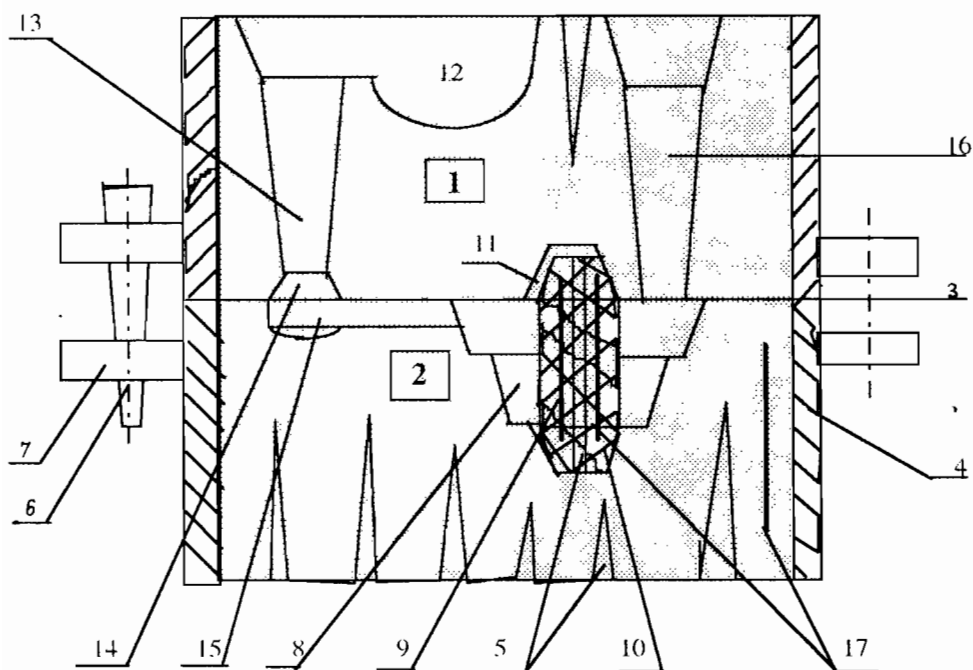
Mẫu là phần quan trọng nhất để hình thành lòng khuôn và có hình dáng tương ứng với hình dạng bên ngoài vật đúc. Hình 4.3 và hình 4.4 giới thiệu các bước chế tạo mẫu đúc. Từ bản vẽ chi tiết (hình 4.3a), vẽ bản vẽ đúc (hình 4.3b) và vẽ ra bản vẽ mẫu (hình 4.4a) để đúc ra vật đúc như hình 4.4b.



Hình 4.4. Mẫu (a) và vật đúc (b)



Hình 4.5. Hộp lõi hai nửa (a) và lõi cát (b)



Hình 4.6. Các bộ phận cơ bản của khuôn đúc bằng cát

Nếu vật đúc có lỗ hoặc phần lõm, mẫu phải có tai gối mẫu để tạo ra phần lỗ định vị cho lõi. Theo mức độ phức tạp của vật đúc, mẫu được chế tạo để đảm bảo độ bền cho khuôn, vật đúc và để rút mẫu ra khỏi lòng khuôn nên mẫu có độ dốc dốc, bán kính góc lượn.

Hình 4.5a giới thiệu hộp lõi hai nửa để chế tạo lõi như hình 4.5b. Hình dạng bên trong của hộp lõi tương ứng với hình dạng bên trong của vật đúc. Tùy thuộc vào kết cấu lõi, hộp lõi được chế tạo nguyên dùng cho những lỗ đơn giản có chiều cao ngắn, hộp lõi hai nửa cho những lõi dài nhưng đơn giản hoặc hộp lõi lắp ghép gồm nhiều phần ghép lại dùng cho những loại lõi phức tạp.

Vật liệu chế tạo bộ mẫu có thể bằng gỗ, hợp kim, chất dẻo ... Gỗ dùng chế tạo mẫu và hộp lõi lớn, phức tạp trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Bộ mẫu bằng gỗ cần được chế tạo từ gỗ khô, ghép trái thờ gỗ để tránh cong vênh và được sơn màu để tăng độ bóng, chống hút ẩm và dùng màu sơn để phân biệt vật liệu đúc như: mẫu đúc gang - màu đỏ, mẫu đúc thép - màu xanh, mẫu đúc kim loại màu - màu vàng v.v...

Trong sản xuất hàng loạt, hàng khối những sản phẩm nhỏ, trung bình mẫu được chế tạo bằng kim loại (gang, hợp kim nhôm...). Có thể dùng chất dẻo để chế tạo bộ mẫu vì chúng có nhiều ưu điểm như nhẹ, bền, bóng, không hút ẩm, ít

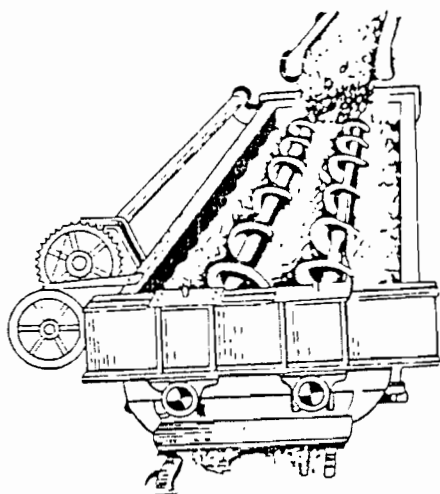
bị cong, vênh, trương, nứt, mục ...

4.2.4. Hỗn hợp làm khuôn và lõi

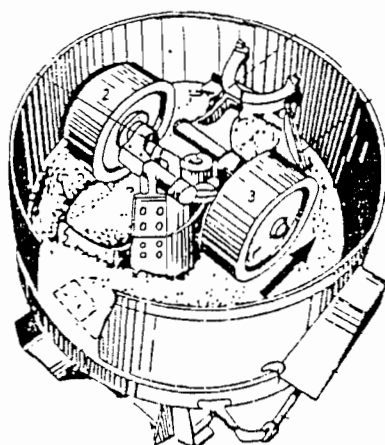
a. Yêu cầu

Vật liệu để làm khuôn và lõi cần có những yêu cầu sau :

- *Tính dẻo* để tạo hình dáng vật đúc chính xác, rõ nét nhờ tỷ lệ nước, đất sét, chất dính kết hợp lý.
- *Độ bền* là khả năng của hỗn hợp không bị phá hủy khi chịu lực trong quá trình làm khuôn, rút mẫu, sửa chữa, lắp ráp, vận chuyển, rót ... Độ bền phụ thuộc vào chất lượng, loại hỗn hợp và độ đầm chặt.
- *Tính chịu nhiệt* là khả năng làm việc ở nhiệt độ cao mà không bị thay đổi tính chất cơ bản của hỗn hợp khi tiếp xúc với kim loại lỏng như không bị chảy, cháy, dính cát vào vật đúc...
- *Tính thông khí* là khả năng cho khí thoát ra ngoài qua hỗn hợp, phụ thuộc vào thành phần hỗn hợp, hình dạng của hạt cát, độ xốp, độ đầm chặt hợp lý...
- *Tính lún* là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp làm khuôn và lõi cho phép vật đúc co giãn khi đông đặc, bảo đảm cho khuôn, lõi và vật đúc không bị nứt, vỡ, phá hủy ...
- *Độ ẩm* là lượng nước trong hỗn hợp, đảm bảo độ dẻo và khả năng liên kết.



a.



b.

Hình 4.7. Máy trộn đảo hỗn hợp làm khuôn, lõi

b. Thành phần của hỗn hợp làm khuôn và lõi

- **Cát** là vật liệu cơ bản, thường là cát thạch anh (SiO_2) và các tạp chất Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaCO_3Cát được chọn theo hình dáng hạt và độ hạt như cát núi, cát sông ...

- **Đất sét** là thành phần liên kết các hạt cát, thường dùng dạng bột khô như cao lanh ($m\text{Al}_2\text{O}_3.n\text{SiO}_2.q\text{H}_2\text{O}$), với tỷ lệ hợp lý, hỗn hợp sẽ tăng độ dẻo, độ bền, độ bền nhiệt.

- **Chất dính kết** để tạo ra sự liên kết cơ học trong hỗn hợp nhất là sau khi sấy. Đó là các chất hữu cơ, vô cơ ở dạng lỏng hay dạng bột. Nước thủy tinh có thể dùng làm chất dính kết cho khuôn lõi tự sấy khô.

- **Chất phụ** là những chất đưa vào hỗn hợp để tăng khả năng chịu nhiệt (bột cát thạch anh, bột chịu nhiệt), tăng độ bóng, chống dính, (bột graphit, bột cát), tăng độ lún, độ thông khí (mùn cưa, bột than...) v.v...

- **Chất sơn khuôn** là những vật liệu chịu nhiệt, tạo màng khí ngăn không cho kim loại lỏng tiếp xúc với hỗn hợp nhằm làm tăng độ bóng, chống dính cát (bột cát thạch anh, bột phan chì, graphit, bột than gỗ ...).

Các thành phần trên (trừ chất sơn khuôn), được chế tạo riêng, trộn theo tỷ lệ yêu cầu với 4 ÷ 8% lượng nước trên các thiết bị trộn đảo bằng tay hoặc bằng máy được gọi là hỗn hợp làm khuôn và lõi. Hình 4.7 giới thiệu hai loại máy trộn đảo hỗn hợp và hình 4.8 là một loại máy đánh toi hỗn hợp.

Sau khi dỡ khuôn vật liệu làm khuôn được làm sạch và chế tạo lại để dùng.

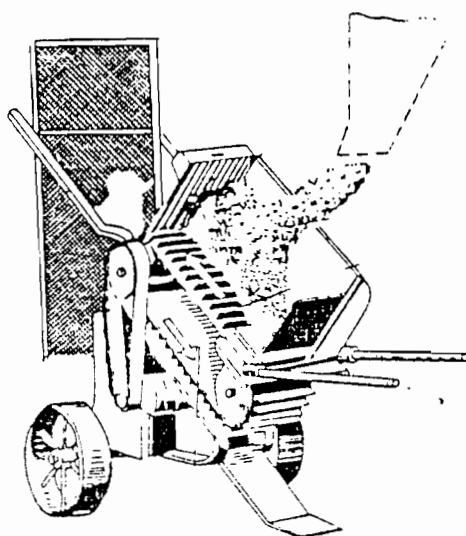
Hỗn hợp mới gọi là cát áo, hỗn hợp cũ là cát đệm. Lõi làm việc trong điều kiện khó khăn đặc biệt (nhiệt độ cao, áp suất cao, chịu lực lớn...) nên yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp làm lõi khắt khe hơn, thường là hỗn hợp mới hoàn toàn.

4.2.5. Làm khuôn cát

a. Làm khuôn cát bằng tay

Làm khuôn cát chế tạo được vật đúc từ nhỏ đến lớn, từ đơn giản đến phức tạp, dùng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ với năng suất thấp.

- **Làm khuôn trong hai hòm khuôn**



Hình 4.8. Máy đánh toi hỗn hợp

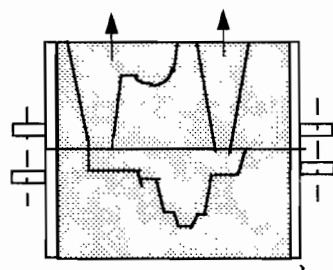
Quá trình làm khuôn cát trong hai hòm khuôn

a. Làm khuôn dưới

- Đặt mẫu dưới
- Đặt hòm khuôn
- Đổ hỗn hợp làm khuôn
- Đám chặt
- Tạo lỗ thoát khí



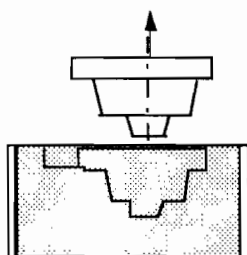
a.



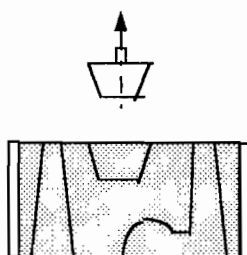
b.

b. Làm khuôn trên

- Lật hòm khuôn dưới
- Lắp mẫu trên
- Lắp hòm khuôn trên
- Đặt mẫu phụ
- Đổ hỗn hợp làm khuôn
- Đám chặt
- Tạo lỗ thoát khí
- Rút các mẫu phụ



c.

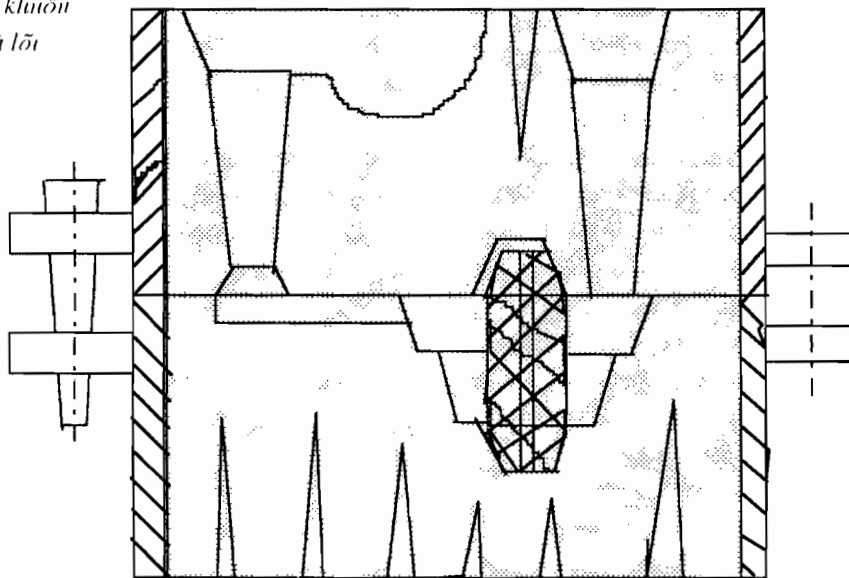


d.

c. Rút mẫu dưới, tạo vãnh dẫn

d. Rút mẫu trên, sửa khuôn

e. Lắp khuôn và lõi



e.

Hình 4.9. Quá trình làm khuôn cát trong hai hòm khuôn

Hình 4.9 giới thiệu sơ đồ nguyên lý làm khuôn cát trong hai hòm khuôn : làm khuôn dưới (a), làm khuôn trên (b), rút mẫu (c,d), lấp khuôn lõi (hình e).

- Làm khuôn trên nền xương

Thực chất của làm khuôn trên nền xương là dùng nền xương để thay thế cho khuôn dưới, nền xương dạt xỉ, sỏi dưới đáy và đặt ống thông hơi để thoát khí, trên đổ hỗn hợp, khi làm khuôn mẫu được nén xuống hỗn hợp nên độ đầm chặt không đều, sau đó làm khuôn trên như trường hợp làm khuôn trong hai hòm khuôn nhưng cần đặt đủ chốt định vị để xác định chính xác vị trí của khuôn trên với khuôn là nền xương. Làm khuôn trên nền xương dùng cho vật đúc lớn, không di chuyển, sấy tại chỗ.

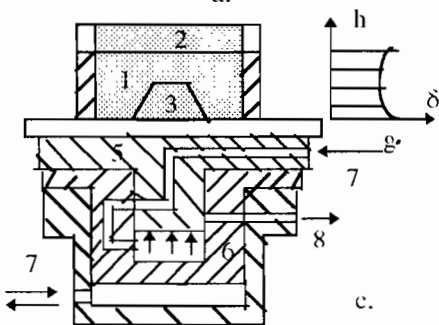
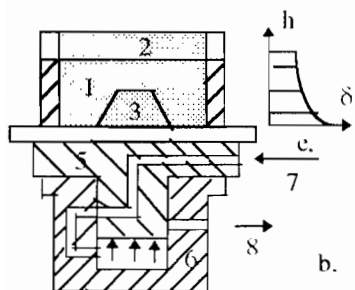
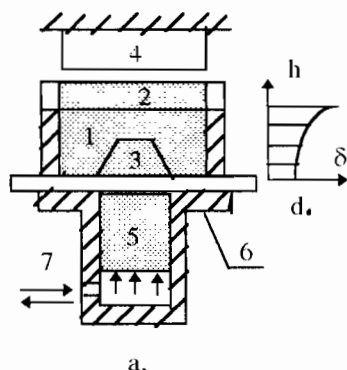
- Làm khuôn không hòm

Sau khi dùng hòm khuôn để làm khuôn xong, hòm khuôn được rút ra khỏi khuôn để làm khuôn khác, do đó tiết kiệm hòm khuôn. Hòm khuôn này thường bằng kim loại, có độ dốc lớn.

- Làm khuôn bằng đường gạt được
dùng cho những vật đúc lớn, thấp, tròn xoay ... Đường gạt thay thế mẫu, khi cát tạo thành lòng khuôn và hình dạng của lỗ mà không cần lõi.

b. Làm khuôn cát bằng máy

Máy làm khuôn dùng trong sản xuất hàng loạt, cho những vật đúc có kích thước trung bình, hình dạng đơn giản, làm khuôn



Hình 4.10. Sơ đồ nguyên lý một số máy đầm chặt hỗn hợp

trong hòm khuôn . Máy làm khuôn thường là máy đầm chặt, máy rút mẫu ... để cơ khí hoá quá trình làm khuôn, thay thế cho những khâu nặng nhọc vất vả.

Nguyên tắc đầm chặt theo phương pháp ép, rung, dần, phun cát, bắn cát vv... với áp suất ép cho phép $p = 2 \div 4 \text{ MN / m}^2$.

Hình 4.10 giới thiệu sơ đồ nguyên lý một số máy đầm chặt như máy ép (a), máy dằn (b), máy vừa dằn vừa ép (c)...

Mẫu 3 cùng với hòm khuôn chính 1, hòm khuôn phụ 2 được kẹp lên bàn máy 6 sau khi đổ đầy hỗn hợp làm khuôn ta cho máy chạy để đầm chặt.

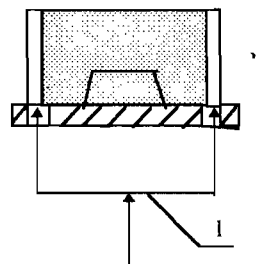
a. Đầm chặt bằng máy ép

Khí ép 7 qua cửa van vào buồng xi lanh, ép lên pitông 5, nâng bàn máy lên. Nhờ xà ép 4 mà hỗn hợp được đầm chặt. Độ đầm chặt không đều theo chiều cao như hình 4.10d.

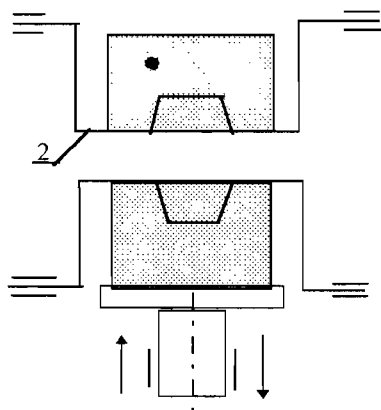
b. Đầm chặt bằng máy dằn

Khí ép 7 vào xi lanh nâng bàn máy lên khi cửa van 8 mở ra, áp suất giảm đột ngột, bàn máy và hòm khuôn rơi xuống nhanh tạo nên lực dằn để đầm chặt hỗn hợp. Độ đầm chặt không đều theo chiều cao (hình 4.10e), ngược lại với quá trình ép.

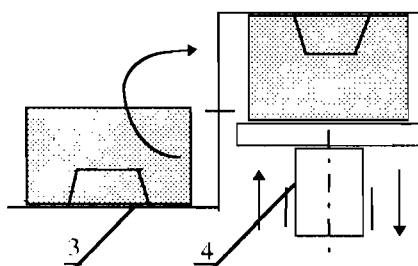
c. Máy vừa dằn vừa ép là kết hợp cả hai quá trình ép và dằn nên độ đầm chặt đều hơn nhưng thiết bị phức tạp, giá thành cao.



a. Kiểu chốt đẩy



b. Kiểu bàn quay

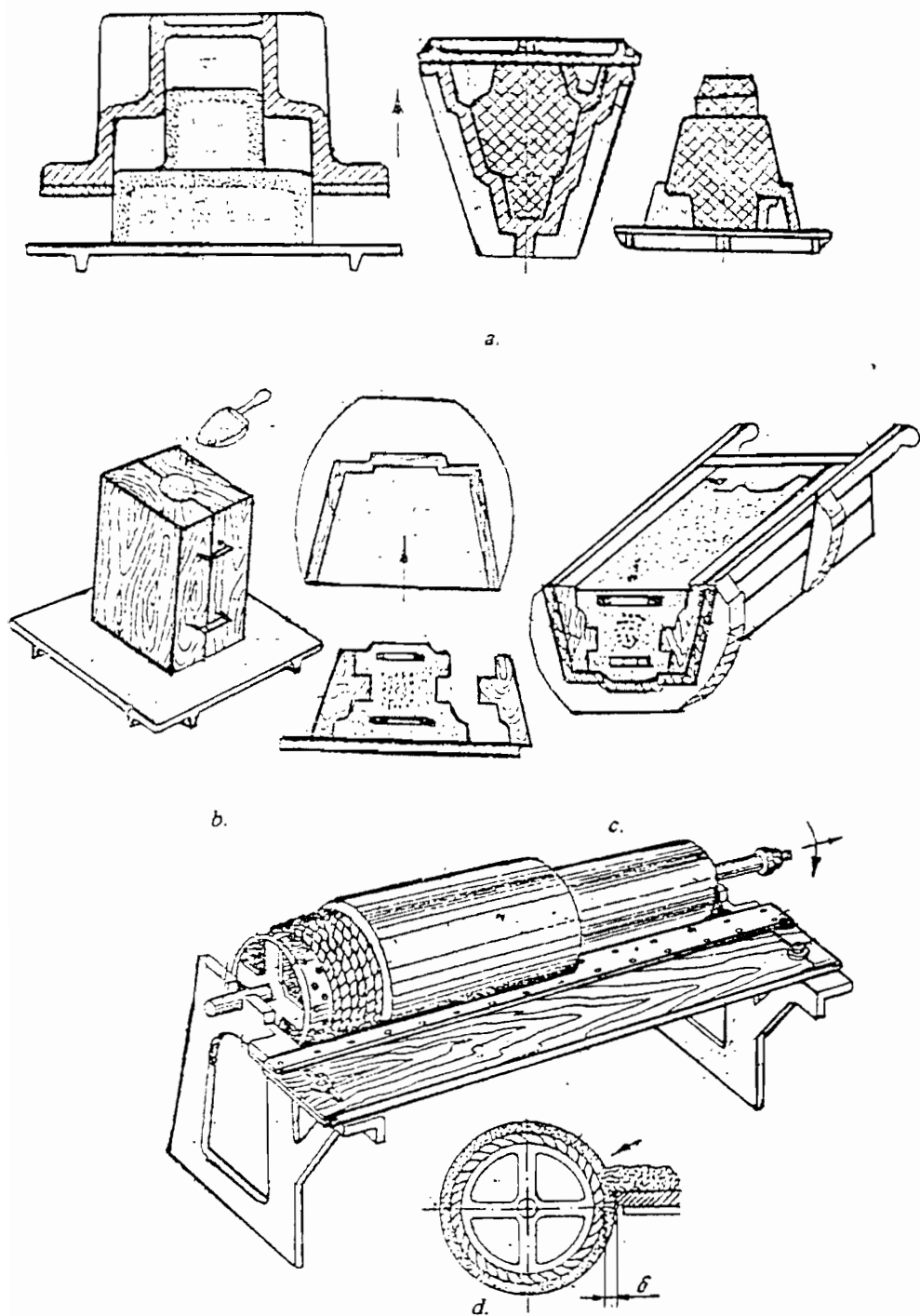


c. Kiểu bàn lật

1. Chốt đẩy hòm khuôn
2. Bàn quay
3. Bàn lật
4. Bàn đỡ

Hình 4.11. Sơ đồ nguyên lý của máy rút mẫu

Hình 4.11 giới thiệu sơ đồ nguyên lý làm việc của một số loại máy rút mẫu như máy rút mẫu kiểu chốt đẩy (a), kiểu bàn quay (b), kiểu bàn lật (c).



Hình 4.12. Làm lõi

4.2.6. Làm lõi cát

Yêu cầu độ bền, độ chịu nhiệt, độ thông khí, tính lún... cao hơn. Có thể đặt xương lõi, làm rãnh thoát khí qua gối lõi hay qua mặt phân khuôn. Hình 4.12 giới thiệu phương pháp làm lõi trong hộp lõi nguyên (a), hộp lõi hai nửa (b), hộp lõi lắp ghép (c), làm lõi bằng đường gọt (d).

Nếu dùng máy thổi cát, phun cát phải dùng hộp lõi kim loại.

4.3. ĐÚC ĐẶC BIỆT

Đúc đặc biệt là những phương pháp đúc cho năng suất và chất lượng cao, lượng dư gia công nhỏ, tiết kiệm kim loại, tiết kiệm nguyên vật liệu và thời gian gia công, hạ giá thành sản phẩm ...

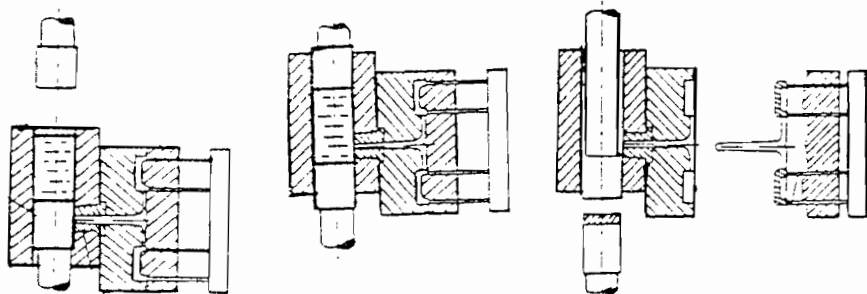
4.3.1. Đúc trong khuôn kim loại

Khuôn kim loại là loại khuôn có độ bền cao, chịu nhiệt tốt, lòng khuôn có độ nhẵn bề mặt và độ chính xác cao nhưng dẫn nhiệt nhanh nên kết tinh hạt nhỏ, độ thông khí và tính lún gần như không có, dễ sinh các khuyết tật như rỗ khí, nứt ... chế tạo khuôn phức tạp, giá thành cao ...

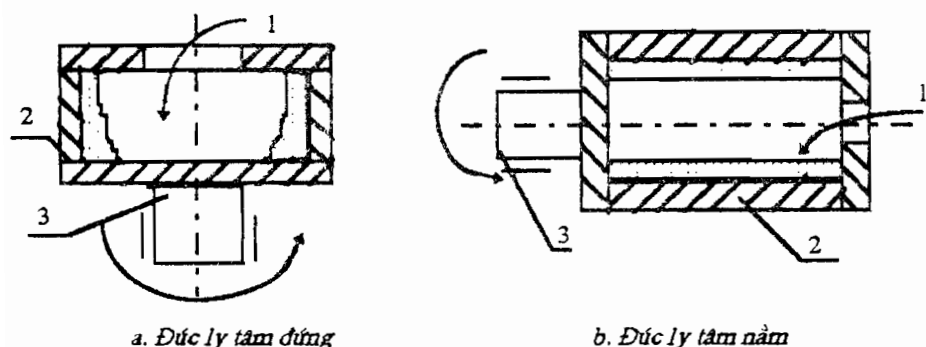
Vật đúc trong khuôn kim loại có cơ tính cao, độ bóng bề mặt và độ chính xác cao. Phương pháp đúc này chỉ dùng hợp lý trong sản xuất hàng loạt và hàng khối với những vật đúc nhỏ, hình dáng đơn giản. Đúc trong khuôn kim loại thường dùng cho đúc áp lực, đúc ly tâm, đúc liên tục ...

4.3.2. Đúc áp lực

Đúc áp lực là phương pháp đúc dùng áp lực lớn để điền đầy kim loại lỏng vào khuôn kim loại và giữ áp lực đó đến khi hợp kim lỏng kết tinh và đông đặc hoàn toàn. Do lực ép lớn, nên có thể đúc vật đúc thành mỏng, phức tạp với độ bóng bề mặt và độ chính xác cao, vật đúc mịn chặt làm tăng cơ tính, nhưng vì làm việc ở nhiệt độ cao, áp lực lớn nên khuôn chóng mòn, thường chỉ dùng đúc hợp kim nhẹ, hợp kim màu có nhiệt độ chảy thấp. Hình 4.13 giới thiệu sơ đồ nguyên lý phương pháp đúc áp lực.



Hình 4.13. Sơ đồ nguyên lý phương pháp đúc áp lực



Hình 4.14. Sơ đồ phương pháp đúc ly tâm

4.3.3. Đúc ly tâm

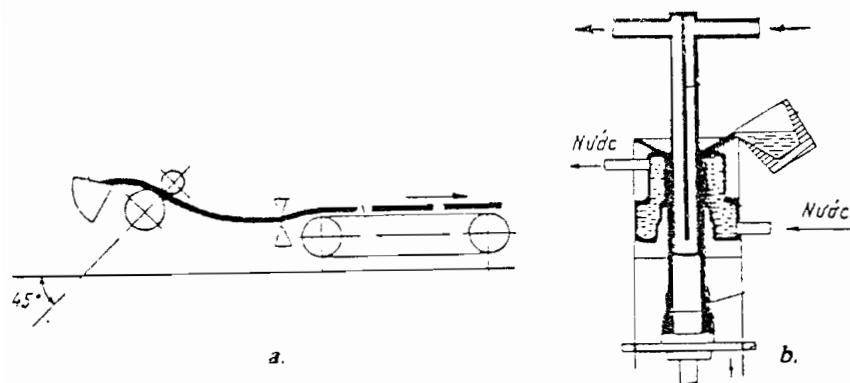
Đúc ly tâm là phương pháp rót kim loại lỏng vào trong khuôn quay. Hình 4.14 giới thiệu sơ đồ đúc ly tâm với khuôn kim loại 2 quay quanh trục 3. Dưới tác dụng của lực ly tâm, hợp kim lỏng 1 điền đầy theo thành khuôn và kết tinh tại đó. Lực ly tâm có tác dụng như áp lực để tạo hình và điền đầy, nên năng suất cao, kim loại mịn chất, có thể đúc các chi tiết hình ống mà không cần lõi.

Tùy theo khối lượng riêng, đúc ly tâm có thể tạo ra sản phẩm với nhiều lớp kim loại.

Nhược điểm của đúc ly tâm là có thiên tích trong vật đúc, đường kính bên trong không chính xác. Khi đúc ly tâm đứng mặt trong vật đúc là mặt parabolôit, chiều cao vật đúc bị hạn chế. Trong ngành xây dựng, đúc ly tâm dùng đúc các loại sản phẩm bê tông như các loại ống, cột điện tròn xoay...

4.3.4. Đúc liên tục

Đúc liên tục là rót hợp kim lỏng liên tục vào lòng khuôn và vật đúc được tạo thành liên tục. Khuôn đúc là một bình kết tinh có nước làm nguội tuần hoàn.

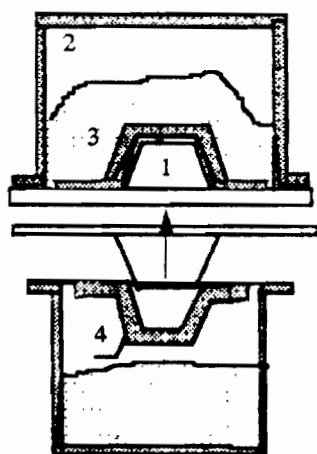


Hình 4.15. Sơ đồ nguyên lý của phương pháp đúc liên tục

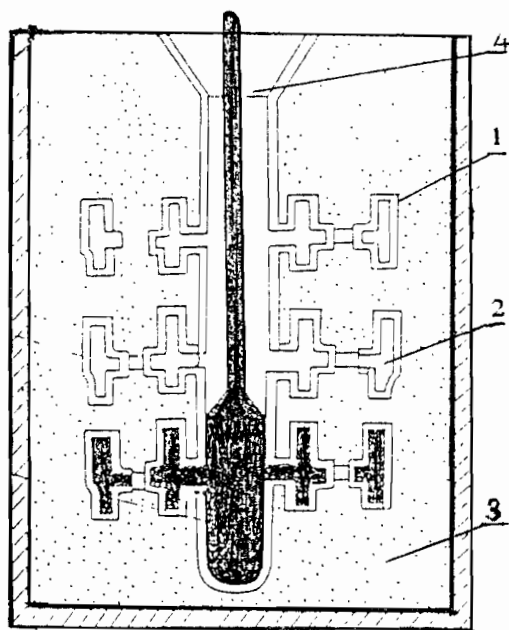
Hình 4.15 giới thiệu phương pháp đúc liên tục : đúc thổi, đúc - cán tấm, (a), đúc ống (b). Khuôn đúc có hệ thống lạnh tuần hoàn, để làm nguội và đông đặc nhanh. Sản phẩm đúc liên tục có độ bóng, độ chính xác cao, năng suất cao, tạo bề mặt chi tiết vật đúc khó gia công cơ. Có thể kết hợp đúc - cán để giảm chi phí sản xuất.

4.3.5. Đúc trong khuôn vỏ mỏng (hình 4.16)

Khuôn vỏ mỏng là khuôn cát thành mỏng (chiều dày khuôn khoảng 10mm) với loại hỗn hợp cát có chất dính kết đặc biệt. Chất dính kết khô trộn trong hỗn hợp 3 được chứa trong thùng 2, khi tiếp xúc với mẫu kim loại 1 có nhiệt độ cao ($300 + 350^{\circ}\text{C}$) sẽ dính bám và tạo liên kết bền, hình thành vỏ mỏng 4 của khuôn có độ bền, độ bóng, độ chính xác cao và thông khí tốt. Chiều dày khuôn phụ thuộc vào nhiệt độ của mẫu và thời gian *tiếp xúc của hỗn hợp với mẫu*.



Hình 4.16. Làm khuôn vỏ mỏng



Hình 4.17. Khuôn mẫu chảy

4.3.6. Đúc theo khuôn mẫu chảy

Thực chất đây là phương pháp làm khuôn cát nhưng mẫu bằng vật liệu dễ chảy như paraffin, sáp, stearin ... nên khi làm khuôn không cần nguyên công rút mẫu. Vì không cần mặt phân khuôn, không phải chế tạo lõi riêng (lõi liền với khuôn) nên có thể đúc được vật đúc phức tạp, với độ bóng và chính xác cao, nhưng quá trình làm khuôn dài và phức tạp. Đầu tiên phải chế tạo mẫu gốc, có

hình dáng kích thước như vật đúc, sau đó dùng mẫu gốc chế tạo khuôn ép. Vật liệu mẫu được nấu chảy và ép vào khuôn ép và mẫu chảy này được lấy ra để ghép lại với các mẫu chảy khác (kể cả mẫu cho hệ thống rót) và sơn phủ rồi đem làm khuôn cát bằng máy, sau đó sấy khuôn để rót mẫu chảy ra tạo thành lòng khuôn.

Khuôn mẫu chảy dùng để đúc những hợp kim có nhiệt độ nóng chảy cao, các kim loại và hợp kim quý...

Hình 4.17 giới thiệu một loại khuôn mẫu chảy gồm : vỏ lòng khuôn 1, hòm khuôn kim loại 2, cát đệm 3, hệ thống rót 4.

4.4. ĐẶC ĐIỂM KHI ĐÚC CÁC HỢP KIM

4.4.1. Tính đúc của hợp kim

Đó là tính công nghệ đúc của các hợp kim nhằm đánh giá khả năng của hợp kim đúc dễ hay khó và bao gồm các tính chất sau :

a. *Tính chảy loãng* là khả năng của hợp kim lỏng điền đầy vào lòng khuôn. Tính chảy loãng cao sẽ điền đầy tốt và đảm bảo vật đúc có độ chính xác và rõ nét. Tính chảy loãng phụ thuộc vào thành phần hợp kim, vật liệu làm khuôn (cát, kim loại ...) , cấu tạo lòng khuôn (đơn giản , phức tạp), phương pháp điền đầy (rung, cưỡng bức, chảy tầng, chảy rối ...), nhiệt độ rót, khoảng nhiệt độ kết tinh (hợp kim cùng tinh có tính chảy loãng cao nhất) ...

b. *Tính co (độ co ngót)* là sự giảm kích thước chiều dài và thể tích khi kết tinh. Co chiều dài gây ra biến dạng, có thể phá hủy vật đúc. Co thể tích gây ra thiếu hụt, lõm co, rỗ co, xốp... Độ co phụ thuộc vào hợp kim đúc, tốc độ làm nguội, kết cấu vật đúc, chỗ tập trung kim loại ...

c. *Tính thiên tích* là sự không đồng nhất về thành phần hoá học, độ hạt và tổ chức của hợp kim sau khi đông đặc làm cho cơ tính của vật đúc không đồng đều. Thiên tích vùng là sự không đồng nhất về thành phần và tổ chức cho từng vùng, còn thiên tích hạt là sự không đồng nhất về tổ chức, độ hạt trong nội bộ hạt. Để khắc phục thiên tích vùng ta làm nguội nhanh khi kết tinh và sau khi kim loại đã đông đặc để giảm thiên tích hạt, ta làm nguội chậm.

d. *Tính hoà tan khí* là sự xâm nhập của các loại khí trong môi trường (O_2 , H_2 , CO_2 , SO_2 ...) vào vật đúc tạo thành rỗ khí.

Tính hoà tan khí phụ thuộc vào tạp chất tạo khí trong vật liệu nấu, độ sạch, độ ẩm của vật liệu, của lòng khuôn, phương pháp rót, môi trường...

4.4.2. Đặc điểm khi đúc gang

Gang là hợp kim Fe-C được dùng phổ biến trong các ngành công nghiệp vì tính đúc tốt có thể đúc những vật đúc lớn, phức tạp. Đúc gang có thể thực hiện

Gang xám có thể được biến tính để nâng cao chất lượng, có thể cầu hoá để tạo thành gang cầu.

Gang được nấu chảy trong các loại lò đứng, lò ngang, lò chõ...tùy thuộc dạng nhiên liệu.

Nhiên liệu thường dùng trong các loại lò đứng, lò chõ là than cốc, than gầy nhiệt luyện.

Hình 4.18 giới thiệu sơ đồ, cấu tạo của lò đứng. Kích thước quan trọng là đường kính trong ($\phi 500 + \phi 1000$). Với đường kính đó năng suất có thể đạt khoảng 1 + 27 tấn / giờ. Khi cần nâng cao nhiệt độ rót, gang lỏng được nấu tiếp trong lò điện.

Vật liệu nấu chảy gang trong lò đứng gồm:

- *Vật liệu kim loại*: gang đúc, gang thổi từ lò cao, gang vụn, thép vụn, vật liệu vế lò, các pherô hợp kim (Fe-Si, Fe-Mn ...) để đảm bảo thành phần hoá học của gang.

- *Nhiên liệu*: than cốc, than gầy nhiệt luyện. Than cốc là sản phẩm chưng luyện than đá có nhiệt dung cao, độ bền cao, ít tạp chất. Lượng nhiên liệu cốc gồm lớp than đáy và các lớp bổ sung.

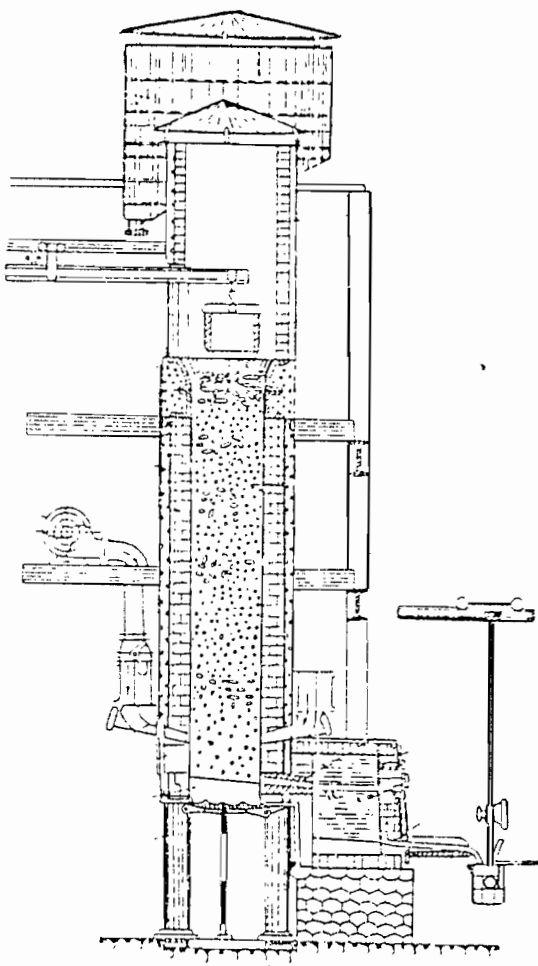
- *Chất trợ dung* là những vật liệu tham gia xúc tác để thực hiện các phản ứng hoá học, oxy hoá tạp chất tạo xỉ lỏng, thường dùng CaCO_3 , MgCO_3 ...

Quá trình nấu chảy gang xám thực hiện theo nguyên tắc nhiệt độ giảm dần từ mặt gió lên trên và mẻ liệu di chuyển từ trên xuống.

4.4.3. Đặc điểm đúc thép

a. Phân loại.

Thép cacbon, thép hợp kim dùng để đúc gọi là thép đúc.



Hình 4.18. Lò đứng để nấu gang

Căn cứ vào thành phần hóa học ta phân thép đúc tương ứng với việc phân loại theo công dụng của thép cacbon và thép hợp kim.

b. Đặc điểm khi đúc thép

So với gang xám, thép có tính đúc kém hơn vì nhiệt độ chảy cao, độ quá nhiệt lớn, độ co lớn, hòa tan khí nhiều, dễ tạo ra khuyết tật (rỗ khí, rỗ co ...), thiên tích xảy ra ở thép hợp kim rất phổ biến. Mặt khác các loại thép đều có nhiệt độ nóng chảy cao nên hạn chế tính chảy loãng. Vì thế yêu cầu vật đúc có kết cấu đơn giản, chiều dày thành thích hợp, đều đặn. Hệ thống rót, đậu ngót, đậu hơi cần bố trí hợp lý để bù ngót, thoát khí. Các loại khuôn cần có tính bền nhiệt cao, tính lún tốt, tính thông khí tốt.

Thép có thể đúc trong khuôn cát chịu nhiệt, trong các loại khuôn kim loại. Những thép hợp kim cao thường đúc trong khuôn vỏ mỏng, khuôn mẫu chảy.

c. Nấu chảy thép

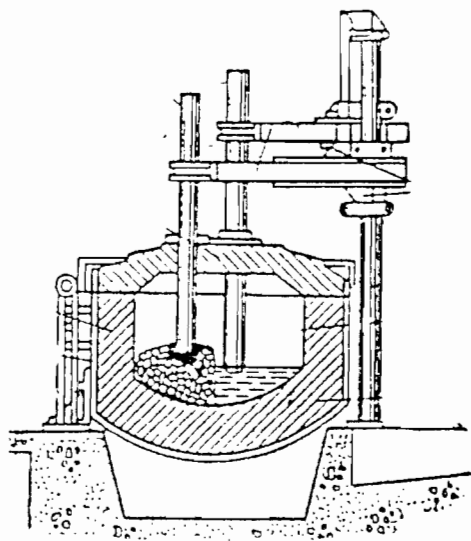
Trong thực tế sản xuất, nấu chảy thép đúc là một quá trình luyện kim theo yêu cầu của kim loại vật đúc. Có thể thực hiện trong lò chuyển, lò bằng, lò điện hồ quang.

- Lò chuyển (còn gọi là lò quay hay lò thép thổi như lò Besme, Thomat ...). Nguyên liệu là gang lỏng (lò cao hay lò đứng) đưa vào lò rồi thổi oxy vào để đốt cháy cacbon và khử tạp chất. Ở nhiệt độ thấp ($< 1300^{\circ}\text{C}$) đốt cháy Si, Mn ... Ở nhiệt độ cao ($> 1300^{\circ}\text{C}$) cacbon bị đốt cháy là chủ yếu. Nhiệt lượng sinh ra trong lò chủ yếu do nhiệt độ nước gang lỏng và các phản ứng cháy. Lò chuyển cho thời gian nấu luyện ngắn, năng suất cao, nhưng khó điều chỉnh thành phần nên chất lượng không cao.

- Lò điện hồ quang

Năng lượng là do hồ quang sinh ra giữa các điện cực. Đây là loại lò có chất lượng cao vì cho nhiệt độ cao, ổn định, dễ điều chỉnh thành phần...

Hình 4.19 là lò điện hồ quang để nấu chảy thép đúc. Quá trình nấu chảy thường gồm ba giai đoạn đốt cháy Mn, Si và một phần cacbon, sau đó khử các tạp chất có hại (P, S, phi kim, khí ...), cuối cùng là hoàn nguyên (khử oxy, tạp chất, điều chỉnh thành phần...).



Hình 4.19. Lò điện hồ quang

Nấu chảy thép trong lò điện hồ quang đạt công suất một mẻ 1,5+10 tấn trong vòng 2 + 2,5 giờ. Tùy theo nguyên liệu nấu luyện có thể tạo ra nhiều loại thép cacbon, thép hợp kim.

4.4.4. Đặc điểm khi đúc hợp kim màu

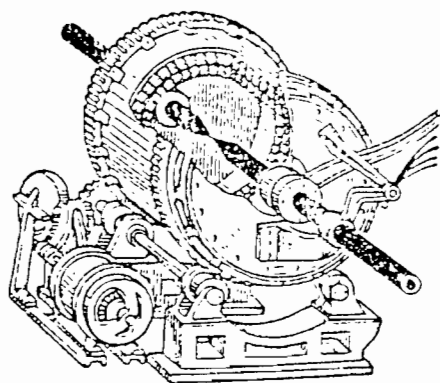
a. Đúc hợp kim đồng

Đồng đỏ (Cu) - đồng nguyên chất có nhiệt độ nóng chảy khoảng 1083°C, tính đúc kém vì co nhiều, dễ thiên tích, dễ hoà tan khí tạo cho chi tiết đúc rỗ khí, rỗ xỉ, dễ nứt. Trong công nghiệp thường dùng đồng thanh, đồng thau và các dạng hợp kim.

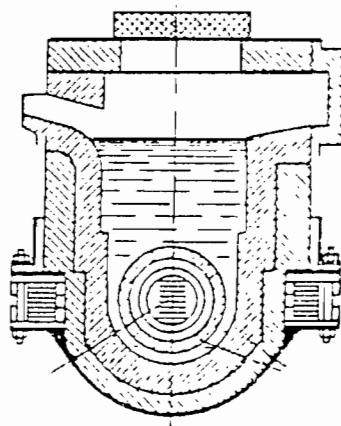
Tính đúc của hợp kim đồng phụ thuộc vào thành phần của hợp kim và khoảng nhiệt độ kết tinh.

Đồng thanh thiếc và đồng thanh không thiếc (như đồng thanh nhôm, đồng thanh chì, đồng thanh silic ...) có tính đúc thỏa mãn, nên có thể dùng để đúc các sản phẩm sử dụng trong các ngành công nghiệp.

Đồng thau là hợp kim của đồng và kẽm, cũng là hợp kim có tính đúc đạt yêu cầu cao như tính chảy loãng tốt, ít bị oxy hoá, ít hoà tan khí. Đồng thau dùng để đúc các chi tiết chịu lực.



a. Lò hồ quang



b. Lò cảm ứng

Hình 4.20. Lò nấu đồng

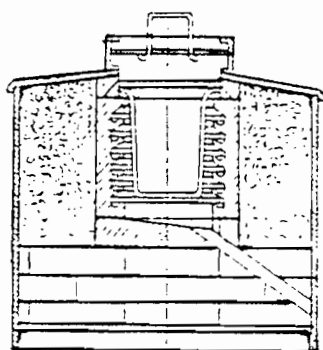
Khuôn đúc hợp kim đồng thường dùng là khuôn cát, khuôn đất sét, khuôn kim loại với yêu cầu thông hơi, thoát khí tốt. Nếu là khuôn cát nên chọn hỗn hợp mịn. Hệ thống rót cần bố trí hợp lý để rót êm, liên tục (ví dụ, rót xi phông). Đạp ngót phải đủ lớn để bù ngót khi đông đặc. Hợp kim đồng được nấu trong lò nổi (bằng graphit), lò điện, lò điện hồ quang quay hay lò cảm ứng (hình 4.20).

b. Đúc hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm có tính đúc thoả mãn. Hệ hợp kim nhôm đúc gồm Al - Si (gọi là silumin, có tính đúc tốt nhất). Hợp kim Al-Cu, Al-Mg ... đúc dưới áp lực là tốt nhất. Hợp kim nhôm có nhiệt độ chảy thấp nhưng dễ bị oxy hóa tạo ôxyt nhôm có độ bền rất kém, độ co lớn, dễ nứt nẻ ... Để đúc hợp kim này có thể dùng khuôn cát, khuôn kim loại với hệ thống rót hợp lý (êm, liên tục như rót xi phông, đầu ngót lớn, thoát khí tốt...).

Hợp kim nhôm được nấu chảy trong lò điện trở với công suất không lớn lắm vì nhiệt độ nấu chảy thấp.

Hình 4.21 giới thiệu lò điện trở nấu hợp kim nhôm.



Hình 4.21. Lò nấu nhôm

GIA CÔNG ÁP LỰC

5.1. KHÁI NIỆM

5.1.1. Thực chất, đặc điểm, phân loại

Thực chất của gia công kim loại bằng áp lực là lợi dụng tính dẻo của vật liệu, thông qua dụng cụ, thiết bị tạo lực làm chúng biến dạng dẻo để tạo thành sản phẩm có hình dáng kích thước theo yêu cầu.

Ngoại lực là yếu tố cơ bản trong gia công áp lực, góp phần tạo ra hình dáng của vật thể và tạo ra cơ tính cao hơn, giảm tiêu hao vật liệu ...

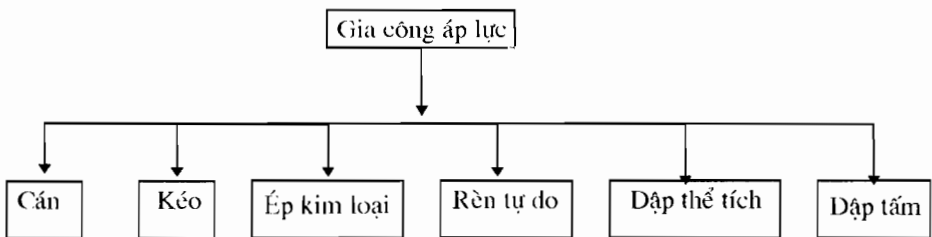
Nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong gia công áp lực. Nhiệt độ cao làm tăng tính dẻo của kim loại do đó dễ biến dạng dẻo vật liệu và làm giảm trở lực biến dạng, giảm sức lao động tăng năng suất ... Căn cứ vào nhiệt độ gia công ta phân ra gia công nóng và gia công nguội.

So với đúc, gia công áp lực tạo ra sản phẩm có độ bền cao hơn, khả năng chịu lực tốt hơn, độ chính xác và độ nhẵn mặt ngoài cao hơn, tiết kiệm kim loại, năng suất cao hơn nhưng cần thiết bị tạo lực phức tạp và đắt tiền.

Sản phẩm gia công áp lực dùng chủ yếu trong các chi tiết máy, cơ cấu chịu tải trọng cao, tải trọng động hay va đập. Vật liệu dùng gia công áp lực là các loại thép C, thép hợp kim, kim loại màu, hợp kim màu ...

5.1.2. Phân loại phương pháp gia công áp lực

Gia công áp lực tạo ra nhiều dạng sản phẩm khác nhau. Có những sản phẩm đem dùng ngay gọi là chi tiết, có sản phẩm phải qua gia công cơ tiếp theo gọi là phôi. Hình 5.1 giới thiệu sơ đồ các phương pháp gia công áp lực.



Hình 5.1 Sơ đồ phân loại gia công áp lực

5.1.3. Biến dạng dẻo kim loại

Mọi vật liệu kim loại có tính dẻo, khi chịu tác dụng của ngoại lực đều xảy ra ba giai đoạn : biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và phá hủy .

Hình 5.2 là thí nghiệm kéo hoặc nén bằng một lực P trên một thanh kim loại được cấu thành từ vô số đơn tinh thể.

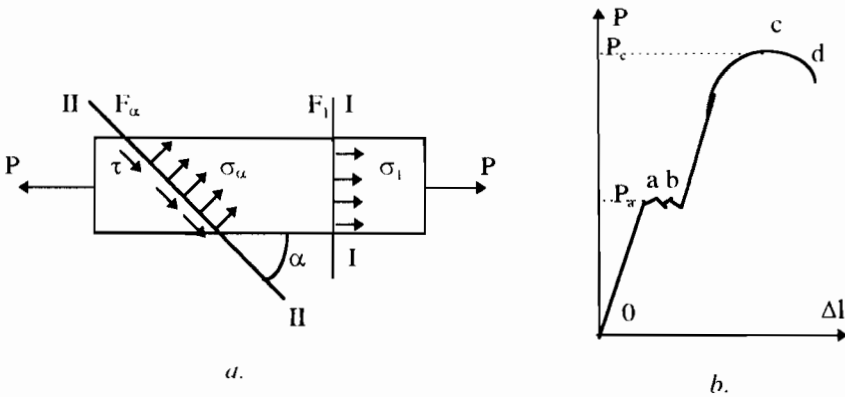
Xét hai tiết diện (hình 5.2a) : mặt cắt I -I có tiết diện F_I vuông góc với phương tác dụng lực, trên mỗi phần tử kim loại chịu ứng suất pháp σ_I , trên mặt cắt II -II nghiêng so với mặt cắt I -I một góc α , có diện tích tiết diện F_α . Tại đó xuất hiện ứng suất pháp σ_α và ứng suất tiếp τ trong đó ứng suất tiếp τ là giá trị tạo ra biến dạng dẻo, nghĩa là sau khi bỏ ngoại lực tác dụng biến dạng vẫn tồn tại (còn gọi là biến dạng vĩnh cữu).

Khi giá trị P còn nhỏ, thanh kim loại biến dạng đàn hồi (đoạn Oa) tuân theo định luật Húc. Khi tăng lực P ($P > P_a$) xuất hiện biến dạng dẻo (đoạn ab), đoạn nằm ngang (ab) biểu thị giai đoạn chảy của vật liệu, nghĩa là lực không tăng kim loại vẫn biến dạng dẻo (σ_{ch}). Nếu giá trị lực vượt quá P_c , thanh kim loại bị thắt và đứt (phá hủy). Hình 5.2b là biểu đồ quan hệ giữa lực P và lượng biến dạng Δl .

a. Biến dạng dẻo của đơn tinh thể

Cấu tạo tinh thể của kim loại gồm các mạng nguyên tử sắp xếp trong không gian theo một trật tự và qui luật nhất định. Biến dạng dẻo trong đơn tinh thể thực chất là sự trượt và song tinh.

- **Trượt** là sự dịch chuyển song song tương đối của một bộ phận mạng tinh thể này so với bộ phận khác qua mặt trượt. Trong một đơn tinh thể, các nguyên tử ở điều kiện không tải có lực đẩy và lực hút tương hỗ cân bằng. Khi chịu lực sẽ xuất hiện ứng suất trượt τ và bắt đầu quá trình biến dạng. Hình 5.3 là sơ đồ mô hình biến dạng dẻo trong đơn tinh thể. Hình 5.3a là mô phỏng sự trượt tương đối của các lớp nguyên tử khi chịu lực. Trong đơn tinh thể, trượt là hiện tượng chủ yếu làm kim loại biến dạng dẻo.



Hình 5.2. Sơ đồ kéo thanh kim loại

Ta có :

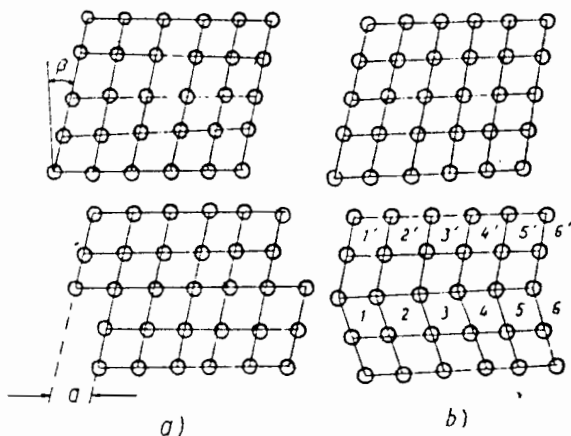
$$\sigma_1 = \frac{P}{F_1}$$

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha$$

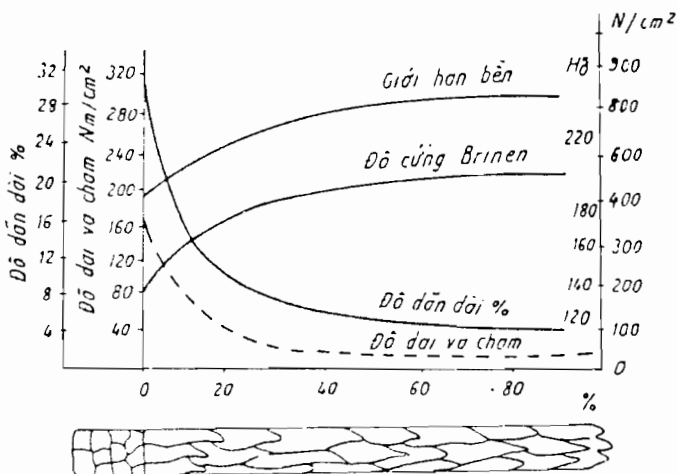
$$\tau = 1/2 \sigma_1 \sin 2\alpha$$

- **Song tinh** là sự dịch chuyển tương đối của hàng loạt các mặt nguyên tử này so với các mặt khác qua mặt song tinh dưới tác dụng của ngoại lực (hình 5.3b).

Ngoài hiện tượng trượt và song tinh kim loại còn biến dạng do một số hiện tượng khác.



Hình 5.3. Sơ đồ trượt (a) và song tinh (b)



Hình 5.4. Sơ đồ biểu diễn sự thay đổi dạng hạt và cơ tính

b. Biến dạng dẻo trong đa tinh thể

Đa tinh thể bao gồm nhiều đơn tinh thể cách nhau bởi tinh giới hạt nên khi chịu lực đa tinh thể cũng biến dạng dẻo tương ứng (trượt và song tinh), ngoài ra còn có sự dịch chuyển tương đối giữa các đơn tinh thể, gây nên sự phá vỡ vùng tinh giới làm cho các hạt bị vỡ vụn tạo nên hiện tượng biến cứng . Vì vậy biến

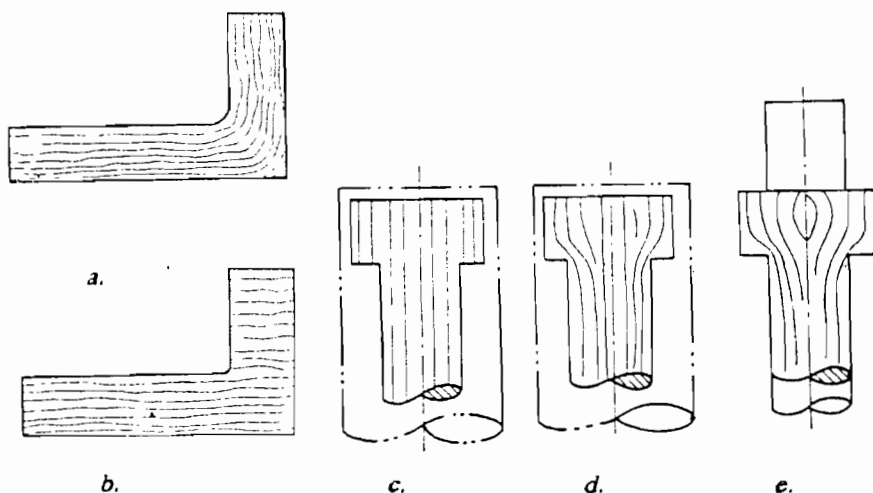
dạng trong đa tinh khó hơn biến dạng trong đơn tinh thể. Hình 5.4 là sơ đồ biến diễn sự thay đổi hình dạng hạt.

Biến dạng dẻo của một vật thể kim loại cấu tạo mạng không chỉ làm thay đổi hình dạng chung, mà các đơn tinh (hạt) cũng bị kéo dài ra tạo dạng thớ (hình 5.5).

c. Ảnh hưởng của biến dạng dẻo đến tổ chức và cơ tính của kim loại

Sau biến dạng dẻo thường xảy ra hiện tượng biến cứng làm độ bền, độ cứng của kim loại tăng và ngược lại độ dẻo, độ dai va chạm giảm xuống. Nó còn làm giảm độ dẫn điện và dẫn nhiệt, giảm khả năng chống mài mòn, gây khó khăn cho quá trình gia công cắt gọt.

Mặt khác, sau gia công áp lực làm thay đổi tổ chức ban đầu của kim loại, biến tổ chức hạt thành tổ chức thớ hoặc làm thay đổi hướng thớ. Vì thế khi chi tiết chịu kéo nén thì phương của lực kéo, nén nên bố trí trùng với phương thớ, nếu chịu cắt thì nên bố trí phương của lực cắt vuông góc với phương của thớ và với chú ý không nên cắt đứt thớ khi gia công, nên uốn thớ theo đường bao của chi tiết. Ví dụ khi chế tạo thép L hoặc bu lông giới thiệu trên hình 5.5. Nếu cắt đứt thớ như hình 5.5b hoặc hình 5.5c thì độ bền kém, nếu uốn (hình 5.5a) hoặc vuốt như hình 5.5d thì độ bền cao hơn nhưng nếu chôn (hình 5.5e) thì độ bền cao nhất.



Hình 5.5. Thớ kim loại và phương pháp chế tạo bu lông

5.2. NUNG NÓNG KIM LOẠI

5.2.1. Mục đích

Nung nóng nhằm tạo ra tổ chức đồng pha , nâng cao tính dẻo kim loại, phục

hồi tổ chức, dễ biến dạng và giảm trở lực, tạo điều kiện đảm bảo chất lượng, nâng cao năng suất, hạ giá thành sản phẩm. Nhiệt độ là nhân tố có ảnh hưởng lớn đến gia công áp lực.

5.2.2. Hình thức gia công áp lực

Mỗi hình thức gia công có đặc điểm riêng.

Gia công nóng là gia công trên nhiệt độ kết tinh lại. Đặc điểm cơ bản là tính dẻo cao, có thể khử ngay biến cứng (không cần ủ), nên dễ biến dạng, năng suất cao.

- *Gia công nguội* là gia công dưới nhiệt độ kết tinh lại nên độ cứng cao, khó biến dạng, thường có biến cứng.

Nhiệt độ kết tinh lại của kim loại nguyên chất thường bằng khoảng $40 \div 50\%$ nhiệt độ chảy. Ví dụ nhiệt độ kết tinh lại (T_{kt}) của thép cacbon khoảng $600 \div 650^{\circ}\text{C}$.

5.2.3. Hiện tượng xảy ra khi nung thép

Khi nung nóng kim loại cũng thường xảy ra các hiện tượng :

- *Chảy* là khi nung đến đường đặc, kim loại chảy ra làm mất sự liên tục.
- *Cháy* là khi nung kim loại đến gần đường đặc, phân tinh giới hạt bị oxy hóa mãnh liệt làm mất tính liên tục của kim loại, không còn độ dẻo, độ bền nữa. Kim loại bị chảy thì không thể khắc phục được mà chỉ có thể đem nấu lại.
- *Quá nhiệt* là hiện tượng khi nung đến nhiệt độ cao làm các hạt lớn lên, tính dẻo và độ bền giảm, nếu đem gia công sẽ dễ bị nứt vỡ. Nếu đem ủ thì có thể phục hồi lại tính dẻo.
- *Ôxy hóa* là khi nung nóng bề mặt kim loại tiếp xúc với không khí nên bị oxy hóa tạo thành lớp vảy oxyt kim loại làm tổn hao vật liệu, mòn dụng cụ, gây khó khăn cho quá trình gia công, làm giảm chất lượng sản phẩm. Để khắc phục hiện tượng oxy hóa ta cần xác định chế độ nung thích hợp cho từng loại vật liệu (nhiệt độ nung, tốc độ nung, thời gian nung và thời gian giữ nhiệt ...). Tốt nhất là nung trong môi trường có bảo vệ bằng khí, chất bảo vệ...
- *Thoát than* là hiện tượng làm giảm hàm lượng cacbon trên bề mặt kim loại ở nhiệt độ cao dẫn đến làm thay đổi thành phần và cơ tính của chúng. Muốn giảm thoát than, ta cần bảo vệ thép khi nung. Để khắc phục hiện tượng thoát than, có thể thấm than lên bề mặt các chi tiết đó.
- *Nứt* là do kết cấu chi tiết phức tạp hoặc chế độ nung không hợp lý dẫn đến ứng suất nhiệt, tạo các vết nứt bên trong và bên ngoài sản phẩm, nên cần có tốc độ nung hợp lý.

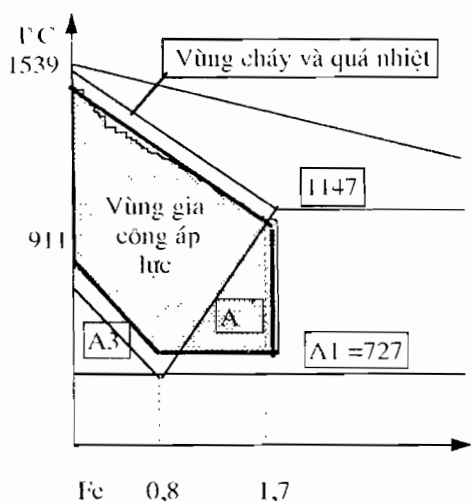
5.2.4. Chế độ nung để gia công thép

Mỗi kim loại có một chế độ nung riêng bao gồm khoảng nhiệt độ nung, tốc độ nung, thời gian nung ...

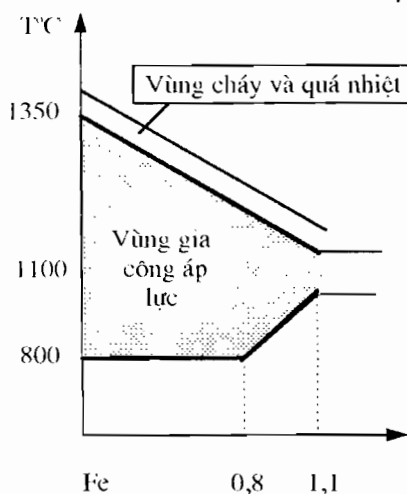
a. Khoảng nhiệt độ gia công bao gồm :

- Nhiệt độ bắt đầu gia công là nhiệt độ cao nhất mà tại đó bắt đầu gia công. Trên nhiệt độ này tính dẻo giảm đột ngột, xảy ra các khuyết tật (chảy, cháy, quá nhiệt, oxy hóa, thoát than ...).

- Nhiệt độ kết thúc gia công là nhiệt độ tối thiểu có thể gia công được. Dưới nhiệt độ này tính dẻo giảm, khó biến dạng, thường xảy ra biến cứng, nứt nẻ ... Hình 5.6 giới thiệu khoảng nhiệt độ nung nóng để gia công thép cacbon theo giản đồ trạng thái Fe - C (theo lý thuyết - hình 5.6a) và theo kinh nghiệm thực tiễn ta dùng đồ thị hình 5.6b). Tại vùng đó, phần lớn tổ chức của thép là một pha (ôstenit) có độ dẻo cao.



a. Theo giản đồ lý thuyết



b. Theo thực nghiệm

Hình 5.6. Vùng gia công áp lực đối với thép cacbon

b. Tốc độ nung , thời gian nung và thời gian giữ nhiệt cũng ảnh hưởng đến chất lượng và năng suất của quá trình gia công nên cần chọn chế độ hợp lý. Ví dụ với thép cacbon, từ nhiệt độ môi trường đến 800°C nung với tốc độ chậm (gọi là **tốc độ nung cho phép**) để tránh nứt và biến dạng nhưng > 800°C nung với tốc độ nhanh (gọi là **tốc độ nung kỹ thuật**) để tránh hiện tượng oxy hóa và thoát than.

5.2.5. Thiết bị nung

Năng lượng để nung nóng vật nung đến nhiệt độ khoảng 700 ÷ 1500°C có thể là các loại sau :

- Năng lượng do
đốt cháy nhiên liệu
trong ôxy (than ,
dầu, khí cháy ...)

- Năng lượng
điện của lò điện trở,
lò cảm ứng , nung
tiếp xúc, điện trở ...

Nhiệt lượng để
nung nóng có thể
thực hiện từ các loại
lò : lò điện, lò nung
trực tiếp, lò phản xạ.

Hình 5.7 a giới
thiệu lò nung liên
tục và hình 5.7b là
lò quạt lửa để nung
các vật nung có kích
thước khác nhau.

1. Cơ cấu đẩy phôi

2. Cửa vào

3. Vùng nung nóng

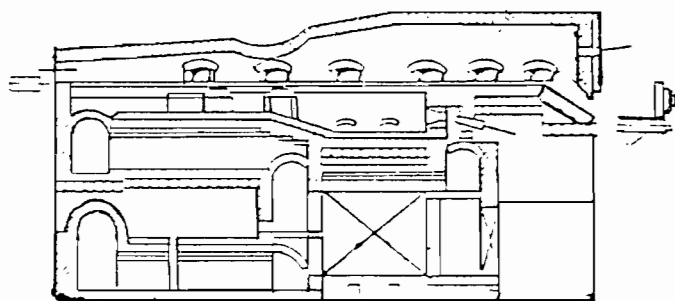
4. Mỏ khí đốt

5. Băng tải ra phôi

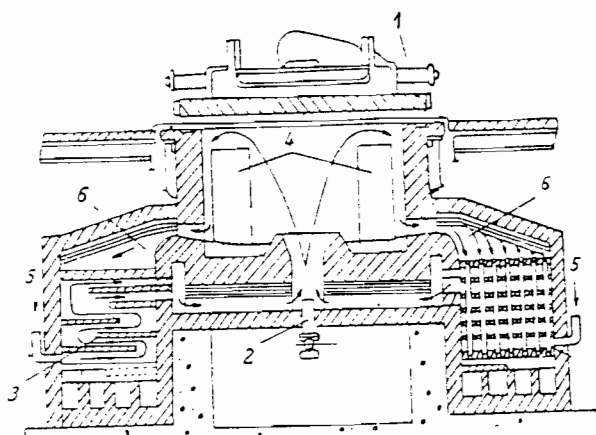
6. Mỏ khí đốt phụ

Lò dùng năng
lượng điện để điều
chỉnh chính xác
nhiệt độ, chất lượng
vật nung đảm bảo
nhưng giá thành cao,
tiêu hao năng lượng
lớn, chỉ nung vật nhỏ,
tiết diện ít thay đổi,
dùng trong sản xuất hàng loạt lớn.

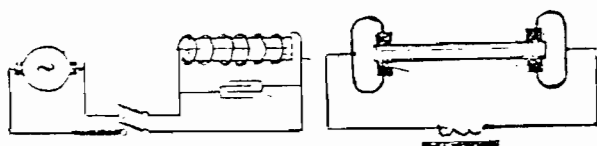
Hình 5.7c giới thiệu sơ đồ lò nung cảm ứng, hình 5.7d là sơ đồ nguyên lý
của phương pháp nung tiếp xúc bằng điện trở . Nung trong vòng cảm ứng, lượng
nhiệt chỉ có thể đạt đến kích thước chiều dày nhất định.



a. Lò nung liên tục



b. Lò quạt lửa



c. Lò nung cảm ứng

d. Lò nung điện trở

Hình 5.7. Thiết bị nung

5.3. CÁN KIM LOẠI

5.3.1. Thực chất, đặc điểm và sản phẩm cán

a. Thực chất

Cán là quá trình biến dạng kim loại qua khe hở của các trục cán quay ngược chiều nhau để tạo nên quá trình cán bằng lực ma sát.

Từ sơ đồ hình 5.9 ta có :

$$T = N.f$$

Điều kiện cán vào :

$$T.\cos\alpha > N.\sin\alpha$$

$$f.\cos\alpha > \sin\alpha$$

$$f > \tan\alpha$$

Mỗi lần cán, độ dày phôi giảm đi một lượng Δh (lượng ép)

$$\Delta h = h_0 - h_1 = D(1 - \cos\alpha)$$

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D}$$

trong đó : T - lực ma sát, N - phản lực, f - hệ số ma sát, α - góc cán, D - đường kính trục cán, h_0 - chiều cao ban đầu, h_1 - chiều cao sản phẩm sau mỗi lần cán.

Hình 5.8 giới thiệu sơ đồ dây chuyền cán. Hình 5.9 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của quá trình cán (cán bằng hai trục, ba trục, một lỗ hình và nhiều lỗ hình).

b. Phân loại phương pháp cán

Căn cứ vào chiều quay của trục cán và phương trục cán ta có các phương pháp cán giới thiệu trên hình 5.10.

- Cán ngang hai trục cán song song và quay cùng chiều, ngược với chiều quay của phôi (hình 5.10a).

- Cán dọc hai trục cán song song và quay ngược chiều nhau, đường kính trục cán bằng nhau hoặc không bằng nhau (hình 5.10b).

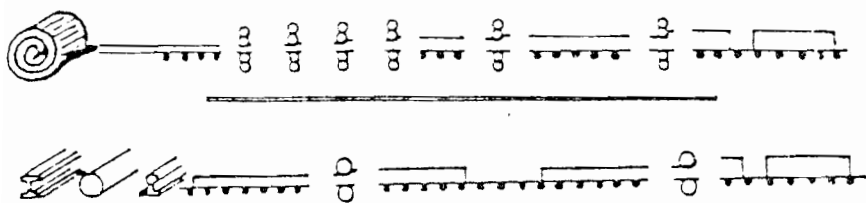
- Cán nghiêng hai trục cán quay cùng chiều, nhưng trục của chúng nghiêng với nhau một góc để tạo nên lực đẩy dọc (hình 5.10c).

c. Đặc điểm sản phẩm cán

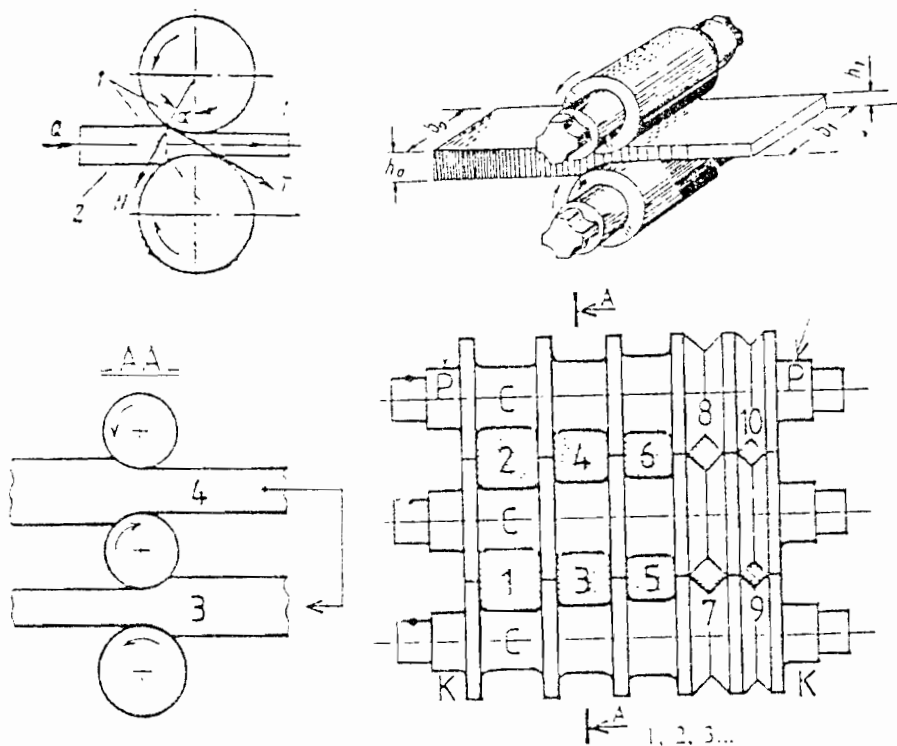
Quá trình cán có thể thực hiện ở cán nóng hoặc cán nguội.

- Sản phẩm cán có độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao.

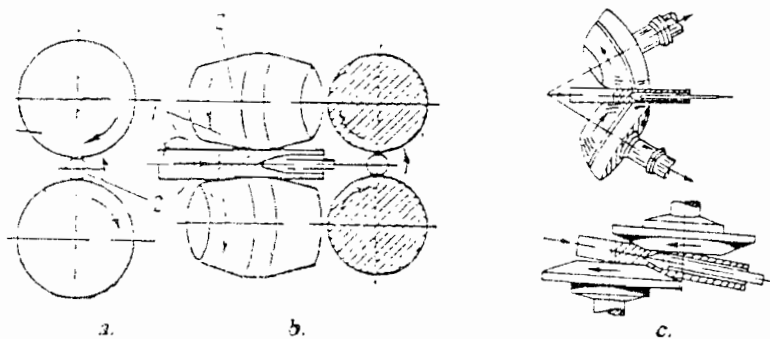
- Khi cán nóng tạo ra thớ kim loại theo phương cán, khi cán nguội thì độ bóng và độ chính xác cao hơn, nhưng cần lực lớn và khuôn chống mòn.



Hình 5.8. Sơ đồ dây chuyền cán



Hình 5.9. Sơ đồ nguyên lý của quá trình cán



Hình 5.10. Sơ đồ các phương pháp cán

- Năng suất cao, dễ cơ khí hoá và tự động hoá.

- Nhờ quá trình cán thực hiện ngay trong nhà máy luyện kim nên có thể giảm được nhiều khâu trung gian nên hạ giá thành sản phẩm. Có thể kết hợp quá trình đúc - cán để tăng lượng sản phẩm cán, giảm chi phí sản xuất.

d. Các dạng sản phẩm cán

Vật liệu kim loại cán thường gồm thép cacbon thấp và trung bình, thép hợp kim dẻo, hợp kim màu ...

Loại hình sản phẩm cán bao gồm các dạng giới thiệu trên hình 5.11

- **Thép tấm** là dạng sản phẩm có tỷ trọng lớn, chiều dày $4+60\text{mm}$, chiều rộng $600+1200\text{mm}$, chiều dài $1000+2000\text{mm}$. Thép tấm dày thường cán nóng; vật liệu dẻo, tấm mỏng có thể cán nguội.

- **Thép hình** được cán ra theo hình dạng đã được qui chuẩn.

+ Hình đơn giản có tiết diện vuông, tròn, elip, chữ nhật, lục lăng, ...

+ Hình phức tạp có tiết diện: L, I, T, U, Z, thép góc, đường ray ...

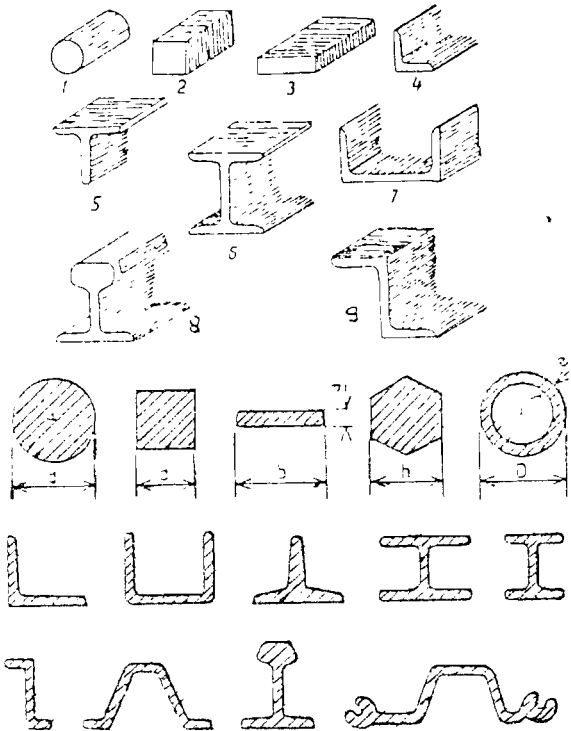
- **Thép ống** là những loại ống có mối hàn được chế tạo từ các loại băng rộng, mỏng, sau khi cuốn sẽ hàn bằng hàn điện, hàn khí ... Mối hàn xoắn ốc có độ bền, độ cứng cao hơn mối hàn đường thẳng.

Ống không có mối hàn được cán trên máy cán ống liên tục

Những ống mỏng, đường kính nhỏ có thể dùng phương pháp cán nguội.

- **Các dạng sản phẩm đặc biệt**: bi, ren, bánh xe tròn xoay ...

Sản phẩm cán có thể đem dùng ngay (đường ray, ren, ống...), nhiều loại phải qua bước gia công tiếp (rèn, dập, hàn hoặc gia công cắt gọt...).



Hình 5.11. Sản phẩm cán

5.4. KÉO SỢI

Kéo là phương pháp làm biến dạng dẻo kim loại qua lỗ hình của khuôn kéo dưới tác dụng của lực kéo. Khi kéo phôi được vuốt dài ra, giảm diện tích tiết diện ngang, tăng chiều dài.

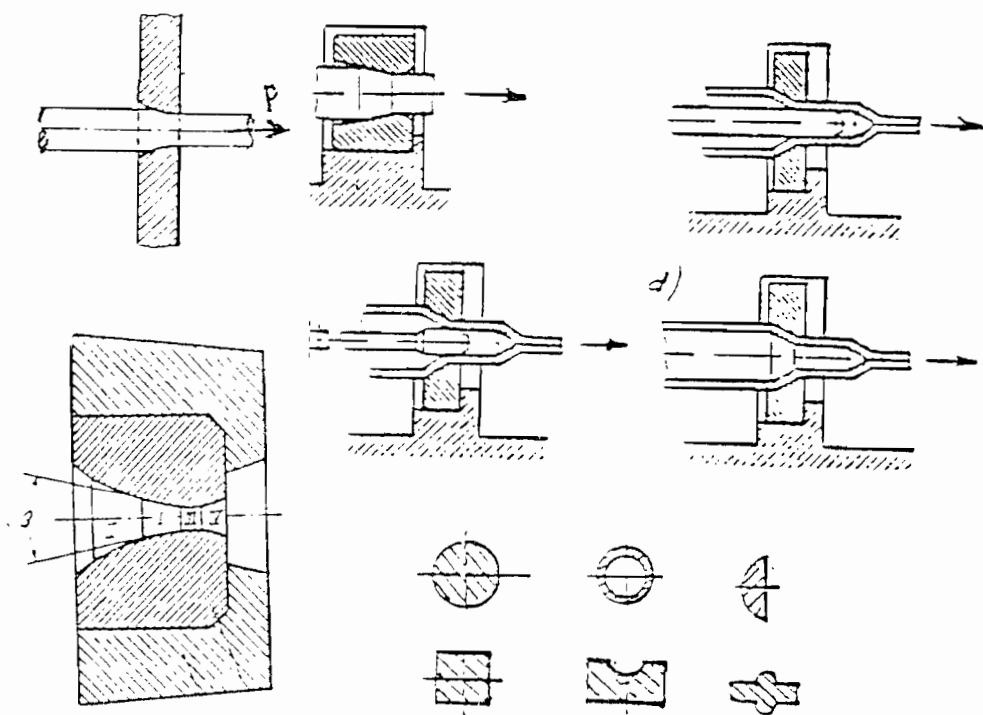
Kim loại biến dạng qua lỗ hình của khuôn kéo làm giảm tiết diện ngang F , mức độ biến dạng tính theo hệ số kéo tương đối ϵ hoặc hệ số kéo tuyệt đối μ sau mỗi lần kéo :

$$\epsilon = \frac{F_1 - F_2}{F_1} \quad \text{và} \quad \mu = \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_0}{d_1}$$

trong đó F_1, F_2 - diện tích tiết diện ngang của hai lần kéo liên tiếp d_0, d_1 . Yếu tố cơ bản khi kéo là lực kéo P để tạo ra ứng suất kéo trong vùng biến dạng dẻo. lực kéo không vượt quá giới hạn cho phép tránh làm đứt sản phẩm.

Kéo thường tiến hành ở trạng thái nguội nếu độ bóng, độ chính xác cao, nhưng thường bị biến cứng, cần ủ để phục hồi tính dẻo.

Vật liệu thường dùng là thép cacbon, thép hợp kim, các hợp kim màu ...



Hình 5.12 Sơ đồ kéo và tiết diện sản phẩm

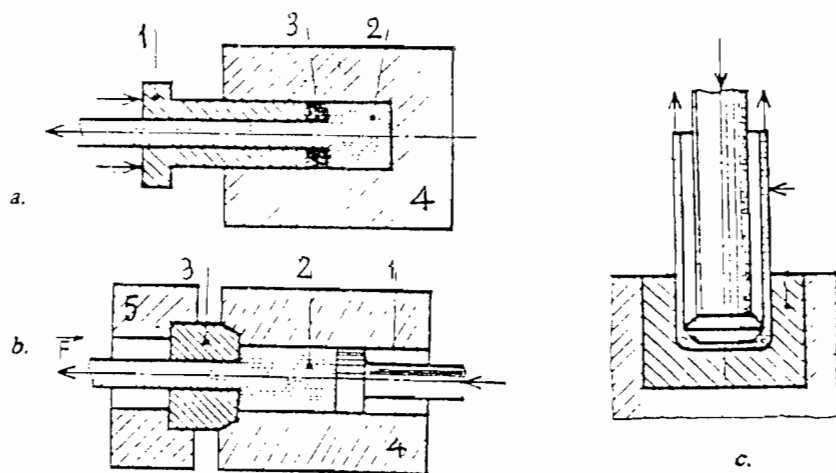
Khuôn kéo có các tiết diện khác nhau . dây, ống, thanh định hình, tròn, ellip, vuông, nhiều cạnh ... kích thước nhỏ nhất có thể đạt 0,065mm. Sản phẩm kéo có diện tích tiết diện không đổi suốt chiều dài. Hình 5.12 giới thiệu sơ đồ kéo, trong đó có phôi 1, lỗ hình khuôn 2, khuôn kéo 3. Khuôn kéo gồm phần vuốt I, phần biến dạng II, phần thoát IV (đều có dạng hình côn) và phần định dạng III (theo tiết diện lỗ hình), được chế tạo từ hợp kim cứng (để kéo dây có đường kính đến 0,5mm), bằng kim cương (để kéo dây có đường kính rất nhỏ), bằng thép dụng cụ hay thép gió (để kéo thanh hay ống có đường kính lớn). Khuôn kéo được lắp vào giá khuôn trước khi lắp lên máy kéo sợi. Để giảm ma sát ở khuôn kéo ta thường dùng các chất bôi trơn như dầu, mỡ, bột xà phòng, bột graphit, đồng sunphat ...

5.5. ÉP KIM LOẠI

5.5.1. Thực chất và đặc điểm

Ép là phương pháp làm biến dạng dẻo kim loại qua lỗ hình của khuôn ép dưới tác dụng của lực ép. Hình 5.13 giới thiệu sơ đồ quá trình ép kim loại.

Lỗ hình của khuôn ép có tiết diện khác nhau. Tùy theo tính dẻo của vật liệu, có thể ép nóng hay ép nguội. Phôi ép có thể là thỏi cán hay sản phẩm rèn đập. Ép tạo sản phẩm có tiết diện không thay đổi theo chiều dài, độ bóng bề mặt và độ chính xác cao. Sản phẩm ép có thể là các thỏi đặc, các loại ống với nhiều tiết diện khác nhau. Nhược điểm là thiết bị ép cần độ cứng vững cao, lượng kim loại thừa không biến dạng trong khuôn còn nhiều.

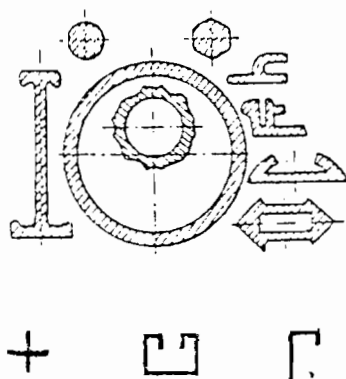


Hình 5.13. Sơ đồ nguyên lý các phương pháp ép

5.5.2. Các phương pháp ép

- **Ép thuận** là phương pháp ép mà chiều ra của sản phẩm cùng chiều với lực ép (hình 5.13a). Phôi 2 được mung nóng, đặt vào xilanh 4, khuôn 3 được kẹp trong giá khuôn 5, chày ép chính là piston 1 ép vật liệu để tạo thành sản phẩm. Vùng biến dạng dẻo trong khuôn xa điểm đặt của lực ép nên kim loại thừa trong khuôn còn nhiều (khoảng $18 \div 20\%$).

- **Ép nghịch** ngược lại với phương pháp ép thuận, chiều của lực ép ngược chiều đi ra của sản phẩm (hình 5.13b). So với ép thuận, ép nghịch có biến dạng dẻo để tạo hình tốt hơn, nhưng dễ gây rung động, chất lượng sản phẩm kém hơn, lượng kim loại thừa trong khuôn giảm xuống còn $5 \div 6\%$, lực ép giảm khoảng 25%, máy ép có thể dùng là máy ép thủy lực, cơ khí... Với vật liệu dẻo, có thể ép nguội ống mỏng từ phôi chuẩn bị trước theo dạng sản phẩm. Sơ đồ ép ống giới thiệu trên sơ đồ hình 5.13c. Hình 5.14 giới thiệu một số dạng sản phẩm ép.



Hình 5.14. Sản phẩm ép

5.6. RÈN TỰ DO

5.6.1. Thực chất và đặc điểm

Rèn tự do là một quá trình biến dạng tự do của kim loại dưới tác dụng của các dụng cụ đơn giản hoặc các thiết bị tạo lực. Việc tạo hình nhờ bề mặt dụng cụ và trình độ tay nghề của công nhân. Rèn tự do chất lượng không cao, độ bóng bề mặt thấp, năng suất thấp, hao phí nhiều kim loại, cường độ lao động lớn, thường dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ, trong sửa chữa ... nhưng có khả năng tạo ra được sản phẩm từ rất nhỏ đến rất lớn. Vật liệu thường dùng là phôi đúc, thỏi cán, thanh ...

5.6.2. Dụng cụ và thiết bị rèn - dập

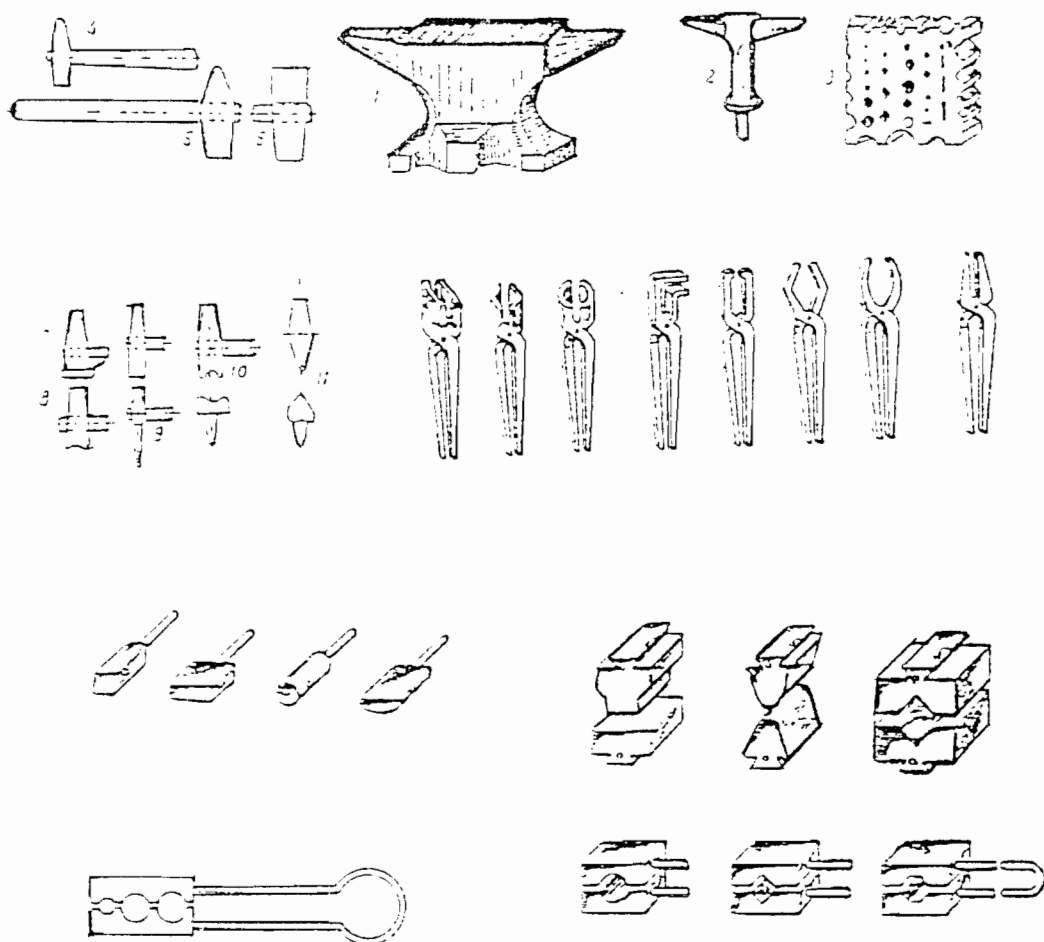
a. **Dụng cụ rèn tự do** giới thiệu trên hình 5.15 gồm : búa đe, đe, đột, bần là, bần tộp, kìm, dũa, compa ...

b. **Thiết bị rèn - dập** thường dùng là các loại máy búa và máy ép. Chúng được đặc trưng bởi khối lượng phần rơi và lực ép.

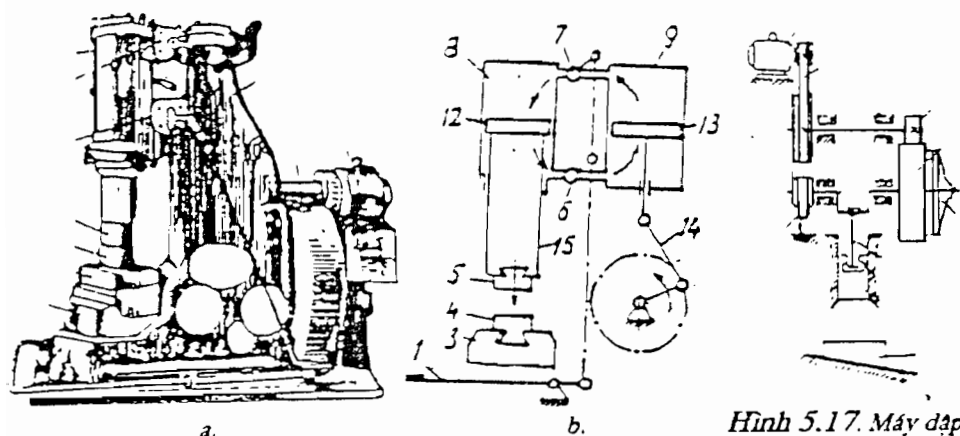
Máy búa không khí chạy bằng động cơ, kí hiệu là BH kèm theo chữ số chỉ khối lượng phần rơi (ví dụ, BH500 là máy búa hơi có khối lượng phần rơi là 500kg). Hình 5.16 giới thiệu một loại máy búa không khí ép chạy bằng động cơ

dùng gia công các chi tiết nhỏ. Động cơ điện, truyền chuyển động qua hệ thống biên - tay quay 14 đến hộp giảm tốc làm pitông ép 13 chuyển động trong xilanh ép 9, ép không khí qua van phân phối 6, 7 làm pitông công tác 12 chuyển động trong xilanh công tác 8, tạo nên lực đập của đầu búa 5. Bàn đạp 1 dùng điều khiển van phân phối. Phôi rèn được đặt lên đe 4 lắp trong bệ đe 3.

Các loại máy búa khác như máy búa lò xo, máy búa ma sát, máy búa chạy bằng hơi nước ... một số loại máy ép cũng dùng để rèn - dập. Hình 5.17 là sơ đồ nguyên lý làm việc của máy dập trục khuỷu.



Hình 5.15. Dụng cụ rèn tự do



Hình 5.17. Máy dập trực khuỷu

Hình 5.16. Máy búa không khí chạy bằng động cơ

c. Công nghệ rèn tự do (nguyên công cơ bản)

Hình 5.18 giới thiệu một số nguyên công cơ bản để rèn tự do và các sản phẩm của nó gồm: nguyên công chồn (a), chồn cục bộ (b), vuốt thanh (c), vuốt ống tăng chiều dài (d), vuốt ống mở rộng lỗ (e), xoắn (g), uốn (h), đột lỗ suốt - tấm mỏng (i), đột lỗ không thông hoặc đột lỗ lớn (k), xấn hoặc chặt (l) là phẳng, tóp, lấy dấu, ép vết ... tạo thành các sản phẩm (như hình m).

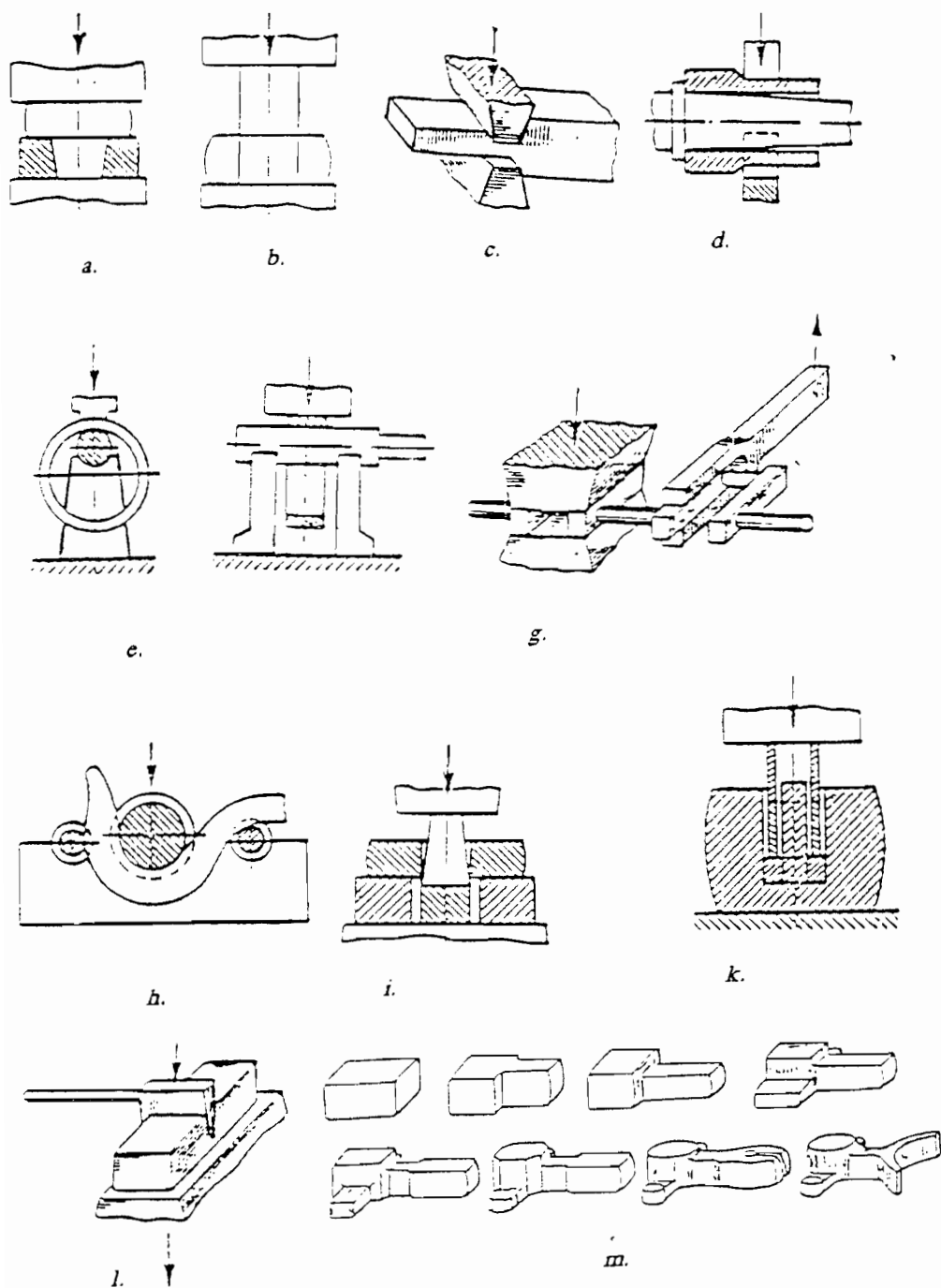
Các nguyên công rèn tự do không chỉ làm thay đổi hình dáng phôi mà còn làm thay đổi hình dáng thớ cho phù hợp với nguyên công tiếp theo và làm tăng khả năng chịu lực. Ví dụ chồn làm giảm chiều cao, tăng tiết diện ngang, tạo thớ hướng kính còn khi vuốt tăng chiều dài, giảm tiết diện ngang hoặc giảm chiều dày, tạo thớ dọc theo chiều trục đảm bảo chịu lực tốt hơn.

5.7. DẬP THỂ TÍCH (DẬP KHỐI, RÈN KHUÔN, DẬP NÓNG)

5.7.1. Thực chất và đặc điểm

Dập thể tích là quá trình biến dạng dẻo kim loại trong lòng khuôn dưới tác dụng của lực dập. Khuôn dập vừa là dụng cụ truyền lực vừa là tạo hình vật dập. Dập thể tích có đặc điểm:

- Phần lớn kim loại chịu ứng suất nén khối nên biến dạng triệt để, tạo thớ liên tục, tiết kiệm kim loại. Độ chính xác, độ nhẵn bề mặt, chất lượng và năng suất cao hơn rèn tự do, có thể chế tạo được các sản phẩm có hình dáng phức tạp.
- Giảm cường độ lao động và không yêu cầu trình độ tay nghề cao, dễ cơ khí hóa và tự động hóa.



Hình 5.18. Nguyên công và sản phẩm rèn tự do

- Thiết bị yêu cầu có lực đập lớn và độ cứng vững cao. Khối lượng, kích thước vật đập hạn chế (< 1 tấn), giá thành khuôn cao nên chỉ dùng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối. Để chọn phương pháp rèn hợp lý ta có thể dùng công thức sau :

$$N \geq \frac{\sum G_{\text{khuôn}}}{(m_1 + n_1) - (m_2 + n_2)}$$

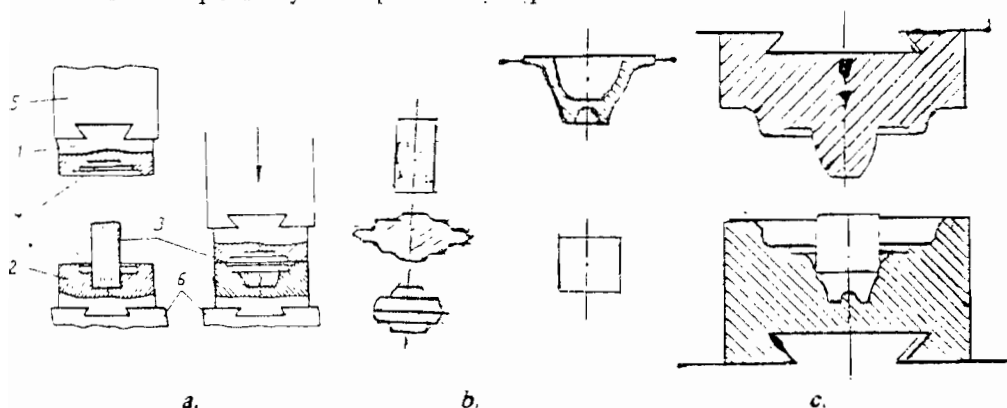
trong đó :

N - số chi tiết hợp lý để đập thể tích, nếu nhỏ hơn thì dùng rèn tự do.

m_1 - giá thành chi tiết khi rèn tự do và m_2 - giá thành của chính nó khi đập khối.

n_1 - giá thành gia công cơ khí chi tiết sau rèn tự do và n_2 - giá thành gia công cơ khí cũng của chi tiết đó sau đập thể tích.

Hình 5.19 giới thiệu sơ đồ đập thể tích gồm khuôn trên 1 và khuôn dưới 2 được phân cách với nhau bởi mặt phân khuôn trong có lòng khuôn và rãnh ba vĩa 4. Bộ khuôn được lắp vào đầu búa 5 và đe dưới 6. Phôi 3, sau biến dạng trở thành bán thành phẩm hay thành phẩm là vật đập như hình 5.7.1b.



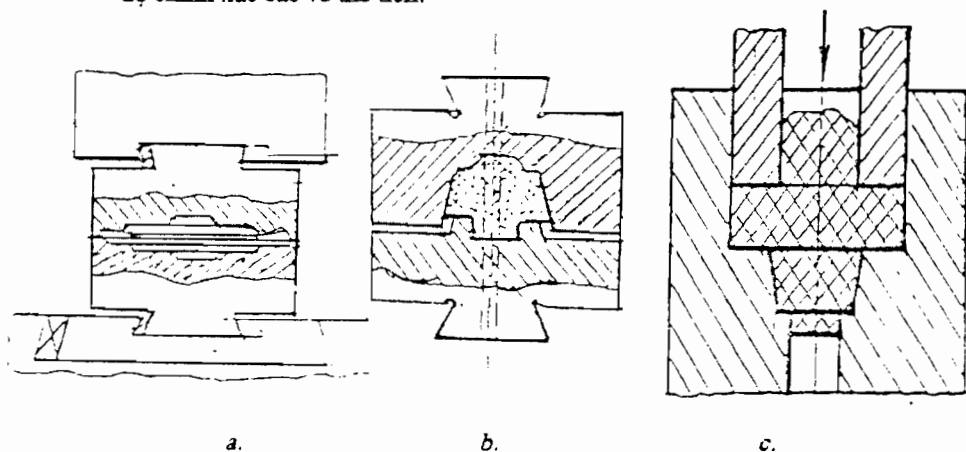
Hình 5.19. Sơ đồ đập thể tích

5.7.2. Các phương pháp đập thể tích

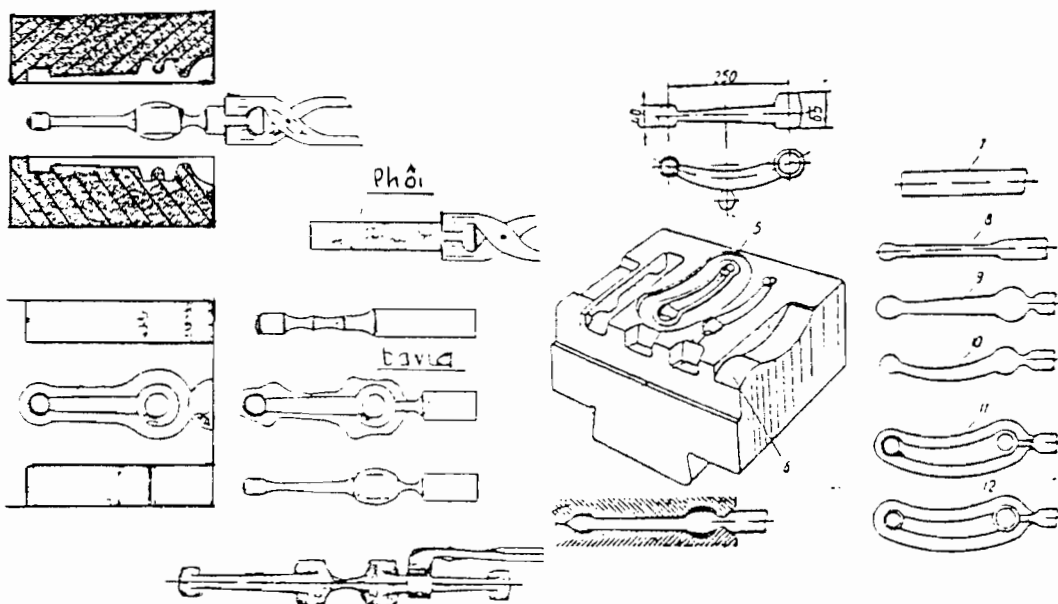
Căn cứ theo dạng lòng khuôn ta có thể phân ra các phương pháp rèn khuôn như sau :

a. **Lòng khuôn hở** (hình 5.19 và hình 5.20a) là loại lòng khuôn khi gia công có một phần kim loại biến dạng tự do, phương của lực tác dụng vuông góc với mặt phân khuôn, có rãnh ba vĩa để chứa kim loại thừa và giám va đập giữa hai bề mặt khuôn. Ba vĩa sẽ được cắt đi bằng khuôn cắt. Do có rãnh ba vĩa nên phôi đập không yêu cầu thật chính xác về thể tích, dùng cho vật đập đơn giản.

b. *Lồng khuôn kín* (hình 5.20b) là loại lồng khuôn khi gia công không cho ba vĩa trên sản phẩm. Với loại khuôn này phương của lực tác dụng song song hoặc gần song song với mặt phân khuôn, không có rãnh ba vĩa, khi ráp khuôn, lồng khuôn hoàn toàn kín, vật dập chịu ứng suất khối ép nên kim loại biến dạng triệt để. Phôi dập trong khuôn kín là phôi đã qua dập thô hay rèn tự do, yêu cầu độ chính xác cao về thể tích.



Hình 5.20. Phân loại theo lồng khuôn dập thể tích



Hình 5.21. Khuôn một lồng khuôn

Hình 5.22. Khuôn nhiều lồng khuôn

c. *Lòng khuôn ép chảy* thuộc loại lòng khuôn hồ gán giống với ép kim loại (hình 5.20c), thể tích phôi không yêu cầu chính xác, có thể ép chảy toàn phần hay ép chảy cục bộ, sản phẩm có thể đặc hay rỗng.

d. Khuôn nhiều lòng khuôn

Khi vật dập lớn, khối khuôn chỉ có một lòng khuôn (hình 5.21), với vật dập nhỏ, mỗi khối khuôn có thể bố trí nhiều lòng khuôn theo thứ tự nguyên công - gọi là khuôn nhiều lòng khuôn (hình 5.22).

5.8. DẬP TẤM (DẬP NGUỘI)

5.8.1. *Thực chất và đặc điểm*

Dập tấm là phương pháp biến dạng dẻo kim loại trong khuôn dưới tác dụng của ngoại lực, phôi ở dạng tấm, tạo thành sản phẩm có hình dạng, kích thước theo yêu cầu. Vật liệu thường dùng là vật liệu dẻo như thép cacbon thấp, thép hợp kim, kim loại và hợp kim màu ... Quá trình dập thường tiến hành ở trạng thái nguội - gọi là dập nguội. Dập tấm được dùng rộng rãi trong tất cả các ngành công nghiệp ô tô, hàng không, hàng hải, dụng cụ thiết bị điện, điện tử, công nghiệp thực phẩm, hàng dân dụng ...

Dập tấm có đặc điểm :

- Độ bóng , độ chính xác rất cao, tinh laps tốt , nhiều sản phẩm không cần qua gia công cắt gọt.
- Độ bền và độ cứng vững cao nên tiết kiệm kim loại.
- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa.
- Năng suất rất cao, thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, giá thành hạ.

- Dập tấm thường dùng chế tạo các chi tiết che chắn, nắp đậy, vỏ, thùng chứa; trong các ngành ô tô, tàu, thuyền, công nghiệp thực phẩm, hàng dân dụng.

5.8.2. *Các nguyên công tạo phôi trong dập tấm :*

a. *Cắt phôi* là nguyên công phân chia phôi tấm thành dải, tấm, mảnh ... theo một đường hồ hoặc kín (thẳng, cong ...). Quá trình cắt xảy ra từ biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo cùng với sự tăng lực cắt, các vết nứt xuất hiện, gặp nhau theo hướng cắt và tách rời tấm phôi. Sơ đồ cắt giới thiệu trên hình 5.23a.

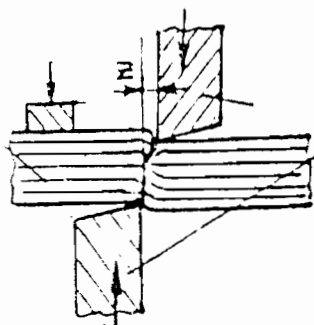
Quá trình cắt có thể thực hiện bằng máy cắt có lưỡi dao song song, lưỡi dao nghiêng hoặc lưỡi dao hình đĩa.

- *Máy cắt có lưỡi dao song song* (hình 5.23b) cắt đồng thời trên chiều rộng tấm cắt nên mặt phẳng cắt đẹp, thời gian ngắn nhưng lực cắt lớn, chỉ cắt được đường thẳng với chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của lưỡi dao.

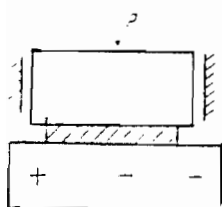
- *Máy cắt có lưỡi dao nghiêng* (hình 5.23c), cắt theo từng điểm nên lực cắt nhỏ, công suất máy không lớn, có thể cắt chiều dài bất kì nhưng mặt cắt không

phẳng, tấm cắt bị biến dạng.

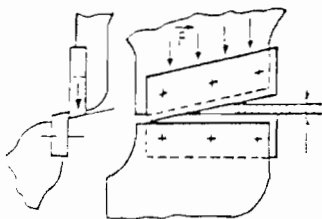
- Máy cắt có lưỡi dao hình đĩa (hình 5.23d) có đặc điểm như lưỡi dao nghiêng nhưng có thể cắt liên tục với chiều dài không hạn chế và không tốn thời gian cho hành trình chạy không.



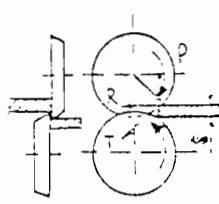
a.



b.



c.



d.

Hình 5.23. Các phương pháp cắt phôi

Để cắt phôi theo một đường viền khép kín (mạch kín) nhằm tách phôi tấm thành những phôi định hình có lỗ hay không có lỗ ta có nguyên công **dập cắt** và **đột lỗ** (hình 5.24 và hình 5.25).

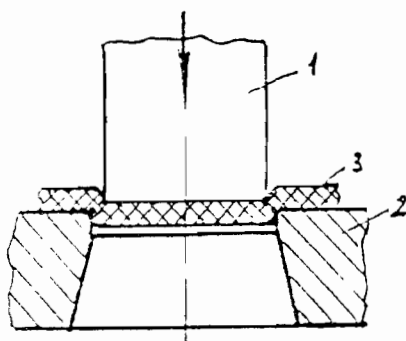
b. Dập cắt, nếu sử dụng phần vật liệu nằm bên trong đường cắt

c. Đột lỗ, nếu sử dụng phần nằm bên ngoài đường cắt.

Để có sản phẩm dập cắt, đột lỗ ta dùng các bộ khuôn, chày, cối khác nhau (khuôn dập cắt, chày đột lỗ).

Khi dập cắt, cân bố trí phôi hợp lý để nâng cao hiệu suất sử dụng vật liệu η .

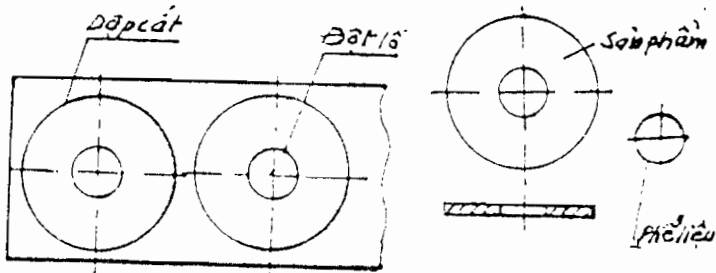
Tính η theo công thức sau đây :



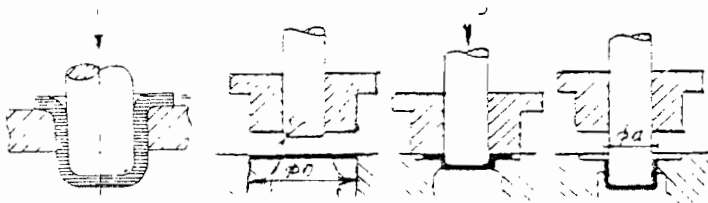
Hình 5.24. Sơ đồ cắt phôi theo một đường khép kín

$$\eta = \frac{n \cdot f_p}{F_t} 100\%$$

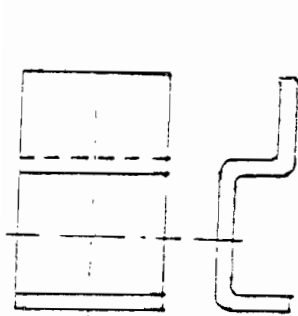
Trong đó : n - số lượng phôi, f_p - diện tích một phôi, F_t - diện tích tấm phôi.



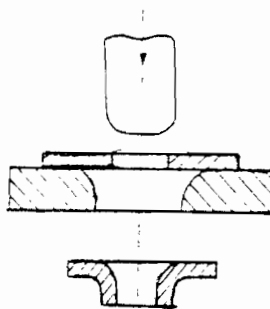
Hình 5.25. Đập cắt và đốt lỗ - cắt phôi theo đường viền khép kín



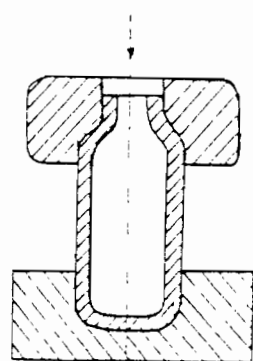
a.



b.



c.



d.

Hình 5.26. Các nguyên công biến dạng - tạo hình trong dập tấm

5.8.3. Các nguyên công biến dạng tạo hình trong dập tấm (hình 5.26)

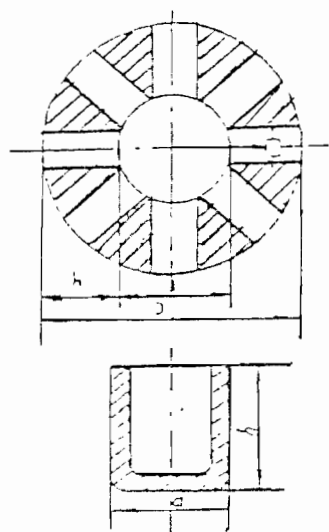
a. *Uốn* là nguyên công làm thay đổi hướng trục của tấm phôi. *Biến dạng dẻo* xảy ra một phần hay toàn bộ. Hình 5.26b là một dạng sản phẩm uốn điển hình.

b. *Dập sâu* là nguyên công biến dạng phôi tấm. Với nguyên công dập sâu không làm mỏng thành chiều dày phôi và sản phẩm xấp xỉ bằng nhau.

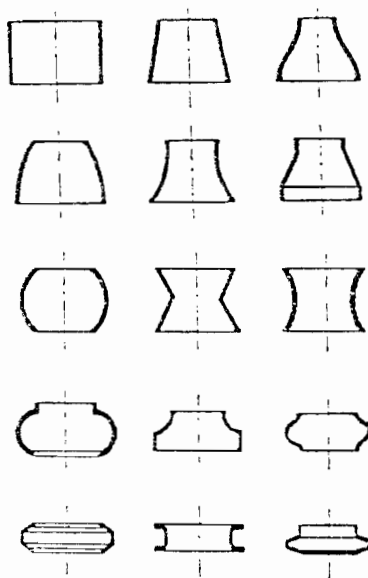
Hình 5.27 giới thiệu hình khai triển sản phẩm dập sâu. Khi dập sản phẩm hình trụ, đường kính d chiều cao h , cần có tấm phôi đường kính D . Sản phẩm được tạo thành nhờ chày, ép tấm phôi vào khuôn. Tùy theo chiều cao h của sản phẩm mà tính số lần dập n . Hình 5.26a là sơ đồ dập vuốt không làm mỏng thành.

c. *Lên vành* (hình 5.26c) là nguyên công tạo ra gờ mép để tăng độ cứng vững, chuẩn bị cho các nguyên công lắp ghép hoặc hàn.

Hình 5.28 giới thiệu một số sản phẩm được tạo hình từ các nguyên công tóp miệng, dẫn phồng, in nổi...



Hình 5.27. Hình triển khai
sản phẩm dập vuốt



Hình 5.28. Sản phẩm tạo hình
biến dạng

HÀN KIM LOẠI

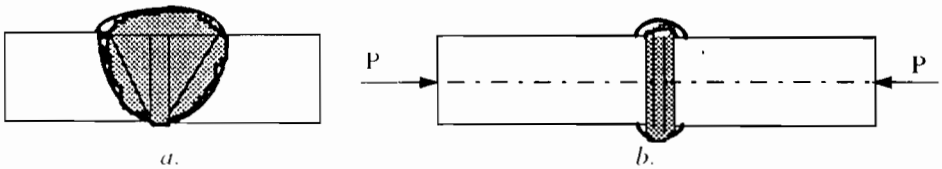
6.1. KHÁI NIỆM CHUNG

6.1.1. Thực chất

Hàn là một phương pháp nối cứng các phần tử kim loại hoặc phi kim lại với nhau bằng cách nung nóng chỗ hàn đến trạng thái hàn (chảy hoặc dẻo) sau đó kim loại tự đông đặc hoặc ta dùng lực ép để ép chúng dính lại với nhau tạo thành liên kết bền vững. Đó là *mối hàn*.

Phương pháp hàn mà ở đó các kim loại hàn được nung nóng chảy, sau khi đông đặc chúng tạo thành mối hàn (hình 6.1a), gọi là *hàn nóng chảy*.

Nếu phương pháp hàn mà phần tiếp xúc kim loại hàn chỉ được nung đến trạng thái dẻo ta phải dùng một lực ép P mới tạo thành mối hàn (hình 6.1b), gọi là *hàn áp lực*.



Hình 6.1. Các dạng hàn

Khi hàn nóng chảy, kim loại vùng nóng chảy là hợp kim trung gian của các phần tử hàn. Kim loại mối hàn sau khi kết tinh khác với kim loại cơ bản.

Ở dạng hàn áp lực, dưới tác dụng của lực ép P , vùng kim loại dẻo của các phần tử sẽ biến dạng, tiếp xúc và khuếch tán vào nhau tạo ra sự liên kết nguyên tử của mối hàn.

6.1.2. Đặc điểm

So với gia công áp lực và đúc, hàn có đặc điểm :

- Tạo ra liên kết phức tạp mà đúc, rèn, dập khó hoặc không thực hiện được.
- Hàn được các vật liệu cùng loại hoặc khác loại.
- Tiết kiệm kim loại nhiều. So với tán bằng đinh ri vê hoặc lắp bằng bu lông tiết kiệm đến 25% kim loại, so với đúc còn tiết kiệm hơn nhiều.
- Công nghệ hàn tương đối đơn giản và rất linh động.
- Hàn tạo ra được kết cấu kín có độ bền cao cho phép chế tạo sản phẩm chịu áp lực như bể chứa, thùng, bình áp lực, đường ống. Hàn là một phương pháp để tự động hoá để tạo sản phẩm với năng suất và chất lượng cao, giá thành hạ.

Nhược điểm là vùng hàn có nhiệt lượng lớn làm ảnh hưởng đến tổ chức của kim loại vùng lân cận, dễ cong vênh biến dạng và làm giảm cơ tính.

6.1.3. Phân loại hàn

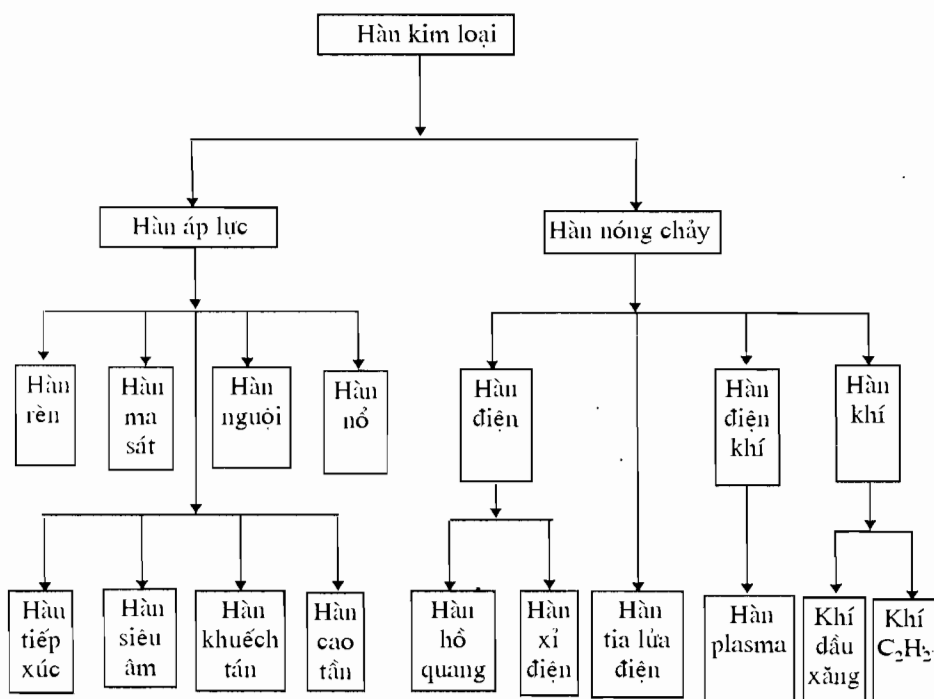
Có nhiều cách để phân loại, nhưng dựa vào trạng thái kim loại của vùng hàn là phương pháp phân loại phổ biến nhất. Sơ đồ phân loại giới thiệu trên hình 6.2

Như vậy, để tạo ra các trạng thái hàn đủ nóng chảy hoặc dẻo, nhiệt là yếu tố quan trọng khi hàn. Nhiệt năng để nung nóng mối hàn có thể được chuyển hóa từ cơ năng, điện năng, hóa năng hay từ các dạng năng lượng khác. Vì vậy trong thực tế có rất nhiều phương pháp hàn khác nhau.

6.2. HÀN HỒ QUANG

6.2.1. Thực chất, đặc điểm và phân loại

Hàn hồ quang là phương pháp hàn nóng chảy bằng cách lợi dụng nhiệt sinh ra khi hồ quang cháy để làm nóng chảy chỗ hàn. Hàn hồ quang được sử dụng rộng rãi để tạo các liên kết trong các lĩnh vực công nghiệp vì nó chỉ thực hiện tại từng điểm hàn trong thời gian rất ngắn, nhiệt lượng tập trung vào mối hàn, ít bị biến dạng.



Hình 6.2. Phân loại các phương pháp hàn

Hàn hồ quang tay có thể thực hiện bằng dòng điện xoay chiều hay một chiều, hàn hồ quang trực tiếp hay gián tiếp, hàn bằng điện cực nóng chảy hoặc điện cực không nóng chảy. Khi hàn bằng dòng điện một chiều có thể nối thuận hay nối nghịch.

6.2.2. Hồ quang

Hồ quang là hiện tượng phóng điện giữa các điện cực trong môi trường không khí được ion hoá. Ngon lửa hồ quang có nhiệt lượng rất lớn kèm theo sự phát sáng gồm các tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia cực tím ... gây bỏng da, viêm mắt, ảnh hưởng đến môi trường xung quanh. Muốn gây hồ quang ta cho que hàn (cực) chạm vào vật hàn

(cực thứ hai) trong khoảng 0,1 giây rồi nâng lên để tạo sự phóng điện trong không khí và giữ khoảng cách 2 ÷ 5 mm để hồ quang ổn định.

Khi hồ quang cháy, quan hệ giữa điện thế và cường độ dòng điện là một đường cong (hình 6.3), gọi là đường đặc tính tĩnh của hồ quang [1] cắt

đường đặc tính động [2] của máy tại điểm A (gây hồ quang) và B (hồ quang ổn định). Trên đường cong, đoạn 80 ÷ 800 ampe đường đặc tính gần như song song với trục nằm ngang, gọi là đoạn đặc tính cứng (dùng hàn hồ quang tay). Tại khoảng đó điện thế không phụ thuộc vào cường độ dòng điện mà phụ thuộc vào chiều dài hồ quang.

Ta có $U = a + bI_{hq}$

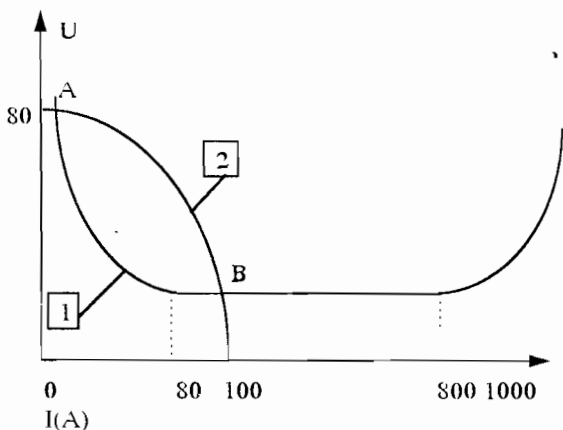
a - điện thế rơi trên hai cực

b - điện thế rơi trên một đơn vị chiều dài của hồ quang

I_{hq} - chiều dài hồ quang

Nhờ nhiệt lượng lớn, nên hồ quang hàn có thể làm nóng chảy mọi loại kim loại và hợp kim để hàn được vật hàn có chiều dày lớn với nhiều chế độ khác nhau.

Hồ quang hàn có thể là hồ quang kín (tạo ra trong môi trường bảo vệ như trơ dung, xỉ, khí ... để kim loại mối hàn không bị ảnh hưởng của môi trường xung quanh) hoặc hồ quang hở dùng cho những mối hàn không quan trọng.



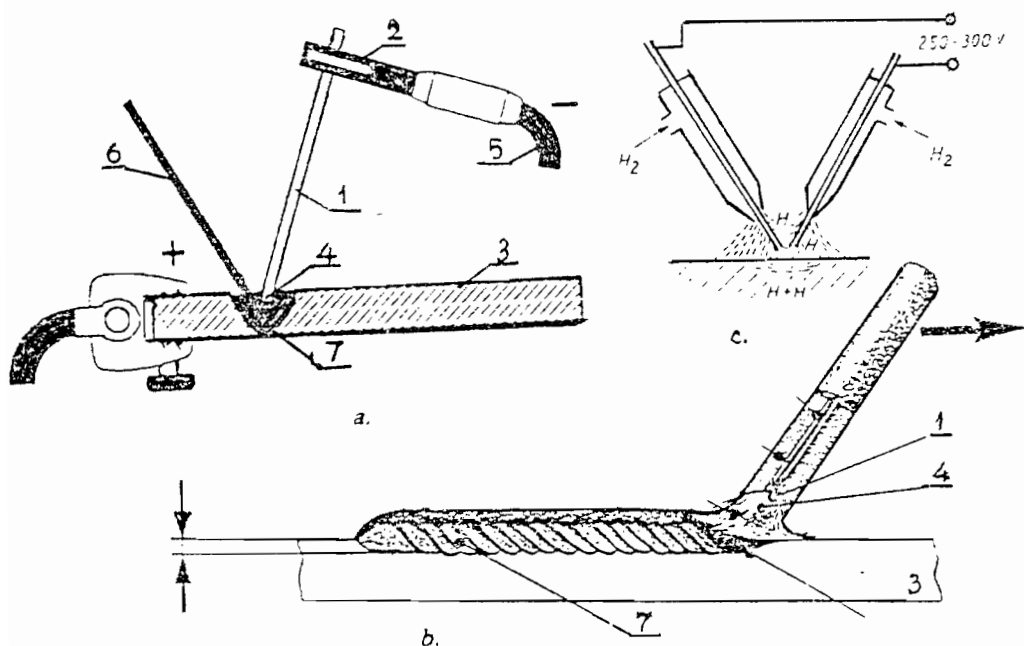
Hình 6.3. Đường đặc tính tĩnh của hồ quang

6.2.3. Hàn hồ quang tay

a. Phân loại

Sơ đồ nối trực tiếp, một đầu nguồn nối với điện cực (que hàn) đầu kia nối với vật hàn.

Hình 6.4a giới thiệu sơ đồ hàn hồ quang bằng điện cực không nóng chảy (cực than, graphit hoặc vonfram) gồm điện cực 1, kim hàn 2, vật hàn 3, hồ quang 4, dây dẫn 5, que hàn 6 bổ sung kim loại cho mối hàn 7. Nếu nguồn hàn là dòng điện một chiều nối thuận thì điện cực nối với cực âm, vật hàn nối với cực dương, dùng hàn các tấm dày hoặc vật liệu khó chảy, nếu nối nghịch thì ngược lại. Hình 6.4b là sơ đồ phương pháp hàn bằng điện cực nóng chảy, được dùng, phổ biến trong các ngành công nghiệp vì đơn giản. Cực hàn 1 (que hàn) trực tiếp bổ sung kim loại cho mối hàn - cũng gọi là **hàn hồ quang trực tiếp**, còn sơ đồ nối gián tiếp phải dùng hai điện cực không nóng chảy (hai đầu nguồn nối với hai điện cực và hồ quang sinh ra giữa chúng - hình 6.4c).



Hình 6.4. Sơ đồ hàn hồ quang tay

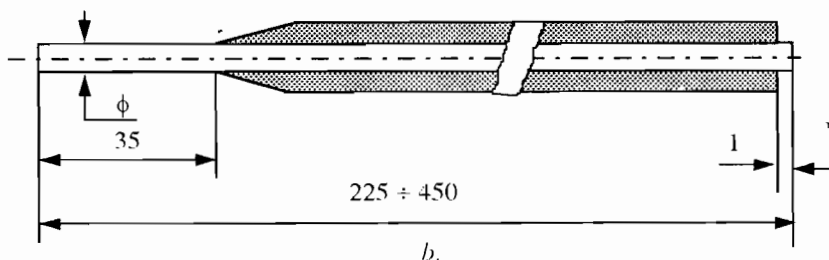
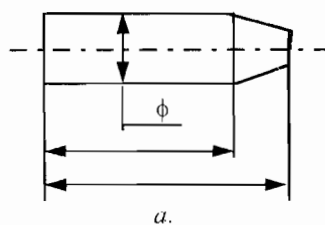
b. Điện cực hàn

Điện cực hàn hồ quang có hai loại :

- Điện cực hàn không nóng chảy chỉ có tác dụng gây hồ quang. Nó có thể

nối trực tiếp hoặc gián tiếp. Vật liệu cực hàn là graphit hoặc vonfram (hình 6.5 a).

- Điện cực hàn nóng chảy còn gọi là que hàn gồm lõi kim loại có đường kính từ $\phi 1 \div 6$ mm và thuốc bọc bên ngoài . Lõi kim loại có tác dụng gây hồ quang và bổ sung kim loại cho mối hàn.



Hình 6.5. Điện cực hàn không nóng chảy (a) và điện cực hàn nóng chảy (b)

Thuốc bọc que hàn để ổn định sự cháy của hồ quang, hợp kim hóa mối hàn, tạo khí và xỉ bảo vệ cho vùng hàn (hình 6.5b). Thành phần thuốc hàn thường gồm các chất ion hóa (phan, kiềm ...), chất tạo xỉ (cao lanh), chất tạo khí (tinh bột), chất khử oxy (nhôm, các fero hợp kim...), chất dính kết ...

c Nguồn điện hàn và thiết bị hàn

Khi hàn hồ quang có thể dùng dòng điện xoay chiều hay một chiều. Nguồn điện hàn một chiều được cung cấp từ máy phát một chiều hoặc chỉnh lưu hàn. Tuy giá thành cao nhưng hàn bằng dòng điện một chiều cho hồ quang ổn định, chất lượng mối hàn tốt, có thể đảo cực. Tuy nhiên trong thực tế ta thường dùng nguồn xoay chiều để hàn vì thiết bị gọn nhẹ, cơ động, vận hành đơn giản, hiệu suất cao, tiêu hao năng lượng ít, giá thành rẻ hơn, nhưng chất lượng mối hàn không cao bằng hàn nguồn một chiều.

+ Yếu cấu của nguồn điện hàn và máy hàn :

- Điện thế hàn không tải (U_0) đủ lớn để gây hồ quang nhưng không vượt quá giới hạn cho phép (< 80 volt) , để đảm bảo an toàn cho ΔU người sử dụng.

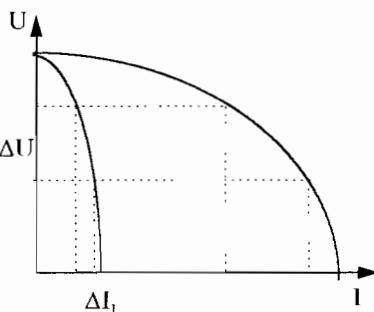
Ví dụ :

với dòng xoay chiều

$$U_0 = 55 \div 80V, U_h = 35 \div 45V$$

với dòng một chiều

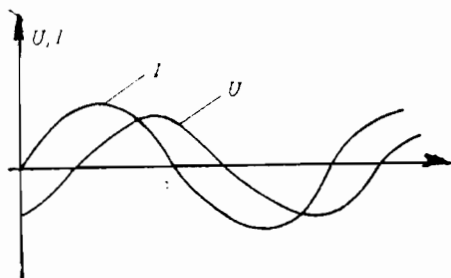
$$U_0 = 35 \div 55V, U_h = 16 \div 25V.$$



Hình 6.6. Đường đặc tính ngoài của máy hàn

- Dòng điện ngắn mạch không vượt quá 40% giá trị cường độ dòng điện hàn, nghĩa là $I_d = (1,3 + 1,4) I_h$.

- Điện thế nguồn hàn phải thay đổi nhanh phù hợp với sự thay đổi điện trở của hồ quang nhằm ổn định sự cháy của hồ quang, nghĩa là đường đặc tính ngoài của máy khi hàn phải là *đường cong dốc liên tục* nhằm đảm bảo sự điều chỉnh chế độ hàn, đường này càng dốc càng tốt (hình 6.6).



Hình 6.7. Sự lệch pha của U và I

- Điều chỉnh được cường độ dòng điện hàn theo kiểu phân cấp hoặc vô cấp.

- Khi dùng nguồn xoay chiều cường độ và điện thế phải lệch pha nhau, để hồ quang không bị tắt (hình 6.7).

- Máy hàn gọn, nhẹ; cấu tạo đơn giản; dễ sử dụng, vận hành và bảo quản.

+ *Máy hàn một chiều* là loại máy dùng dòng điện một chiều tạo ra từ máy phát nhưng thỏa mãn các yêu cầu của máy hàn (hình 6.8). Hiệu suất máy đạt khoảng 50 ÷ 70%.

+ *Máy hàn xoay chiều* sử dụng dòng điện xoay chiều, tương tự như máy biến áp nhưng phải thỏa mãn các yêu cầu của máy hàn. Hiệu suất của máy đạt đến 80 ÷ 90% cao hơn máy hàn một chiều (hình 6.9).

+ *Dụng cụ để hàn hồ quang* gồm dụng cụ, thiết bị an toàn (mặt nạ, kính coban, găng, ủng, giày, tấm chắn, thiết bị thông gió), cáp điện, đầu cấp, kim hàn, thùng đựng que hàn, bàn ghế hàn, bàn chải, búa gõ xỉ, đục, dụng cụ gá lắp.

d. Công nghệ hàn hồ quang tay

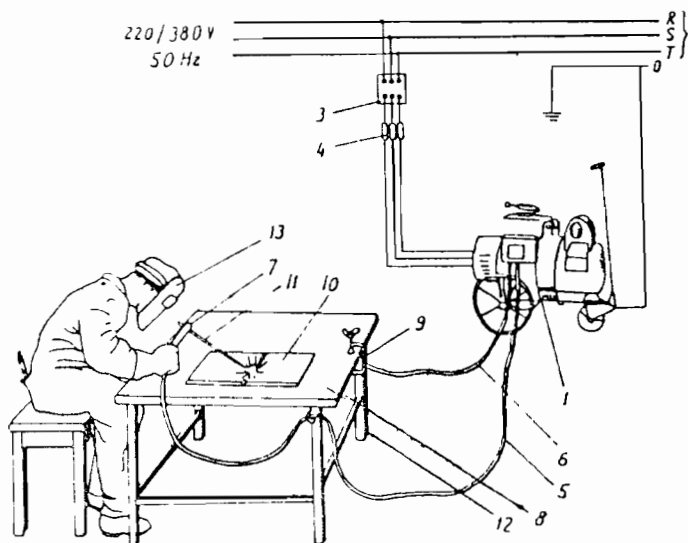
+ Các loại liên kết hàn và mối hàn

Hàn hồ quang tay tuy năng suất thấp, chất lượng không cao, cần trình độ tay nghề cao nhưng rất linh động, phù hợp với sản xuất nhỏ, sửa chữa, lắp ráp đặc biệt với các kết cấu phức tạp. Trong sản xuất thường gặp các loại mối hàn và liên kết như hình 6.11.

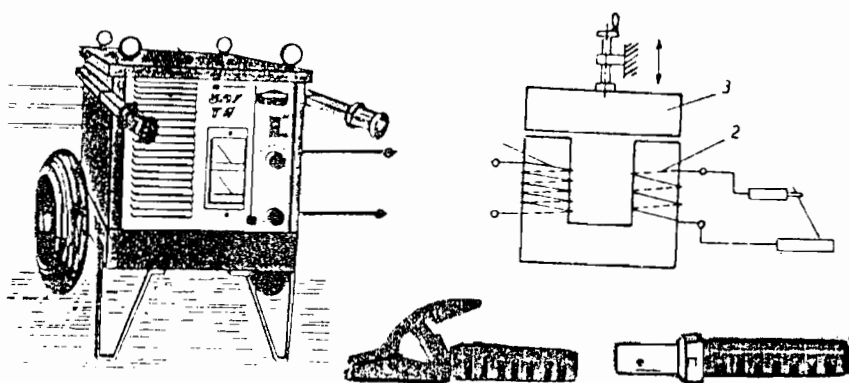
Mỗi loại liên kết có chế độ hàn và kỹ thuật hàn khác nhau. Trước khi hàn phải chuẩn bị mối hàn (làm sạch, vát mép, lắp ráp, định vị). Căn cứ vào chiều dày và loại liên kết, ta có các dạng mép vát khác nhau (vát chữ V, U, K, Y ...).

+ Vị trí hàn trong không gian

Các liên kết hàn thường phức tạp và cố định trong không gian. Xét theo mặt phẳng ngang, tùy theo vị trí không gian ta có thể phân ra các vị trí hàn khác nhau như hàn sấp, hàn đứng hoặc hàn ngang và hàn trần. Mỗi vị trí hàn có yêu cầu công nghệ khác nhau, trong đó hàn sấp là dễ nhất còn hàn trần là khó nhất.



Hình 6.8. Máy hàn một chiều



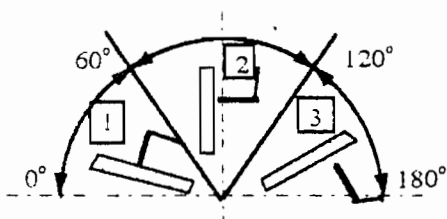
Hình 6.9. Máy hàn xoay chiều

Hình 6.10 giới thiệu các vị trí của mối hàn trong không gian.

- Hàn sắp phân bố ở góc **1** (từ $0 \div 60^\circ$), tâm hàn ở dưới, que hàn ở trên.

- Hàn đứng và hàn ngang mối hàn nằm trong khoảng $60^\circ \div 120^\circ$ (góc số **2**).

- Hàn trần (hàn ngửa), có vị trí hàn ở góc số **3** (từ $120^\circ \div 180^\circ$), que hàn ở dưới, tâm hàn ở trên.



Hình 6.10. Vị trí của mối hàn trong không gian

1	JL				
2	II				
3	V				
4	✓				
5	Y				
6	Y				
7	Y				
8	Y				
9	D				
10	△				
11	[				
12	○				
13	⊕				

Hình 6.11. Các loại mối hàn và kí hiệu

+ Chế độ hàn hồ quang tay

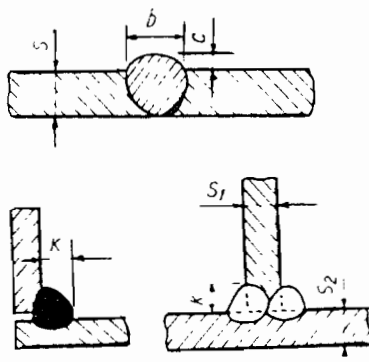
Đối với các phương pháp hàn này, cần xác định đường kính que hàn, cường độ dòng điện hàn ...

- Đường kính que hàn phụ thuộc vào chiều dày vật hàn, có thể tính theo công thức thực nghiệm (hình 6.12) :

Khi hàn giáp mối : $d = S/2 + 1$

Khi hàn góc, hàn chữ T : $d = K/2 + 2$

trong đó S là chiều dày của vật hàn, K là cạnh mối hàn góc hay hàn chữ T (mm).



Hình 6.12. Thông số của mối hàn

- Cường độ dòng điện hàn chọn phụ thuộc vào đường kính que hàn và vật liệu hàn và vị trí hàn trong không gian, có thể tính và chọn theo công thức thực nghiệm. Khi hàn sắp bằng mối hàn giáp mối ta có thể tính :

$$I = (\beta + \alpha d) d$$

hoặc

$$I = k.S \quad (A)$$

Trong đó α , β , k - hệ số phụ thuộc kim loại vật hàn, khi $d = 3 + 6$ mm, hàn thép carbon có thể chọn $\beta = 20$, $\alpha = 6$ hoặc $k = 40 + 60$.

S - chiều dày vật hàn tính bằng mm. Những vật hàn có chiều dày lớn phải hàn nhiều lớp để bảo đảm độ ngấu và các vị trí hàn khác nhau có thể điều chỉnh cường độ dòng điện theo nguyên tắc :

- Nếu $S > 3d$ ta cần tăng thêm cường độ dòng điện hàn lên 10 + 15%.
- Nếu $S < 1,5d$ ta có thể giảm 10 + 15% cường độ dòng điện hàn.
- Khi hàn đứng, hàn ngang, ta có thể giảm 10 + 15% cường độ dòng điện hàn.
- Khi hàn trần, giảm cường độ dòng điện 15 + 20% cường độ dòng điện hàn.

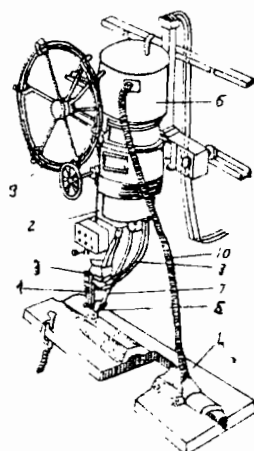
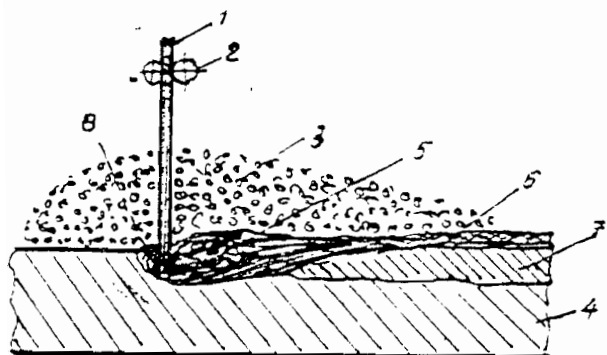
Các yếu tố khác như vận tốc hàn, thời gian hàn phụ thuộc vào cường độ dòng

I và hệ số đắp α_2 của que hàn (g/ A.h) khi tính.

6.2.4. Hàn hồ quang tự động và bán tự động

Hàn hồ quang tự động là dạng hàn mà toàn bộ các thao tác khi hàn đều do máy điều chỉnh tự động như gảy hồ quang, duy trì, ổn định chiều dài hồ quang, dịch chuyển dọc theo mối hàn, kết thúc quá trình hàn, trở về vị trí ban đầu, cung cấp thuốc hàn, khí bảo vệ cho mối hàn. Khi hàn bán tự động thì quá trình dịch chuyển dọc theo mối hàn được điều chỉnh bằng tay. Khi hàn tự động hay bán tự động thì điện cực nóng chảy là dây hàn trần hoặc dây hàn có lõi thuốc. Có thể dùng loại cực hàn không nóng chảy bằng vonfram. Để bảo vệ mối hàn người ta dùng thuốc hàn rời hoặc khí bảo vệ. Hàn hồ quang tự động hay bán tự động so với hàn hồ quang tay có năng suất gấp 5 + 10 lần, chất lượng tốt, đảm bảo tính

đồng nhất của mối hàn.



Hình 6.13. Hàn tự động dưới lớp thuốc

a. Hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc

Hình 6.13 giới thiệu máy hàn tự động dưới lớp thuốc bằng điện cực nóng chảy. Dây hàn 1 di chuyển xuống nhờ hộp giảm tốc và bộ truyền 2 tự động đi xuống để gây hồ quang và ổn định chiều dài hồ quang tại vùng hàn 5. Ngọn lửa hồ quang 8 nung nóng chảy kim loại vật hàn 4 và lớp thuốc hàn 3 phủ kín trên vùng hàn để bảo vệ mối hàn. Khi kim loại đông đặc hình thành mối hàn 7 và lớp xỉ 6.

Nhờ lớp thuốc che kín, hiệu suất nhiệt cao hơn so với hàn tay. Máy tự động điều chỉnh mọi thông số do đó chất lượng hàn đồng đều, năng suất lao động cao hơn.

Hàn dưới lớp thuốc chỉ thực hiện ở vị trí hàn sấp. Những mối hàn ngắn, khó thao tác dọc theo mối hàn, thì dùng hàn bán tự động.

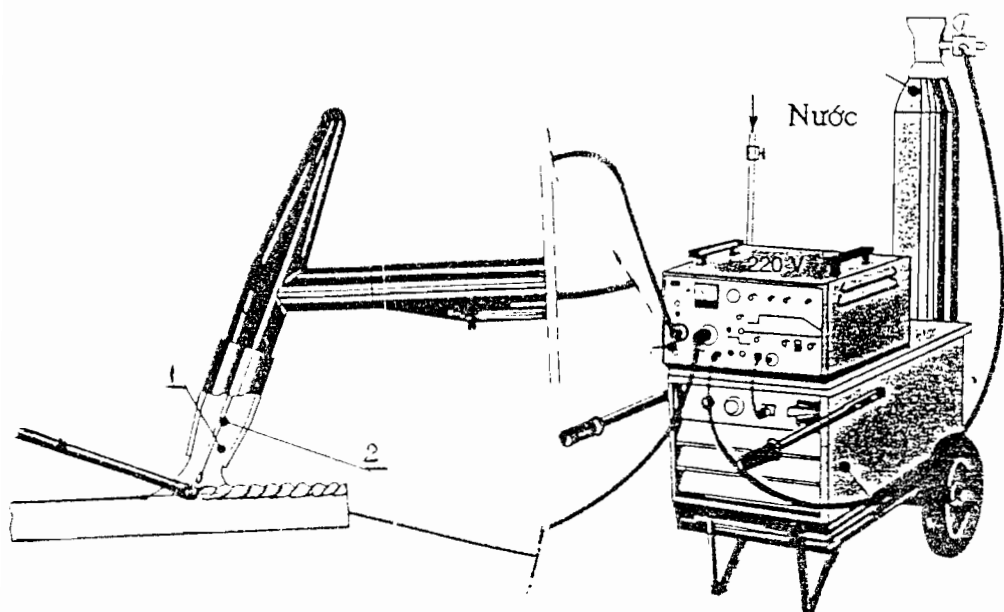
b. Hàn hồ quang tự động và bán tự động trong môi trường khí bảo vệ

Khí bảo vệ là các loại khí trơ (Ar, He) hoặc khí hoạt tính (CO, CO₂ , H₂ ...). Điện cực hàn có thể dùng loại nóng chảy hoặc không nóng chảy.

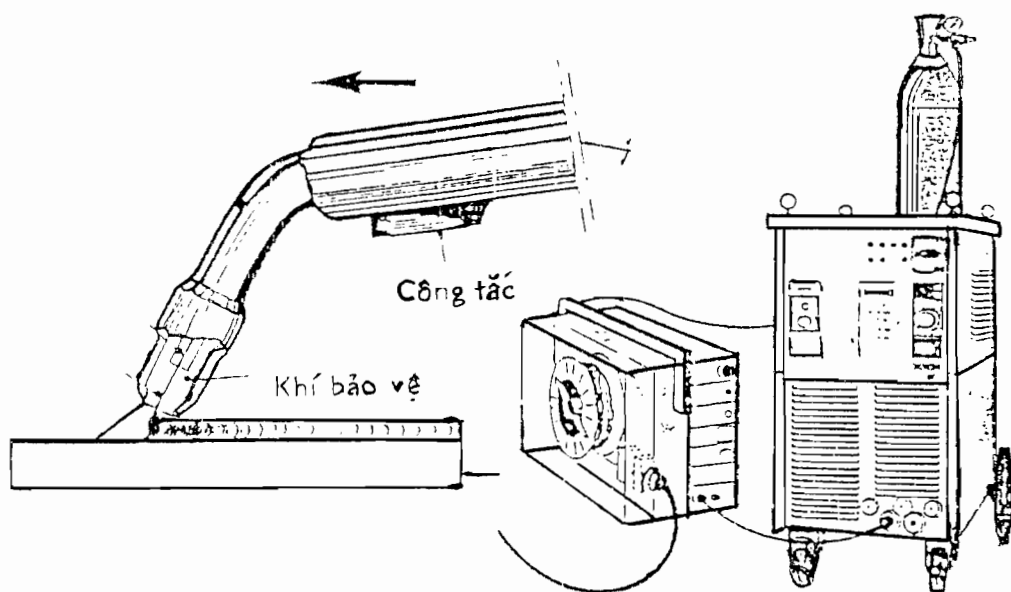
- TIG (Tungstene Inert Gas) - hàn hồ quang điện cực không nóng chảy bảo vệ bằng khí trơ (Ar, He ...).

- MIG (Metal Inert Gas) - hàn hồ quang điện cực nóng chảy, bảo vệ bằng khí trơ .

- MAG (Metal Active Gas) - hàn hồ quang điện cực nóng chảy, bảo vệ bằng khí hoạt tính (CO, CO₂ , H₂ ...).



Hình 6.14. Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ (TIG)



Hình 6.15. Hàn hồ quang tự động trong môi trường khí bảo vệ CO_2 (MAG)

Hồ quang hàn chảy trong môi trường khí bảo vệ tạo cho mối hàn hình thành có chất lượng cao. Hàn trong môi trường khí bảo vệ hàn được các vị trí khác nhau, chất lượng hàn tốt và giảm giá thành so với hàn hồ quang tay.

Hình 6.14 giới thiệu sơ đồ hàn TIG trong môi trường khí bảo vệ bằng khí trơ 1 (Ar), điện cực không nóng chảy 2 (bằng vonfram), hồ quang hàn làm nóng chảy vật hàn và que hàn bổ sung.

Hình 6.15 là sơ đồ hàn MAG, trong môi trường khí bảo vệ 1 (bằng CO₂). Điện cực nóng chảy 2 đi xuống nhờ cơ cấu đẩy dây để gây hồ quang, duy trì chiều dài hồ quang ổn định và làm nóng chảy vùng hàn.

6.3. HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

6.3.1. Thực chất và đặc điểm

Hàn điện tiếp xúc là dạng hàn áp lực, dùng dòng điện có cường độ lớn đi qua chỗ tiếp xúc có điện trở để sinh ra nhiệt lượng nung nóng mối hàn đến trạng thái dẻo và dùng lực ép thích hợp tạo thành mối hàn.

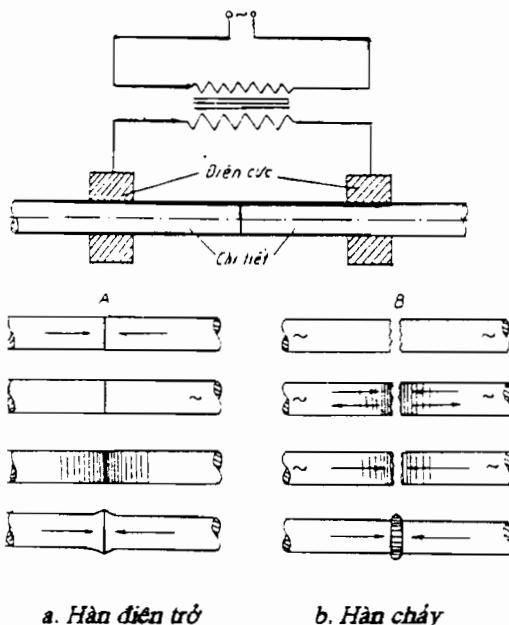
Hình 6.16 giới thiệu sơ đồ hàn tiếp xúc hai thanh kim loại. Dòng thứ cấp có điện áp nhỏ (1 ÷ 12 vôn) và dòng điện có cường độ cao qua các điện cực đi vào vật hàn, tại chỗ tiếp xúc của hai vật hàn có điện trở

R_{tx} , theo hiệu ứng Jun - Lenxơ ta có :

$$Q = 0,24 I^2 R.t$$

Hàn tiếp xúc là phương pháp hàn năng suất cao nhờ dòng điện lớn, thời gian nung nóng nhanh (vài phần trăm giây), chất lượng cả về hình thức và cơ tính bảo đảm, có khả năng hàn các kim loại và hợp kim cùng loại hay khác loại, được dùng nhiều trong các ngành giao thông vận tải, chế tạo dụng cụ, bưu điện, điện tử, hàng dân dụng....

6.3.2. Các phương pháp hàn điện tiếp xúc



Hình 6.16. Sơ đồ hàn giáp mối

a. **Hàn giáp mối** là dạng hàn mà mối hàn xảy ra trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc (hình 6.16). Diện tích tiết diện tiếp xúc khi hàn và chất lượng bề mặt của nó quyết định bằng hai dạng hàn :

- **Hàn giáp mối điện trở** có các đầu chi tiết hàn tiếp xúc với nhau và chỉ nung vùng hàn đến trạng thái dẻo sau đó ngắt dòng điện và ép cho chúng dính lại với nhau. Hàn điện trở dùng hàn vật liệu dẻo (thép ít cacbon, hợp kim màu...), với tiết diện nhỏ ($< 1000\text{mm}^2$), cần làm sạch cẩn thận mặt tiếp xúc. Hàn điện trở năng suất thấp, chất lượng không đồng đều ...

- **Hàn giáp mối nóng chảy** là dạng hàn mà các bề mặt vật hàn tiếp xúc tại các điểm nên điện trở lớn và chỉ nóng chảy lớp bề mặt, sau đó dùng lực ép lại. Lớp kim loại nóng chảy và xỉ lỏng, tạp chất bắn được đẩy ra ngoài tạo thành mối hàn kín. Như vậy cường độ dòng điện hàn nhỏ hơn, không cần làm sạch và lực ép nhỏ hơn nhưng chất lượng mối hàn cao hơn hàn điện trở. Trường hợp công suất máy không đủ có thể dùng phương pháp hàn chảy gián đoạn để tận dụng hồ quang nung nóng chảy nhanh lớp bề mặt kim loại tiếp xúc.

Hàn giáp mối được sử dụng để hàn các loại thanh, thỏi, các loại dây và cũng dùng khi nối các dụng cụ như mũi khoan, tạ rô, hàn trong xây dựng...

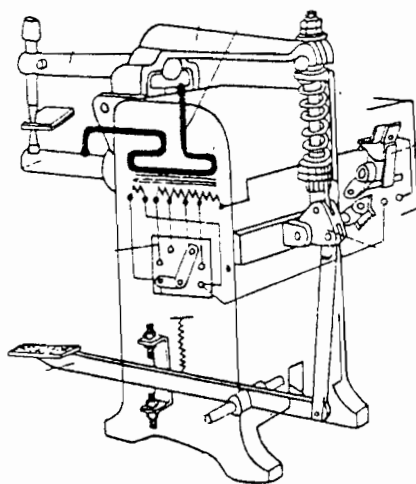
b. Hàn điểm

Hàn điểm là phương pháp hàn tiếp xúc mà mối hàn xảy ra trên từng điểm của bề mặt tiếp xúc. Các chi tiết hàn ghép chồng lên nhau, dùng hai điện cực nung nóng điểm hàn và dùng lực ép để ép chúng dính lại với nhau tạo thành điểm hàn. Hình 6.17 giới thiệu máy hàn điểm và hình 6.18 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hàn điểm.

Hàn điện cực hai phía đối diện của các vật hàn (hình 6.18a), dòng điện đi qua hai điện cực vào vật hàn và hình thành mối hàn nhờ lực ép. Phương pháp này mỗi lần hàn được một điểm.

Nếu bố trí điện cực cùng một phía để hàn chiều dày các tấm không bằng nhau, mỗi lần ép có thể hàn được hai hay một số điểm hàn (hình 6.18b).

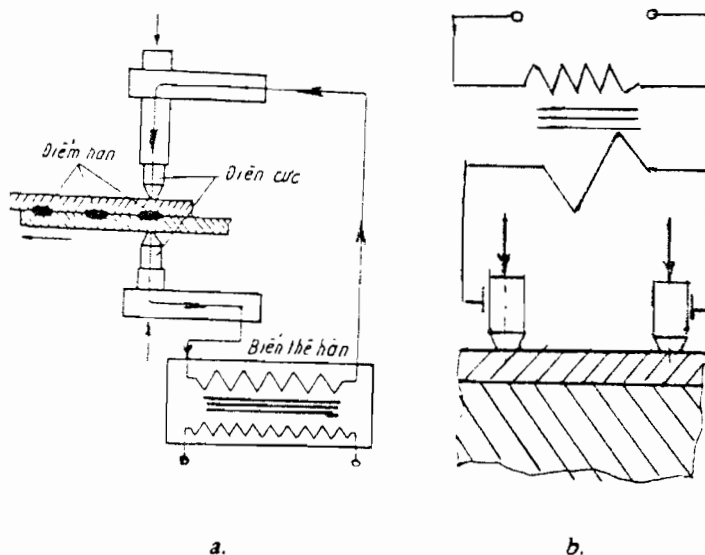
Cực hàn được chế tạo bằng vật liệu dẫn điện, chịu nhiệt, có độ bền cao như đồng điện phân hoặc hợp kim đồng cán nguội, có đường dẫn nước làm nguội



Hình 6.17. Máy hàn điểm

qua điện cực.

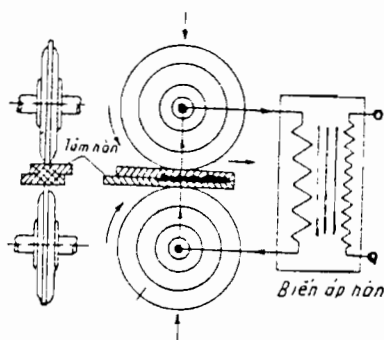
Hàn điểm là phương pháp hàn nối các vật liệu tấm, mối hàn không kín bằng thép cacbon, thép hợp kim thấp, hợp kim màu. Có thể dùng hàn điểm hàn các loại kết cấu che chắn cần có lực liên kết bảo đảm, mối hàn đẹp. Hàn điểm cho khả năng tự động hóa cao sử dụng trong các ngành công nghiệp ô tô, máy bay, toa xe ...



Hình 6.18. Sơ đồ nguyên lý hàn điểm

c. Hàn đường hay hàn lăn là phương pháp hàn tiếp xúc dùng điện cực hình đĩa quay liên tục để tạo ra đường hàn kín, dùng để hàn các tấm mỏng (chiều dày tổng các tấm khoảng 4 mm). Có thể bố trí điện cực theo nhiều cách, loại thông thường điện cực ở hai phía đối diện vật hàn và quay ngược chiều nhau (hình 6.19).

Điện cực hàn có vật liệu giống điện cực hàn điểm có hình con lăn vừa quay vừa chịu lực ép vừa đẩy vật hàn ra khỏi vị trí đã hàn. Hàn đường được dùng



Hình 6.19. Sơ đồ nguyên lý của hàn đường

phổ biến để hàn các tấm mỏng có mối hàn kín, các loại ống dẫn chất lỏng hoặc chất khí. Nhược điểm của hàn đường là có dòng điện mạch rẽ khá lớn vì vậy nếu không điều chỉnh hợp lý sẽ tạo ra chất lượng không đồng đều.

Công suất hàn đường tùy thuộc vật liệu, chiều dày tấm, tốc độ hàn. Lực ép $P < 5000N$.

6.4. HÀN KHÍ

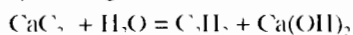
6.4.1. Thực chất và đặc điểm

Hàn khí là phương pháp hàn sử dụng nguồn nhiệt sinh ra bởi hỗn hợp khí cháy với oxy để nung nóng mối hàn đến trạng thái chảy. Đó là phương pháp hàn nóng chảy không cần dùng năng lượng điện, mà dùng hỗn hợp khí cháy với oxy để nung nóng chảy mối hàn. Hàn khí dùng hàn các vật mỏng, dễ nóng chảy; dùng trong sửa chữa. Ngọn lửa hàn khí còn dùng để nung nóng và cắt kim loại...

6.4.2. Khí hàn

+ *Khí oxy* là loại khí không màu, không mùi, khí có độ sạch cao (99,98%) gọi là khí oxy kỹ thuật. Có thể điều chế oxy bằng hóa chất ($KMnO_4$) hoặc điện phân nước. Phương pháp thường dùng là hoá lỏng không khí sau đó cho bốc hơi ở $-183^\circ C$ ta thu được oxy. Khí được chứa trong bình chứa bằng thép, có dung tích 40 lít thường được đập và hàn có thể chịu được áp suất 150 atm.

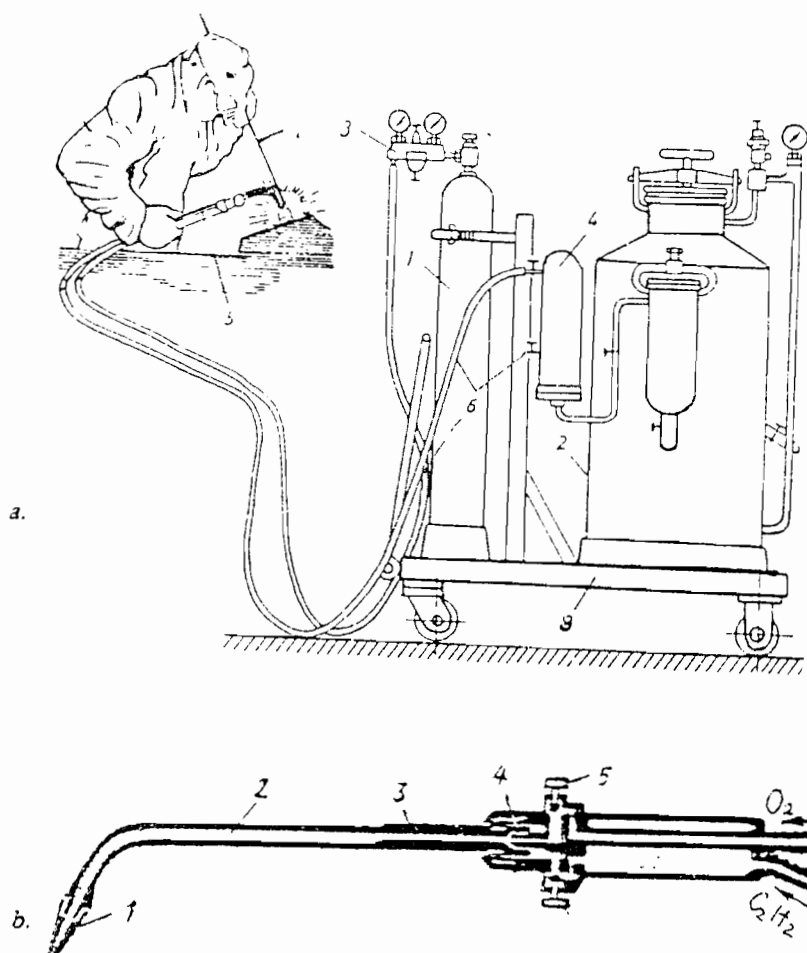
+ *Khí cháy* có nhiều loại : khí than đá, dầu, xăng, hydro, CH_4 , C_2H_6 , C_2H_2 ...trong đó khí axetylen (C_2H_2) được dùng phổ biến. Đó là loại khí không màu, mùi hắc, nhẹ hơn không khí và rất dễ cháy nổ trong điều kiện có nhiệt độ (khoảng 400°), áp suất cao (1,7 atm), vì thế phải tuân thủ đúng các quy tắc an toàn lao động. Có thể chứa axetylen trong bình chứa bằng thép với áp suất thấp (< 19 atm) hoặc điều chế trực tiếp ngay trong thùng điều chế khí hàn từ đất đèn (CaC_2) theo phản ứng :



Khí axetylen khi cháy cho nhiệt lượng khoảng 11470 cal/m^3 và đạt nhiệt độ cao (khoảng $3150^\circ C$).

6.4.3. Thiết bị hàn khí

Thiết bị hàn khí thường là một trạm hàn khí (hình 6.20a) gồm bình chứa oxy 1, bình chứa hoặc thùng điều chế axetylen 2, các van giảm áp (ổn áp) 3 để điều chỉnh áp suất ra, van an toàn 4, các đồng hồ đo áp suất, các ống dẫn oxy và axetylen 6, mỏ hàn 5. Mỏ hàn khí có loại mỏ hàn đẳng áp và mỏ hàn hút. Hình 6.20b là sơ đồ cấu tạo mỏ hàn hút, trong đó : 1- đầu mỏ hàn, 2 và 3 - buồng hỗn hợp khí O_2 và C_2H_2 , 4 - đầu phun để tạo lực hút, 5 và 6 - khoá O_2 và C_2H_2 .



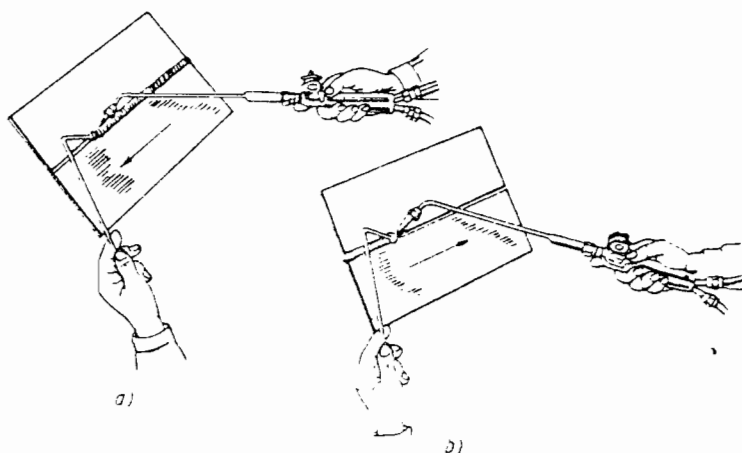
Hình 6.20. Trạm hàn khí (a) và mỏ hàn (b)

6.4.4. Công nghệ hàn khí

a. Phương pháp hàn

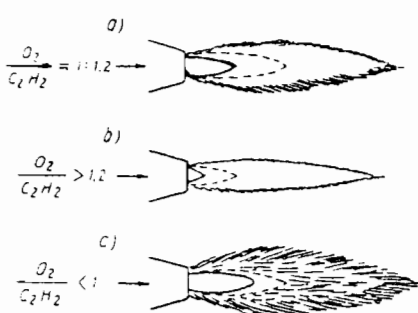
Khác với hàn hồ quang, hàn khí phân biệt hai phương pháp .

- **Hàn phải** là phương pháp hàn mà mỏ hàn và que hàn di chuyển từ trái sang phải mỏ hàn đi trước que hàn đi sau. Khi đó ngọn lửa hàn hướng vào mối hàn nên nhiệt lượng tập trung, dùng hàn các tấm dày và vật liệu có nhiệt độ chảy cao nhưng ngọn lửa che lấp mối hàn nên khó điều chỉnh mối hàn. Hình 6.21 vị trí đã hàn . Hàn đường được dùng giới thiệu về phương pháp hàn khí.

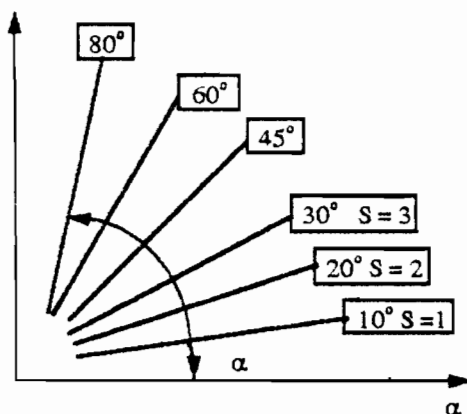


Hình 6.21. Phương pháp hàn khí

- Hàn trái là phương pháp hàn mà mỏ hàn dịch chuyển từ phải qua trái que hàn đi trước mỏ hàn đi sau, ngọn lửa hướng về phía chưa hàn, do đó nhiệt lượng bị phân tán ra vùng xung quanh, dùng phương pháp này để hàn những tấm mỏng, vật liệu có nhiệt độ chảy thấp. Với phương pháp này ta quan sát được mối hàn nên việc điều chỉnh thuận lợi hơn hàn phải.



Hình 6.22. Ngọn lửa hàn khí



Hình 6.23. Góc nghiêng của mỏ hàn

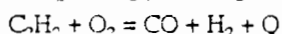
b. Ngọn lửa hàn

Tùy theo tỷ lệ hỗn hợp khí cháy với oxy ($\beta = O_2 / C_2H_2$) ta có ba loại ngọn lửa hàn :

- Ngọn lửa bình thường (trung hòa) khi $\beta = 1,1 \div 1,2$ (hình 6.22a), gồm ba vùng rõ rệt:

Vùng I là vùng nhân hình búp da, màu trắng, có nhiệt độ thấp, không dùng để hàn.

Vùng II gọi là vùng công tác màu xanh lam, nhiệt độ vùng này cao nhất, sản phẩm cháy gồm khí CO và H_2 , còn gọi là vùng hoàn nguyên. Phản ứng cháy :



Vùng III cháy hoàn toàn, là đuôi ngọn lửa, phần lớn nhất, màu nâu sẫm vùng này có chứa hơi nước, CO_2 và nhiệt độ thấp nên không dùng để hàn.

Khi $\beta > 1,2$ ta có ngọn lửa thừa oxy hay ngọn lửa oxy hóa dùng hàn đồng và hợp kim đồng và khi $\beta < 1,1$ ta có ngọn lửa cacbon hóa, dùng để hàn gang hoặc thép cacbon cao.

c. Chế độ hàn khí

- Đường kính que hàn d (mm) và vật liệu bổ sung kim loại mối hàn, thường được chọn giống vật liệu tấm hàn và có thể tính .

+ Khi hàn phải : $d = S/2$

+ Khi hàn trái : $d = S/2 + 1$

- Công suất ngọn lửa hàn khí là lượng tiêu hao khí (O_2 hoặc C_2H_2) trong một đơn vị thời gian được tính theo công thức thực nghiệm :

$$W = k . S \quad (l/h)$$

trong đó k là hệ số phụ thuộc vào loại kim loại và phương pháp hàn, S là chiều dày vật hàn.

- Góc nghiêng của mỏ hàn α phụ thuộc vào chiều dày vật hàn, chiều dày càng lớn góc nghiêng α so với phương nằm ngang càng tăng (hình 6.23).

6.5. CẮT KIM LOẠI

6.5.1. Thực chất và đặc điểm

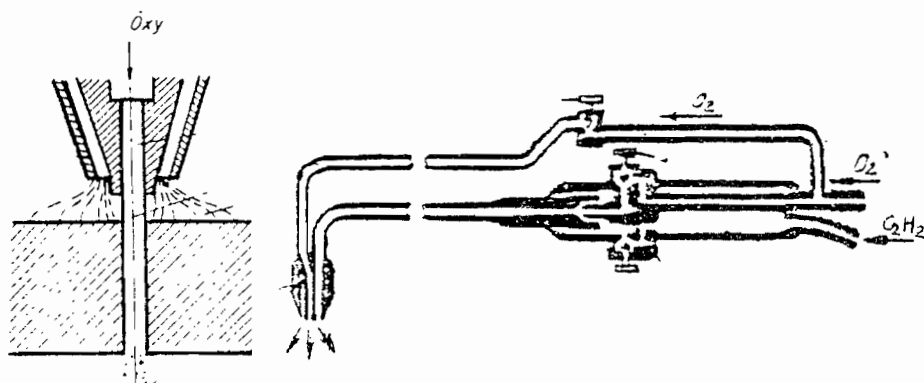
Cắt bằng khí là quá trình dùng nhiệt của ngọn lửa khí nung nóng chỗ cắt đến nhiệt độ cháy và dùng dòng khí oxy để oxy hóa kim loại vùng cắt, sau đó thổi xỉ lỏng ra. Có thể tóm tắt quá trình đó như sau :

- Ngọn lửa $O_2 + C_2H_2$ cùng với O_2 nung nóng và oxy hóa kim loại thành oxýt.
- Làm nóng chảy oxýt kim loại.
- Thổi kim loại lỏng ra khỏi vùng cắt.

Có nhiều cách để cắt kim loại, nhưng cắt bằng khí có nhiều ưu điểm .

- Cắt được các loại mạch kín, mạch hở và những đường cắt phức tạp.
- Khả năng cắt được các vật có chiều dày lớn.

Cắt bằng khí được dùng để tạo phôi từ các tấm kim loại có chiều dày khác nhau, để tự động hoá, năng suất cao, chất lượng mép cắt tốt.



Hình 6.24. Sơ đồ cắt và mô cắt bằng khí

6.5.2. Điều kiện cắt bằng khí

- + Kim loại có nhiệt độ cháy nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy của nó.
- + Nhiệt độ nóng chảy của ôxyt nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy của kim loại tạo ra ôxyt đó.
- + Các phản ứng cháy trong quá trình cắt phải sinh nhiệt đủ để duy trì quá trình cắt.
- + Độ dẫn nhiệt của kim loại vật cắt nhỏ.
- + Độ chảy loãng của ôxyt cao.

Với điều kiện trên, không phải kim loại nào cũng cắt được dễ dàng. Những loại vật liệu không đủ điều kiện phải sử dụng thuốc cắt, phương pháp cắt plasma hoặc cắt bằng laze.

6.6. HÀN VÂY

6.6.1. Khái niệm

Hàn vảy là phương pháp hàn bằng cách nối các phần tử kim loại với nhau nhờ hợp kim trung gian thứ ba, gọi là **vảy hàn** có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn kim loại vật hàn. Quá trình tạo thành mối hàn nhờ vảy hàn ở trạng thái nóng chảy

khúc xạ vào các phần tử kim loại hàn ở trạng thái rắn và sau đó đông đặc lại. Như vậy trong quá trình hàn chỉ có vảy hàn được nung nóng chảy và khúc xạ vào kim loại hàn.

Hàn vảy được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và dân dụng với những đặc điểm cơ bản là quá trình hàn chỉ cần một năng lượng nhỏ để làm nóng chảy vảy hàn. Đây là một phương pháp hàn rất đơn giản nhưng hiệu quả kinh tế cao, không gây nên sự thay đổi thành phần và tổ chức kim loại vì vùng ảnh hưởng nhiệt nhỏ, ít chịu ảnh hưởng của ứng suất, không gây biến dạng, mỗi hàn vảy có độ kín khít cao. Tuỳ theo loại vảy, mỗi hàn có thể có cơ tính cao, có thể hàn những kết cấu phức tạp, vật liệu cùng loại hay khác loại mà các phương pháp khác khó thực hiện, không có phần nhô nên hình thức đẹp, sau khi hàn không cần gia công cắt gọt, năng suất cao.

6.6.2. Vảy hàn và thuốc hàn

Khi hàn vảy thì vảy hàn và thuốc hàn là yếu tố quan trọng quyết định chất lượng kết cấu hàn. Tùy theo nhiệt độ nóng chảy ta có thể phân vảy hàn thành hai loại :

- a. *Vảy hàn mềm* là loại có nhiệt độ nóng chảy thấp ($< 450^{\circ}$), độ bền và độ cứng thấp, cơ tính kém. Vảy mềm dùng hàn các kết cấu ít chịu lực, làm việc ở nhiệt độ thấp. Thường dùng các loại vật liệu như hợp kim : Sn-Pb, Sb-Zn ... Hàn vảy mềm ứng dụng trong công nghiệp điện tử, công nghiệp nhẹ, công nghiệp thực phẩm...
- b. *Vảy hàn cứng* là loại vảy có độ bền, độ cứng cao. Mỗi hàn vảy cứng có khả năng chịu tải trọng động, các loại lực kéo, lực xoắn... Vảy hàn thường dùng như hợp kim đồng, bạc, niken, sắt, nhôm... Hàn vảy cứng dùng trong chế tạo cơ khí, sản xuất các dụng cụ cắt...
- c. *Thuốc hàn*

Ngoài vảy hàn, khi hàn vảy người ta còn phải dùng các loại thuốc hàn để làm sạch chỗ hàn và thúc đẩy quá trình khúc xạ vảy. Thuốc hàn gồm các chất như axit, muối clorua kẽm, muối kali, borac ...

6.7. CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN ĐẶC BIỆT

- 6.7.1. *Hàn ma sát* là phương pháp hàn áp lực, nhờ lượng nhiệt sinh ra do ma sát giữa hai mặt tiếp xúc nung nóng mỗi hàn đến trạng thái dẻo và dùng lực ép để tạo mỗi hàn như hàn áp lực.

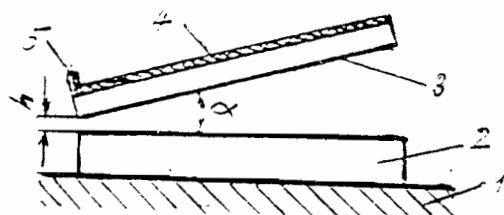
Trên hình 6.25 chi tiết 2 được kẹp chặt trong giá cố định 1, chi tiết 3 quay tròn với vận tốc xác định, khi ép nhẹ bề mặt tiếp xúc 4 để tạo nhiệt lượng nung nóng mỗi hàn. Nhờ lực ép P mỗi hàn được hình thành.

6.7.2. Hàn siêu âm là phương pháp hàn áp lực. Dưới tác dụng đồng thời lên vật hàn các dao động cơ học với tần số siêu âm và lực nén thích hợp để mối hàn có trạng thái dẻo.

Trên hình 6.26 là sơ đồ nguyên lý hàn siêu âm. Dòng cao tần từ máy phát siêu âm truyền vào biến từ 1 tạo ra tần số siêu âm (gọi là dao động siêu âm) truyền qua bộ truyền dao động 2, đến dụng cụ 3 vào vật hàn 4 làm cho mối hàn đạt đến trạng thái dẻo. Tải trọng P qua đòn bẩy và dụng cụ 5 tạo lực nén làm cho các phần tử hàn thẩm thấu vào nhau tạo thành mối hàn.

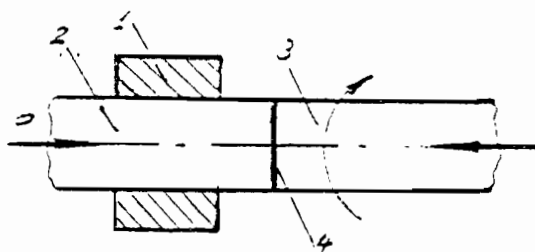
Hàn siêu âm dùng để hàn các vật hàn nhỏ, mỏng $< 0,1 \text{ mm}$, kết cấu phức tạp không cần làm sạch chỗ hàn, thời gian hàn rất ngắn mà các phương pháp khác khó thực hiện.

6.7.3. Hàn nổ là dạng hàn áp lực, nhờ tác dụng của áp lực nổ tạo ra sự va đập, thẩm thấu giữa hai bề mặt vật hàn mà tạo thành mối hàn. Trên hình 6.27 là sơ đồ hàn nổ. Vật hàn 2 đặt trên giá 1, ngòi nổ 5 và thuốc nổ 4 trải đều trên tấm hàn 3, đặt nghiêng một góc α .

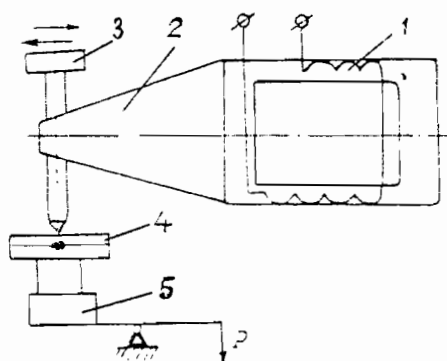


Hình 6.27. Hàn nổ

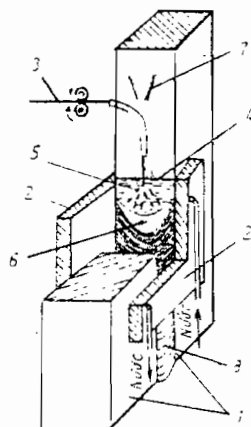
Hàn nổ hình thành mối hàn ở trạng thái rắn dùng tạo phôi cán, phôi có hai lớp kim loại không cùng loại.



Hình 6.25. Hàn ma sát



Hình 6.26. Hàn siêu âm



Hình 6.28. Hàn xi điện

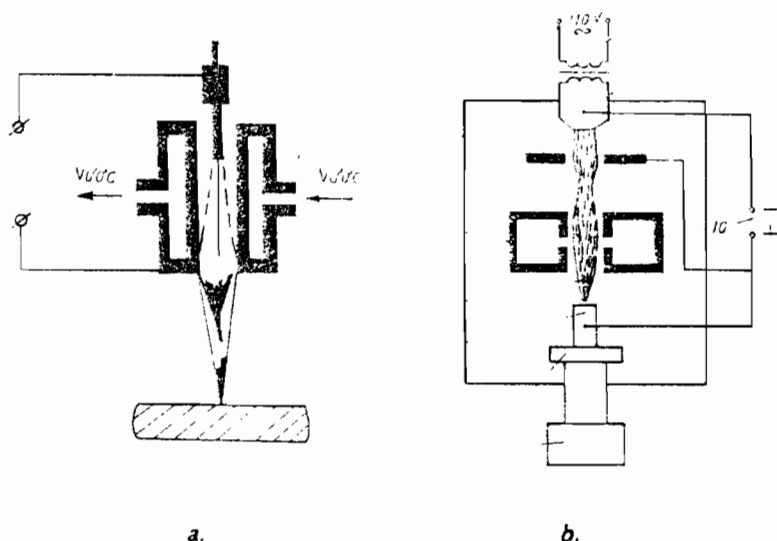
6.7.4. Hàn xỉ điện là phương pháp hàn nóng chảy nhờ năng lượng nhiệt của vùng xỉ hàn lỏng khi có dòng điện đi qua làm kim loại vật hàn và điện cực hàn nóng chảy. Điện cực nóng chảy của hàn xỉ điện có nhiệm vụ gây hồ quang để làm nóng chảy xỉ hàn và bổ sung kim loại cho mối hàn.

Hàn xỉ điện là phương pháp tối ưu để hàn vật hàn có chiều dày lớn, hàn đắp phục hồi các chi tiết máy đã mòn.

Trên hình 6.28 giới thiệu sơ đồ hàn xỉ điện. Hai vật hàn 1 được nối với nhau bởi mối hàn 8 do vùng hàn 6 đông đặc, tấm chắn 2 kèm theo các ống dẫn nước làm nguội, vùng xỉ lỏng 5 được tạo thành do hồ quang 4 ban đầu tạo ra, giá đỡ điện cực, có ống dẫn để dẫn điện cực 3. Hệ thống 7 cung cấp thuốc hàn.

6.7.5. Hàn plasma hồ quang (hình 6.29a)

Trạng thái plasma của vật chất có nguồn năng lượng rất lớn, trong đó vật chất từ trạng thái khí chuyển sang trạng thái plasma tạo ra nhiệt độ cao hàng chục ngàn độ C. Để nhận được trạng thái ion của khí, người ta sử dụng ống phóng hồ quang cháy giữa điện cực bằng vonfram và miệng phun đặt trong ống hình trụ. Áp lực của khí trơ có tác dụng kéo dài hồ quang làm xuất hiện dòng tia hẹp có mức ion hoá rất mạnh và tạo ra nhiệt độ cao. Nhiệt độ của ngọn lửa plasma hồ quang có thể dùng hàn hoặc cắt kim loại với những chiều dày khác nhau.



Hình 6.29. Hàn plasma (a) và hàn bằng chùm tia điện tử (b)

6.8. HÀN CHẤT DẺO

Chất dẻo cũng không dùng để hàn vì khi có nhiệt độ cao tính chất của nó sẽ bị phá huỷ còn loại dẻo có tính hàn rất tốt nên có thể hàn nóng chảy hay hàn áp lực. Các phương pháp hàn chất dẻo gồm :

+ *Hàn bằng khí nóng* là phương pháp hàn dựa trên cơ sở truyền nhiệt của không khí, khí CO_2 ở trạng thái nóng vào vùng hàn để nung nóng vật hàn chảy dẻo và khi đông đặc tạo thành mối hàn. Trên hình 6.30, mỏ phun khí nóng 1 tác dụng lên vùng hàn 5 trên vật hàn 4 nung nóng vật hàn và que hàn bổ sung 2 chảy dẻo để tạo mối hàn 3.

Hàn khí nóng sẽ là hợp lý khi hàn vật liệu chất dẻo không bị oxy hoá.

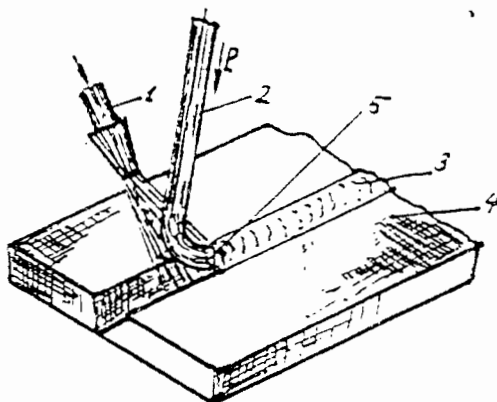
+ *Hàn ma sát tương tự* như hàn kim loại (xem mục 6.7.1). Nhiệt do ma sát tạo ra làm vật liệu chảy dẻo và tạo thành mối hàn.

+ *Hàn bằng dụng cụ truyền nhiệt*

Từ các dụng cụ đặc biệt, đã được nung nóng đến nhiệt độ thích hợp truyền vào chỗ tiếp xúc giữa hai vật hàn để chúng dẻo ra và khi nguội sẽ kết dính lại với nhau.

+ *Hàn bằng dòng điện cao tần* là dùng nhiệt từ dòng điện cao tần truyền qua các điện cực làm cho vật hàn vừa bị chảy dẻo vừa bị ép chặt dưới tác dụng của điện cực.

Phương pháp này thường dùng hợp lý khi hàn các tấm chất dẻo mỏng (ni lông) tạo ra mối hàn kín, dùng phổ biến trong bao bì đóng gói.



Hình 6.30. Hàn chất dẻo bằng khí nóng

6.9. DÁN KIM LOẠI

6.9.1. Thực chất và đặc điểm

Dán kim loại bằng keo dán (cũng gọi là nhựa tổng hợp) là một phương pháp gia công tiến tiến. Căn cứ vào vật liệu nối, vật liệu dán, tính mao dẫn của keo dán mà sử dụng cho các lĩnh vực khác nhau. Phương pháp này thích hợp cho việc nối các tấm mỏng từ các loại hợp kim cùng loại hay khác loại. Hiện nay đã có những

loại keo dán thích hợp với từng loại kết cấu, thiết bị và tính năng riêng biệt.

Dán kim loại nhẹ, tấm mỏng nhận được độ bền cao được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp hàng không, giao thông vận tải, xây dựng, thiết bị lạnh, dệt, bưu điện, điện tử, thông tin ...

6.9.2. Keo dán

Keo dán dùng trong công nghiệp và dân dụng có nhiều loại, phụ thuộc vào thành phần hóa học, cơ sở trùng hợp các chất dính kết ... chúng được chế tạo trên cơ sở các loại epôxi, cao su tổng hợp và ngày càng có nhiều loại keo dán có tính chất đặc trưng riêng biệt. Người ta đã tổng hợp được một số loại epôxi với chất tự liên kết khác nhau để cho các loại keo có tính năng đặc biệt ... Keo dán thường gồm phần nhựa nền (nhựa lỏng) có độ nhớt, màu vàng nâu hoặc trắng được hòa tan vào các dung dịch hòa tan khác nhau, sau đó cho thêm các chất hóa cứng. Ví dụ, loại keo tự đông cứng P có thể trùng hợp ở nhiệt độ bình thường (chất lượng mới nổi kém). Nếu tăng tỉ lệ lên 7% thì cần 48 giờ để trùng hợp ở 20°C, 10 giờ để trùng hợp ở 50°C và 1 giờ để trùng hợp ở nhiệt độ 100°C. Loại này cho độ bền cao ($2000 + 3000\text{N/cm}^2$), chịu nhiệt độ > 50°C. Nếu cho thêm 3% axit có lưu huỳnh vào keo dán này thì mới dán có khả năng kín với dầu, xăng ... Nếu thêm muối NaOH và amoniac thì chịu nhiệt kém và nhạy cảm với nước.

Loại keo dán với 12% chất tự đông cứng có thể trùng hợp và sấy khô ở 60°C trong 4 giờ.

6.9.3. Công nghệ dán

a. Chuẩn bị

Việc chuẩn bị bề mặt dán quyết định đến chất lượng mối dán. Có thể thực hiện việc chuẩn bị đó bằng cơ học (phun cát, tiện tinh, phay tinh ...) để độ nhấp nhô trung bình khoảng 0,5μm với yêu cầu các bề mặt phải trùng khớp. Dùng phương pháp hóa học để khử các tạp chất gây khó khăn cho sự bám dính của keo. Ví dụ, để làm sạch dầu mỡ có thể dùng axêton. Sau khi làm sạch còn phải sấy khô bằng nhiệt (dòng khí nóng ...), hoặc dùng điện hóa để làm sạch dầu mỡ ... Ví dụ, để nâng cao độ bền mối dán hợp kim nhôm ta dùng các phương pháp xử lý bề mặt bằng cách tạo ra một lớp chỉ làm cơ sở, sau đó làm sạch dầu mỡ bằng hóa học hay điện phân ... Thép cacbon và thép hợp kim làm sạch dầu mỡ bằng dung dịch kiềm hoặc HPO_3 , nếu là hợp kim đồng thì phun cát và khử dầu mỡ bằng các dung dịch hòa tan ...

b. Chọn keo

Chọn keo dán cần chú ý đến an toàn khi sử dụng. Cần đảm bảo chính xác về tỉ lệ và thành phần chất nền cơ sở và chất hóa cứng, làm lạnh hỗn hợp keo.

c. Công nghệ phủ keo

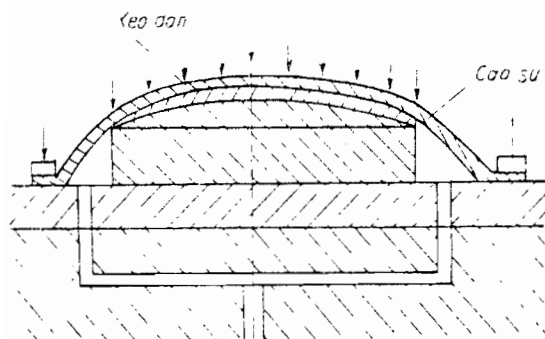
Phủ keo lên bề mặt dán phụ thuộc vào trạng thái và nhiệt độ. Bình thường dùng chổi quét để phủ keo lên bề mặt rồi sấy ở 40°C để keo phân bố đều đặn thành lớp mỏng. Một số loại keo với nhiệt độ thường thì ở trạng thái rắn, nếu sấy đến 120°C nó sẽ chảy lỏng và phủ đều lên bề mặt vật dán.

d. Ép

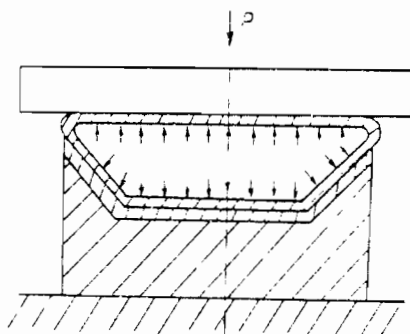
Độ dính kết bền của mối dán còn phụ thuộc vào áp lực riêng phần tác dụng lên mối dán trong quá trình dán và khoảng cách phải chọn hợp lý. Ví dụ, keo dán epôxi cần sự trùng hợp ở áp lực lớn (áp lực riêng cần khoảng $0,2 \text{ N/cm}^2$).

Bề mặt ép có thể dùng vòng đàn hồi bằng cao su xốp. Khi dán ở nhiệt độ cao cần sử dụng đồ gá thích hợp với áp lực bằng lò xo hoặc khí nén.

Hình 6.31 giới thiệu sơ đồ áp lực tác dụng lên bề mặt dán, hình 6.32 biểu thị áp lực tác dụng lên bề mặt dán.



Hình 6.31. Sơ đồ áp lực tác dụng lên bề mặt dán

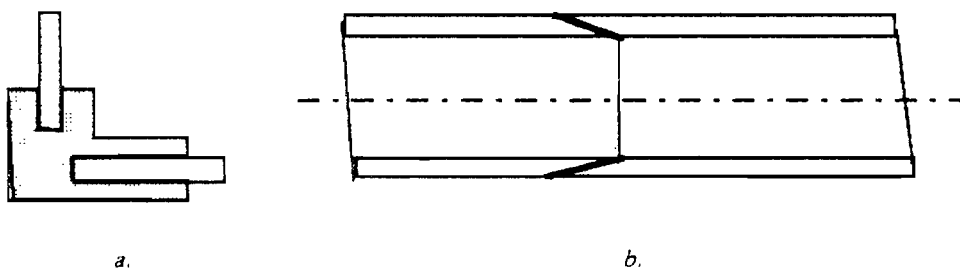


Hình 6.32. Sơ đồ áp lực tác dụng lên vỏ cao su



Hình 6.33. Sơ đồ dán các tấm mỏng

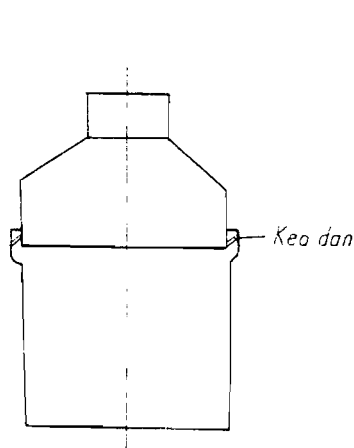
Hình 6.33 giới thiệu phương pháp dán các tấm mỏng và hình 6.34 giới thiệu phương pháp dán thanh kim loại (hình 6.34a) và dán ống kim loại (hình 6.34b).



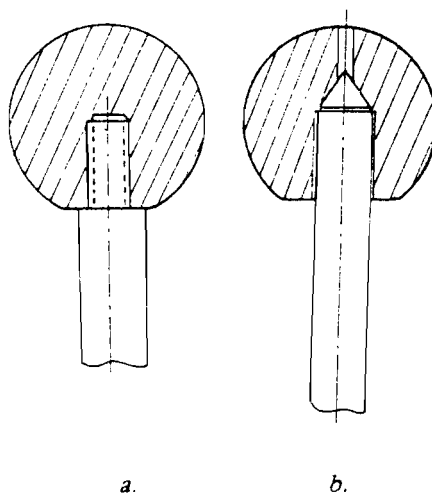
Hình 6.34. Sơ đồ dán thanh kim loại (a) và ống (b)

Trong các ngành công nghiệp, dán dùng để nối các chi tiết, các sản phẩm, lót ổ, lót trục, dán phanh, còn...Mối dán có thể làm việc ở nhiệt độ $< 100^{\circ}\text{C}$. Hình 6.35 là ví dụ dán hai phần của một nồi bằng thép hoặc hợp kim nhôm dập từ hai phần ghép lại bằng mối dán.

Hình 6.36 là sơ đồ thay thế mối ghép ren bằng dán kim loại. Dán còn dùng nối các thanh, hàn nối dụng cụ hoặc dán phục hồi các chi tiết máy bị gãy, vỡ, nứt...



Hình 6.35. Sơ đồ dán hai phần nồi



Hình 6.36. Sơ đồ dán kim loại thay thế lắp ren

a. Mối ghép ren

b. Mối dán

GIA CÔNG CẮT GỌT KIM LOẠI

7.1. NGUYÊN LÝ CẮT GỌT

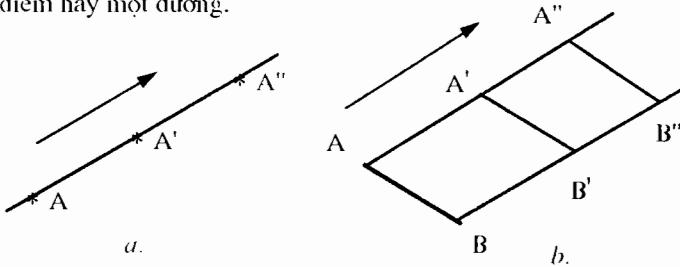
7.1.1. Thực chất đặc điểm

Gia công kim loại bằng cắt gọt là quá trình cắt đi một lớp kim loại (gọi là lượng dư gia công để tạo thành phôi) trên bề mặt của phôi để được chi tiết có hình dáng, kích thước, độ chính xác, độ bóng theo yêu cầu kỹ thuật trên bản vẽ. Quá trình đó được thực hiện trên máy công cụ, bằng các dụng cụ gia công cắt gọt, cũng có thể thực hiện bằng tay bởi các dụng cụ thông thường.

Đây là những phương pháp có thể dùng gia công tinh, gia công lần cuối để đạt được độ bóng, độ chính xác rất cao (mà một số phương pháp khác khó thay thế được), dễ cơ khí hoá, tự động hoá, cho năng suất cao trong sản xuất đơn chiếc đến hàng loạt và hàng khối. Số lượng nguyên công gia công cắt gọt đạt tới $60 \div 70\%$ công việc gia công cơ khí. Số lượng máy công cụ (gọi là máy cái) chiếm một tỉ lệ lớn và giữ một vị trí quan trọng trong các nhà máy, phân xưởng cơ khí. .

7.1.2. Sự tạo hình bề mặt và các dạng bề mặt gia công

Hình dạng bề mặt các chi tiết, dụng cụ... rất đa dạng. Khi một điểm chuyển động tạo thành một đường (hình 7.1a), một đoạn thẳng chuyển động liên tục dựa trên một đường khác tạo thành một mặt (hình 7.1b) . Đó là quỹ tích của một điểm hay một đường.

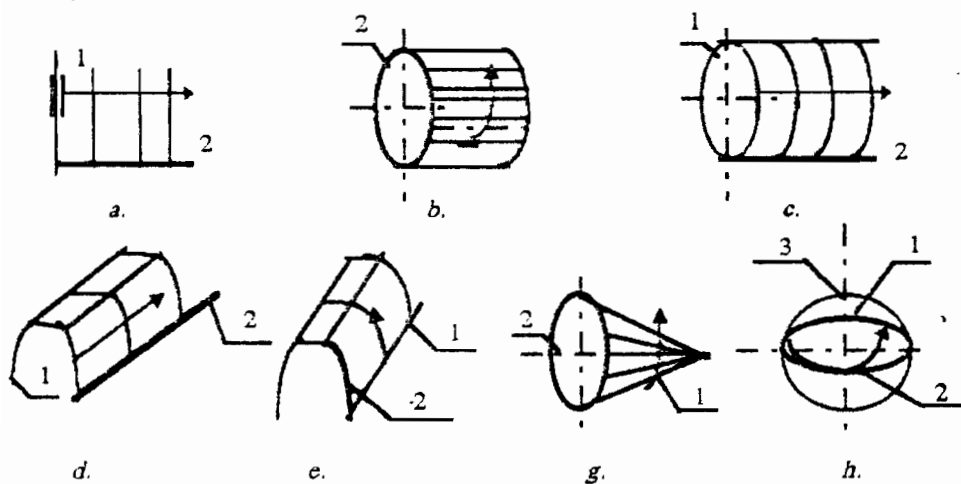


Hình 7.1. Quỹ tích của một điểm và một đoạn thẳng

Hình 7.2 giới thiệu một số ví dụ tạo hình các bề mặt điển hình : mặt phẳng, mặt nón (một phương pháp), mặt trụ, mặt cầu, mặt thân khai - mặt kẻ khai triển (hai phương pháp).

Chuyển động tương đối để tạo ra đường sinh và đường chuẩn gọi là *chuyển động tạo hình*. Chúng có thể là chuyển động đơn giản hoặc chuyển động phức

tập theo các phương pháp chếp hình, bao hình, quỹ tích (theo vết) và phương pháp tiếp xúc.

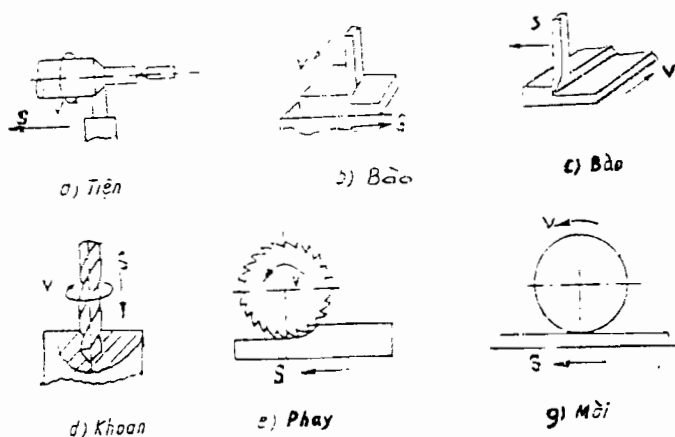


Hình 7.2. Các dạng bề mặt chi tiết gia công

7.1.3. Chuyển động cơ bản và các phương pháp gia công cắt gọt

a. Chuyển động cơ bản

Chuyển động cơ bản là các chuyển động để thực hiện quá trình cắt gọt, hình thành các bề mặt của chi tiết gia công, có thể phân ra :



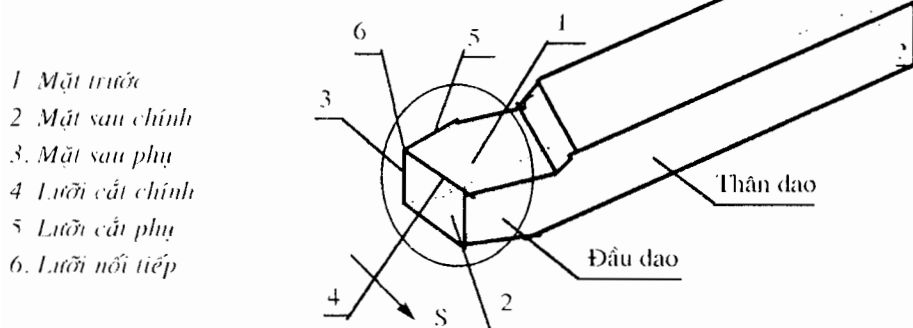
Hình 7.3. Chuyển động cơ bản trong quá trình cắt

- *Chuyển động chính (chuyển động cắt)* để tạo ra phôi, thường ký hiệu là V hoặc n . Chuyển động chính có thể là chuyển động quay tròn (tiện, phay, khoan, mài ...) hoặc chuyển động thang (bào, xọc, chuốt ...).

- *Chuyển động chạy dao* là chuyển động để tiếp tục quá trình cắt, có thể là chuyển động liên tục (tiện, phay, khoan, doa , mài...), hay gián đoạn (bào, xọc...), có thể là chuyển động quay tròn hay chuyển động thẳng.

Hình 7.3 giới thiệu các chuyển động cơ bản của một số phương pháp gia công điển hình.

7.1.4. Dụng cụ cắt (dao cắt)

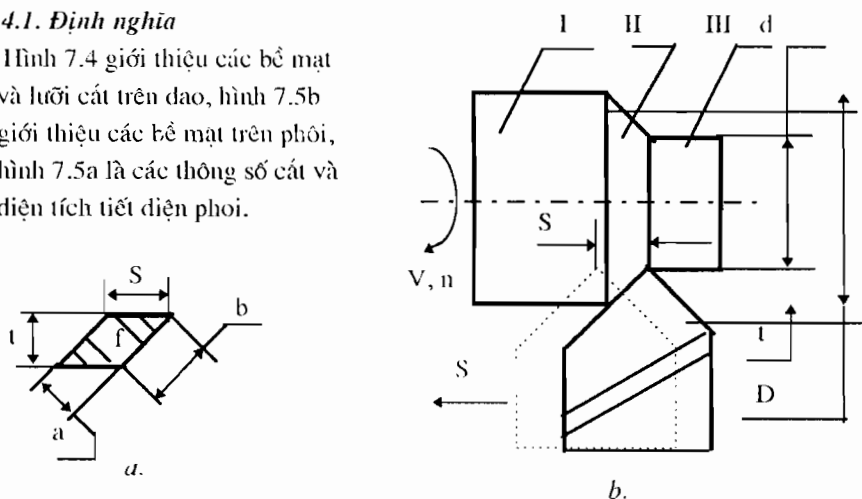


Hình 7.4. Dao tiện

Hình 7.4 giới thiệu một loại dao tiện, đại diện cho các loại dụng cụ cắt, gồm phần *dẫn dao* (phần làm việc) và phần *thân* (cán dao) để gá lắp dao lên máy.

7.1.4.1. Định nghĩa

Hình 7.4 giới thiệu các bề mặt và lưỡi cắt trên dao, hình 7.5b giới thiệu các bề mặt trên phôi, hình 7.5a là các thông số cắt và diện tích tiết diện phôi.



Hình 7.5. Sơ đồ cắt khi tiện

a. Trên phôi có các **bề mặt cần gia công I** (chưa gia công), **bề mặt đang gia công II** (dao đang tiếp xúc với chi tiết gia công), **bề mặt đã gia công III** (dao đã đi qua).

b. Trên dao (phần làm việc) theo phương chạy dao có **mặt trước I** là mặt thoát phoi, **mặt sau chính 2** là bề mặt đối diện với mặt đang gia công. **mặt sau phụ 3** là bề mặt đối diện với mặt sau chính còn **mặt nối tiếp** là bề mặt nối tiếp của mặt 2 và 3.

Các lưỡi cắt gồm **lưỡi cắt chính 4** là giao tuyến mặt 1 và 2, đó là phần làm việc chủ yếu của dao, **lưỡi cắt phụ 5** là giao tuyến mặt 1 và 3, nó có một phần tham gia vào quá trình cắt gọt, **lưỡi nối tiếp 6** là giao tuyến của mặt trước và mặt nối tiếp. Dao tiện ren có hai lưỡi cắt chính, dao tiện rãnh (dao cắt đứt) có hai lưỡi cắt phụ...

c. Các bề mặt toạ độ của dao

Mặt cắt là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và tiếp xúc với mặt đang gia công tại điểm đó còn **mặt đáy** là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và vuông góc với mặt cắt tại điểm đó.

7.1.4.2. Các góc dao

Hình 7.6 trình bày các góc của một con dao tiện (còn gọi là các thông số hình học của dao tiện) gồm :

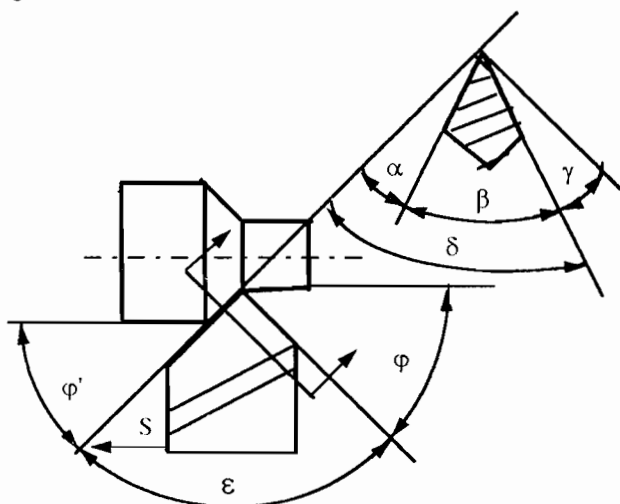
γ - góc trước chính.
(góc thoát phoi) là góc hợp bởi mặt trước và mặt đáy, do trong tiết diện chính nó có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình cắt. Góc này có thể là góc dương, âm hoặc bằng không, thường $\gamma = -10 \div 15^\circ$.

α - góc sau chính
(góc ma sát) là góc hợp bởi mặt trước và mặt sau chính, do trong tiết diện chính.

Nó ảnh hưởng trực tiếp đến ma sát giữa dao và phôi, thường $\alpha = 6 \div 12^\circ$.

β - góc sắc là góc hợp bởi mặt trước và mặt sau chính, do trong tiết diện chính.

$$\gamma + \beta + \alpha = 90^\circ$$



Hình 7.6. Các góc dao tiện

Các góc phụ cũng định nghĩa tương tự nhưng đo trên tiết diện phụ.

φ - góc nghiêng chính là góc hợp bởi hình chiếu của lưỡi cắt chính xuống mặt đáy và phương chạy dao, nó ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình cắt và độ bền của dao. Thường $\varphi = 30^\circ \div 70^\circ$.

φ' - góc nghiêng phụ là góc hợp bởi hình chiếu của lưỡi cắt phụ xuống mặt đáy và phương chạy dao, thường $\varphi' = 10^\circ \div 15^\circ$.

ε - góc mũi dao (đỉnh dao) là góc hợp bởi hình chiếu của lưỡi cắt chính và hình chiếu của lưỡi cắt phụ lên mặt đáy, nó ảnh hưởng đến độ bền của dao.

$$\varphi + \varepsilon + \varphi' = 180^\circ$$

7.1.5. Các thông số về yếu tố cắt và chế độ cắt

Hình 7.5 và 7.7 giới thiệu một số thông số về chế độ cắt.

7.1.5.1. **Tốc độ cắt** là lượng dịch chuyển tương đối của một điểm trên lưỡi cắt so với chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian tính bằng m/ph, riêng mài tính bằng m/s.

$$\text{Khi tiện, khoan, doa ...} \quad V = \frac{\pi D n}{1000}$$

$$\text{Khi bào, xọc} \quad V = \frac{L}{1000t}$$

trong đó : D - đường kính của phôi ở thời điểm xét (mm)

n - số vòng quay của phôi hay của dụng cụ cắt (trục chính) trong một phút (vòng / ph)

L - chiều dài hành trình của dao khi làm việc khi bào, xọc (mm)

t - thời gian cần thiết cho một hành trình (ph)

7.1.5.2. Lượng chạy dao

Lượng chạy dao là lượng dịch chuyển tương đối của dao so với phôi theo hướng chuyển động chạy dao sau một vòng quay của phôi hay của dao (mm/vòng) hoặc một hành trình kép (mm / hành trình kép).

- Lượng chạy dao cho một hành trình kép (mm / hành trình kép)

- Lượng chạy dao cho một phút S_p (mm / ph)

- Lượng chạy dao cho một vòng S_x (mm / vòng)

- Lượng chạy dao cho một rang S_r (mm / rang)

$$S_p = S_x \cdot n = S_r \cdot z \cdot n$$

trong đó : z - số rang của lưỡi cắt

7.1.5.3. **Chiều sâu cắt t** (mm) là khoảng cách giữa bề mặt đã gia công và bề mặt chưa gia công. Khi tiện, doa, mài tròn ...

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

Khi khoan $d = 0$; khi bào, xọc, mài phẳng ... $t = H - h$. Trong đó H là chiều cao phôi trước gia công, h là chiều cao chi tiết sau gia công.

7.1.5.4. Diện tích tiết diện lớp phoi cắt f (hình 7.5a)

$$f = S.t = a.b \text{ (mm}^2 \text{)}$$

trong đó : a là chiều dày cắt,

b là chiều rộng cắt.

7.1.5.5. Thời gian gia công T (phút)

$$T = T_m + T_{phu} + T_{pmu} + T_{ng}$$

trong đó : T_m - thời gian máy

T_{phu} - thời gian phụ

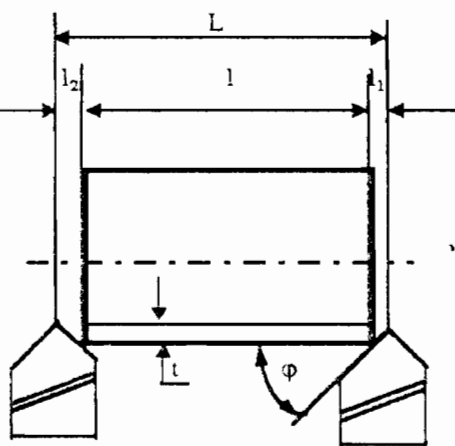
T_{pmu} - thời gian phục vụ

T_{ng} - thời gian nghỉ ngơi của công nhân.

Thời gian máy cho i lần chạy dao theo sơ đồ hình 7.7, có thể tính :

$$T_m = \frac{L}{n.S} i$$

Hình 7.7. Sơ đồ tính thời gian máy

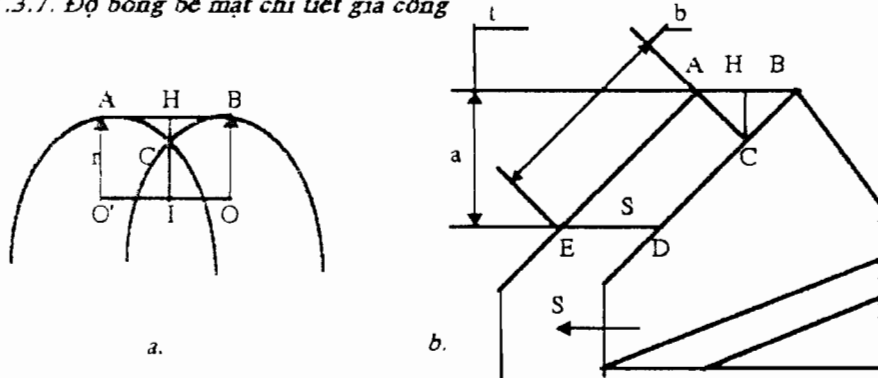


7.1.5.6. Năng suất cắt N (chiếc / ph)

$$N = \frac{1}{T}$$

Những biện pháp để nâng cao năng suất là giảm i sao cho $\delta = t$ thì $i = 1$ (lượng dư nhỏ nhất), tăng n nghĩa là tăng tốc độ cắt V và tăng lượng chạy dao S hợp lý.

7.1.3.7. Độ bóng bề mặt chi tiết gia công



Hình 7.8. Sơ đồ xác định ảnh hưởng của lượng chạy dao đến độ bóng bề mặt

Khi lượng chạy dao quá nhỏ ($S < 0,02$ mm/vòng), dao gần như không cắt mà trượt trên bề mặt, làm biến dạng dẻo. Ngược lại nếu S lớn tạo nên sự nhấp nhô bề mặt và độ bóng giảm.

- Nếu mũi dao nhọn tuyệt đối (hình 7.8b), ta có:

$$f_{tt} = a \cdot b = S \cdot t$$

Thực tế $f_{tt} = f_{tt} - f' = f_{tt}$ - diện tích tam giác ABC'

$$f' = \Delta ABC' = (AB \cdot HC') / 2$$

$$f' = (AH + BH) \cdot CH / 2 = S \cdot CH / 2$$

$$= (CH \cdot \cot \varphi' + CH \cdot \cot \varphi) \cdot CH / 2$$

$$\longrightarrow CH = \frac{S}{\cot \varphi' + \cot \varphi}$$

Vậy S tăng CH tăng và độ bóng giảm.

- Nếu mũi dao có bán kính góc lượn r (hình 7.8a), ta có:

$$f' = \text{diện tích } ABC' = \text{diện tích } ABOO' - 2 \text{ diện tích } CBO$$

$$CH = HI - IC' = r - \sqrt{r^2 - S^2 / 4}$$

$$\longrightarrow r - CH = \sqrt{r^2 - S^2 / 4}$$

$$\longrightarrow r^2 - 2r \cdot CH + CH^2 = r^2 - S^2 / 4$$

Vì CH nhỏ, nên CH^2 là vô cùng bé, được bỏ qua:

$$CH = S^2 / 8r$$

Vậy S không đổi, r càng tăng thì CH càng giảm và độ bóng càng tăng.

7.1.6. Hiện tượng vật lý và cơ học xảy ra khi cắt gọt

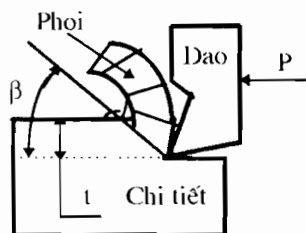
Những hiện tượng vật lý và cơ học xảy ra trong quá trình cắt gọt có ảnh hưởng nhiều đến quá trình gia công như độ bóng, độ chính xác, độ bền của dao, năng suất của quá trình cắt gọt... bao gồm sự hình thành phoi, hiện tượng biến cứng, hiện tượng lẹo dao, lực cắt và sự rung động khi cắt gọt, sự mài mòn dao, nhiệt sinh ra trong quá trình cắt gọt v.v...

7.1.6.1. Sự hình thành phoi và các loại phoi

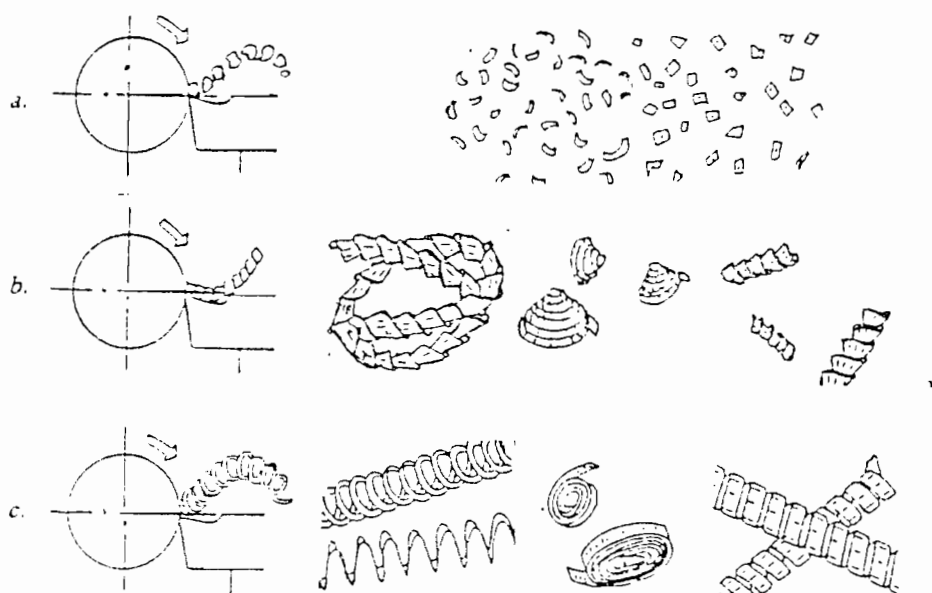
Khi có ngoại lực tác dụng (ví dụ bào, hình 7.9), dao nén vào phôi tạo biến dạng đàn hồi rồi biến dạng dẻo và phá hủy để tách ra một lớp kim loại gọi là **phoi**.

Tùy theo tính chất của vật liệu (dẻo hay giòn), chế độ cắt, các góc độ của dao... mà phoi có các dạng khác nhau. Căn cứ vào dạng phoi ta đánh giá được chất lượng dụng cụ, độ bóng, sự tiêu hao năng lượng...

- **Phoi vụn** (hình 7.10a) sinh ra khi cắt vật liệu giòn, phoi có dạng hạt không đều nhau, lực cắt thay đổi liên tục, rung động nhiều, độ bóng bề mặt kém...



Hình 7.9. Sự hình thành phoi



Hình 7.10. Các loại phoi

- *Phoi bạc (phoi xếp, phoi mảnh)* được tạo ra khi cắt vật liệu không giòn, kém dẻo. Phoi được tạo thành từng mảnh, xếp chồng lên nhau nên lực cắt thay đổi không nhiều và độ bóng cao hơn (hình 7.10b).

- *Phoi dây (cuộn, dải)* khi cắt vật liệu dẻo, tốc độ cắt lớn. Trường hợp này phoi kéo dài ra hoặc cuộn thành từng cuộn, lực cắt ít thay đổi, độ bóng bề mặt cao, nhưng gây khó khăn cho quá trình cắt, dễ gây tai nạn ... nên thường dùng cơ cấu bẻ phoi để bẻ phoi ra từng đoạn (hình 7.10c).

7.1.6.2. Nhiệt cắt (hình 7.11)

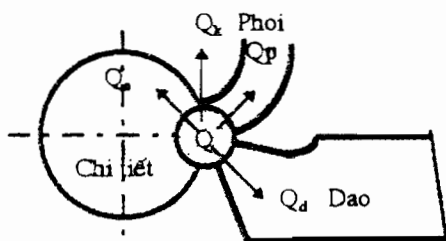
Trong quá trình cắt, ma sát giữa dao với phoi và giữa dao với phoi phát sinh nhiệt ở vùng cắt có nhiệt độ cao (hàng ngàn độ), ảnh hưởng ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt, độ bóng, độ chính xác gia công, độ bền dụng cụ cắt và năng suất cắt.

Nhiệt sinh ra truyền vào chi tiết

($Q_o \approx 4\%$), truyền vào dao

($Q_p \approx 15+20\%$), truyền vào phoi ($Q_d \approx 75+80\%$) và truyền ra không khí ($Q_k \approx 2\%$).

Ta có . $Q = Q_o + Q_p + Q_d + Q_k$



Hình 7.11. Sơ đồ phân bố nhiệt cắt

Để giảm nhiệt cắt ta dùng dung dịch trơn nguội với yêu cầu giảm nhiệt độ, bôi trơn, bền lâu, không ảnh hưởng đến môi trường, không làm dao, chi tiết máy, đồ gá bị ăn mòn, gỉ. Có thể dùng dầu, nước xà phòng, dung dịch xút, emunxi...làm dung dịch trơn nguội.

7.1.6.3. Lực cắt (hình 7.12)

Lực cắt sinh ra trong quá trình cắt, có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt chi tiết gia công, độ mòn dụng cụ, gây ra dao động ảnh hưởng đến máy móc thiết bị. Có thể tổng hợp lại thành lực P và phân tích thành ba lực thành phần theo ba trục tọa độ như sau :

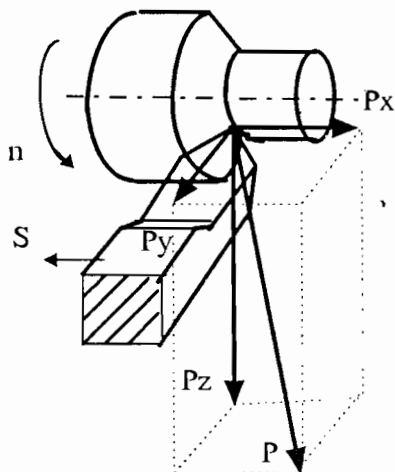
- P_z là lực tiếp tuyến (lực cắt chính, lực vòng) cùng phương và chiều với vectơ tốc độ cắt. P_z có giá trị lớn nhất, dùng để tính công suất động cơ chính của máy.

- P_y là lực hướng kính (lực uốn) tác dụng trong mặt phẳng ngang. Nó có xu hướng uốn chi tiết và có ảnh hưởng trực tiếp đến độ bóng và độ chính xác gia công.

- P_x là lực chạy dao (lực dọc), ngược chiều với chuyển động chạy dao, dùng để tính độ bền của dao và cơ cấu chạy dao. Theo thực nghiệm ta có :

$$P_z : P_y : P_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

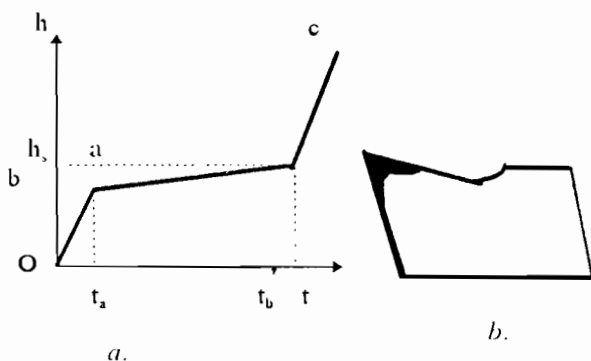
$$\longrightarrow P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \approx 1,12 P_z$$



Hình 7.12. Lực cắt

7.1.6.4. Sự mài mòn và tuổi bền của dao (hình 7.13)

Do tác dụng nhiệt và ma sát, dao bị mòn dần qua ba giai đoạn : mài mòn ban đầu Oa (mài rà), sau đó là đoạn mài mòn ổn định ab (thời gian làm việc bình thường - dài nhất). Từ điểm b (t_b) trở đi, dao bị mài mòn tăng đột



Hình 7.13. Sự mài mòn dao

ngót và không thể làm việc được nữa (hình 7.13a).

Dao có thể bị mài mòn mặt trước, mài mòn mặt sau, cũng có thể bị mài mòn cả mặt trước và mặt sau (hình 7.13b).

Người ta qui định tiêu chuẩn làm việc bình thường của dao bằng tuổi bền T (tính bằng phút). Đó là thời gian qui định mà dao làm việc liên tục giữa hai lần mài lại dao hoặc thay dao. Ví dụ, với dao thép gió $T = 60 \div 90$ phút, dao hợp kim cứng $T = 45 \div 60$ phút, dao tiện ren, dao định hình, dao bào $T = 120$ phút... Khi gia công tự động có thể lấy $T = 15 \div 30$ phút.

7.2. CHUẨN - ĐỊNH VỊ - GÁ ĐẶT

7.2.1. Bậc tự do (hình 7.14)

Một vật rắn tuyệt đối trong không gian có 6 bậc tự do. Khi đặt trong toạ độ Đề các Oxyz có thể phân tích thành các chuyển động tịnh tiến dọc trục Ox, Oy, Oz là Tx, Ty, Tz và quay quanh trục Ox, Oy, Oz là Qx, Qy, Qz.

Một khối lập phương trong không gian được khống chế bởi mặt xOy 3 bậc tự do : Tz, Qy, Qx; mặt yOz 2 bậc tự do : Tx, Qz; mặt zOx 1 bậc tự do : Ty.

7.2.2. Nguyên tắc định vị

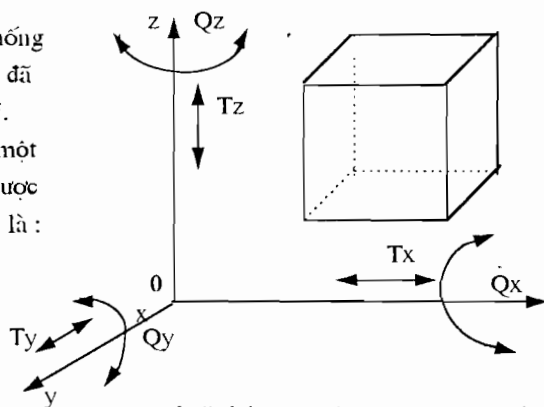
Khi bậc tự do đã được khống chế thì vị trí theo phương đó đã được xác định, gọi là *định vị*.

Điều kiện cần và đủ để một vật rắn trong không gian được định vị (cố định hoàn toàn) là : 6 bậc tự do được khống chế, trong đó 3 bậc tự do phải được khống chế theo 3 phương khác nhau và một trục quay tức thời không trùng với 6 bậc tự do.

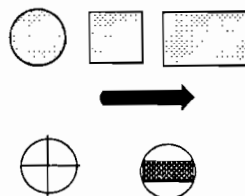
Như vậy số bậc tự do (điểm định vị) từ 1 đến 6 và số bậc tự do cũng được khống chế từ 1 đến 6 .

- Một mặt phẳng khống chế 3 bậc tự do (nếu có một mặt đã khống chế 3 bậc tự do thì các mặt khác cũng đồng thời có một số bậc tự do đã được khống chế - hình 7.16a).

- Một đường thẳng khống chế 2 bậc tự do.

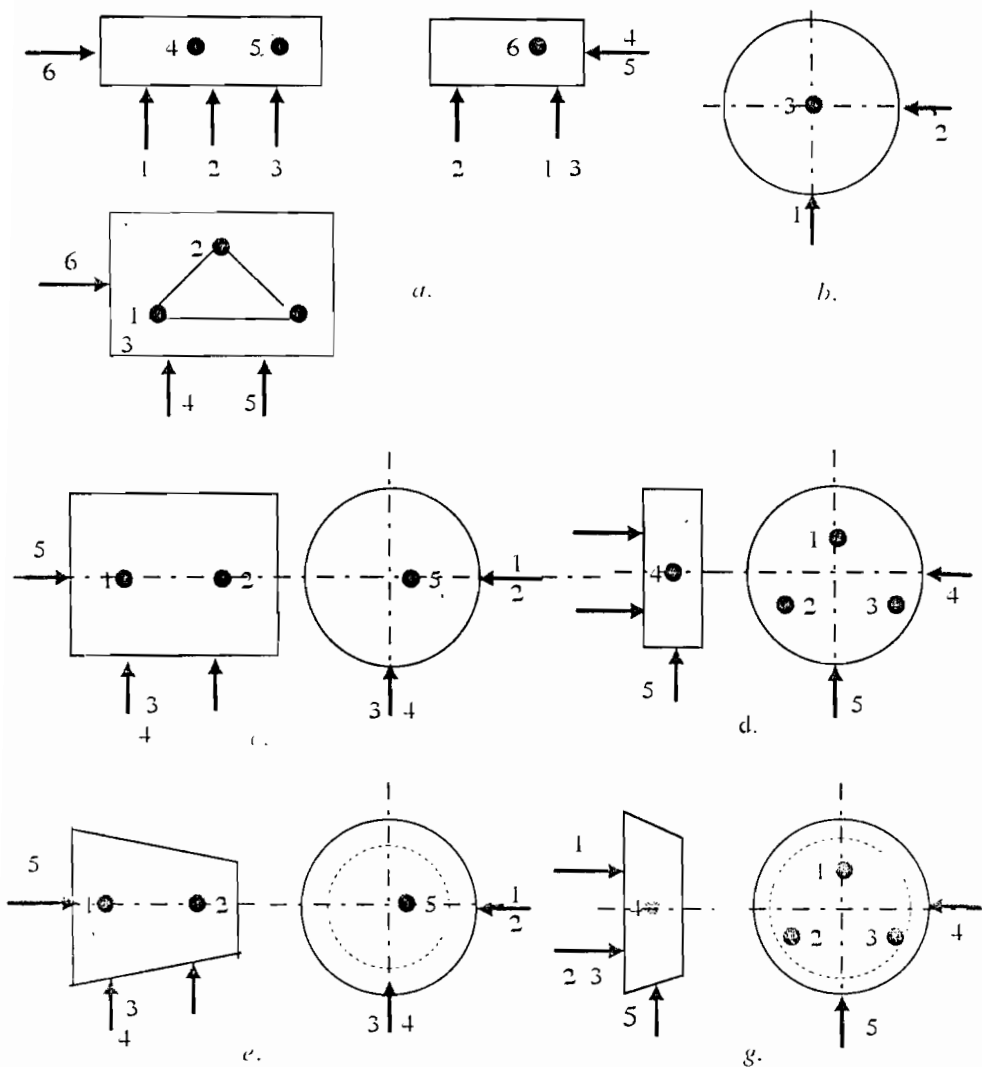


Hình 7.14. Chuyển động của vật rắn trong không gian



Hình 7.15. Quy ước về định vị

- Một điểm khớp chế 1 bậc tự do.
- Một khối V ngắn, chốt trụ ngắn, mặt trụ ngắn, mặt còn ngắn khớp chế 2 bậc tự do (hình 7.16d , g) .
- Một khối V dài, chốt trụ dài, mặt trụ dài, mặt còn dài khớp chế 4 bậc tự do (hình 7.16c , e) .
- Mặt cầu khớp chế 3 bậc tự do (hình 7.16b) .
- Chốt trám chỉ khớp chế 1 bậc tự do (hình 7.15)



Hình 7.16. Ví dụ về nguyên tắc định vị

Những trường hợp siêu định vị gồm : khống chế trên 6 điểm, khống chế bậc tự do trùng lặp. Ví dụ, khống chế > 2 bậc tự do trên một đường thẳng, mặt trụ ngắn, mặt côn ngắn, khối V ngắn; khống chế > 3 bậc tự do trên một mặt phẳng, mặt cầu; khống chế > 4 bậc tự do đối với mặt trụ, mặt côn, khối V ...

7.2.3. Ký hiệu (hình 7.15 và 7.17)

1 Tính chất công nghệ của bề mặt.

2. Mặt tiếp xúc (chuẩn)

- Mặt thô : nét kép $\Rightarrow$

- Mặt tinh : nét đơn $\Rightarrow$

3 Chức năng thành phần công nghệ :

Vau rì, chòt, chòt trâm ...

1 Mặt tiếp xúc :

- Mặt phẳng : $\square$

- Mặt cầu : $\bigcirc$

- Mũi tâm cố định : $>$

- Mặt khuyết : $\square$

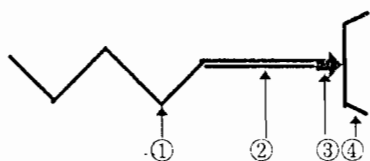
- Mặt vát : $\square$

- Mũi tâm quay : $\curvearrowright$

- Mặt khía : $\sim$

- Mặt V : $\square$

- Mũi tâm di động : $\curvearrowleft$



Hình 7.17. Ký hiệu

7.2.4. Nguyên tắc chọn chuẩn

7.2.4.1. Chọn chuẩn thô

Chuẩn thô chỉ chọn lần đầu và một lần duy nhất, nó có ý nghĩa quyết định đến toàn bộ quá trình gia công, phân bố lượng dư cho các bề mặt, đảm bảo độ chính xác vị trí tương đối cho các bề mặt cần gia công... Ví dụ : gia công lỗ O, đường kính D, kích thước a, b, c so với bề mặt A, B (hình 7.18), ta có hai trường hợp :

- Đúc dẹt

+ Lấy A làm chuẩn thô, gia công lỗ O ϕD .

+ Lấy O làm chuẩn tinh, gia công A kích thước a.

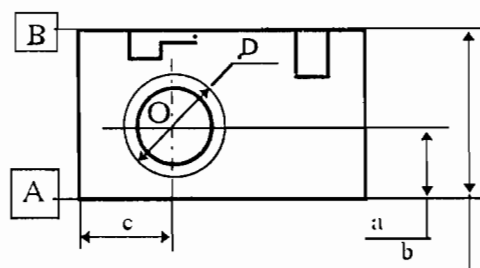
+ Lấy A làm chuẩn tinh, gia công B kích thước b.

- Đúc rỗng

+ Lấy O làm chuẩn thô gia công A kích thước a.

+ Lấy A làm chuẩn tinh, gia công B kích thước b (để lượng dư phân bố đều tránh phế phẩm nếu lỗ đúc lệch, còn, méo ...).

+ Lấy A làm chuẩn tinh, gia công lỗ ϕD , tâm O có tọa độ kích thước a, c.



Hình 7.18. Chọn chuẩn

Những nguyên tắc chung :

- Nếu có một bề mặt không gia công ta chọn mặt đó làm chuẩn thô để sự thay đổi vị trí tương đối giữa bề mặt thô và bề mặt tinh là nhỏ nhất. Ví dụ trên hình 7.19 lấy A là chuẩn thô để gia công B, C, D đồng tâm với A.

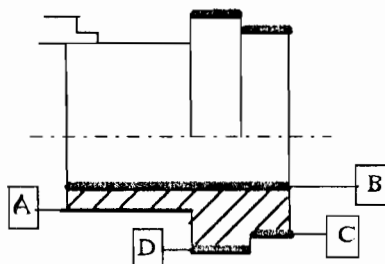
- Có một số bề mặt không gia công ta chọn bề mặt có vị trí chính xác cao nhất. Ví dụ trên hình vẽ 7.20 chuẩn thô A đồng tâm với lỗ chính xác hơn chuẩn thô B.

- Nếu các bề mặt đều gia công ta chọn bề mặt lượng dư yêu cầu đều đặn. Ví dụ

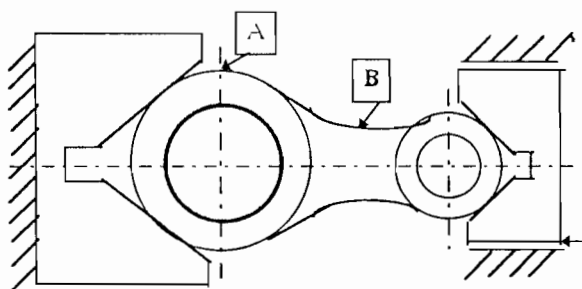
hình 7.19 chọn A làm chuẩn thô để gia công B, lấy B làm chuẩn tinh để gia công A, C, D.

- Chọn chuẩn thô vào bề mặt tương đối bằng phẳng, không có ba vĩa, không đặt đầu ngót, đầu rớt ...

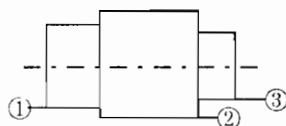
- Chuẩn thô chỉ dùng một lần duy nhất, lần đầu tiên. Để đảm bảo sự đồng tâm của các bề mặt ① và ③ khi gia công trục bậc trên hình 7.21 nếu dùng ② để gia công ① và dùng ② để gia công ③ thì không đúng mà phải dùng ② làm chuẩn thô để gia công ③ rồi dùng ③ làm chuẩn tinh để gia công ①.



Hình 7.19. Chọn chuẩn thô



Hình 7.20. Chuẩn thô

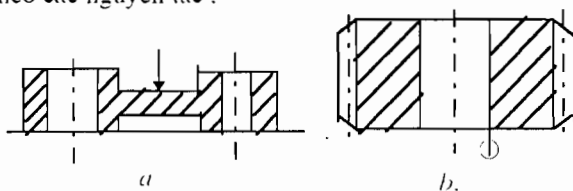


Hình 7.21. Gia công trục bậc

7.2.4.2. Chuẩn tinh

Chuẩn tinh được chọn theo các nguyên tắc :

- Chọn chuẩn tinh chính là chuẩn trùng với các chuẩn khác (chuẩn lắp ráp , đo lường - tương tự lúc làm việc).



Hình 7.22. Chọn chuẩn tinh

Ví dụ chọn lỗ ① của bánh răng làm chuẩn tinh để gia công các bề mặt, sau đó chính bề mặt lỗ ① là chuẩn lắp ráp và cũng chính là bề mặt làm việc (hình 7.22b).

- Chuẩn tinh nên trùng với gốc kích thước và là chuẩn thống nhất cho nhiều lần (để tránh sai số tích lũy).

- Chọn chuẩn tinh nên tránh biến dạng chi tiết khi kẹp (ví dụ hình 7.22a) và để sử dụng kết cấu đồ gá thuận tiện.

7.3. MÁY CÔNG CỤ

7.3.1. Phân loại và ký hiệu

a. Phân loại

Có nhiều cách để phân loại máy công cụ :

- *Phân loại theo khối lượng* có máy loại nhỏ (khối lượng $<1T$), máy trung bình (khối lượng $1 \div 10T$), máy nặng (khối lượng $<100T$), máy cực nặng (khối lượng $>100T$).

- *Theo độ chính xác của máy* ta phân ra máy siêu chính xác - loại A, máy chính xác cao - loại B, máy chính xác - loại C, chính xác tăng - loại D, máy chính xác thường - loại E.

- *Theo tính chất vận năng* ta phân ra máy vận năng dùng gia công nhiều dạng, loại sản phẩm, máy chuyên dùng dùng gia công một vài loại sản phẩm hoặc máy tự động, bán tự động, máy tổ hợp ...

- *Theo công dụng và chức năng làm việc* là phương pháp thuận lợi thường dùng nhất. Ta có thể phân loại máy công cụ thành máy tiện, máy phay, máy bào, máy xọc, máy khoan, máy doa, máy mài, máy cưa - cắt, máy gia công bánh răng...

b. Ký hiệu

Bảng 7.1 giới thiệu cách phân loại và ký hiệu máy công cụ theo TCVN.

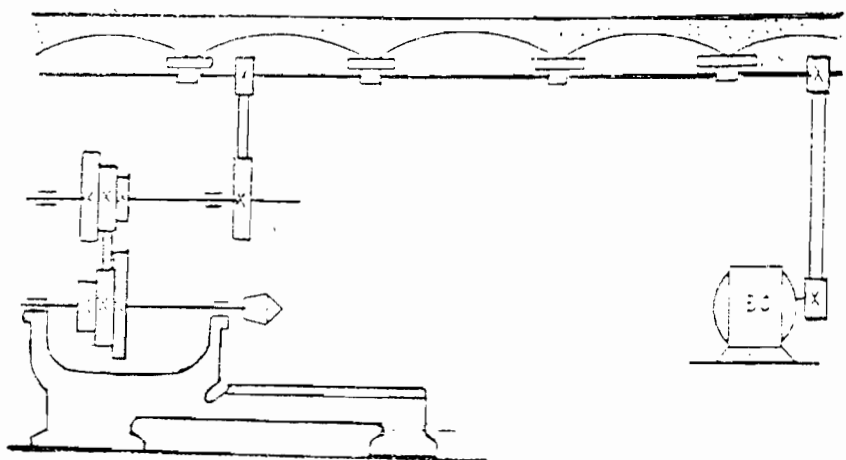
Ta lấy chữ cái đầu của công dụng trong tên máy làm ký hiệu (T - máy tiện , P - máy phay, B - máy bào, X - máy xọc, CH - máy chuốt, K - máy khoan, D - máy doa , M - máy mài , C - máy cưa - cắt , R - máy gia công răng - ren ...), các chữ số tiếp theo để chỉ kiểu máy, các kích thước đặc trưng quan trọng (đường kính lỗ lớn nhất có thể gia công được, chiều cao tâm máy v.v...), độ chính xác, mức độ và số lần cải tiến ... Ví dụ, T620A là : T - máy tiện (Công ty cơ khí công cụ số 1 sản xuất), 6 - máy vận năng, 20 - chiều cao tâm máy 200mm (như vậy chi tiết lớn nhất có thể gia công được trên máy là $\phi 400$), A - máy được cải tiến từ máy T620.

7.3.2. Truyền dẫn và truyền động

7.3.2.1. Truyền dẫn

a. Truyền dẫn tập trung

Hình 7.23 giới thiệu sơ đồ truyền dẫn tập trung. Động cơ điện truyền vào trục trung tâm chạy dọc theo phân xưởng để truyền chuyển động đến từng máy bằng bộ truyền đai. Hình thức này đơn giản nhưng hiện nay không dùng vì hiệu suất thấp, công kênh, không an toàn, rối và tối, muốn sửa chữa một máy, phải ngừng toàn bộ phân xưởng.



Hình 7.23. Sơ đồ truyền dẫn tập trung

b. Truyền dẫn nhóm

Một động cơ, một trục truyền dùng cho một nhóm máy (dàn máy), hiện cũng ít được sử dụng.

c. Truyền dẫn độc lập (riêng biệt)

Mỗi máy có một hoặc nhiều động cơ, hiện tại được dùng phổ biến, đặc biệt là các loại máy tự động, bán tự động có hàng chục động cơ.

7.3.2.2. Truyền động

Các hình thức truyền động gồm :

- Truyền động phân cấp** là hình thức truyền động mà trong giới hạn $n_{\min} + n_{\max}$ chỉ cho ta một số cấp tốc độ nhất định như bộ truyền bánh răng, bộ truyền xích .
- Truyền động vô cấp** là hình thức truyền động mà trong giới hạn $n_{\min} + n_{\max}$ cho ta vô số cấp tốc độ liên tục như bộ truyền ma sát, thủy lực ...
- Truyền động gián đoạn** là hình thức truyền động mà phần bị động thực hiện gián đoạn sau một hành trình của phần chủ động như cơ cấu con cóc - bánh cóc ...

Bảng 7.1. Phân loại và kí hiệu máy cắt kim loại theo tiêu chuẩn Việt nam TCVN

Tên máy	Nhóm máy	Kiểu máy									Ghi chú
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tiện	T	Tự động, một trục chính	Nửa tự động, nhiều trục	Revolve	Khoan, cắt đứt	Máy tiện đứng	Máy vạn năng, tiện cắt	Máy tiện nhiều dao	Chuyên dùng	Các máy khác	
Khoan Doa	K D	Máy khoan đứng	Nửa tự động một trục	Nhiều trục chính	Doa toa đo	Khoan cần	Doa thường	Doa kim cương	Khoan ngang	Các máy khác	
Bào Xọc CHuốt	B X CH	Máy bào giường một trục	Máy bào giường hai trục	Máy bào ngang	Máy xọc	Máy chuốt ngang		Máy chuốt đứng		Các máy khác	
Phay	P	Máy phay đứng công xôn	Máy tác dụng liên tục		Phay chép hình	Phay đứng không công xôn	Máy phay giường	Phay vạn năng rộng	Công xôn năm ngang	Các máy khác	
Mài, đánh bóng	M	Máy mài tròn ngoài	Máy mài tròn trong (lỗ)	Máy mài thô	Máy mài chuyên dùng		Máy mài sắc, mài dao	Mài răng	Nghiền, đánh bóng	Các máy khác	
Tổ Hợp	TH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Răng Ren	R	Bào, xọc răng trụ	Bào, xọc răng côn	Phay răng trụ, trục vít	Phay bánh vít	Phay mặt đầu răng	Phay ren	Phay răng đặc biệt	Máy mài răng, ren		
Cắt đứt	C	Dao tiện	Đá mài	Đá đĩa	Nắn thẳng cắt đứt	Cưa băng	Cưa đĩa	Cưa lưỡi	-	-	

7.3.3. Bộ truyền và cơ cấu truyền động thường dùng

7.3.3.1. Tỷ số truyền được ký hiệu bằng chữ i là tỷ số truyền động giữa số vòng quay của trục bị động n_2 và số vòng quay của trục chủ động n_1 :

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{k}{z}$$

Trong đó :

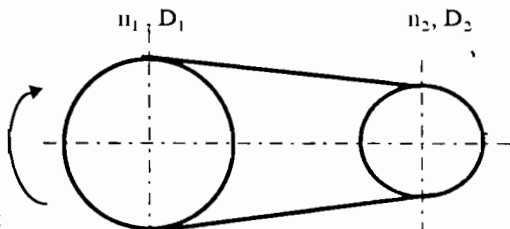
n - số vòng quay, D - đường kính bánh đai (puli), z là số răng, k - số đầu mối trục vít, chỉ số 1 - trục chủ động, chỉ số 2 - trục bị động.

7.3.3.2. Truyền động phân cấp

a. Truyền động đai (hình 7.24)

gồm bánh đai (puli) và đai (đai dẹt - phẳng, đai thang, đai tròn), dùng truyền chuyển động giữa các trục xa nhau, nhưng công suất và có hệ số trượt η . Tỷ số truyền i được tính :

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

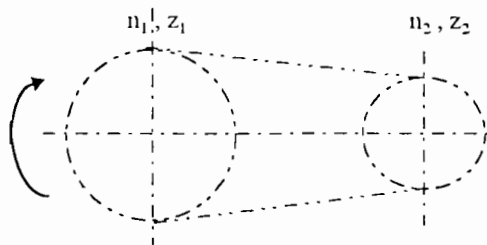


Hình 7.24. Truyền động đai

b. Truyền động xích (hình 7.25)

Bộ truyền xích thường gồm xích , đĩa (hoặc líp) có z_1, z_2 răng , với số vòng quay n_1, n_2 dùng truyền công suất lớn nhưng chóng mòn, làm việc ồn và khó chế tạo. Tỷ số truyền :

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

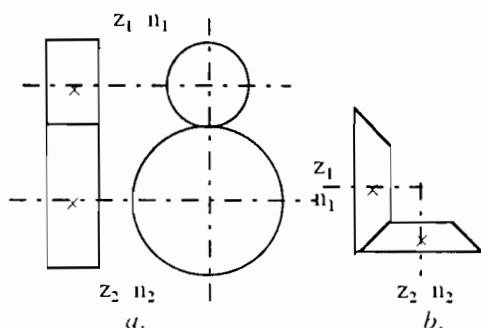


Hình 7.25. Truyền động xích

c. Truyền động bánh răng (hình 7.26)

Một bộ truyền bánh răng thường gồm bánh răng có z_1 răng ăn khớp với bánh răng có z_2 , với tỷ số truyền :

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$



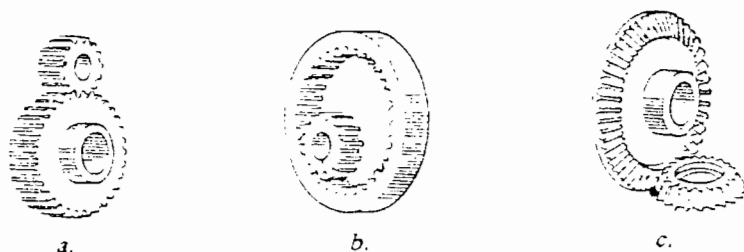
Hình 7.26. Truyền động bánh răng

Bộ truyền bánh răng dùng truyền chuyển động với công suất lớn, khoảng cách trục nhỏ, giữa các trục song song hoặc vuông góc. Bộ truyền gọn, độ cứng vững cao, hiệu suất cao, nhưng làm việc ồn và chóng mòn.

- *Bánh răng trụ* dùng truyền chuyển động giữa các trục song song, chúng có thể ăn khớp ngoài hình 7.26a và hình 7.27a, hoặc ăn khớp trong hình 7.27b, có loại răng thẳng, răng nghiêng, răng chữ V v.v...

- *Bánh răng nón (còn)* dùng truyền chuyển động giữa các trục vuông góc, có loại răng thẳng có loại răng cong (hình 7.26b).

Hình 7.27 giới thiệu hình dáng bên ngoài của bộ truyền bánh răng, trong đó :
a - bộ truyền bánh răng trụ ăn khớp ngoài, b - bộ truyền bánh răng hình trụ ăn khớp trong, c - bộ truyền bánh răng nón.



Hình 7.27. Hình dáng bên ngoài của bộ truyền bánh răng

d. Truyền động trục vít - bánh vít

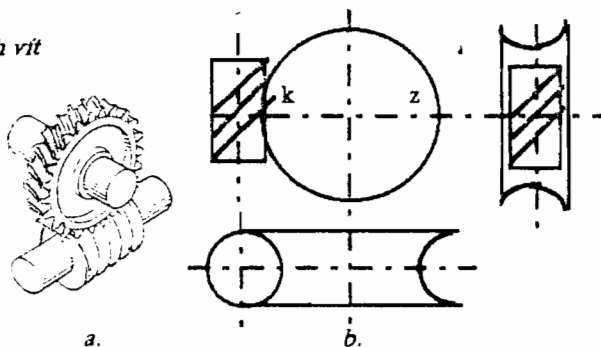
(hình 7.28) gồm trục vít k đầu mối (thường $k = 1 + 3$) ăn khớp với bánh vít z răng, dùng truyền chuyển động giữa các trục không song song với tỷ số truyền lớn, tính tự hãm hãm cao, nhưng tổn năng lượng, cần công suất lớn.

Tỷ số truyền :

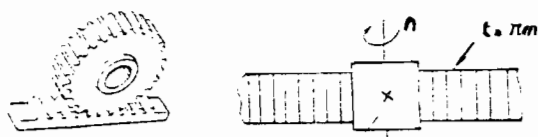
$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

e. Truyền động bánh răng

- *thanh răng* (hình 7.29)



Hình 7.28. Truyền động trục vít - bánh vít



Hình 7.29. Truyền động bánh răng - thanh răng

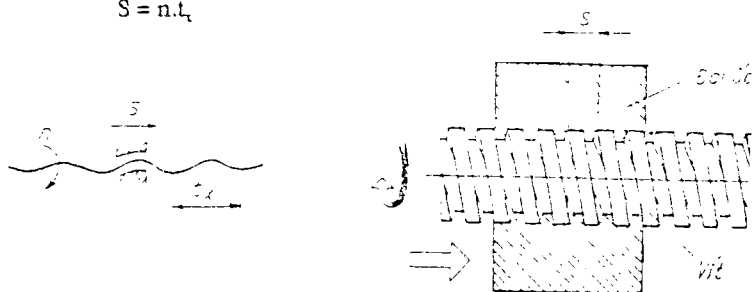
Truyền động bánh răng - thanh răng dùng biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng. Nó gồm bánh răng có z răng, quay với số vòng quay n , ăn khớp với thanh răng có môđun m , bước t , thực hiện chuyển động tịnh tiến với đoạn đường S :

$$S = t.z.n = \pi.m.z.n$$

g. Truyền động vít me - đai ốc (trượt hoặc lăn)

Hình 7.30 giới thiệu bộ truyền động vít me - đai ốc, dùng biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng, gồm trục vít me bước t_x có k đầu mối, quay với số vòng quay n truyền chuyển động cho đai ốc mang bàn máy tịnh tiến được một đoạn đường S :

$$S = n.t_x$$

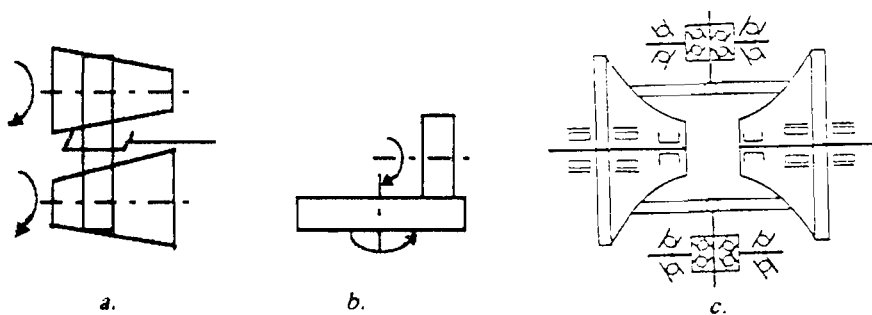


Hình 7.30. Truyền động vít me - đai ốc

7.3.3.3. Truyền động vô cấp

a. Truyền động cơ khí

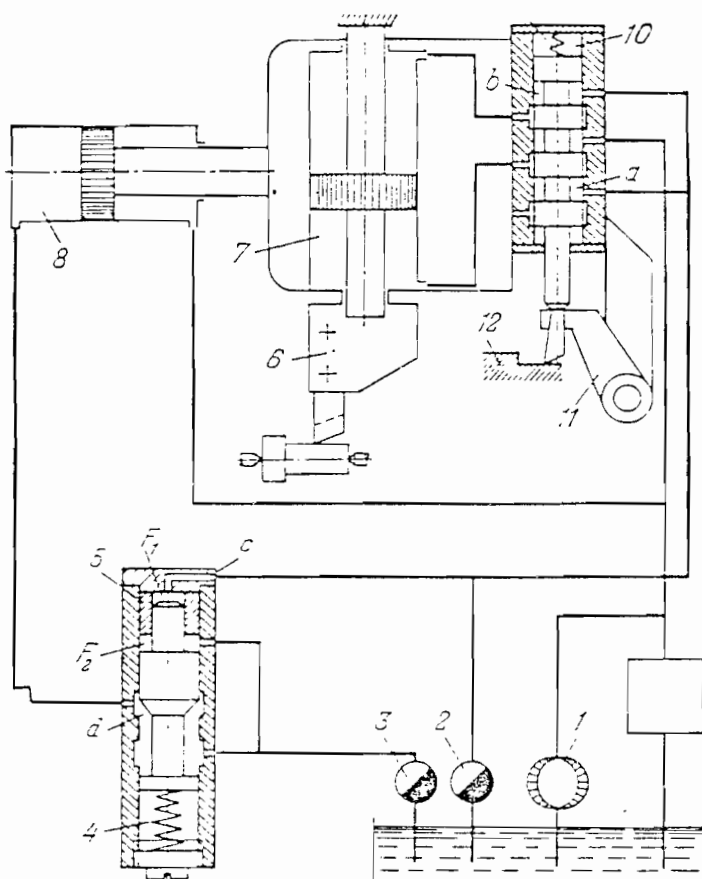
Hình 7.31 trình bày một số bộ truyền vô cấp cơ khí: bộ truyền đai phẳng, bánh đai hình côn (hình 7.31a), bánh ma sát trụ (hình 7.31b), bánh ma sát côn - cầu lõm (hình 7.31c) không truyền được công suất lớn, khoảng điều chỉnh nhỏ.



Hình 7.31. Truyền động vô cấp cơ khí

b. Truyền động thủy lực - khí nén (hình 7.32)

c. Truyền động điện, điện tử ...



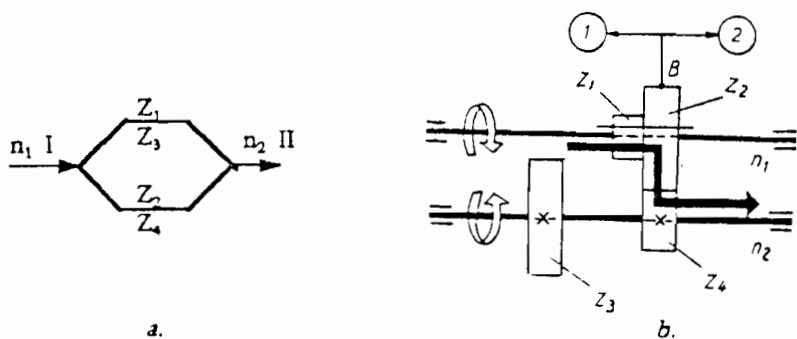
Hình 7.32. Sơ đồ truyền động thủy lực

7.3.3.4. Cơ cấu thay đổi tốc độ

a. Bánh răng thay thế

Khi thay thế các cặp bánh răng (2 hoặc 3 cặp) sẽ cho ta các tốc độ khác nhau, chúng rất đơn giản, nhưng mỗi lần thay thế phải ngừng máy mới tháo lắp được.

b. Bánh răng di trượt dùng thay đổi tốc độ quay giữa các trục . Tùy theo số lượng bánh răng và số răng ta có số vòng quay và số cấp tốc độ. Hình 7.33a là sơ đồ đường truyền động từ trục I sang trục II qua các bánh răng Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 cho ta các tỉ số truyền $i_1 = Z_1 / Z_3$ và $i_2 = Z_2 / Z_4$, hình 7.33b là khối bánh răng di trượt hai bậc. Vị trí ① cho tỉ số truyền i_1 , tốc độ n_1 , vị trí ② cho i_2 và tốc độ n_2 .



Hình 7.33. Khối bánh răng di trượt

c. Khối bánh răng - li hợp dùng

li hợp để thay đổi tốc độ. i_1

Hình 7.34 là bánh răng khối

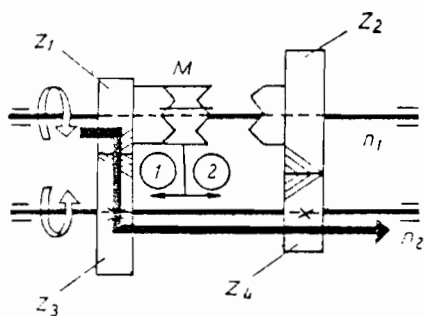
bánh răng - li hợp. Li hợp M

(có thể là li hợp vấu, li hợp ma sát hay li hợp điện từ ...).

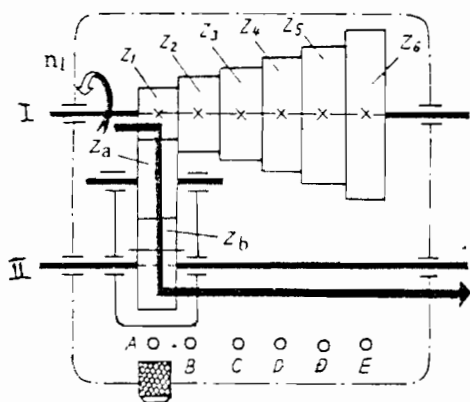
Khi đóng sang vị trí ① cho ta i_1, n_1 và khi đóng li hợp sang vị trí ② cho ta i_2, n_2 tương ứng.

d. Khối bánh răng hình tháp

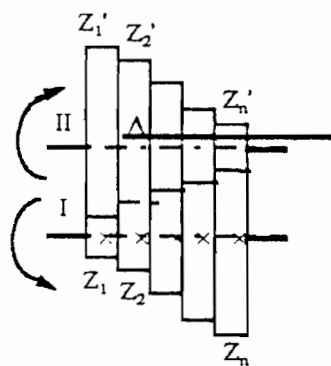
(cơ cấu Noctông)



Hình 7.34. Cơ cấu bánh răng - li hợp



Hình 7.35. Cơ cấu bánh răng hình tháp



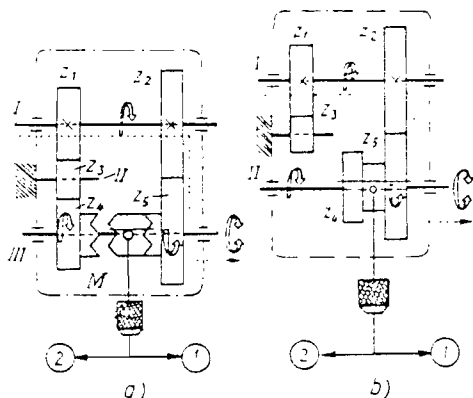
Hình 7.36. Cơ cấu then kéo

Cơ cấu bánh răng hình tháp được giới thiệu trên hình 7.35, dùng truyền công suất nhỏ. Khối bánh răng hình tháp có số bánh răng từ $Z_1 \div Z_n$ lắp trên trục chủ động I có số vòng quay n_1 truyền chuyển động qua bánh răng trung gian Z_2 sang Z_3 và trục II. Tùy theo các vị trí từ A đến E ta có các tốc độ n_i khác nhau với tỉ số truyền :

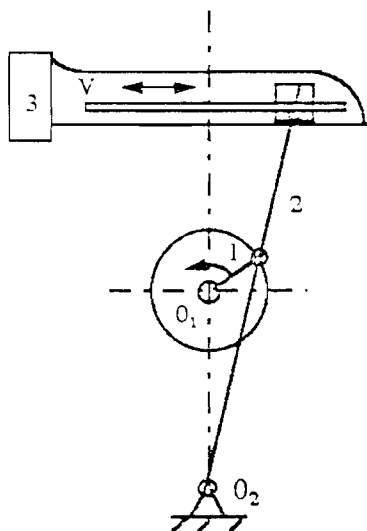
$$i_1 = Z_1 / Z_n$$

c. **Cơ cấu bánh răng - then kéo** giới thiệu trên hình 7.36. Nó gồm khối bánh răng hình tháp có số bánh răng từ $Z_1 \div Z_n$ lắp cố định trên trục chủ động I ăn khớp liên tục với khối bánh răng hình tháp lồng không có số bánh răng từ $Z_1' \div Z_n'$ lắp trên trục bị động II kèm theo rãnh then và then kéo. Then kéo đặt theo thứ tự tại các vị trí từ 1 đến n cho ta n tỉ số truyền tương ứng với các cặp bánh răng. Cơ cấu này dùng truyền công suất nhỏ, bánh răng chống mòn, then chống mòn ...

7.3.3.5. Cơ cấu đảo chiều



Hình 7.37. Cơ cấu đảo chiều



Hình 7.38. Cơ cấu culit

Khi đảo chiều quay hoặc hướng chạy dao có thể dùng các cơ cấu cơ khí, theo nguyên tắc nếu số trục là chẵn thì trục bị động ngược chiều với trục chủ động, nếu số trục là lẻ thì ngược lại nghĩa là trục bị động cùng chiều quay với trục chủ động nên muốn đảo chiều quay ta dùng bánh răng trung gian chuyển tiếp.

Hình 7.37a là bộ đảo chiều bằng khối bánh răng - li hợp và hình 7.37b dùng khối bánh răng di trượt.

7.3.3.6. Cơ cấu biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng

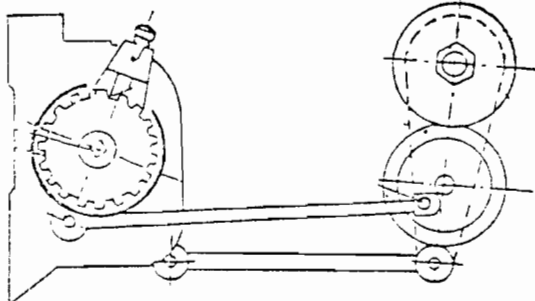
a. Cơ cấu culit (quay hoặc lắc)

Hình 7.38 giới thiệu cơ cấu culit lắc nhằm biến chuyển động quay liên tục thành chuyển động thẳng gián đoạn, sử dụng cho các loại máy bào, xọc. Chuyển

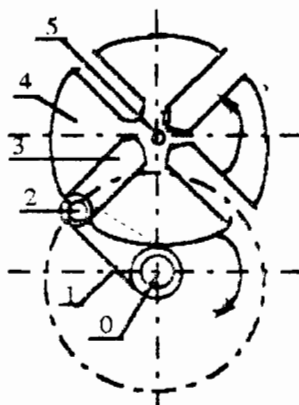
động quay liên tục của tay quay 1 quanh O_1 làm cần lắc 2 lắc qua lại quanh O_2 để đầu 3 chuyển động thẳng đi - về theo phương V.

b. Cơ cấu bánh răng - thanh răng và vít me - đai ốc đã được giới thiệu trên hình 7.29 và 7.30 dùng biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng trong các cơ cấu chạy dao của các loại máy công cụ như máy tiện, phay, khoan ...

7.3.3.6. Cơ cấu chuyển động gián đoạn dùng biến chuyển động quay liên tục thành chuyển động gián đoạn theo chu kỳ dùng cho cơ cấu chạy dao các máy bào, xọc, máy dập.



Hình 7.39. Cơ cấu bánh cóc - con cóc



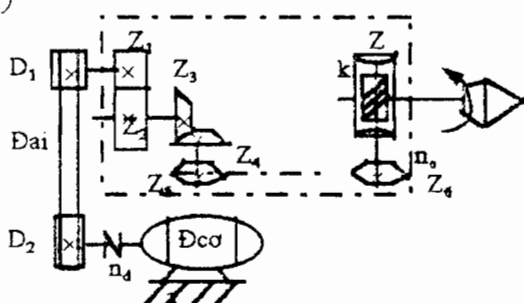
Hình 7.40. Cơ cấu mantit

a. Cơ cấu con cóc - bánh cóc

Hình 7.39 giới thiệu một loại cơ cấu bánh cóc - con cóc dùng trong máy bào. Khi cần lắc chuyển động thuận con cóc làm quay bánh cóc đi một góc theo chu kỳ $1/z$ (z - số răng bánh cóc) để làm quay trục 3, khi cần lắc chuyển động theo chiều ngược lại con cóc trượt trên răng bánh cóc Z_1 đến vị trí chuẩn bị quay.

b. Cơ cấu Mantit (cơ cấu chữ thập)

Hình 7.40 giới thiệu cơ cấu mantit, gồm tay quay 1, quay liên tục quanh O đưa các chốt 2 vào các rãnh 3 của đĩa mantit 4 (có Z rãnh) làm cho đĩa mantit mang trục 5 quay theo chu kỳ $1/Z$ vòng sau mỗi vòng quay của tay quay (chu kỳ là góc quay π/Z ở đây là 90°). Cơ cấu này thường dùng cho các



Hình 7.41. Ví dụ xích tốc độ

loại máy tự động, máy đập...

7.3.4. Xích truyền động

a. Xích tốc độ (hình 7.41)

Phương trình xích đồng :

$$n_{dc} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \dots i_n = n_c$$

b. xích chạy dao, cắt ren

(hình 7.42) :

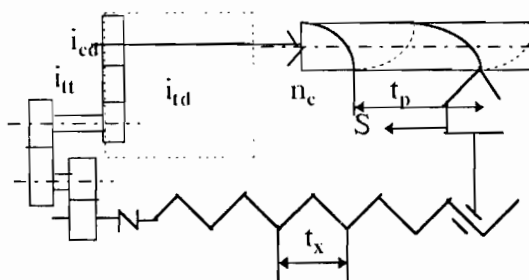
Phương trình xích đồng :

$$i_{vd} \cdot i_{tt} \cdot n \cdot t_x = t_p$$

(hoặc tương ứng lượng chạy dao S).

Hình 7.42. Xích chạy dao (cắt ren)

Trong đó : n_{dc} - số vòng quay của động cơ, n_c - số vòng quay của trục chính, i_{vd} - tỷ số truyền của các khâu cố định, i_{tt} - tỷ số truyền của bộ bánh răng thay thế, i_n - tỷ số truyền của bộ truyền thứ n, t_x - bước của trục vít me, t_p - bước ren cần cắt (hoặc lượng chạy dao).



7.4. GIA CÔNG TRÊN MÁY TIỆN

7.4.1. Đặc điểm và công dụng

Máy tiện là loại máy công cụ vạn năng quan trọng dùng phổ biến trong các phân xưởng cơ khí, cơ điện, sửa chữa... chiếm tỷ lệ khoảng (40 ÷ 50)%, để gia công hàng trăm loại nguyên công khác nhau. Máy tiện có thể dùng gia công các mặt phẳng, mặt tròn xoay từ đơn giản đến phức tạp, đạt độ chính xác cấp 3 ÷ cấp 8, độ bóng cấp 4 ÷ cấp 6 (Rz = 2,5 ÷ 40) (trường hợp đặc biệt có thể đạt cấp 8) như tiện các mặt trụ, mặt côn, mặt cầu, mặt phẳng, mặt bậc, mặt lệch tâm, cam, mặt không tròn xoay, mặt định hình, ren, rãnh, lỗ, khoan, khoét, doa, ta rô, mài, nghiền, lẩn, khía, ép vết, cuốn lò xo, cuốn tấm, hàn phục hồi, phun đắp...

Hình 7.43 giới thiệu một số nguyên công tiện và dao tiện thường gặp.

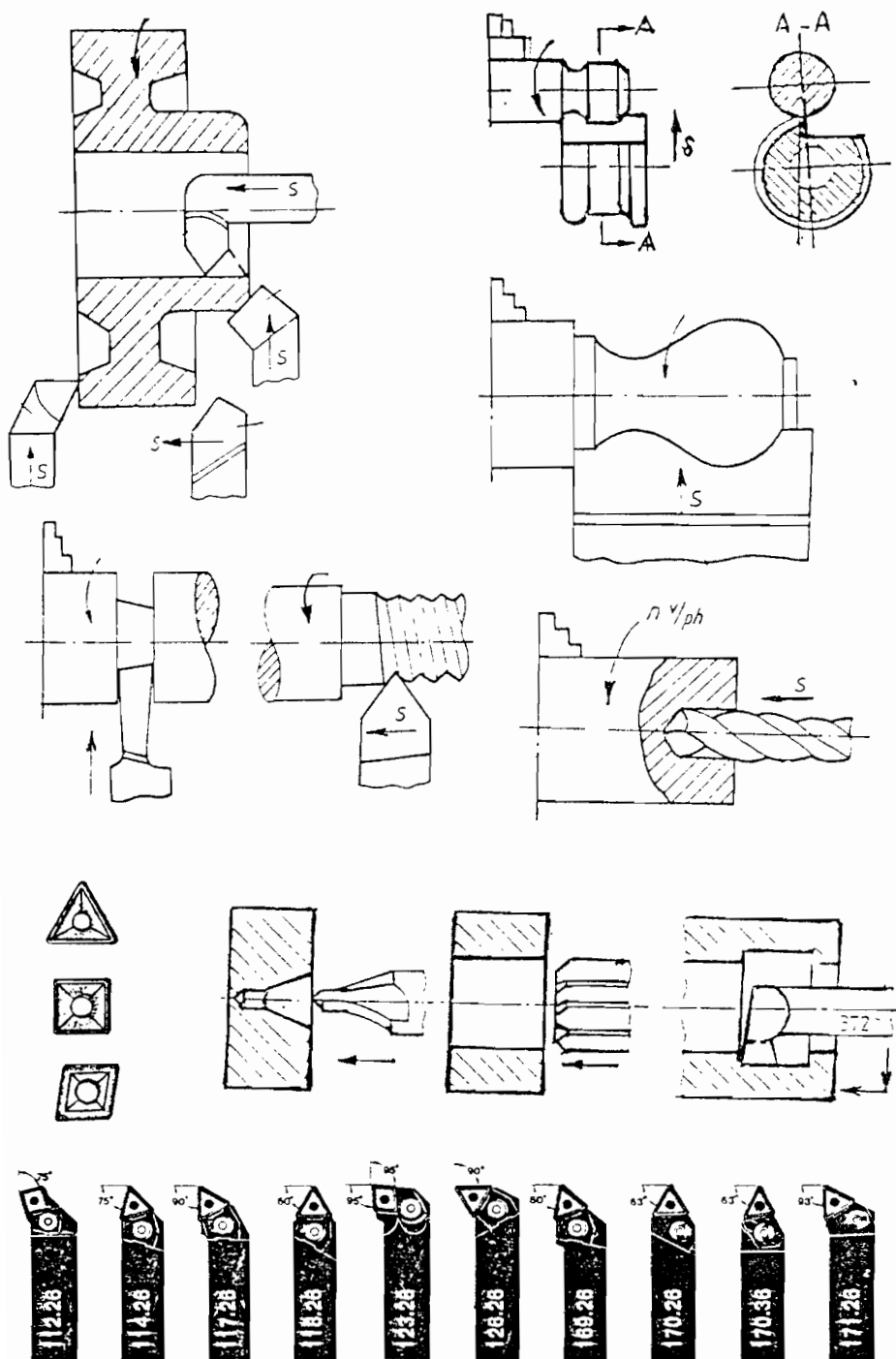
7.4.2. Phân loại

a. Dao tiện

Dao tiện thường gồm các loại dao liềm, dao hàn, dao lắp cơ khí, dao đầu thẳng, dao đầu cong, dao phải, dao trái, dao tiện vai, dao tiện rãnh, dao cắt đứt, dao tiện ren, dao tiện định hình, dao tiện thô, dao tiện tinh... (hình 7.43).

b. Máy tiện

Máy tiện có loại nhẹ, nhỏ (< 0,5T), trung bình (< 4T), loại nặng (< 50T), loại siêu nặng hàng trăm tấn. Theo công dụng có máy tiện vạn năng, chuyên dùng, máy tiện rêvônve, máy tiện nhiều dao, máy tiện chép hình, máy tiện tự động, bán tự động, máy tiện điều khiển theo chương trình (PLC, CNC...), máy tiện đứng, máy tiện cụt...



Hình 7.43. Dao tiện và nguyên công tiện thường gặp

7.4.3. Các bộ phận cơ bản của máy tiện vạn năng

Hình 7.44 giới thiệu các bộ phận cơ bản của một máy tiện ren vít vạn năng.

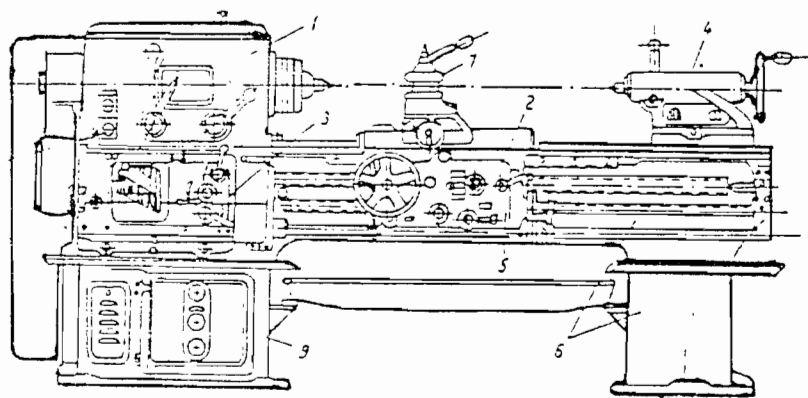
a. *Ụ trước 1 (ụ đứng)* gồm : hộp tốc độ (hộp trục chính), hộp chạy dao 3...

Trục chính là chi tiết rỗng, chính xác và quan trọng, có thể lắp mũi tâm, mâm cặp để gá kẹp chi tiết.

b. *Ụ sau 4 (ụ động)* dùng lắp mũi tâm để đỡ các chi tiết dài, nặng hoặc lắp các dụng cụ cắt như mũi khoan, khoét, doa ... khi gia công lỗ.

c. *Xe dao 2* dùng biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng qua thanh răng, trục trơn, để tiện trơn hoặc qua trục vít me để tiện ren trên cổ lắp bàn dao dọc (để chạy dao dọc), bàn dao ngang (để chạy dao ngang), bàn dao trên (để chạy dao bằng tay khi tiện côn), dài dao 7 (để gá kẹp dao).

d. *Bộ phận truyền động và điều khiển* gồm trục trơn để chạy dao dọc, chạy dao ngang (khi tiện trơn), trục vít me với đai ốc (để tiện ren), tay gạt, nút bấm, công tắc hành trình...



Hình 7.44. Các bộ phận cơ bản của máy tiện

e. *Thân máy* là bộ phận cơ bản, lớn nhất, đảm bảo độ cứng vững, ổn định, chính xác trong quá trình làm việc của máy. Trên thân máy có sống trượt. Đó là mặt chuẩn dùng gá lắp các bộ phận như : ụ trước, ụ sau, xe dao, trục truyền, trục vít me... Ngoài ra còn có các bộ phận khác như giá đỡ, thùng chứa phoi, chi tiết, bộ phận chiếu sáng, bôi trơn, làm lạnh ...

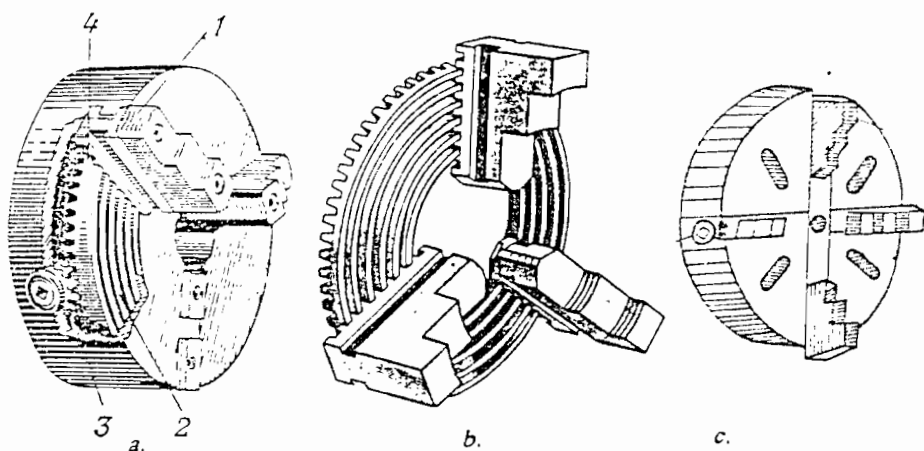
7.4.4. Phụ tùng, đồ gá máy tiện

Phụ tùng, đồ gá cho máy tiện bao gồm rất nhiều dạng loại. Hình 7.45 đến hình 7.50 giới thiệu một số loại phụ tùng, đồ gá điển hình, thường gặp.

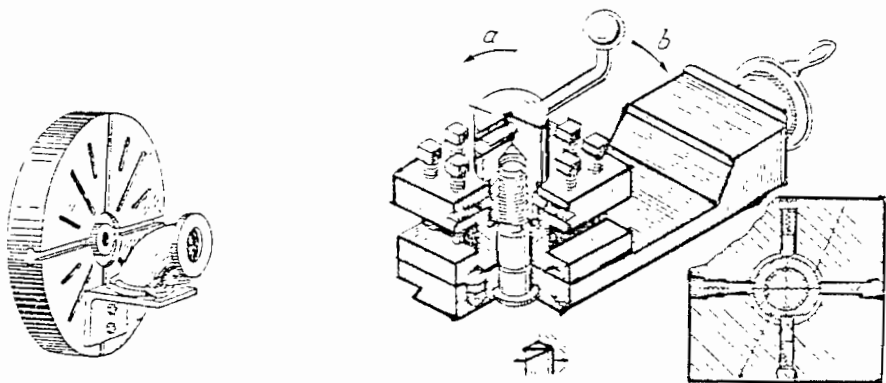
a. *Mâm cặp* được lắp bằng ren vào trục chính, dùng gá, kẹp và truyền chuyển động quay cho phôi hoặc chi tiết gia công (hình 7.45).

- *Mâm cặp ba chấu* (*mâm cặp tự định tâm*)

Hình 7.45a giới thiệu hình dáng bên ngoài của *mâm cặp* ba chấu gồm đĩa điều khiển 4 đặt trong vỏ hộp. Mặt 2 của đĩa là rãnh vuông có dạng xoắn ốc acsimet, có lắp ba chấu kẹp 1 ăn khớp với nó và tạo ra chuyển động đồng thời để gá hoặc mở kẹp. Mặt đối diện của đĩa 4 là răng côn dẹt ăn khớp với bánh răng côn (quả khế), đầu có lỗ đặt tay quay vào tạo chuyển động quay cho đĩa 4. *Mâm cặp* ba chấu dùng kẹp các chi tiết tròn xoay hoặc lệch tâm nhỏ (khi dùng cân đem). Hình 7.45b giới thiệu đĩa điều khiển *mâm cặp* ba chấu.



Hình 7.45. *Mâm cặp*



Hình 7.46. *Mâm cặp hoa mai*

Hình 7.47. Bàn dao trên và dãi dao

- *Mâm cặp bốn chấu* (hình 7.45c) gồm bốn chấu kẹp dọc lắp trong rãnh mâm cặp, dùng cặp các chi tiết lớn, không tròn xoay. Việc căn chỉnh được thực hiện từng cặp chấu đối xứng nên việc gá kẹp phức tạp, cần nhiều thời gian.

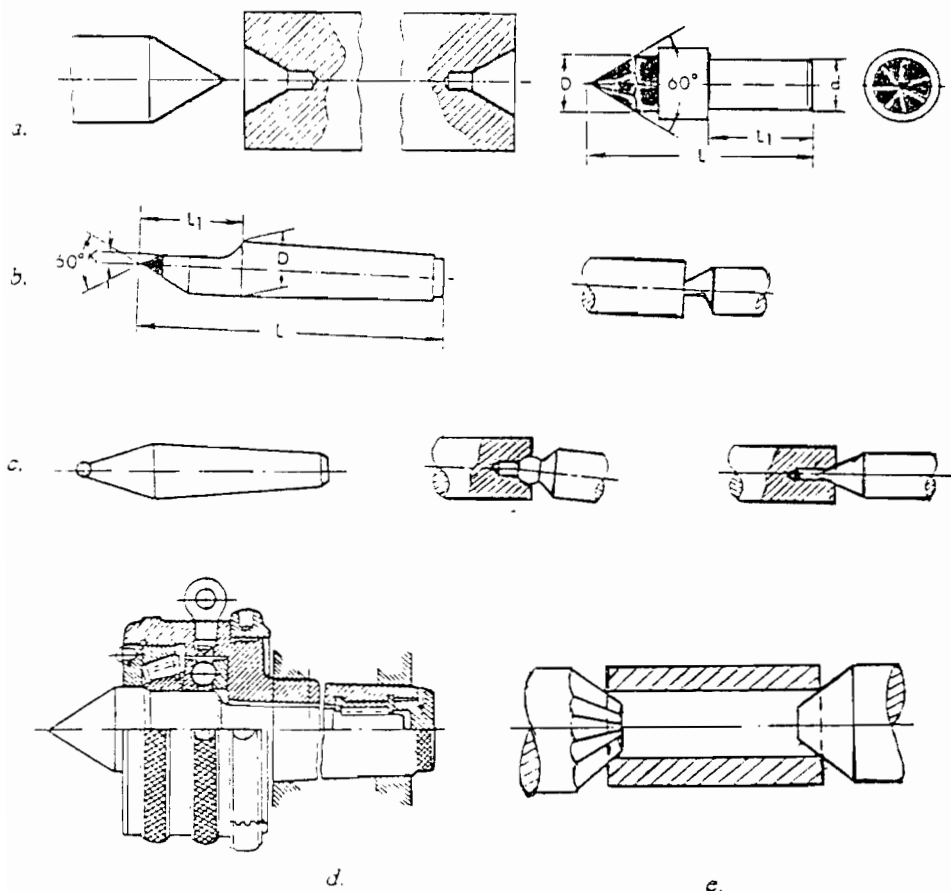
- *Mâm cặp hoa mai* (hình 7.46), trên bề mặt có các rãnh lỗ để lắp các bu lông và chấu kẹp. Loại này dùng cặp những chi tiết lớn, có hình dáng phức tạp.

- *Các loại mâm cặp khác* : mâm cặp thủy lực, khí nén...

b. *Đài dao* (hình 7.47), lắp trên bàn dao trên, dùng gá kẹp các loại dao.

c. *Mũi tâm* là dụng cụ lắp vào trục chính hay u động để đỡ và định vị các chi tiết dài, nặng trong quá trình gia công .

- *Mũi tâm thường* còn gọi là mũi tâm cố định (hình 7.48a), dùng chống vào lỗ tâm chi tiết. Góc côn tiêu chuẩn là 60° , khi đỡ chi tiết nặng có thể dùng loại mũi tâm với góc còn 90° .



Hình 7.48. Các loại mũi tâm

- *Mũi tâm khuyết* dùng khi xén mặt đầu mà dao không bị vướng (hình 7.48b).

- *Mũi tâm cầu* (đầu mũi tâm có dạng hình cầu) dùng để các chi tiết có tâm không trùng với tâm máy (ví dụ khi đánh lệch vị động để tiện côn) hình 7.48c.

- *Mũi tâm quay* được lắp trong ổ bi, dùng khi tốc độ quay lớn (hình 7.48d).

- *Mũi tâm lõm* dùng để đỡ những chi tiết dài, nhỏ, không khoan được lỗ tâm.

- *Mũi tâm khứa* (hình 7.48e) dùng chống tâm những chi tiết rỗng, ống mỏng.

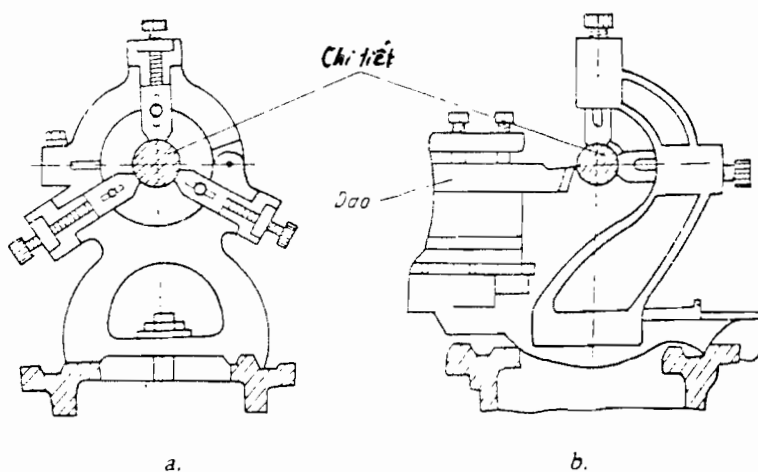
d. *Giá đỡ* dùng để đỡ những chi tiết dài để tăng độ cứng vững chi tiết khi gia công.

- *Giá đỡ cố định* (hình 7.49a) là giá lắp cố định trên băng máy trong suốt quá trình gia công, nên chỉ có thể tiện được một đoạn giới hạn.

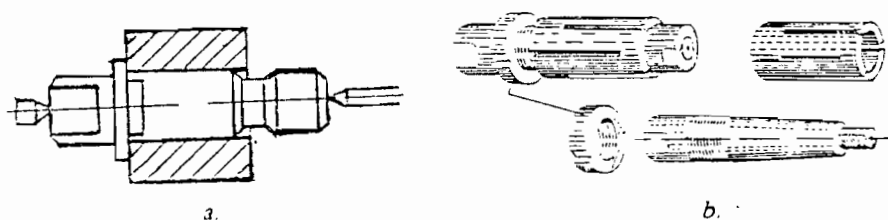
- *Giá đỡ di động* (hình 7.49b) lắp cùng bàn dao, nên nó di chuyển theo dao trong quá trình gia công.

e. *Trục tâm* (hình 7.50a) dùng gá kẹp các ống mỏng, mặt chuẩn là lỗ đã gia công tinh.

g. *Ống kẹp đàn hồi* giới thiệu trên hình 7.50b .



Hình 7.49. Giá đỡ



Hình 7.50. Trục tâm (a) và ống kẹp đàn hồi (b)

7.4.5. Điều chỉnh máy tiện

a. *Cắt ren trên máy tiện đơn giản* giới thiệu sơ đồ trên hình 7.51. Ta có phương trình xích cắt ren :

$$i_{\text{tg}} \cdot i_{\text{tt}} \cdot i_{\text{tổng}} \cdot t_x = t_p$$

$$\rightarrow i_{\text{tt}} = x = \frac{A}{B} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t_p}{i_{\text{tổng}} \cdot t_x}$$

trong đó : i_{tt} - tỷ số truyền của bộ bánh răng thay thế có số răng là A, B, a, b, c, d

$i_{\text{tổng}}$ - tỷ số truyền tổng các khâu còn lại trong xích

t_x - bước ren trục vít me

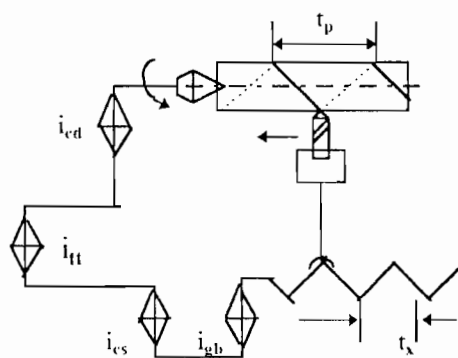
t_p - bước ren cần cắt.

Điều kiện lắp các bánh răng :

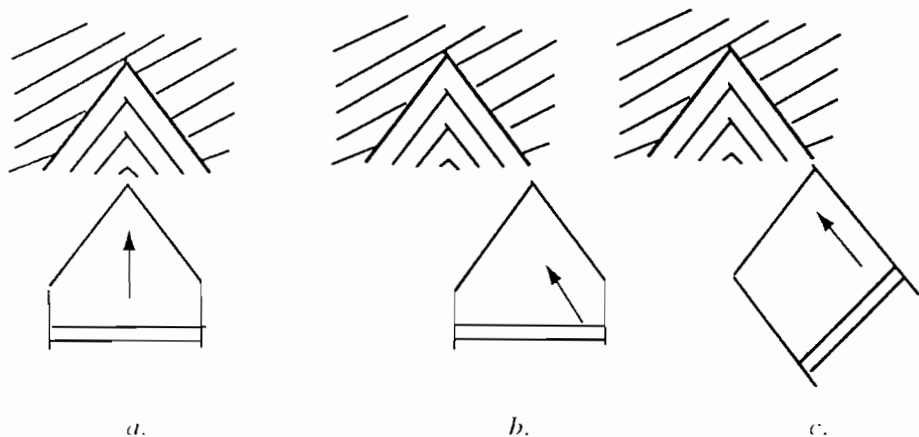
$$a + b > c + 15 \text{ răng}$$

$$c + d > b + 15 \text{ răng}$$

Hình 7.52 giới thiệu ba phương pháp tiến dao khi cắt ren tam giác. Phương pháp a, tiến dao vuông góc với tâm chi tiết, độ bóng của ren cao nhưng lực cắt lớn thường dùng cắt bước ren nhỏ. Phương pháp b và c tiến dao nghiêng, song song với một lưỡi cắt chính, lực cắt nhỏ, độ bóng không cao thường dùng cắt thô.



Hình 7.51. Xích cắt ren



Hình 7.52. Phương pháp tiến dao khi tiện ren tam giác

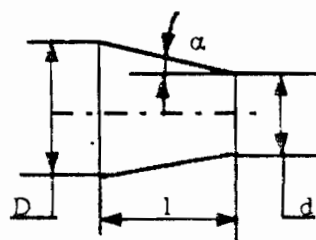
b. Tện côn

- Độ côn K (hình 7.53)

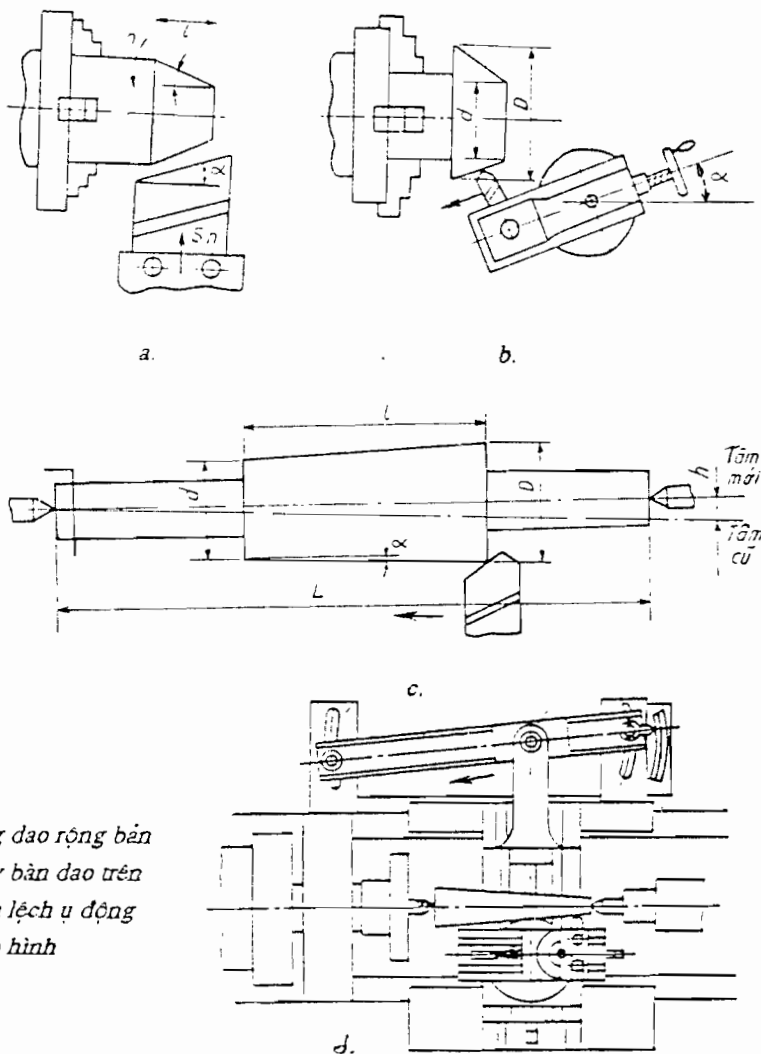
$$K = \frac{D - d}{l} = \operatorname{tg} \alpha$$

Trong đó : D - đường kính lớn, d - đường kính nhỏ, l - chiều dài côn, α - góc côn.

- Phương pháp tiện côn (hình 7.54)



Hình 7.53. Độ côn



- a. Dùng dao rộng bán
- b. Xoay bàn dao trên
- c. Đánh lệch vị động
- d. Chép hình

Hình 7.54. Các phương pháp tiện côn

+ Dùng dao rộng bán (hình 7.54a) để gia công chi tiết ngắn ($l < 20 \text{ mm}$).
 Vì lực cắt lớn nên độ bóng và chính xác kém.

+ Xoay bàn dao trên một góc α , chạy dao bằng tay song song với đường sinh, độ bóng, chính xác kém, chiều dài hạn chế (hình 7.54b).

+ Đánh lệch tự động một đoạn h (hình 7.54c)

$$h = \frac{L(D-d)}{2l} = 0,5K.L$$

Phương pháp này dùng gia công đồ còn nhỏ, chiều dài lớn, chạy dao tự động $\alpha \leq 8^\circ$, độ bóng và độ chính xác cao nhưng mũi tâm chóng mòn.

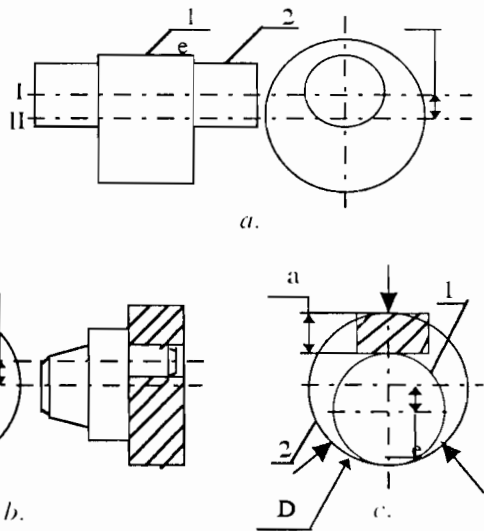
+ Phương pháp chép hình (hình 7.54d)

- Tiệm lệch tâm (hình 7.55)

dùng gia công các bề mặt lệch tâm.

+ Dùng hai cặp lỗ tâm lệch nhau một khoảng e đúng bằng khoảng lệch tâm chi tiết (hình 7.55a). Định vị bằng lỗ tâm I để gia công mặt 1, định vị bằng lỗ tâm II để gia công mặt 2.

+ Dùng gá lệch tâm chuyên dùng (hình 7.55b) được sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.



Hình 7.55. Các phương pháp tiệm lệch tâm

Lấy mặt trụ 1 (lỗ) có tâm I làm chuẩn, gá vào đồ gá để gia công mặt trụ 2. Bề mặt trụ 1 và 2 lệch tâm nhau một khoảng e .

+ Dùng mâm cặp ba chân với miếng cân đệm có chiều dày

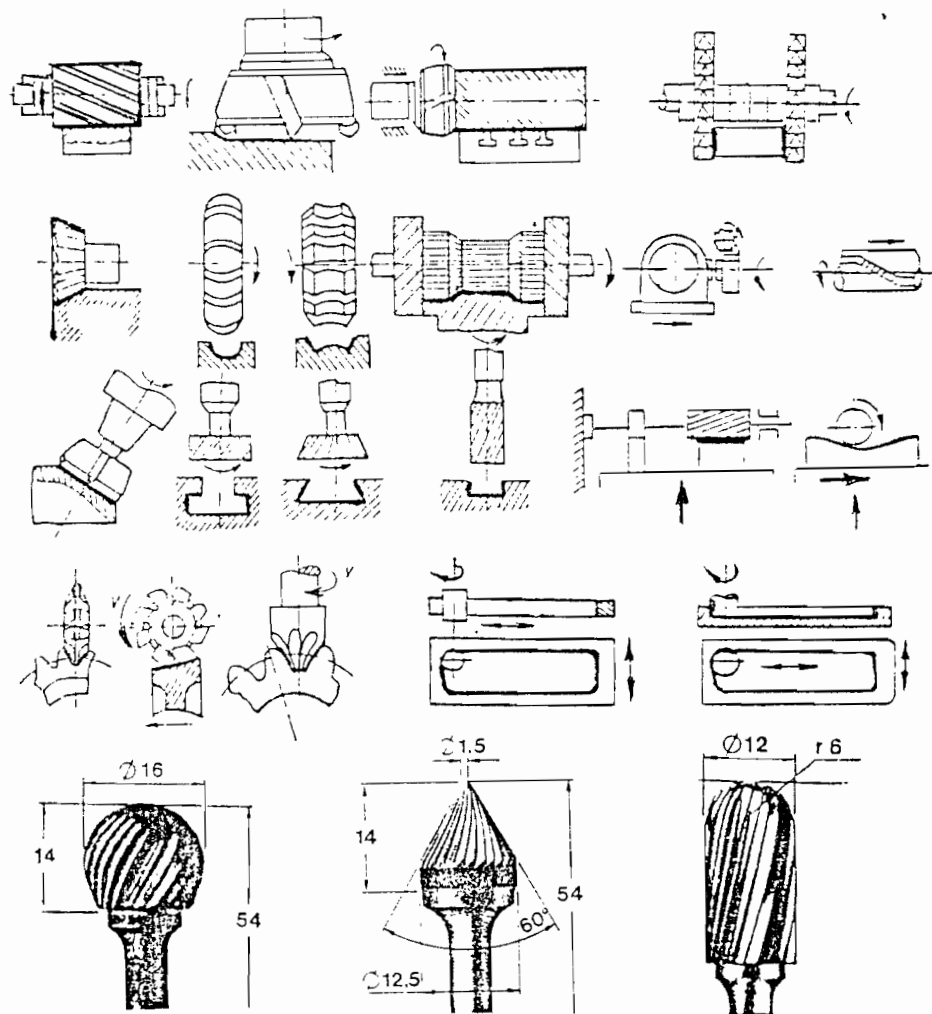
$$a = 1,5e (1 + e/2D).$$

Mặt trụ 2 dùng làm chuẩn để gia công mặt 1 đường kính D , tâm I - chính là tâm của mâm cặp. Sau gia công ta được bề mặt 1 và 2 lệch tâm nhau một khoảng e .

7.5. GIA CÔNG TRÊN MÁY PHAY

7.5.1. Đặc điểm, công dụng

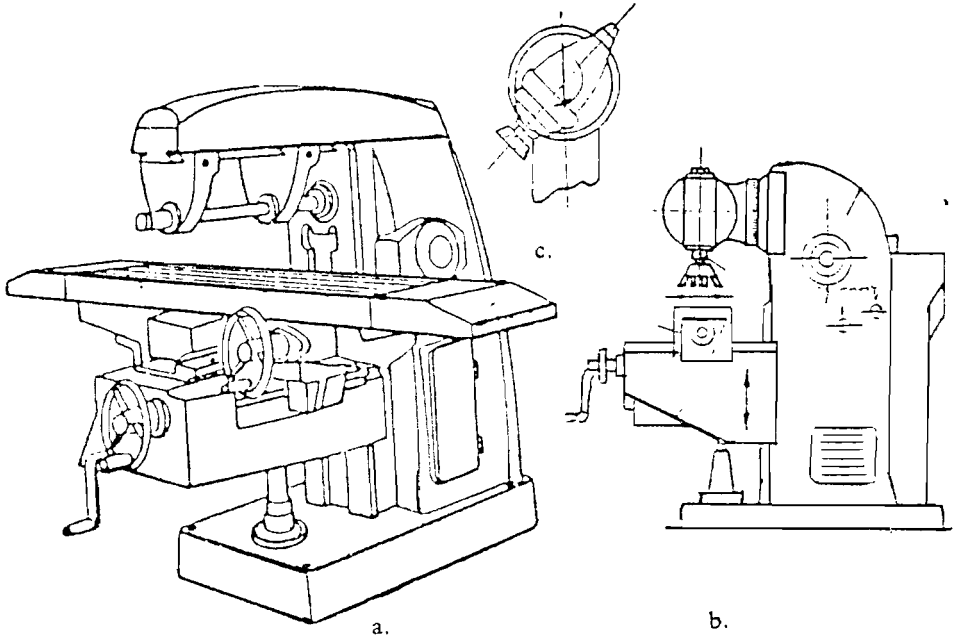
Máy phay là loại máy phổ biến, thông dụng trong các phân xưởng, nhà máy cơ khí (chiếm khoảng 15 ÷ 20%). Máy phay dùng gia công các mặt phẳng, rãnh, lỗ, góc, các bề mặt định hình (răng, ren, cam, khuôn mẫu, cánh quạt, cánh tua bin...), cắt đứt v.v... với độ chính xác cấp 2 + cấp 8, độ bóng cấp 4 ÷ cấp 6 ($Ra\ 2,5 + Rz\ 40$) bằng các loại dao phay trụ (răng thẳng, răng nghiêng), dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay đĩa, dao phay lăn răng, dao phay mô đun, dao phay răng liến, dao phay răng chấp, dao định hình ... (hình 7.56).



Hình 7.56. Dao phay và sơ đồ các nguyên công phay

7.5.2. Phân loại máy phay

- a. *Máy phay nằm vạn năng* có trục chính nằm ngang, lắp các dao phay trụ, dao phay đĩa, dao phay lăn ... dùng gia công các mặt phẳng, rãnh phay bánh răng ...
Hình 7.57a giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy phay nằm vạn năng.



Hình 7.57. Hình dáng bên ngoài của máy phay

- b. *Máy phay đứng* có trục chính thẳng đứng để lắp dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay định hình ... dùng gia công rãnh, lỗ, mặt định hình ...

Hình 7.57b giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy phay đứng.

- c. *Máy phay giường* để gia công đồng thời nhiều bề mặt của các chi tiết lớn.

- d. *Các loại máy phay khác*: máy phay bánh răng, phay ren, phay thùng, phay chép hình, máy tổ hợp, máy điều khiển theo chương trình PLC, CNC ...

7.5.3. Chế độ cắt

Khi phay, chuyển động cắt là chuyển động quay tròn của dao, còn chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng của bàn máy mang phôi. Thông số của quá trình cắt gọt giới thiệu trên hình 7.58.

Tốc độ phay V

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

Lượng chạy dao S

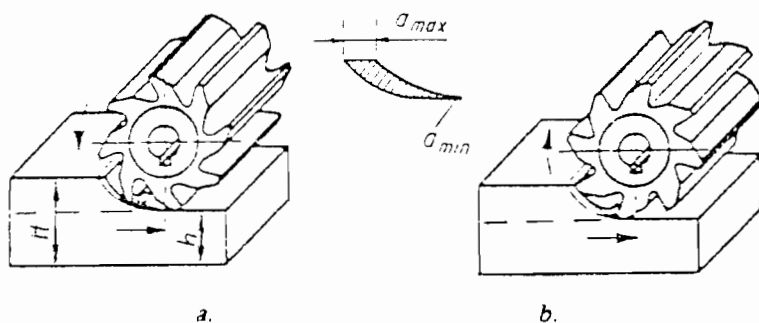
$$S_p = S_v \cdot n = S_z \cdot z \cdot n$$

Chiều sâu phay t

$$t = H - h$$

Chiều rộng phay B

Chiều dày cắt a thay đổi từ $a_{\min}$ ÷ $a_{\max}$



Hình 7.58. Các phương pháp phay

7.5.4. Phương pháp phay

a. Phay thuận (hình 7.58a)

Phay thuận là phương pháp phay mà tại điểm tiếp xúc giữa dao và phôi vectơ vận tốc của dao cùng chiều với chiều tịnh tiến của phôi. Chiều dày cắt thay đổi từ $a_{\max}$ ÷ $a_{\min}$, phôi bị ép lên bàn máy, nên giảm lực kẹp, khử độ rơ, khử rung động, dao dễ bị mẻ khi va đập vào lớp vỏ cứng nên thường dùng gia công tinh.

b. Phay nghịch (hình 7.58b)

Ngược lại với phay thuận, tại điểm tiếp xúc giữa dao và phôi, V và S ngược chiều. Chiều dày cắt a thay đổi từ $a_{\min} = 0$ ÷ $a_{\max}$, dao cắt từ dưới lên, nên không va đập vào lớp vỏ cứng (không bị mẻ dao), nhưng không khử được độ rơ, chi tiết có xu hướng nâng lên, cần lực kẹp lớn, khi S và t nhỏ dễ bị trượt. Phay nghịch thường dùng cho gia công thô.

7.5.5. Đồ gá máy phay

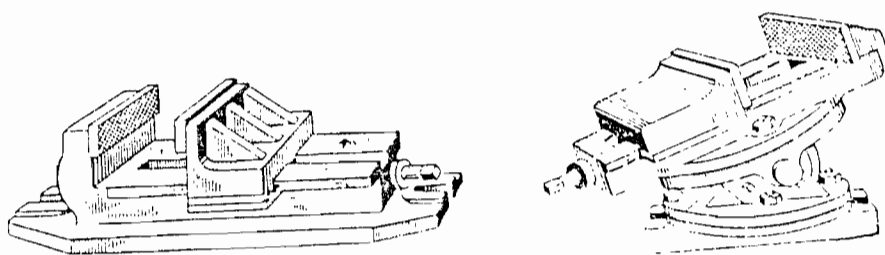
a. Đồ gá để kẹp phôi thường dùng ê tô, bàn kẹp, mỏ kẹp ... (hình 7.59a)

b. Trục gá dao dùng để gá kẹp dao như trục chính, lỗ côn, trục gá (hình 7.59b)

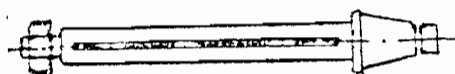
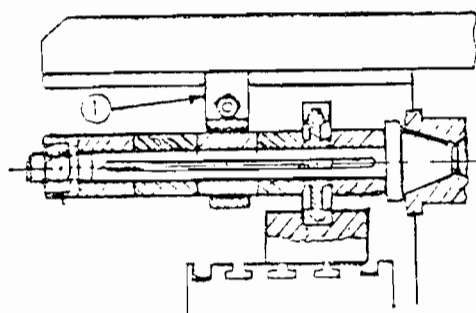
c. Đầu phân độ

Đầu phân độ trên máy phay là đồ gá vận năng dùng phân chia phôi tròn thành những phần bằng nhau hoặc không bằng nhau khi gia công.

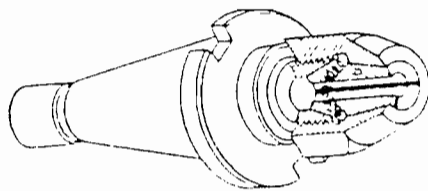
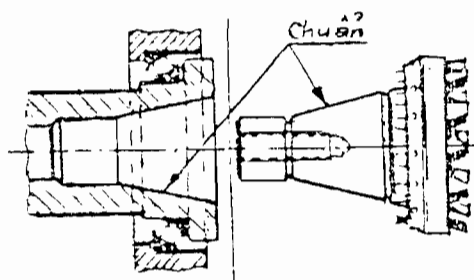
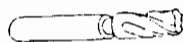
Hình 7.60a giới thiệu hình dáng bên ngoài của một loại đầu phân độ và hình 7.60b là sơ đồ nguyên lý của đầu phân độ. Trục chính I (dùng gá kẹp phôi) nối với bộ truyền trục vít - bánh vít (thường sử dụng $k = 1$ đầu mối, $Z_v = 40$ răng).



a



b



Hình 7.59 Ê tô - trục gá

Các bộ truyền bánh răng trụ hoặc côn (có tỉ số truyền $i' = 1$) và nối ra đĩa phân độ 3, tay quay với chốt 4. Số lỗ trên hai mặt đĩa phân độ được xác định sẵn có thể là :

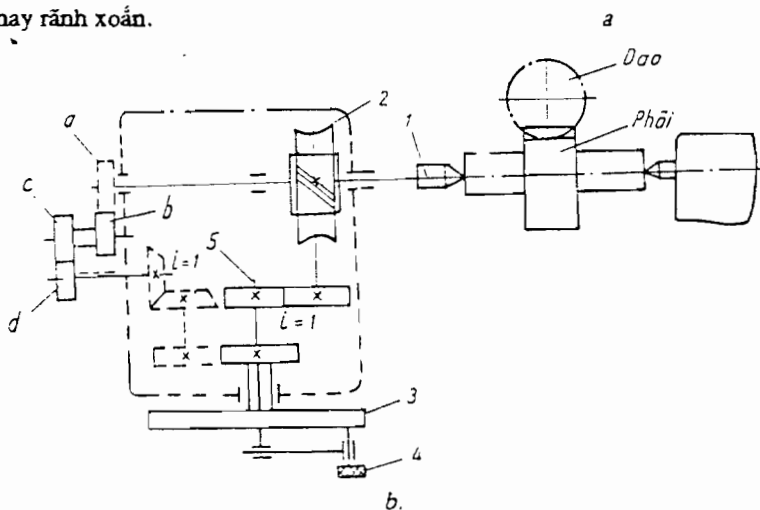
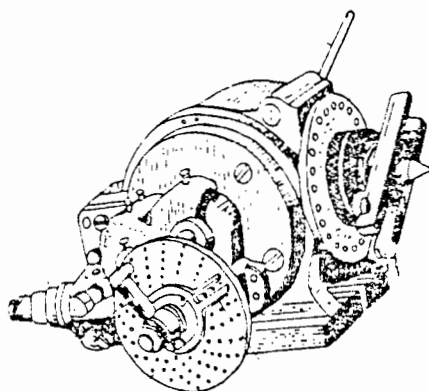
Mặt thứ nhất : 24 25 28 30 34 37 38 39 41 42 43

Mặt thứ hai : 46 47 49 51 53 54 57 58 59 62 66

Khi quay tay quay và chốt 4 theo hướng tương ứng với các hàng lỗ trên đĩa phân độ 3, truyền chuyển động qua các bộ truyền 5 đến trục vít - bánh vít 2 làm trục chính 1 mang phôi quay đi một góc tương ứng để có số rãnh cần cắt.

d. Phương pháp phân độ

Tùy theo tính chất mà ta có các phương pháp phân độ liên tục hay gián đoạn, phân độ đơn giản, vi sai, hoặc phân độ để phay rãnh xoắn.



Hình 7.60. Đầu phân độ

Theo sơ đồ động, khi phân độ đơn giản, ta quay tay quay n_1 :

$$n_1 = \frac{N}{Z} = M + \frac{m.a}{m.b}$$

trong đó n_t - số vòng quay của tay quay

N - đặc tính đầu phân độ ($N = 1/i = Z_b/K$) thường $N = 40$

M - số vòng quay nguyên của tay quay

$m.a$ - số lỗ của tay quay cần quay trên hàng lỗ có $m.b$ lỗ trên đĩa phân độ.

Z - số rãnh cần phân độ và Z_b - số răng của bánh vít.

Như vậy nghĩa là sau khi phay xong một rãnh (một răng), ta quay tay quay đi M vòng và $m.a$ lỗ trên hàng lỗ có $m.b$ lỗ của đĩa phân độ để phay rãnh thứ 2... và cứ thế tiếp tục cho đến rãnh thứ Z . Nếu không chọn được hàng lỗ có $m.b$ phù hợp thì ta phải *phân độ vi sai* bằng cách lắp thêm bộ bánh răng thay thế a, b, c, d nối từ trục chính đến tay quay để bù lại sai số khi phân độ đơn giản.

Ví dụ. $Z = 4$, $n_t = 10$ vòng; $Z = 9$, $n_t = 4 + 4/9 = 4 + 24/54$ (4 vòng và 24 lỗ trên hàng lỗ có 54 lỗ); $Z = 62$, $n_t = 40/62$ (40 lỗ trên hàng lỗ có 62 lỗ).

7.6. GIA CÔNG TRÊN MÁY KHOAN - DOA

7.6.1. Đặc điểm, công dụng

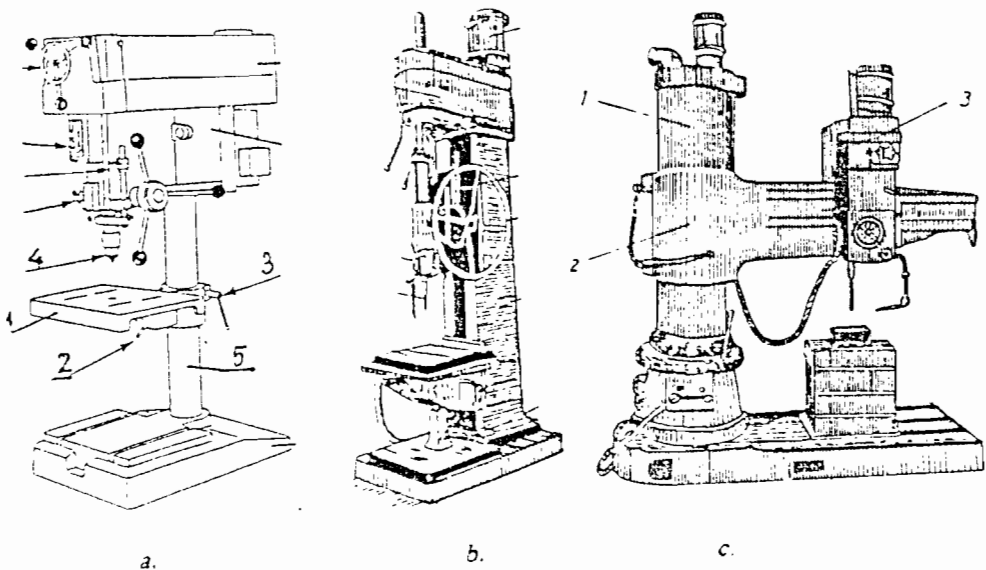
Máy khoan - doa dùng gia công các loại lỗ (khoan, khoét, doa ...).

Máy khoan dùng khoan lỗ, mở rộng lỗ cho độ chính xác thấp, độ bóng cấp $2 + 3$ ($R_z = 60 + 100$), để nâng cao độ chính xác ta sử dụng nguyên công khoét và chuẩn bị cho nguyên công doa, có thể dùng tarô, bàn ren để gia công ren. Nguyên công doa được thực hiện trên máy doa có thể đạt độ chính xác cấp $1 + 2$, độ bóng cấp $7 + 9$ ($R_a = 1,25 + 0,32$).

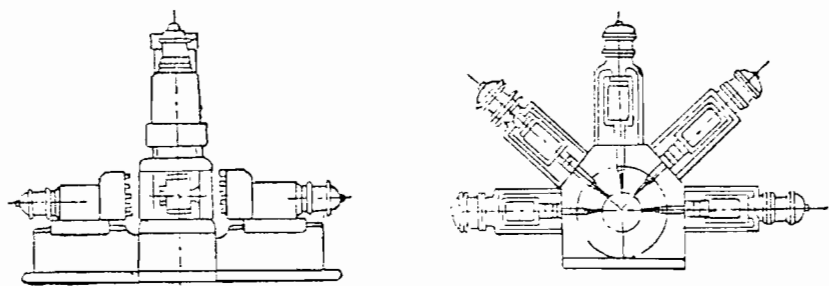
7.6.2. Phân loại

Máy khoan có thể phân ra các loại sau:

- Máy khoan bàn* là loại máy nhỏ, gọn, đơn giản, đặt ngay trên bàn nguội hay các phương tiện giao thông vận tải, có thể gia công được các loại lỗ có đường kính lớn nhất là 10mm. Hình 7.59a giới thiệu một loại máy khoan bàn có bàn 1 di động dọc (khóa bằng khóa 12) và quay quanh trục 5 (khóa bằng khóa 2). Trục chính 10 để lắp các dụng cụ cắt.
- Máy khoan đứng* (hình 7.61b) có trục chính thẳng đứng để lắp các dụng cụ cắt có thể dùng gia công các loại lỗ không có sẵn. Đường kính lớn nhất có thể khoan được là 50mm. Yêu cầu định vị chính xác tâm trục chính với tâm lỗ cần gia công.
- Máy khoan cần* dùng gia công nhiều lỗ của những chi tiết lớn, phức tạp, khó gá đặt và di chuyển. Có thể gia công đường kính lỗ lớn. Toạ độ tâm các lỗ có thể xác định qua hộp tốc độ 3, có trục chính lắp mũi khoan dịch chuyển dọc theo cần 2, cần 2 có thể quay quanh trụ đứng 1. Hình 7.59c giới thiệu hình dáng bên ngoài của một máy khoan cần.

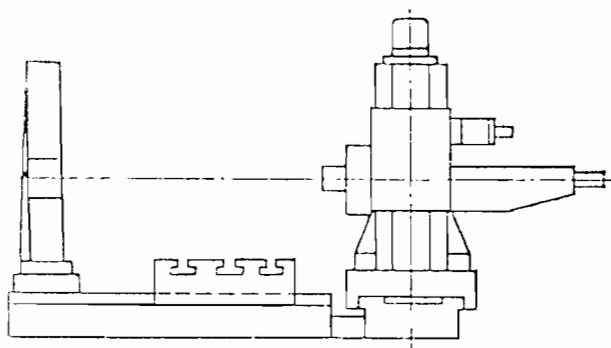


Hình 7.61. Máy khoan

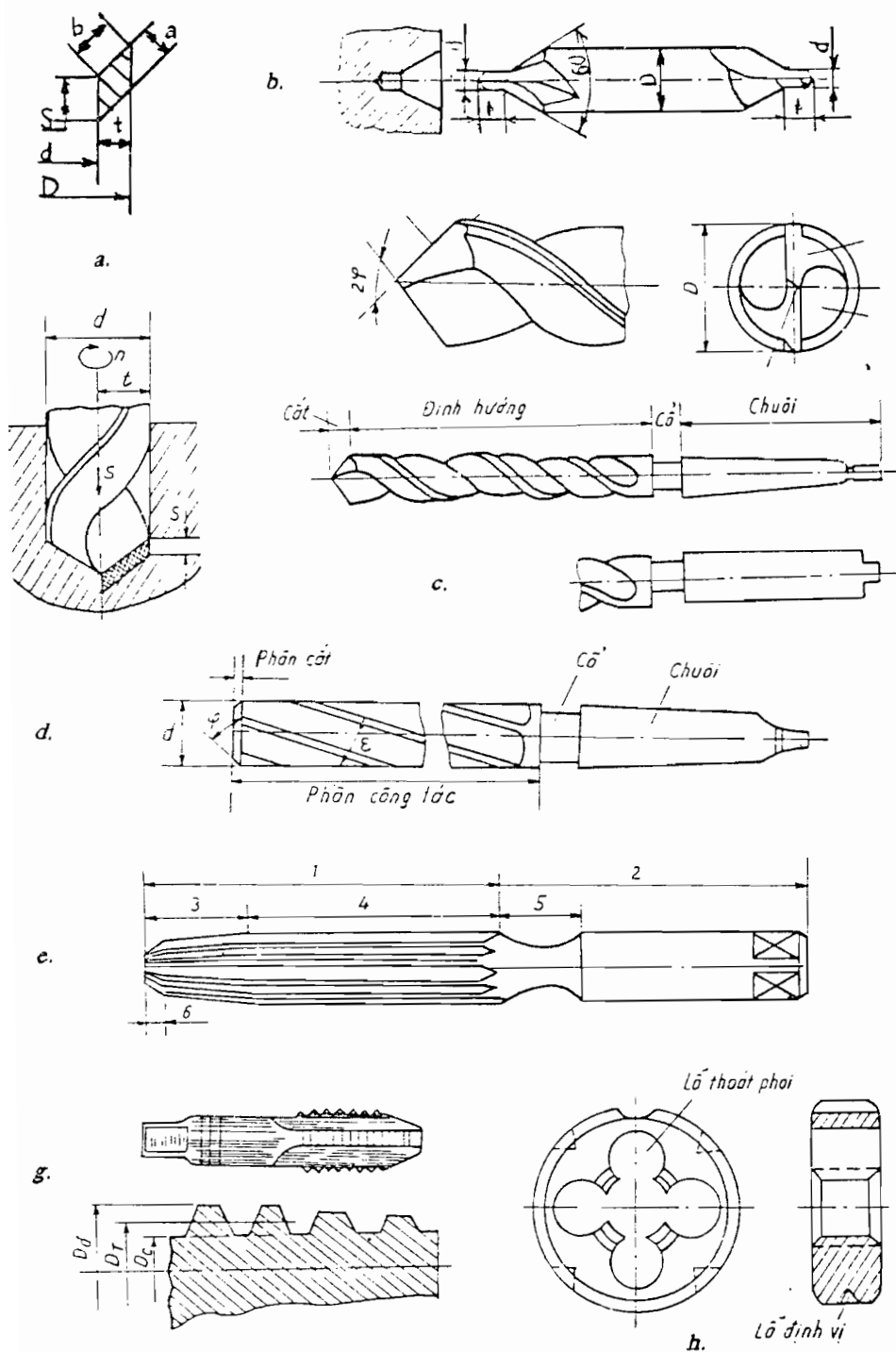


Hình 7.62. Máy tổ hợp

d. Máy khoan nhiều trục và máy tổ hợp dùng gia công đồng thời nhiều lỗ bằng nhiều trục chính lắp mũi khoan hoặc phối hợp gia công đồng thời nhiều nguyên công như khóa mặt, khoan tâm, khoan, doa, phay



Hình 7.63. Máy doa nằm vạn năng



Hình 7.64. Một số loại dụng cụ gia công lỗ

Ví dụ đầu khoan tổ hợp giới thiệu trên hình 7.62.

e. Máy doa dùng gia công tinh, gia công chính xác ... Có thể là máy doa vạn năng trục chính nằm ngang, máy doa đứng, máy doa tọa độ, máy doa kim cương

Hình 7.63 giới thiệu hình dáng bên ngoài của một loại máy doa nằm vạn năng.

7.6.3. Dụng cụ cắt

Hình 7.64 giới thiệu một số loại dụng cụ gia công lỗ thường gặp.

- Mũi khoan tâm dùng khoan lỗ tâm (hình 7.64b).
- Mũi khoan ruột gà dùng khoan các loại lỗ không có sẵn hoặc mở rộng lỗ.

Hình 7.64c giới thiệu về mũi khoan ruột gà và các thông số cắt gọt (hình 7.64a). Nó gồm phần làm việc (phần cắt, phần định hướng), cổ, chuôi (chuôi hình trụ cho mũi khoan $\phi < 10$, chuôi hình côn cho mũi khoan lớn). Mũi khoan ruột gà có hai lưỡi cắt chính, hai lưỡi cắt phụ và một lưỡi cắt ngang.

- Mũi khoét (hình 7.64d) thường có 3 hoặc 4 lưỡi cắt, dùng mở rộng lỗ và nâng cao độ bóng, độ chính xác.
- Mũi doa (hình 7.64e) có nhiều lưỡi cắt, không phân bố đối xứng trên chu vi, dùng gia công tinh.
- Ta rô và bàn ren

+ Ta rô (hình 7.64g) là dụng cụ dùng gia công ren trong, có loại ta rô máy, ta rô cầu cong, ta rô tay, có thể lắp trên trục chính máy khoan hoặc gia công bằng tay. Ta rô tay được chế tạo theo từng bộ (2 ÷ 3 chiếc từ thô đến tinh) có kích thước tương ứng với các loại ren.

+ Bàn ren (hình 7.64 h) dùng gia công ren ngoài, với kích thước không lớn. Bàn ren cũng dùng để sửa đúng, gia công tinh, gia công lần cuối.

7.6.4. Chế độ cắt

- Tốc độ cắt V' :

$$V' = \frac{\pi D n}{1000}$$

- Chiều sâu cắt t :

Khi khoan : $t = D/2$

Khi khoét, doa : $t = 1/2(D - d)$

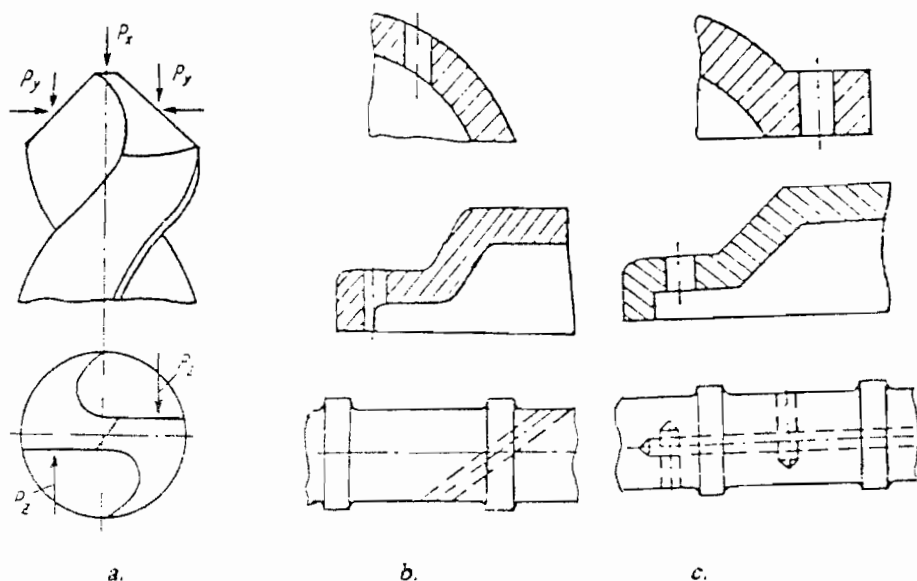
- Lượng chạy dao S :

$$S_p = S_v \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n$$

7.6.5. Đặc điểm công nghệ

Máy khoan được thiết kế theo công suất, phải chọn đường kính và chế độ cắt hợp lý để máy và dao có thể làm việc được. Lực phân bố khi khoan cho trên hình 7.65a. Theo phương Y, lực hướng kính P_y cân bằng, chỉ có lực P_x , P_z gây ra xoắn và mất ổn định khi khoan. Hình 7.65b giới thiệu vài ví dụ về kết cấu không hợp lý, hình 7.65c là các kết cấu hợp lý của lỗ khoan. Nếu khoan những lỗ lớn, cần khoan nhiều lần. Lần đầu chỉ khoan lỗ có đường kính lớn nhất là $\phi 15$, sau đó

khoan mở rộng lỗ với chiều sâu cắt, lượng chạy dao và số vòng quay hợp lí. Khi khoan các lỗ có vị trí chính xác cần dùng đồ gá để định vị.



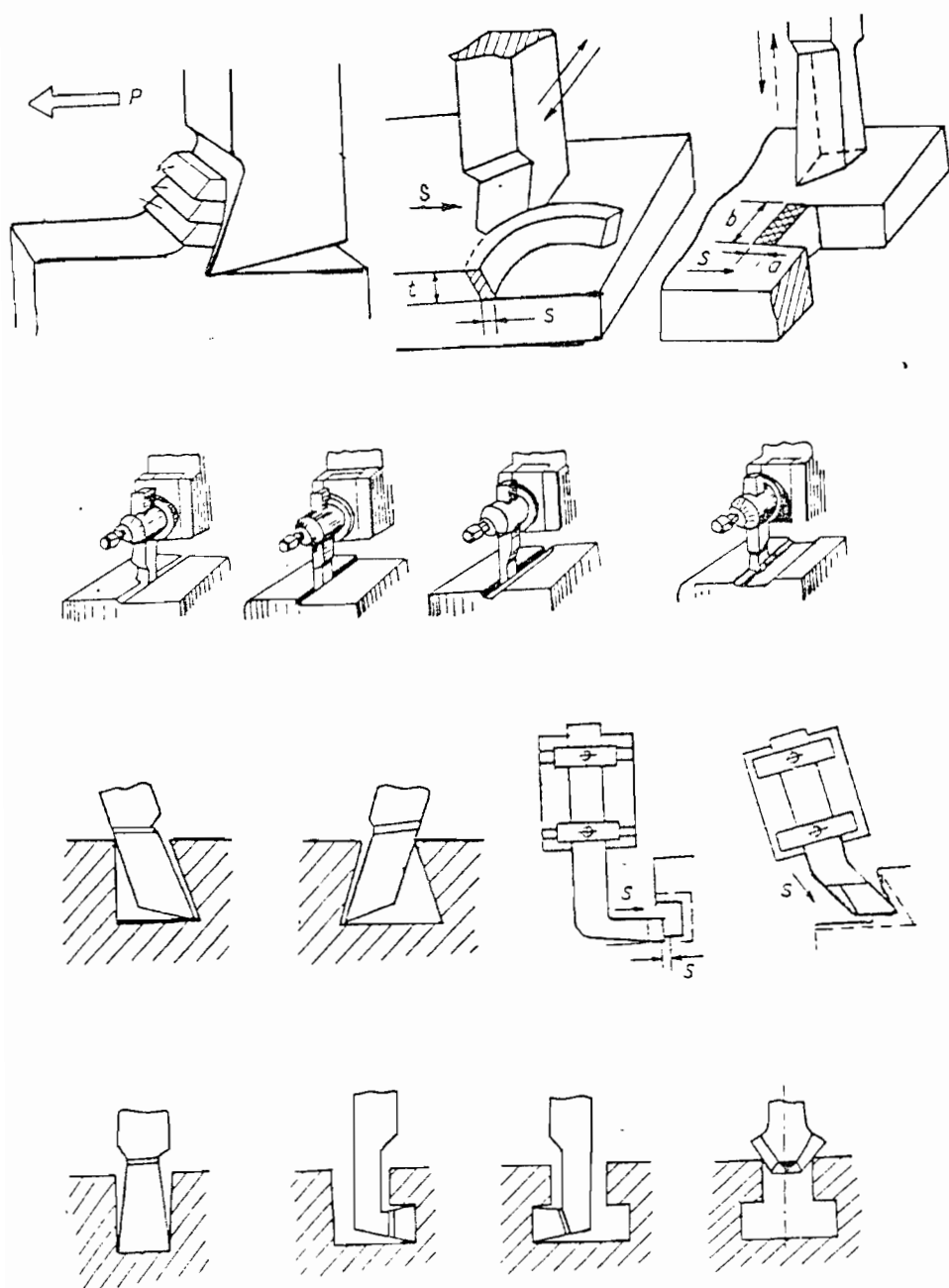
Hình 7.65. Kết cấu công nghệ khi khoan

7.7. GIA CÔNG TRÊN MÁY BÀO - XỌC

7.7.1. Đặc điểm, công dụng

Máy bào xọc là nhóm máy có chuyển động thẳng, tịnh tiến khứ hồi gồm hành trình cắt và hành trình chạy không. Đầu máy có quán tính lớn và tốc độ không đều nên độ chính xác gia công và độ bóng thấp, năng suất thấp, thường dùng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Chuyển động chạy dao thường là chuyển động gián đoạn. Máy bào dùng gia công các mặt phẳng (ngang, đứng, nghiêng ...), gia công các loại rãnh thẳng (mang cá, chữ T, thân khai, bán nguyệt ...), mặt định hình ... Độ bóng và độ chính xác khi bào xọc thấp, chỉ dùng gia công thô hoặc bán tinh những chi tiết dài và hẹp (vì có hành trình chạy không). Khi gia công bề mặt lớn hoặc sản xuất hàng loạt người ta thường dùng phay, mài, chuốt ... thay thế cho bào - xọc. Hình 7.66 giới thiệu sơ đồ một số nguyên công bào và dao bào.

Máy xọc chỉ dùng hạn chế để gia công rãnh trong (rãnh then, răng trong bánh răng nội tiếp ...).



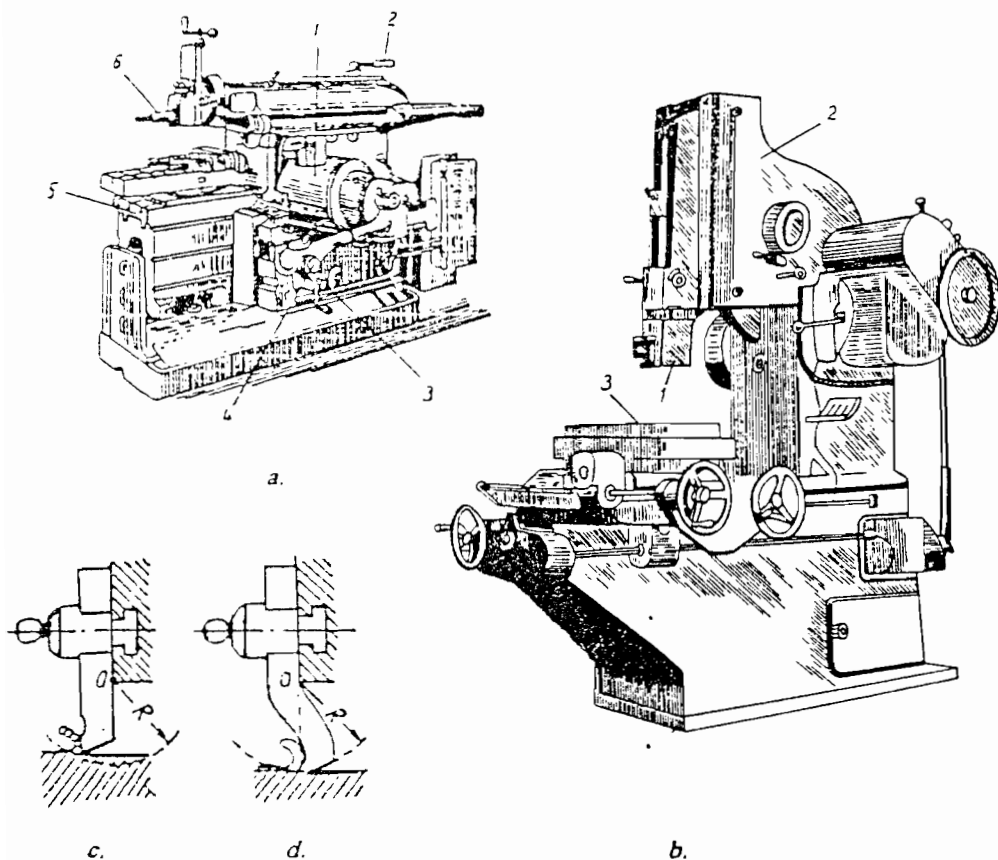
Hình 7.6 6 Nguyên công bào - xọc

7.7.2. Dụng cụ cắt

Dụng cụ cắt dùng trong bào - xọc gồm dao bào đầu thẳng (hình 7.67c), dao bào đầu cong (hình 7.67d), dao bào định hình, dao bào thô, dao bào tinh, dao xọc ... Dao bào thường là những dụng cụ cắt đơn giản, rẽ tiến, dễ mài, dễ sử dụng.

7.7.3. Máy bào - xọc

Tùy theo đặc trưng công nghệ máy được phân ra thành các nhóm máy bào ngang, máy bào giường, máy xọc, máy bào thủy lực, máy bào chuyên dùng (máy bào chép hình, máy bào - xọc rãnh ...). Theo cấu trúc mỗi nhóm máy dùng các cơ cấu truyền động khác nhau như cơ cấu culit lắc, culit quay, bánh răng - thanh răng, cơ cấu thủy lực ...



Hình 7.67. Máy bào (a), máy xọc (b), dao bào đầu thẳng (c), dao bào đầu cong (d)

Máy bào ngang thường dùng gia công những chi tiết không lớn ($< 600\text{mm}$). Hình 7.67a giới thiệu hình dáng bên ngoài của một loại máy bào ngang. Đầu trượt 6 cùng bàn dao có lắp dao bào thực hiện chuyển động chính (chuyển động thẳng) để cắt và chuyển động chạy không. Hộp tốc độ 1 và cơ cấu culit thực hiện các chuyển động này. Bàn máy 5 giá phôi thực hiện chuyển động chạy dao theo phương ngang sau mỗi hành trình kép do cơ cấu con cóc - bánh cóc thực hiện. Cần khóa 2 để điều chỉnh chiều dài hành trình.

Máy bào giường chỉ dùng gia công những chi tiết lớn, dài tới 12m, gia công đồng thời trên nhiều mặt (như thân máy...). Bàn máy di chuyển dọc, thực hiện chuyển động cắt và chuyển động chạy không, còn các dao bào được kẹp trên các giá dao, thực hiện chuyển động chạy dao sau mỗi hành trình kép.

Máy xọc giới thiệu trên hình 7.67b (bào đứng) dùng gia công các loại rãnh, lỗ định hình ... có chiều cao không lớn.

7.8. GIA CÔNG TRÊN MÁY MÀI

7.8.1. Đặc điểm công dụng

Mài là phương pháp gia công cắt mà dụng cụ cắt là đá mài, thanh mài, hạt mài ... Mài có thể dùng gia công thô khi cần cắt phôi, cắt lớp vỏ cứng, cắt thô ... nhưng nguyên công mài thường dùng để gia công tinh. Mài có đặc trưng riêng khác với các nguyên công khác :

- Chuyển động chính khi mài thường là chuyển động quay tròn của đá mài với tốc độ cắt lớn ($30 \div 50 \text{ m/s}$).
- Đá mài gồm các hạt mài liên kết với nhau bằng chất dính kết. Mỗi hạt mài được coi như một con dao, có các góc độ khác nhau, nhưng phần lớn các góc trước $\gamma < 0$ nên lực hướng kính lớn. Sau một thời gian làm việc nó cùn đi và tự bong ra để tạo lớp mới.
- Chiều sâu cắt t và lượng chạy dao S rất nhỏ, khi cắt dễ bị trượt, gây biến cứng, ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt gia công.
- Nhiệt cắt tại vùng cắt rất lớn, có thể đến 1500°C , cần dùng đủ dung dịch trơn nguội.
- Hạt mài khi cùn có khả năng tự bong ra, tạo lớp hạt mài mới sắc hơn để tiếp tục gia công.

Mài là phương pháp gia công tinh các loại bề mặt (mặt trụ, mặt phẳng, rãnh, lỗ, mặt định hình, ren, răng, then, then hoa...), nhằm nâng cao độ bóng, độ chính xác, có thể mài vật liệu rất cứng (thép đã tôi, các loại vật liệu rất cứng). Sau khi mài có thể đạt độ chính xác đạt cấp 1 ÷ 2, độ bóng $R_a = 0,32 \div 0,16$ (cấp 8 ÷ cấp 10).

7.8.2. Dụng cụ mài

Dụng cụ mài giống như dao cắt thường gồm đá mài, thanh mài, tấm mài, dây mài, bột mài ... được chế tạo bởi hạt mài (vật liệu mài) và chất dính kết.

a. *Vật liệu mài - hạt mài* là thành phần chủ yếu của dụng cụ mài . Hạt mài trực tiếp tham gia cắt nên cần độ bền, độ cứng cao, độ chịu nhiệt tốt ... như kim cương, ôxyt nhôm, cacbit silic, cacbit bo, nitrit bo... Với độ hạt khác nhau của hạt mài, người ta chế tạo ra các loại đá mài khác nhau.

b. *Chất dính kết* để liên kết các hạt mài (vật liệu mài), nó quyết định độ bền, độ cứng của đá. Thường dùng các loại như keramit, silicat, bakêlit, vunganit, cao su, kim loại...

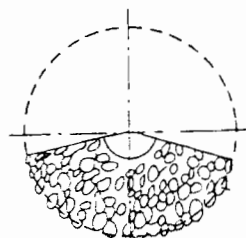
c. *Độ cứng của đá mài* là khả năng các hạt đá mài tách ra khỏi đá để hay khó.

Theo độ cứng của đá (tính chất quan trọng) có đá cứng, đá mềm nói lên khả năng của các hạt mài khi cùn bị tách ra khỏi đá để tạo lớp mới sắc hơn.

- *Đá mềm* là loại đá mà khả năng của các hạt mài dễ tách ra khỏi đá khi cùn để tạo ra lớp hạt mài mới. Đá mềm dùng để mài vật liệu cứng.

- *Đá cứng* là loại đá mà hạt mài khi cùn khó tách ra khỏi đá. Đá cứng thường dùng để mài vật liệu mềm.

d. *Tổ chức của đá mài* được đặc trưng bằng độ xốp (tính đến tỉ lệ phần rỗng trong đá và hạt mài). Tùy theo độ xốp có loại đá chặt, đá vừa, đá xốp...Độ xốp cao thì đá thô, ngược lại nếu hạt mài mịn, độ xốp giảm thì mặt đá mịn (hình 7.68).



e. *Hình dạng của đá*

Tùy theo tính chất làm việc, đá được ép

thành hình dạng như đá trụ, đá đĩa, đá cốc,

Hình 7.68. Tổ chức của đá mài

đá bát, đá định hình, thanh mài, dây mài... (hình 7.69)

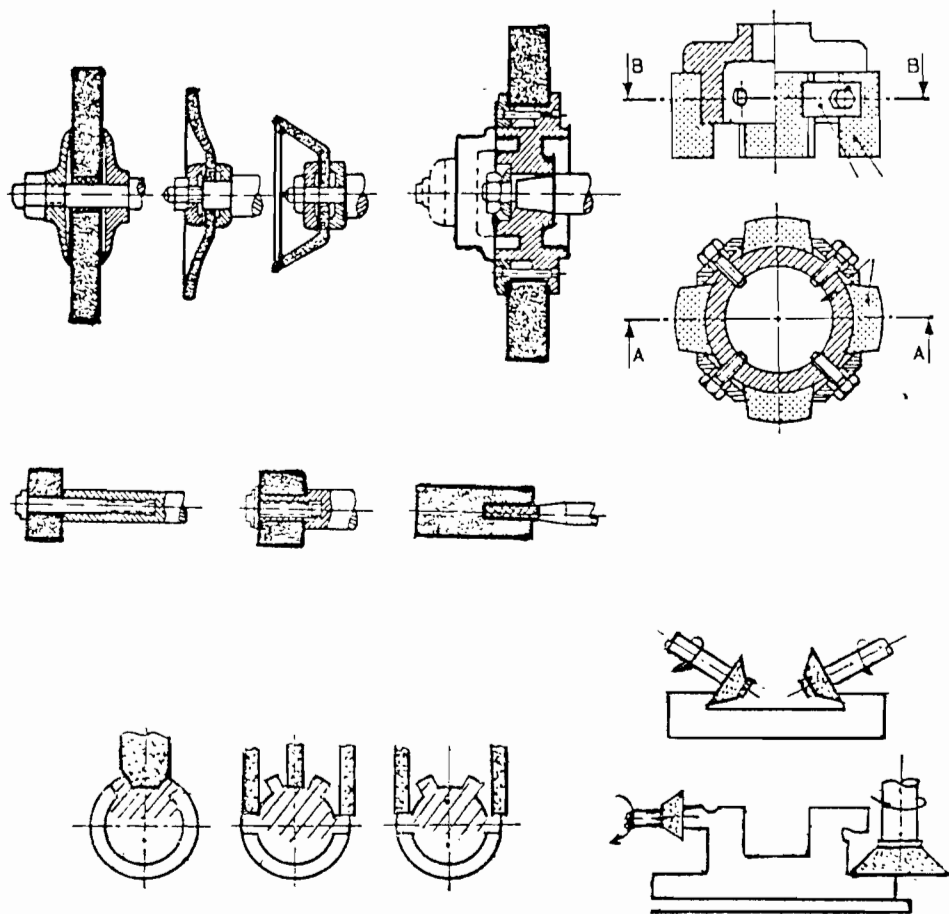
g. *Chọn đá*

Khi gia công vật liệu cứng nên chọn đá mềm để hạt mài khi cùn dễ bong ra, tạo điều kiện để nhanh chóng có lớp hạt mới sắc để mài. Ngược lại, gia công vật liệu mềm chọn đá cứng để nâng cao thêm tuổi bền, đỡ lãng phí đá.

Để đảm bảo an toàn cho quá trình làm việc, đá mài sau khi được chọn cần cân bằng và thử đá với tốc độ lớn (khoảng 150% tốc độ lớn nhất cho phép khi làm việc) trong khoảng 30 phút trước khi sử dụng.

7.8.3. Chế độ mài

$$\text{-Tốc độ cắt} \quad v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (\text{m/s})$$



Hình 7.69. Hình dạng đá mài

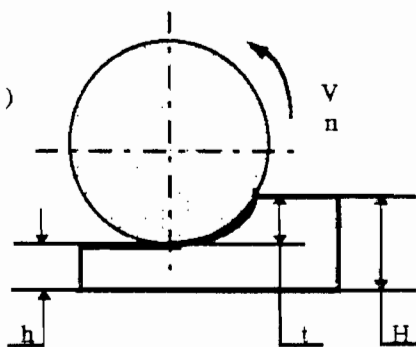
- Lượng chạy dao : S_v , S_d , S_n hoặc S_k
- Chiều sâu cắt t khi mài tròn $t = 1/2 (D - d)$
khi mài phẳng $t = H - h$

Hình 7.70 giới thiệu sơ đồ mài phẳng và một vài thông số của chế độ mài.

7.8.4. Chuyển động cơ bản của máy mài (hình 7.72)

a. Chuyển động chính V_d (m/s)

Các máy mài đều có chuyển động chính là chuyển động quay tròn của đá V_d .



Hình 7.70. Chế độ mài

b. Chuyển động chạy dao

Máy mài thường có các loại chuyển động chạy dao sau :

- S_v (m/ph) : chạy dao vòng là chuyển động quay tròn của chi tiết mang phôi, để thực hiện mài hết chu vi chi tiết.
- S_d (m/ph) : chạy dao dọc là chuyển động thẳng khứ hồi của bàn máy để mài hết chiều dài chi tiết.
- $S_n, S_x, S_{\text{hàng}}$ (mm / hành trình kép) là chuyển động chạy dao ngang, chạy dao hướng kính hoặc chạy dao thẳng đứng thực hiện chiều sâu mài t sau mỗi hành trình kép.

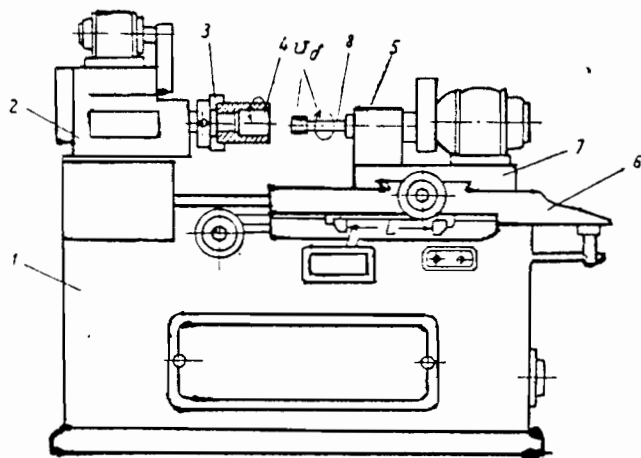
7.8.5. Máy mài và phương pháp mài

- Máy mài tròn ngoài

Trên sơ đồ hình 7.72a chi tiết dài có S_d , chi tiết ngắn, đá phải rộng hơn chi tiết. Khi đó không có S_d (khoảng dịch dọc nhỏ chỉ là để sửa đá) mà chỉ có chạy dao hướng kính S_n .

- Máy mài tròn trong

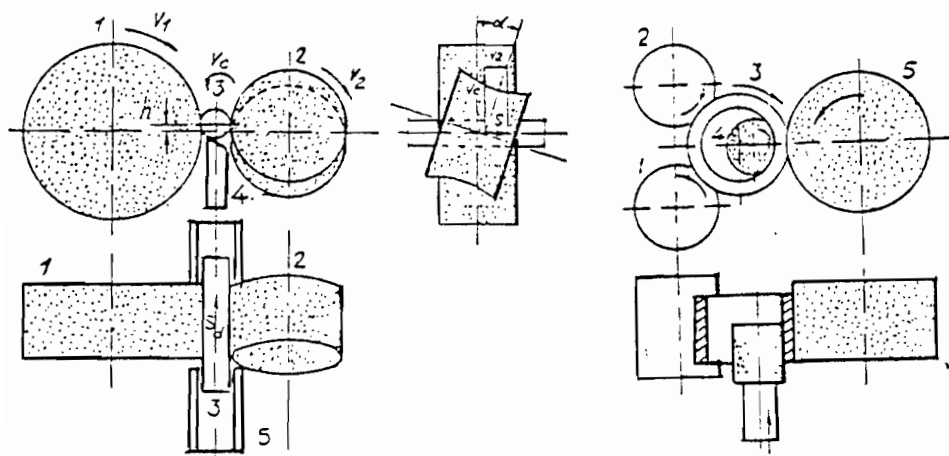
Hình 7.71 giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy mài lỗ. Thân máy 1 để lắp các bộ phận lên máy, 2 để gá



Hình 7.71. Hình dạng bên ngoài máy mài lỗ

chi tiết mài 4 bằng mâm cặp 3 chi tiết quay tạo chuyển động cắt. Hình 7.72b trình bày sơ đồ mài lỗ. Nếu chi tiết lớn hoặc phức tạp (không quay tròn được) thì ngoài chuyển động chính quay tròn của đá S_d còn có chuyển động hành tinh của đá quay xung quanh tâm lỗ để thực hiện chạy dao vòng S_v .

- **Máy mài phẳng** dùng mài mặt phẳng có thể thực hiện bằng mặt trụ của đá trụ hoặc bằng mặt đầu của đá mặt đầu (đá bát, đá cốc ...). Chuyển động chính là chuyển động quay tròn của đá, chuyển động chạy dao dọc và ngang như các trường hợp trên, ở đây chạy dao thẳng đứng thay cho chạy dao hướng kính.
- **Máy mài định hình** dùng mài ren , răng , then , then hoa , mài mặt côn , mài mặt cam, mài mặt lệch tâm v.v ...
- **Máy mài dụng cụ** dùng mài dụng cụ, mài sắc, mài phá, cắt đứt...
- **Máy mài chính xác** có thể sử dụng máy mài nghiền (hình 7.72d, dùng bột nghiền, đĩa nghiền), máy đánh bóng, máy mài doa, máy mài thủy lực, máy mài siêu chính xác v.v...



Hình 7.73. Sơ đồ mài không tâm

- Máy mài tròn không tâm dùng mài mặt trụ ngoài và trong (hình 7.73)

7.9. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐẶC BIỆT

Hình 7.74 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của một số phương pháp gia công đặc biệt.

7.9.1. Gia công bằng tia lửa điện (sơ đồ hình 7.74a)

Thực chất của phương pháp này là dùng hai điện cực bằng kim loại đặt trong mạch điện, được xây dựng trên cơ sở của hiện tượng ăn mòn dưới sự tác dụng của tia lửa điện. Dưới tác dụng của điện trường, các điện tử được tách ra từ âm cực phóng về dương cực (chi tiết) để tách các phân tử kim loại ra với vận tốc lớn sẽ phá hủy cực dương tách kim loại ra thành các bề mặt gia công.

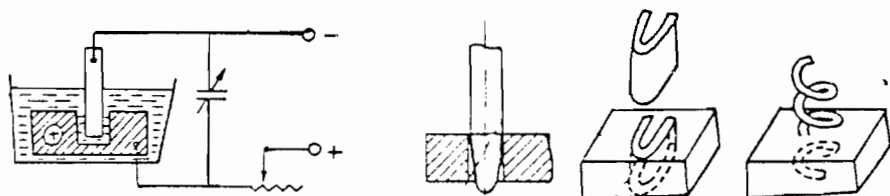
Gia công bằng tia lửa điện cho độ chính xác gia công cao, dung sai đến 0,5mm, khi gia công tinh có thể đạt sai số đến 0,15mm, độ bóng bề mặt có thể đạt cấp 4 đến cấp 5 ($R_z = 40 + 20$), nguyên công tinh có thể đạt cấp 6. Phương pháp này dùng gia công các lỗ sâu, chế tạo khuôn, chày, cối, làm bền bề mặt các dụng cụ, mài, cắt, gia công hợp kim cứng ... Hiện nay ở Việt Nam có sử dụng các loại máy gia công tinh bằng tia lửa điện CNC-MAHO-342. Hiệu suất của phương pháp này thấp, chi phí cao vì sự hao mòn dụng cụ nhanh.

7.9.2. Gia công bằng cơ - điện - hoá

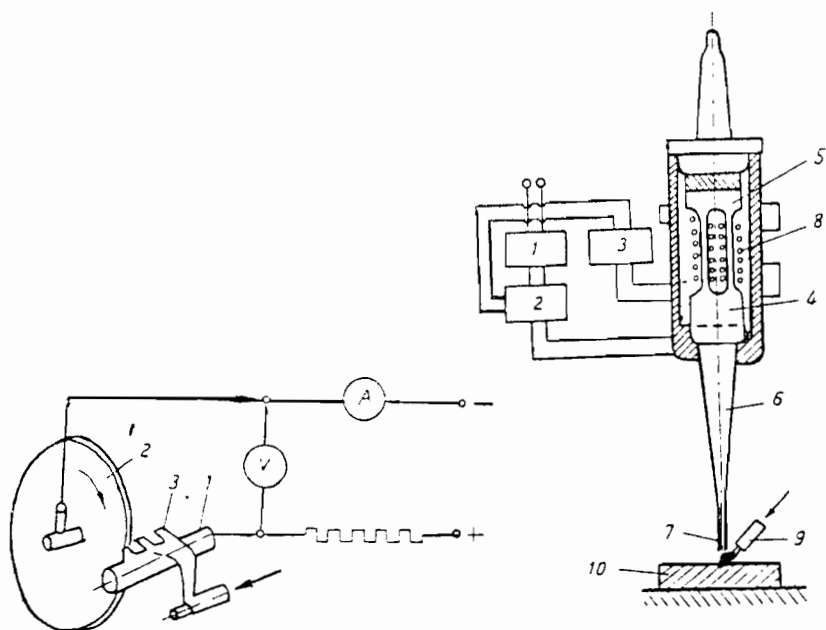
Thực chất của phương pháp này là dùng nguyên tắc điện phân. Lực cơ học xảy ra cùng với điện thế 10+30V trong môi trường hóa học (chất điện phân).

Theo sơ đồ hình 7.74b, chi tiết 1 kẹp bằng đồ gá nối với cực dương, đĩa 2 (thường bằng hợp kim nhôm, chiều dày $0,5 \div 2 \text{ mm}$) nối với cực âm, quay với tốc độ $15 \div 20 \text{ m/s}$. Chất lỏng qua vòi 3 làm nhiệm vụ chất điện phân tạo điều kiện phá hủy lớp màng thu động này để gia công lớp tiếp theo.

Phương pháp này dùng gia công vật liệu rất cứng (thép hợp kim, thép không gỉ, hợp kim cứng) và làm bóng bề mặt các chi tiết. Quá trình gồm mài sơ bộ, tẩm thực, mài bóng, rửa sạch, sấy ...



a. Gia công bằng tia lửa điện



b. Gia công bằng cơ - điện - hóa

c. Gia công bằng siêu âm

Hình 7.74. Sơ đồ nguyên lý phương pháp gia công đặc biệt

7.9.3. Gia công bằng siêu âm

Thực chất của gia công cắt gọt bằng siêu âm là truyền dao động ở tần số siêu âm khoảng 16 kHz vào dụng cụ cắt gây nên sự va đập vào hạt mài, hạt mài va đập vào bề mặt chi tiết tạo nên quá trình gia công cắt gọt. Sơ đồ nguyên lý gia công cắt gọt bằng siêu âm giới thiệu trên hình 7.74c. Máy phát siêu âm 1, qua bộ phân khuếch đại 2, bộ kích từ 3, truyền dòng điện một chiều để từ hóa và dòng điện xoay chiều để kích từ cho cuộn dây 8, cuộn này được cuộn trong rãnh của chấn từ 5 làm bằng vật liệu từ dẻo (Ni, Fe - Co ...). Từ trường xoay chiều chạy trong chấn từ, nhờ hiện tượng từ dẻo tạo nên sự co giãn đàn hồi của chấn từ. Đó là dao động cơ học ở tần số siêu âm, truyền qua thanh truyền sóng 6, 7 (cũng có thể đồng thời là dụng cụ cắt) vào vùng cắt. Các hạt mài được phun vào vùng cắt dưới dạng huyền phù qua vòi 9. Dụng cụ cắt 7 dao động đập vào hạt mài, hạt mài va đập vào vùng cắt làm mòn dần bề mặt gia công. Gia công siêu âm có thể cắt vật liệu cứng, giòn (gốm, sứ, thủy tinh ...) nhưng không sinh nhiệt nên có thể cắt vật liệu dẫn điện, độ chính xác cao ($\pm 0,05 \div 0,08$) mm, độ bóng cao $R_{\text{a}} 20 \div R_{\text{a}} 0,25$ (cấp 5 ÷ cấp 9), nhưng năng suất không cao.

GIA CÔNG NGUỘI - LẮP RÁP

XỬ LÝ - BẢO QUẢN SẢN PHẨM

8.1. GIA CÔNG NGUỘI

8.1.1. Lấy dấu

Lấy dấu là nguyên công xác định chuẩn và kích thước để gia công theo dấu, độ chính xác thấp ($\pm 0,1$ mm), phụ thuộc vào dụng cụ, thiết bị và trình độ công nhân. Phương pháp này thường dùng cho gia công thô và sử dụng trong sản xuất đơn chiếc ... Hình 8.1 giới thiệu một số dụng cụ, thiết bị vạch dấu như: mũi vạch, com pa, êke, các dụng cụ, thiết bị đo...

8.1.2. Gia công nguội

8.1.2.1. Các nguyên công gia công thô

a. Dũa

- Công dụng

Dũa là nguyên công gia công nguội dùng trong lắp ráp, sửa chữa, chế tạo... dùng gia công các loại vật liệu như kim loại, phi kim (nhựa, bakelit,...) nhưng không thể gia công vật liệu với độ cứng cao (sứ, thủy tinh, thép đã qua tôi...) để tạo thành các mặt phẳng, mặt cong, rãnh, góc, lỗ... Hình 8.2 giới thiệu nguyên lý chung khi dũa.

Dũa cũng tuân theo nguyên lý chung của gia công cắt gọt kim loại, nhưng chiều sâu nhỏ, chiều dày cắt rất mỏng và được cắt liên tục.

- *Dụng cụ* để dũa thường gồm các loại dũa giới thiệu trên hình 8.3.

Dũa gồm hai phần: chuôi (thường bằng gỗ, nhựa...), phần công tác có các lưỡi cắt (lưỡi đơn, lưỡi kép, lưỡi vòng...)

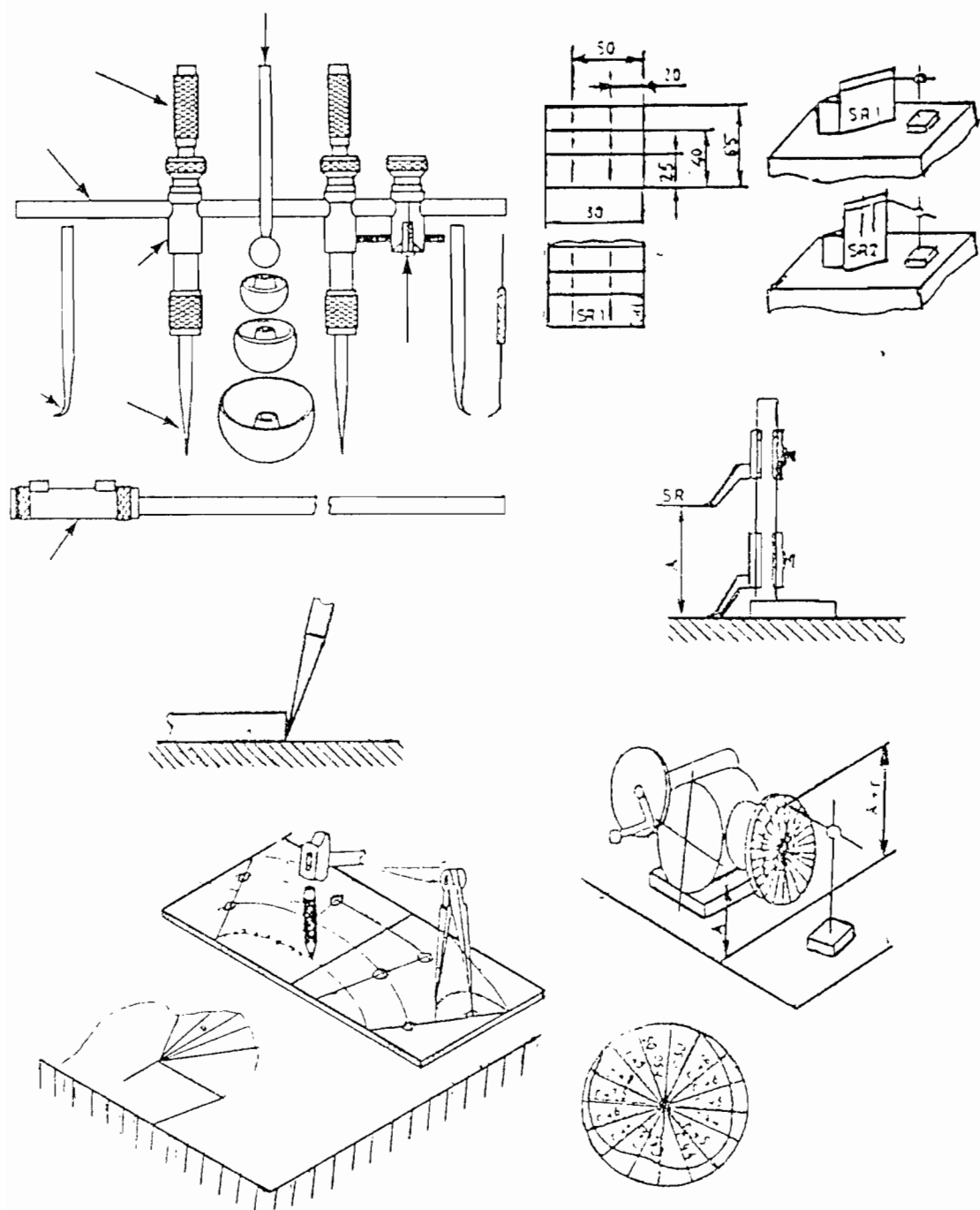
Theo hình dạng và công dụng của dũa ta phân ra: dũa phẳng, dũa chữ nhật, dũa vuông, dũa tam giác, dũa bán nguyệt, dũa tròn, ...

Theo nguyên công ta phân ra dũa thô, dũa tinh, dũa mỹ nghệ ...

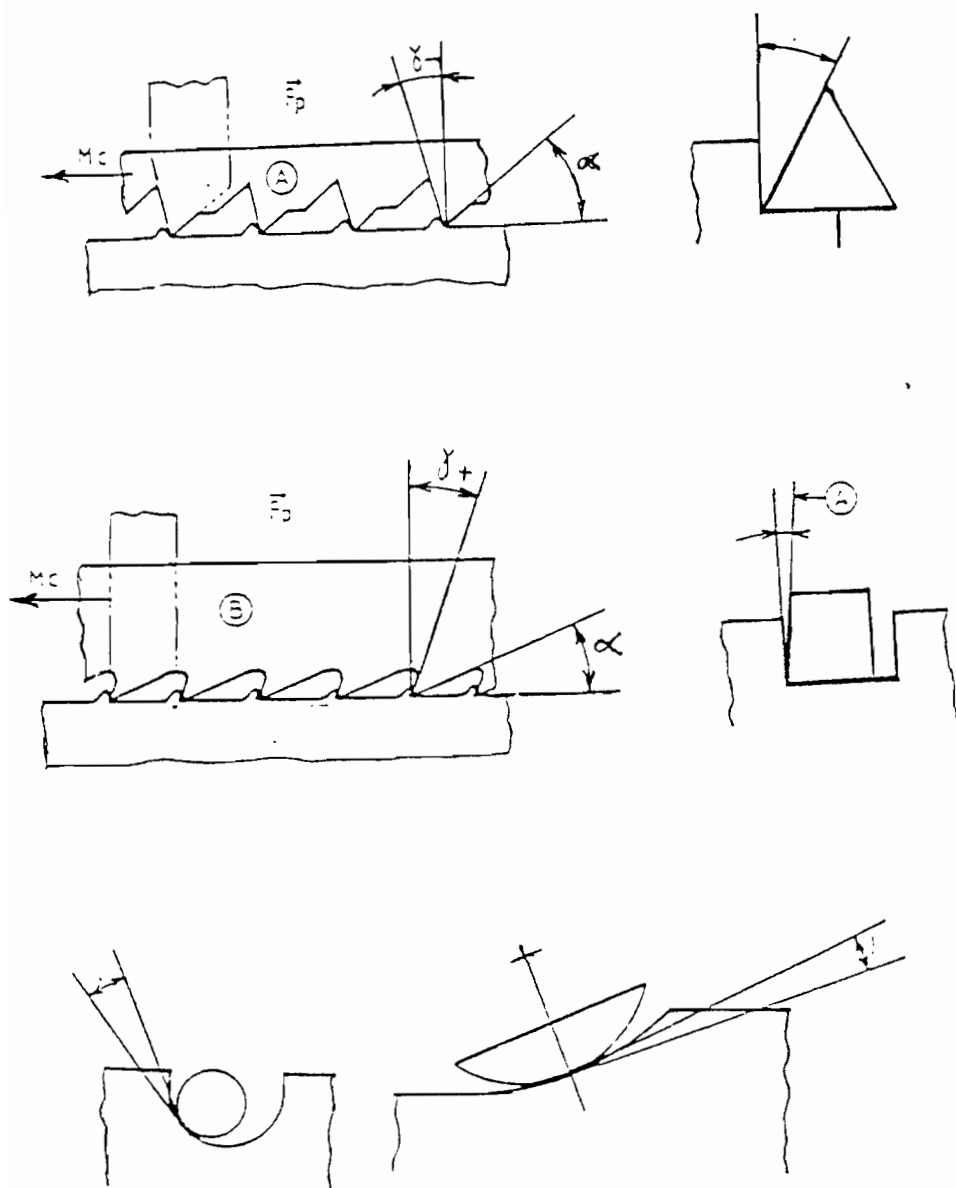
b. Cưa

- Đặc điểm, công dụng

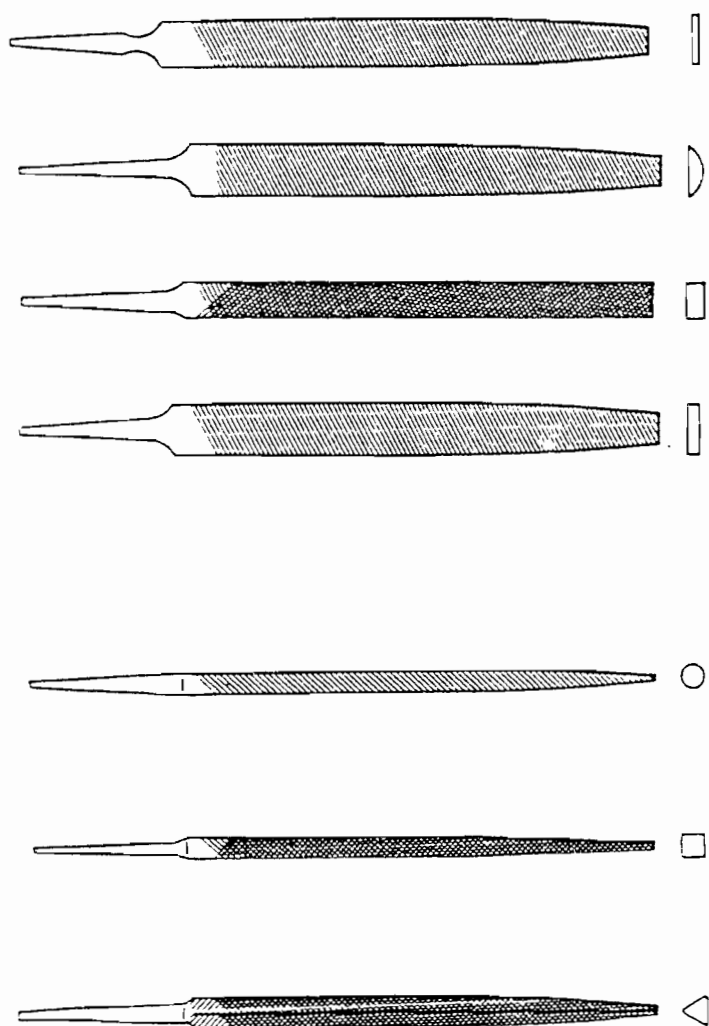
Cưa là nguyên công chuẩn bị phôi, nhằm phân chia thanh, thỏi, tấm thành chi tiết, đoạn, dải, tấm, mảnh ... Nguyên công cưa cũng dùng trong gia công nguội, sửa chữa, lắp ráp... Các chi tiết nhỏ được thực hiện cưa bằng tay, các chi tiết lớn hoặc dùng trong sản xuất hàng loạt thường cưa bằng máy.



Hình 8.1. Dụng cụ và thiết bị lấy dấu



Hình 8.2. Nguyên lý cắt khi dũa

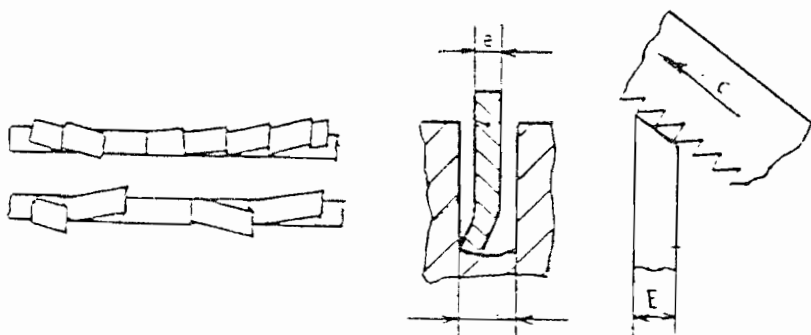


Hình 8.3. Các loại dũa

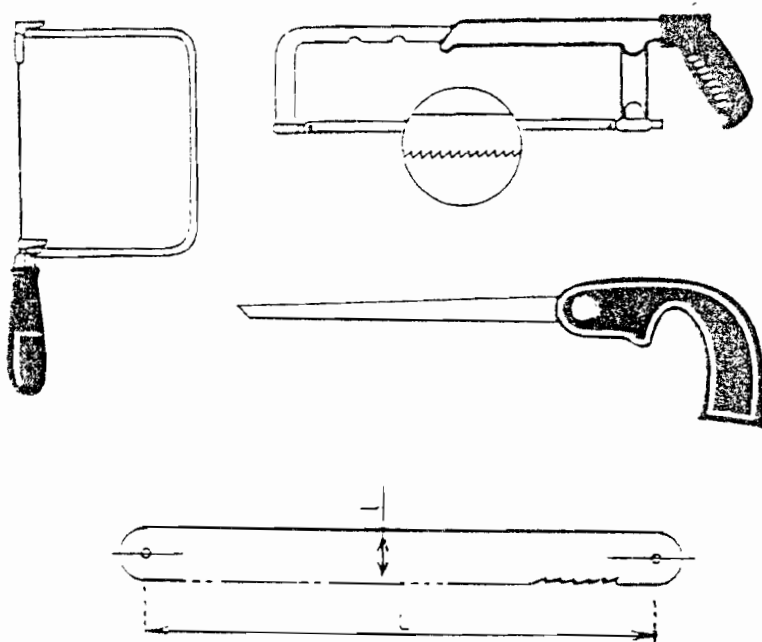
- Nguyên tắc

Lưỡi cưa gồm nhiều lưỡi cắt, quá trình cắt được thực hiện theo nguyên lý chung của gia công cắt gọt kim loại. Hình 8.4 giới thiệu nguyên lý chung của quá trình cắt khi cưa.

- Cưa tay gồm các loại cưa giàng, cưa không giàng, cưa thô, cưa mịn, cưa soi, cưa dây ... Hình 8.5 giới thiệu một số loại cưa tay thường gặp.



Hình 8.4. Sơ đồ cắt khi cưa



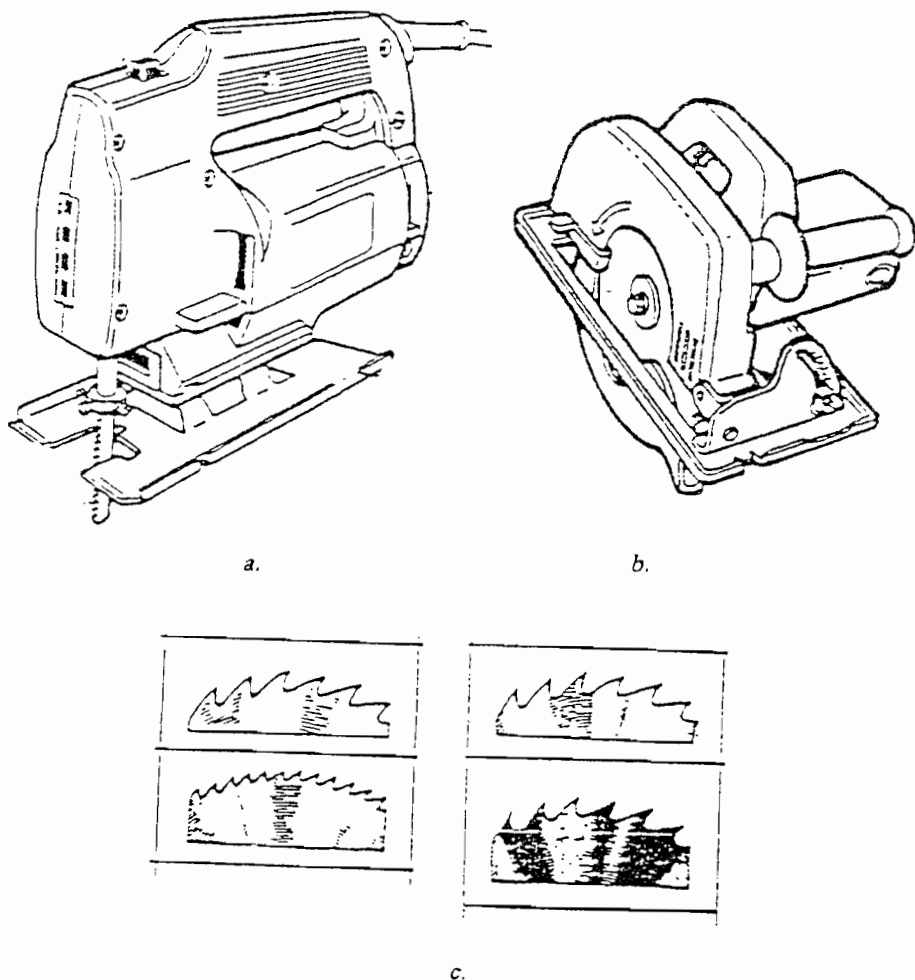
Hình 8.5. Các loại cưa tay thường gặp

- Cưa máy

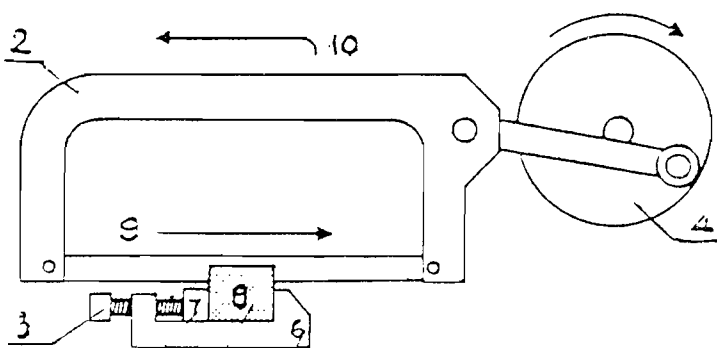
Các loại cưa máy có thể phân làm hai nhóm : cưa máy cầm tay và máy cưa. Các loại lưỡi cưa máy thường gồm : lưỡi cưa băng, lưỡi cưa đĩa, lưỡi cưa vòng...

Hình 8.6 giới thiệu một số loại cưa máy cầm tay và lưỡi cưa.

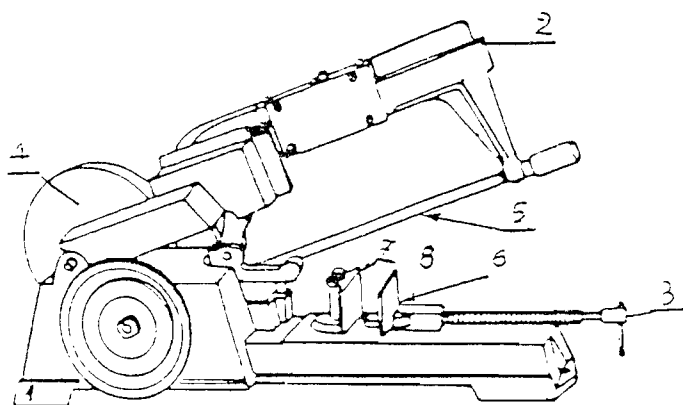
Lưỡi cưa có chuyển động tịnh tiến khứ hồi theo phương nằm ngang hay thẳng đứng. Hình 8.6a là máy cưa cầm tay, lưỡi cưa chuyển động tịnh tiến theo phương thẳng đứng. Hình 8.6b là máy cưa đĩa cầm tay, có lưỡi cưa hình đĩa (hình 8.6c), chuyển động cắt do lưỡi cưa quay xung quanh trục chính. Máy cưa vòng cầm tay, có lưỡi cưa dần hồi, chuyển động theo vòng để thực hiện quá trình cắt.



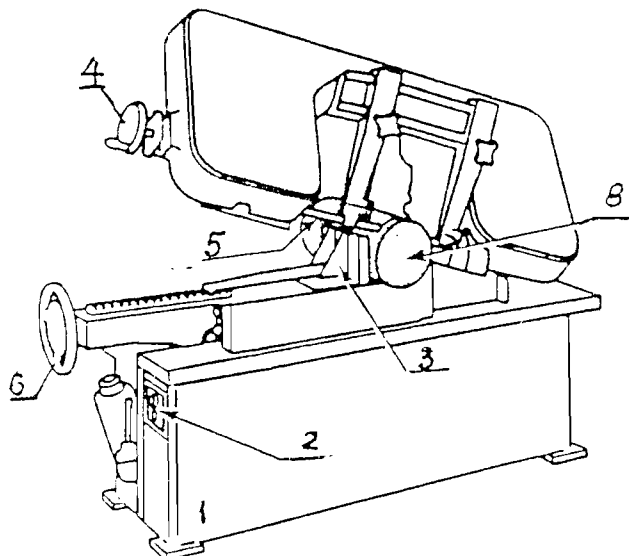
Hình 8.6. Cưa máy cầm tay



Hình 8.7a. Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy cưa lưỡi rời



Hình 8.7b. Hình dáng bên ngoài của máy cưa cần lưỡi rời



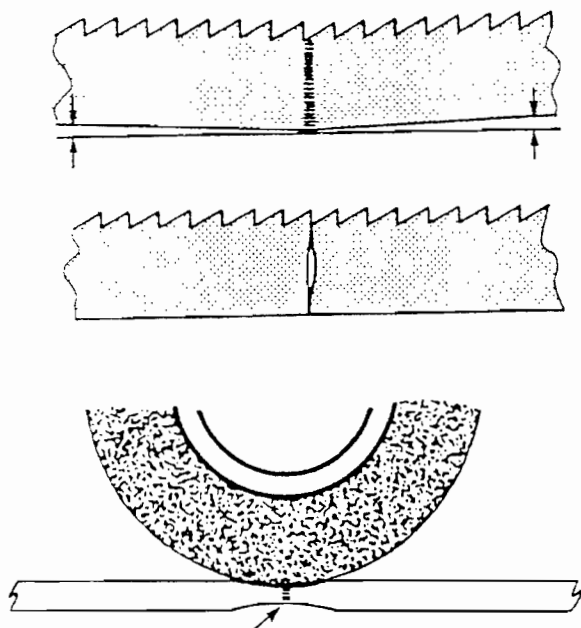
Hình 8.8. Hình dáng bên ngoài của máy cưa băng

Hình 8.7a giới thiệu nguyên lý hoạt động của máy cưa cân lưỡi rời. Lưỡi cưa được lắp vào cân của hệ truyền động 2. Chuyển động cắt do lưỡi cưa thực hiện, qua bánh lệch tâm 4, tạo ra hành trình làm việc và hành trình chạy không. Chuyển động chạy dao do trọng lượng của cân và lưỡi cưa thực hiện, lượng chạy dao được điều chỉnh bằng thủy lực. Phôi 8 được kẹp nhờ tay quay 3 truyền qua vít me và mỏ kẹp 7 đến 6 hoặc bàn kẹp.

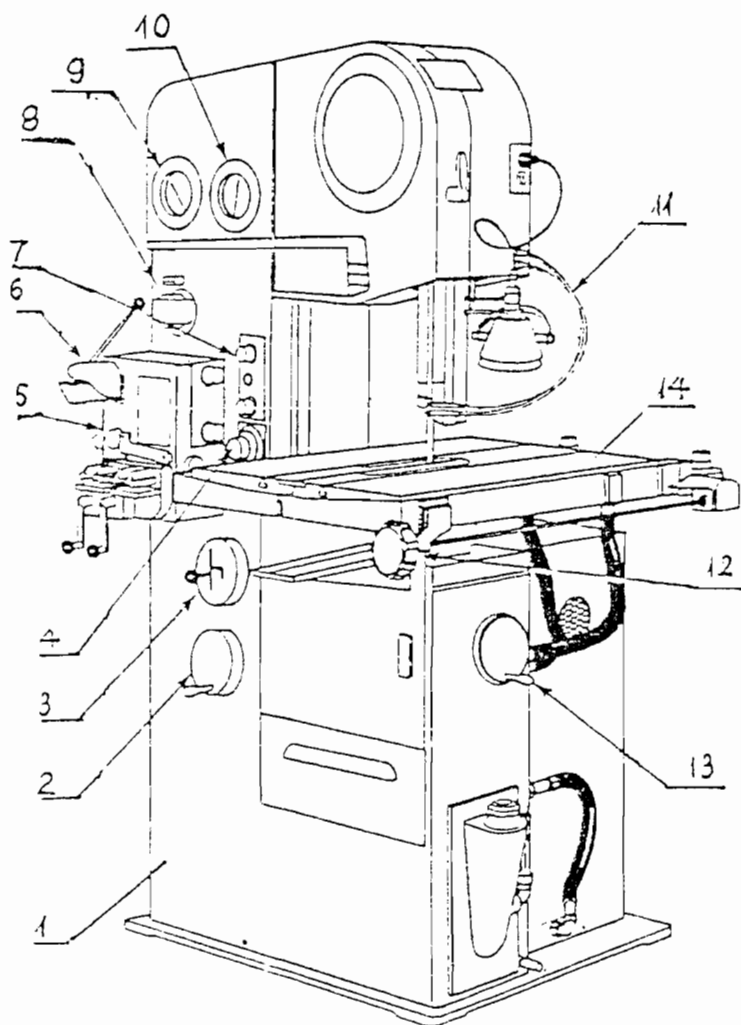
Hình 8.7b giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy cưa cân lưỡi rời.

Hình 8.8 giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy cưa băng nằm ngang.

Hình 8.10 giới thiệu một loại máy cưa băng thẳng đứng. Thân máy 1, hệ điều khiển bàn 4, đèn tín hiệu 8. Tay gạt 2 để điều khiển tốc độ kèm bộ điều chỉnh tốc độ 3. Tốc độ cưa chỉ trên đồng hồ 10. Đồng hồ 9 để chỉ độ căng của lưỡi cưa. Khi cắt sử dụng tay gạt 6. Công tắc 7 dùng bơm dung dịch làm nguội qua các ống dẫn 11. Tay quay 13 điều chỉnh bàn máy 14 để tạo độ nghiêng. Muốn thay lưỡi cưa cân mở tủ, nới lỏng để lấy lưỡi cưa ra, đặt lưỡi cưa mới lên bánh răng và lỏng xuống, điều chỉnh chính xác (dóng thẳng hàng lưỡi cưa theo hai thanh dẫn), điều chỉnh độ căng lưỡi cưa theo tiêu chuẩn và hàn giáp mối tại mối hàn 5. Để đảm bảo chất lượng mối hàn và quá trình làm việc chính xác của lưỡi cưa cân cắt bỏ dầu mỡ (vuông góc với cạnh lưỡi cưa), cố định hai đầu mút và mài phẳng, gắn giáp mối hai đầu mút lưỡi cưa, kiểm tra lại độ phẳng, kẹp cố định và đóng mạch hàn, nung nhanh phần giáp mối.



Hình 8.9. Khuyết tật mối hàn lưỡi cưa vòng



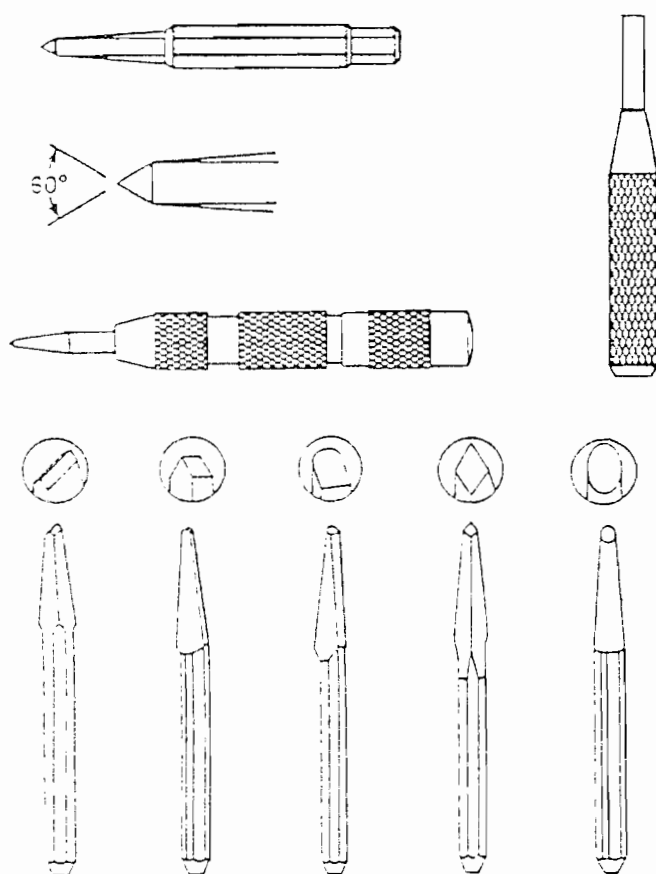
Hình 8.10. Máy cưa băng thẳng đứng

Khi hai đầu mũi lưỡi cưa chuyển sang màu hồng, ngắt mạch để nguội và tiến hành ram (đóng, ngắt mạch vài lần quá trình ram sẽ tự động thực hiện). Sau khi hàn cần mài phẳng mối hàn và kiểm tra khuyết tật (mối hàn không ngấu, lưỡi cưa không thẳng và phẳng, mối hàn mỏng hơn hoặc dày hơn lưỡi cưa... hình 8.9).

c. Đục - đột

Đục - đột là nguyên công tạo lỗ, rãnh, cắt, chặt... dùng trong sửa chữa, lắp ráp vv... Các nguyên công này thường được thực hiện thông qua mũi đột, đục với lực đập bằng búa tay.

Hình 8.11 giới thiệu một số loại dạng đục, đột ... thường gặp.



Hình 8.11. Đục - đột

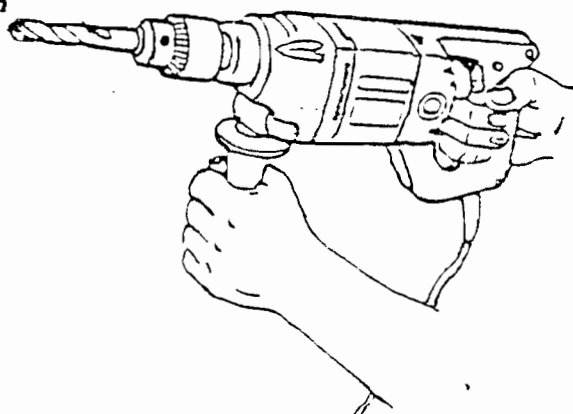
d. Các nguyên công khác

Trong gia công nguội, sửa chữa, lắp ráp ... đôi khi còn phải thực hiện các nguyên công uốn, xoắn, vặn, tán, nối, ghép, gấp mép ...

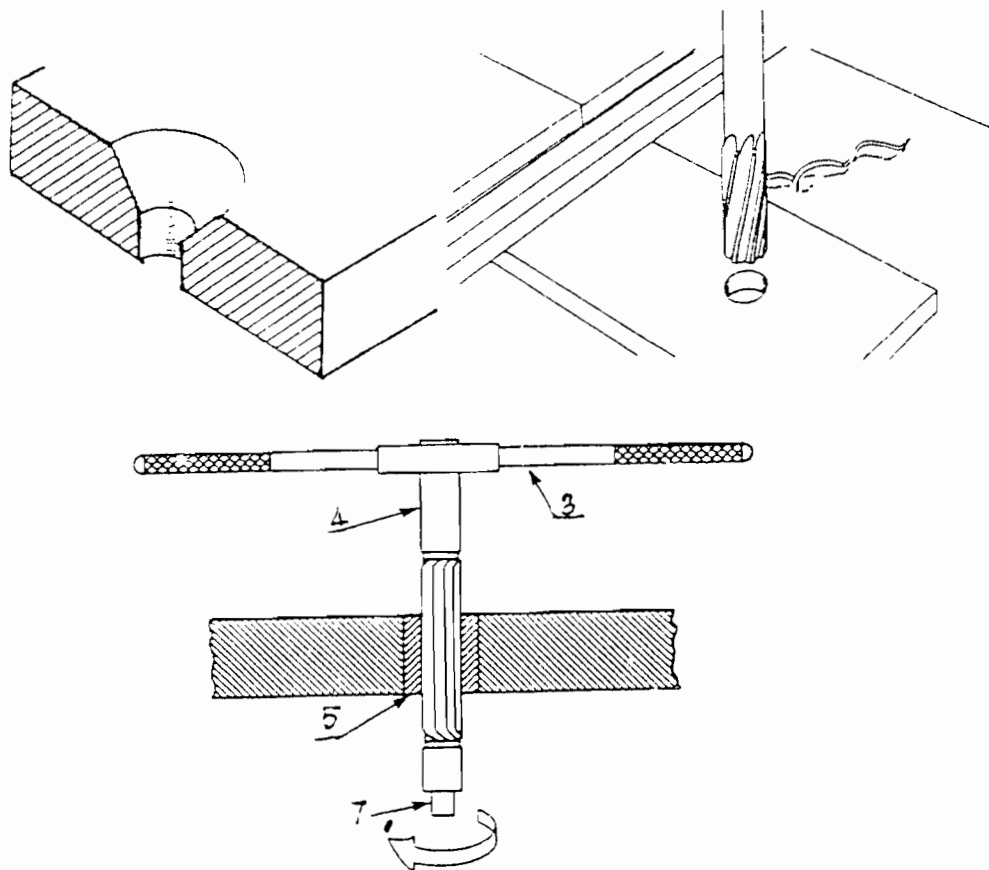
8.1.2.2. Các nguyên công gia công tinh

a. Nguyên công khoan để khoan lỗ suốt (lỗ thông) hay không suốt (lỗ không thông), thực hiện bằng máy khoan bàn (hình 7.61a), hoặc khoan tay (hình 8.12).

b. Nguyên công khoét - doa (hình 8.13) được thực hiện với mục đích nâng cao độ bóng bề mặt chi tiết gia công và độ chính xác của các lỗ thông hoặc không thông. Nguyên công doa có thể thực hiện bằng tay hoặc gia công trên máy khoan - doa bằng mũi khoét hoặc mũi doa.



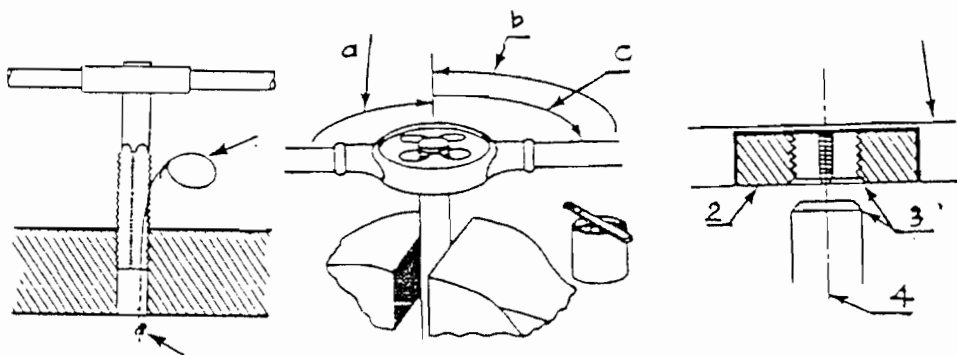
Hình 8.12. Máy khoan điện cầm tay



Hình 8.13. Nguyên công khoét - doa

c. Gia công ren (hình 8.14)

Để tạo ren trong (lỗ) dùng ta rô và tạo ren ngoài dùng bàn ren. Bộ ta rô tay thường gồm hai hoặc ba chiếc theo số thứ tự (1, 2, 3) từ thô, bán tinh đến tinh. Ta rô thô có phần côn cắt dài, phần sửa đúng ngắn, ngược lại ta rô tinh có phần sửa đúng dài, phần côn chỉ là phần vát để dẫn hướng ta rô vào ren lỗ.

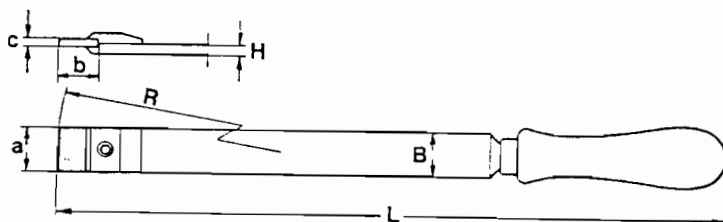
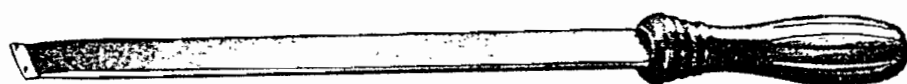


Hình 8.14. Gia công ren

d. Cạo (hình 8.15)

Nguyên công cạo nhằm tạo vảy trên bề mặt các chi tiết đã gia công tinh mà thường các bề mặt này tiếp xúc với nhau và chúng có chuyển động tương đối với nhau như sống trượt của băng máy...

c. Các nguyên công nghiền - rà dùng hạt mài hoặc bột nghiền để nâng cao độ bóng bề mặt và độ chính xác gia công.



Hình 8.15. Dao cạo

8.2. LẮP RÁP

8.2.1. Khái niệm

Nếu *gia công cơ khí* là phần chủ yếu của quá trình sản xuất thì *lắp ráp* là giai đoạn quan trọng nhất để tạo thành sản phẩm hoàn chỉnh đảm bảo chất lượng. Nó có ý nghĩa to lớn trong nền kinh tế quốc dân. Đó cũng là quá trình hiệu chỉnh theo thiết kế nhằm thoả mãn yêu cầu chất lượng sản phẩm và là quá trình lao động kỹ thuật phức tạp. Ví dụ, khi lắp cần đảm bảo độ đồng tâm để tránh rung, lắc, đảo ...

Các loại mối lắp ghép thường gặp gồm :

- *Mối lắp cố định* là loại mối lắp có thể tháo được như ren, chêm, chốt ... có loại không tháo được như hàn, tán, khớp, xoắn ...

- *Mối lắp di động* là loại mối lắp có thể xoay, trượt, lăn, ăn khớp bánh răng, trục vít ...

Nhiệm vụ của lắp ráp bao gồm :

+ Nghiên cứu những yêu cầu kỹ thuật, đo chính xác, đo bóng bề mặt chi tiết, mối lắp ghép, bản vẽ chung, chuỗi kích thước ...

+ Nghiên cứu qui trình công nghệ, trình độ công nhân ... để có quá trình lắp ráp hợp lý.

+ Thực hiện qui trình công nghệ hợp lý nhất như lắp độc lập (riêng rẽ), lắp song song, lắp đồng bộ ...

+ Sử dụng dụng cụ, đồ gá, trang thiết bị (dụng cụ đo lường, kiểm tra, đồ gá, gia công, sửa, lắp ...), hợp lý và tối ưu.

8.2.2. Phương pháp lắp ráp

Phương pháp lắp ráp phụ thuộc độ chính xác chi tiết, vị trí, chuỗi kích thước, thời gian làm việc ... Ta có thể chia ra các kiểu lắp sau :

a. *Lắp lần hoàn toàn* dùng cho sản xuất hàng loạt, hàng khối với các chi tiết và sản phẩm được tiêu chuẩn hóa.

b. *Lắp lần không hoàn toàn* dùng cho sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ. Các chi tiết được mở rộng phạm vi dung sai khâu thành phần.

c. *Lắp chọn* là phương pháp lắp ráp mà các chi tiết được phân loại theo nhóm dung sai (lượng phê phẩm phân bố kích thước theo qui luật xác suất của đường cong Gauss). Với số nhóm càng nhiều, đo chính xác càng cao. Phương pháp này yêu cầu đo chính xác, đánh dấu, bảo quản ... cẩn thận để tránh nhầm lẫn giữa các nhóm.

d. *Lắp sửa* là phương pháp lắp mà các chi tiết được phép tăng dung sai khâu thành phần, giảm khâu khép kín để dễ chế tạo (khi lắp có thể thêm các nguyên công cạo, rà ...).

e. *Lắp điều chỉnh* tương tự như lắp sửa, ở đây ta chỉ thay đổi giá trị khâu bù mà

không lấy đi lớp kim loại (khi cần thì điều chỉnh vị trí khâu bù).

8.2.3. Kiểm tra trong quá trình lắp

- Kiểm tra trực tiếp* được thực hiện bằng kinh nghiệm và hiểu biết của công nhân (ngắm bằng mắt ...)
- Kiểm tra cơ khí* được thực hiện bằng dụng cụ đo cơ khí như thước cặp, pa-nhê, duồng, đồng hồ...
- Kiểm tra tự động* được sử dụng các thiết bị chuyên dùng cho đo lường kiểm tra.
- Kiểm tra chất lượng sản phẩm và cân bằng máy* để ghi vào hồ sơ nghiệm thu máy vẽ :
 - *Hình học* : độ chính xác về hình dáng hình học, vị trí ...
 - *Động học* : chạy không tải.
 - *Động lực học* : chạy có tải.

8.2.4. Tổ chức quy trình lắp ráp

Tùy theo dạng sản xuất, tính chất sản phẩm, độ chính xác, tính chất mối ghép, phương pháp lắp ... mà tổ chức qui trình lắp ráp.

a. Lắp ráp cố định có thể được thực hiện :

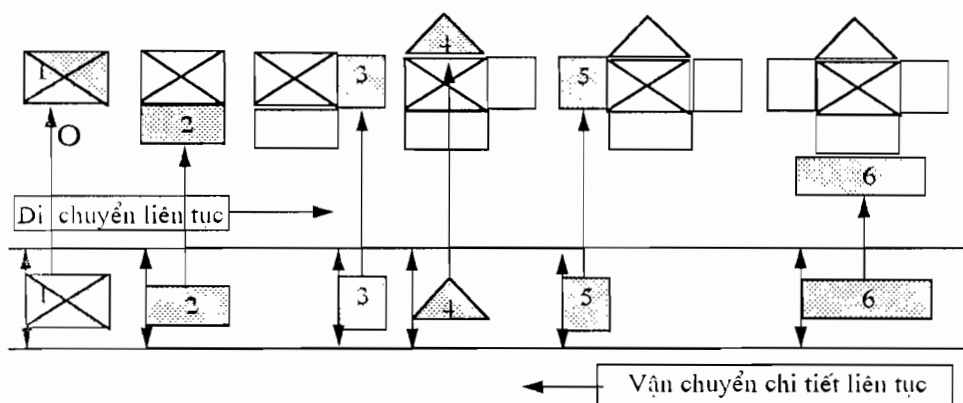
- Tập trung ở một địa điểm, do một hay một nhóm công nhân thực hiện.
- Phân tán thành nhiều địa điểm, tại mỗi nơi do một hay một nhóm công nhân thực hiện. Phương pháp này thích hợp với những sản phẩm phức tạp.

b. Lắp ráp di động có thể là lắp ráp tự do, cường bức, liên tục, gián đoạn...

- *Lắp ráp tự do* : làm việc theo nhịp chu kỳ, dùng xe đẩy, cần trục...
- *Lắp ráp cường bức* : dùng băng tải, băng chuyền, cầu trục... có tính thời gian dùng lắp.

c. Sơ đồ qui trình lắp ráp

Hình 8.16 giới thiệu sơ đồ quá trình lắp ráp di chuyển liên tục với việc vận chuyển chi tiết liên tục.



Hình 8.16. Sơ đồ qui trình lắp ráp liên tục

chi tiết khi chúng chuyển động tương đối với nhau hay do chuyển động của môi trường phi kim trên bề mặt kim loại gồm : mòn oxy hóa, mòn do nhiệt, do ma sát, mòn cấu trúc ...

8.3.2. Phương pháp xử lý, bảo vệ bề mặt kim loại

a. Mục đích

Thúc đẩy của xử lý bề mặt kim loại là tạo cho các chi tiết máy, các sản phẩm có tính chất đặc biệt, có giá trị kinh tế như tính chống gỉ, khả năng chống mài mòn, tính chịu nhiệt, khả năng dẫn nhiệt, dẫn điện, khả năng cản trở các tia sáng... bằng các biện pháp công nghệ và cách xử lý đặc biệt, thích hợp. Đó chính là xử lý các bề mặt kim loại thông thường nhằm bảo vệ các sản phẩm, chi tiết không bị ăn mòn vì gỉ, vì mòn ... để nâng cao tuổi thọ và khả năng làm việc của chúng. Mục đích là :

- Nâng cao thẩm mỹ, khả năng chống mòn và chống gỉ; tăng tuổi thọ.
- Tiết kiệm kim loại quý hiếm bằng cách phủ chúng lên lớp bề mặt kim loại chất lượng thường (phủ kim loại màu, thép hợp kim, kim loại quý hiếm ...)
- Tạo ra một số tính chất đặc biệt : dẫn điện, cách điện, cách nhiệt ...

b. Yêu cầu

Lớp phủ phải đảm bảo đạt yêu cầu hình dáng bề mặt, cơ tính, thành phần hoá học, tính chất vật lý và chiều dày lớp bề mặt.

c. Phương pháp xử lý bề mặt

- Mài, đánh bóng ... để đạt độ bóng, hình dáng bề mặt...
- Lăn ép, phun bi, tôi bề mặt ... để đạt cơ tính (độ bền, độ cứng, chịu mòn, chịu mài...)
- Thấm than, thấm nitơ, thấm xianua, thấm kim loại ... để đạt yêu cầu về thành phần hoá học, tổ chức...
- Ma, phun... để đạt yêu cầu về tính chất vật lý kim loại cơ bản (nền).

8.3.3. Bảo vệ chống gỉ

a. Khái niệm

Bảo vệ chống gỉ nhằm đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của kết cấu khi làm việc lâu dài, nâng cao hiệu quả kinh tế ... đặc biệt các kết cấu làm việc trong môi trường có các hoạt động hóa học mạnh (không khí, nước biển, ánh sáng mặt trời...).

b. Phương pháp bảo vệ

Các phương pháp bảo vệ thường gồm việc chọn đúng vật liệu kèm theo các phương pháp xử lý như :

- *Bảo vệ lâu dài* gồm chọn vật liệu có khả năng chống gỉ tốt (như kim loại và hợp kim ít tạp chất, hợp kim có cấu trúc một pha, giảm ứng suất tối đa ...) và chọn các phương pháp tạo lớp chống gỉ như phun bi, lăn ép, tạo độ bóng cao v.v.

+ Xử lý kết cấu là chọn kết cấu đơn giản có độ bóng bề mặt cao, có phần chuyển tiếp, thuận lợi cho việc bảo quản, chống gỉ, xử lý ...

+ Xử lý môi trường gỉ cần :

Bảo vệ bằng lớp phủ kim loại, phi kim, oxyt bằng hoá học, điện hóa (tráng men, mạ crôm, tráng kẽm, phủ oxyt nhôm, phun kim loại, mạ điện, ngâm dung dịch, quét sơn ...).

Bảo vệ chống gỉ trong môi trường nhiệt đới. Nhiệt độ, độ ẩm, chất bán trong khí quyển ... ảnh hưởng trực tiếp đến sự ăn mòn, gỉ ... Cần khử thành phần xâm thực của môi trường, khử các sản phẩm gỉ, khử nước và độ ẩm môi trường, cần mạ niken, crôm, sơn tổng hợp, sơn chống gỉ có tính kiềm, dùng tủ đựng, bao bì đóng gói v.v...

- *Bảo vệ tạm thời (tức thời)* là quá trình bảo quản trong quá trình sản xuất, bảo quản trong kho, bảo quản khi vận chuyển ... như làm sạch bề mặt; bôi dầu mỡ, chất chống gỉ, paraphin; bao gói, đóng hộp ... đặc biệt bảo vệ khi vận chuyển trên đường biển hoặc giữa các cảng v.v...

TỰ ĐỘNG HÓA

ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH

Chương chín

KHÁI NIỆM VỀ TỰ ĐỘNG HOÁ

ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH

9.1. KHÁI NIỆM CHUNG

9.1.1. Sự phát triển của tự động hóa

Trong quá trình sản xuất của cải vật chất của xã hội, con người với lao động của mình sử dụng những tư liệu lao động để tác động và làm thay đổi đối tượng lao động. Đó là tư liệu sản xuất. Nó được thể hiện một cách tổng quát dưới dạng năng lượng, vật liệu và công cụ. Trong đó công cụ sản xuất có tác dụng quyết định hơn cả. Chúng luôn luôn được cải tiến, thay đổi từ công cụ thô sơ, đơn giản đến cơ khí hoá rồi tự động hóa.

Cách mạng khoa học kỹ thuật lần thứ nhất đầu thế kỷ 18 với nội dung cơ khí hóa đã mang lại những thành tựu to lớn và sau đó là cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật lần thứ hai với nội dung cơ bản là tự động hóa, điều khiển tự động và hiện nay là điều khiển theo chương trình các quá trình sản xuất.

Với sự tiến bộ vượt bậc của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là sự phát triển của các ngành điện, điện tử, tin học, vật liệu mới, sự bùng nổ về thông tin khiến cho công nghệ cao đã trở thành cuộc cách mạng mang tính chất thời đại với những máy tổ hợp, máy tự động, máy điều khiển theo chương trình, tay máy, người máy, đường dây gia công, với công nghệ CAD / CAM / CNC ... đã đưa các ngành công nghiệp phát triển lên mức độ cao.

Cơ khí hoá là sự thay thế sức lực con người để thực hiện các quá trình công nghệ bằng máy móc, thiết bị một cách nhanh chóng những công việc nặng nhọc, độc hại, bằng các cơ cấu tiến hành từng phần hay toàn bộ.

Tự động hoá là hình thức cơ khí hóa ở trình độ cao mà máy móc thực hiện nhanh chóng các quá trình công nghệ. Do đó với sức lực có hạn, phản ứng sinh lý chậm chạp con người vẫn có thể sử dụng công suất rất lớn, tập trung với tốc độ rất cao, lựa chọn chế độ hợp lý để tối ưu hóa các quá trình gia công. Hơn thế

nữa, tự động hoá đem lại hiệu quả kinh tế cao, năng suất cao, giảm nhẹ cường độ lao động, hạ giá thành sản phẩm... Hiệu quả cao còn ở chỗ một người có thể theo dõi nhiều máy móc, thiết bị.

Từ những thiết bị tự động đầu tiên như màn múa rối của Heron ở Ai Cập với nhiều loại con rối điều khiển tự động, các đồ chơi và đồng hồ tự động từ thế kỷ thứ 17, đèn dây chuyển tự động, nhà máy tự động... hiện nay là những hệ thống điều khiển từ xa trong giao thông vận tải, hàng hải, hàng không, du hành vũ trụ... là những bước tiên vượt bậc của khoa học kỹ thuật đã đem lại hiệu quả kinh tế rất lớn.

Chiếc đồng hồ nhỏ bé của Kulibin chế tạo năm 1767, cứ đến mỗi giờ, ngoài việc chỉ đánh chuông báo giờ, còn biểu diễn một màn kịch múa rối với các cửa sổ mở ra theo thứ tự, quân lính xếp hàng cúi chào, làm lễ khi hoàng tử và công chúa xuất hiện. Hoàng tử và công chúa đáp lễ, rồi theo thứ tự đóng các cửa lại để thực hiện các hoạt động đó trong giờ tiếp theo. Đúng 12 giờ trưa, đồng hồ cử Quốc ca và ban đêm không đánh chuông.

Năm 1948 hệ thống điều khiển được nghiên cứu tại Cơ quan Không lực Hoa Kỳ và Phòng thí nghiệm Điều khiển (U S Air Force & MIT Servomechanics Laboratory). Năm 1955 thành quả đầu tiên đã được ứng dụng cho NC, sau đó là CNC và đưa CAD / CAM vào tự động thiết kế, công nghệ và điều khiển các máy công cụ. Ngày nay với sự phát triển vượt bậc của kỹ thuật và sự bùng nổ của thông tin, nối ghép mạng... người ta đã ứng dụng công nghệ cao, kỹ thuật CAD / CAM / CNC... vào nhiều lĩnh vực, đặc biệt là các hệ điều khiển của Autocad (CAD10, CAD11, CAD12...), Autodesk (CAD13), CAM, CIM, CIM-ATRON ... Có thể tóm tắt quá trình phát triển như sau :

- Máy công cụ vạn năng đã tạo điều kiện cho cơ khí hoá dần dần được tự động hoá từng phần trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt như máy revolve, sau đó là máy tự động, bán tự động vạn năng được tự động dùng trong sản xuất hàng loạt như máy tự động nhiều trục chính, máy chép hình thủy lực ...

- Máy tự động chuyên dùng và máy tổ hợp với các bộ phận đã được tiêu chuẩn hoá và thống nhất hóa, dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối với năng suất rất cao như máy gia công vòng bi, trục khuỷu, hộp tốc độ...

- Máy điều khiển theo chương trình (PLC, CNC ...) là những loại máy hiện đại, dùng rộng rãi để gia công đơn chiếc, hàng loạt ...

- Dây chuyền gia công ghép từ các máy tự động vạn năng (sản xuất những chi tiết nhỏ) và ghép từ các máy chuyên dùng, tổ hợp ... để gia công một loại chi tiết (kể cả bao bì đóng gói) dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối (ví dụ, dây chuyền sản xuất pittông, xecmăng...); có loại dây chuyền được ghép từ những máy điều khiển theo chương trình (CNC).

- Trung tâm gia công điều khiển theo chương trình dùng gia công những chi tiết lớn, nặng, phức tạp với nhiều nguyên công khác nhau : tiện, phay, khoan, doa, mài ... thực hiện đồng thời từ một phía hay nhiều phía.

Trong lĩnh vực tự động hóa các loại máy, đường dây gia công ... với các trang thiết bị tự động hóa lần lượt xuất hiện.

Tự động hoá bao gồm các quá trình tự động hoá gia công, đo lường, kiểm tra chất lượng, điều khiển, tính toán, an toàn ...

- Các phương tiện để cơ khí hoá và tự động hoá sản xuất gồm :

+ *Cần trục* được chuyển động trên đường ray, dọc theo các phân xưởng.

+ *Pa lăng* (quay tay, cơ khí, điện, khí nén, thủy lực ...).

+ *Xe bốc xếp* như xe đẩy, xe rửa...

+ *Băng tải* (đai, xích, treo...), băng chuyển (con lăn nằm ngang, máng trượt theo hình dạng sản phẩm) vận chuyển chi tiết, phôi ... đến các vị trí làm việc, lắp ráp, đóng gói ...

+ *Cơ cấu cấp phôi liệu* dùng cung cấp phôi liệu cho các máy, thiết bị làm việc.

+ *Các thiết bị tạo lực, nối ghép, điều khiển* như động cơ bước, bộ khuếch đại, máy phát, xilanh thủy lực, xilanh khí nén, li hợp điện từ, thiết bị đo kiểm, so sánh, ghi nhớ ...

9.1.2. Đặc điểm của tự động hóa

a. Tính tự động hóa

Các máy ứng dụng kỹ thuật NC đạt được tốc độ dịch chuyển lớn. Máy công cụ điều khiển NC, CNC... giảm tối đa thời gian phụ, mức độ tự động hóa cao nên cho năng suất cao. Nếu so sánh tỉ lệ thời gian gia công cắt gọt t_c , thời gian máy làm việc t_m để sản xuất một sản phẩm t_{ct} , thời gian cắt gọt của máy NC có thể tăng gấp 3 lần (xem bảng 9.1).

Bảng 9.1. Bảng so sánh tỷ lệ thời gian của máy NC và máy thông thường

Tỷ lệ % Loại máy	t_c / t_m	t_c / t_{ct}	t_c / t_{ct}
Máy bình thường	30	60	18
Máy NC	75	70	53

b. Tính linh hoạt cao

Việc tổ chức sản xuất tốt gồm chuẩn bị sản xuất tốt, địa điểm làm việc tốt... Những công việc này do máy NC được chuẩn bị chương trình từ bên ngoài, do đó việc hiệu chỉnh kỹ thuật tại khu vực làm việc giảm đáng kể, thời gian thay

dao ngắn với độ chính xác cao, có thể chuẩn bị từ các ổ dao bên ngoài và nạp trực tiếp vào máy.

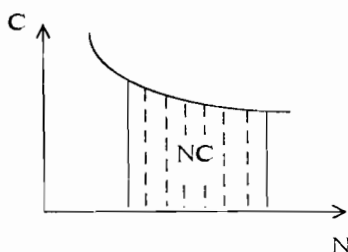
Máy NC có thể thực hiện đồng thời nhiều chuyển động, tự động kiểm tra, hiệu chỉnh sai số kích thước, dao cụ v.v... với phản ứng linh hoạt khi nhiệm vụ công nghệ thay đổi và quan trọng nhất vẫn là việc thiết kế, lập trình... được thực hiện ngoài máy, trong văn phòng, có sự hỗ trợ của kỹ thuật tin học qua các thiết bị vi tính, vi xử lý, hệ thống CAD / CAM và cũng có thể điều khiển qua hệ thống nối ghép mạng với trung tâm điều khiển.

c. Tính tập trung nguyên công cao

Máy NC có thể thực hiện một số lượng lớn các nguyên công khác nhau mà không phải thay đổi vị trí gá đặt của phôi. Ví dụ trung tâm gia công có thể tiện, phay, khoan, khoét, doa, mài ...

d. Tính chính xác, đảm bảo chất lượng cao

Đảm bảo độ chính xác ổn định, chất lượng cao trong suốt quá trình gia công là ưu việt tuyệt đối của máy NC. Máy có thể khai thác tối đa các điều kiện gia công như chế độ cắt tối ưu, phương pháp gá đặt hợp lý ... sẽ đảm bảo độ chính xác và ổn định chất lượng sản phẩm.



Hình 9.1. Lĩnh vực sử dụng máy NC

e. Hiện quá trình - kỹ thuật cao

Hình 9.1 giới thiệu đồ thị biểu diễn mối quan hệ trong lĩnh vực sử dụng máy NC theo hai chỉ tiêu giá thành chế tạo chi tiết C và số lượng chi tiết của loạt sản phẩm N.

9.1.3. Sơ đồ hệ thống điều khiển (hình 9.2)

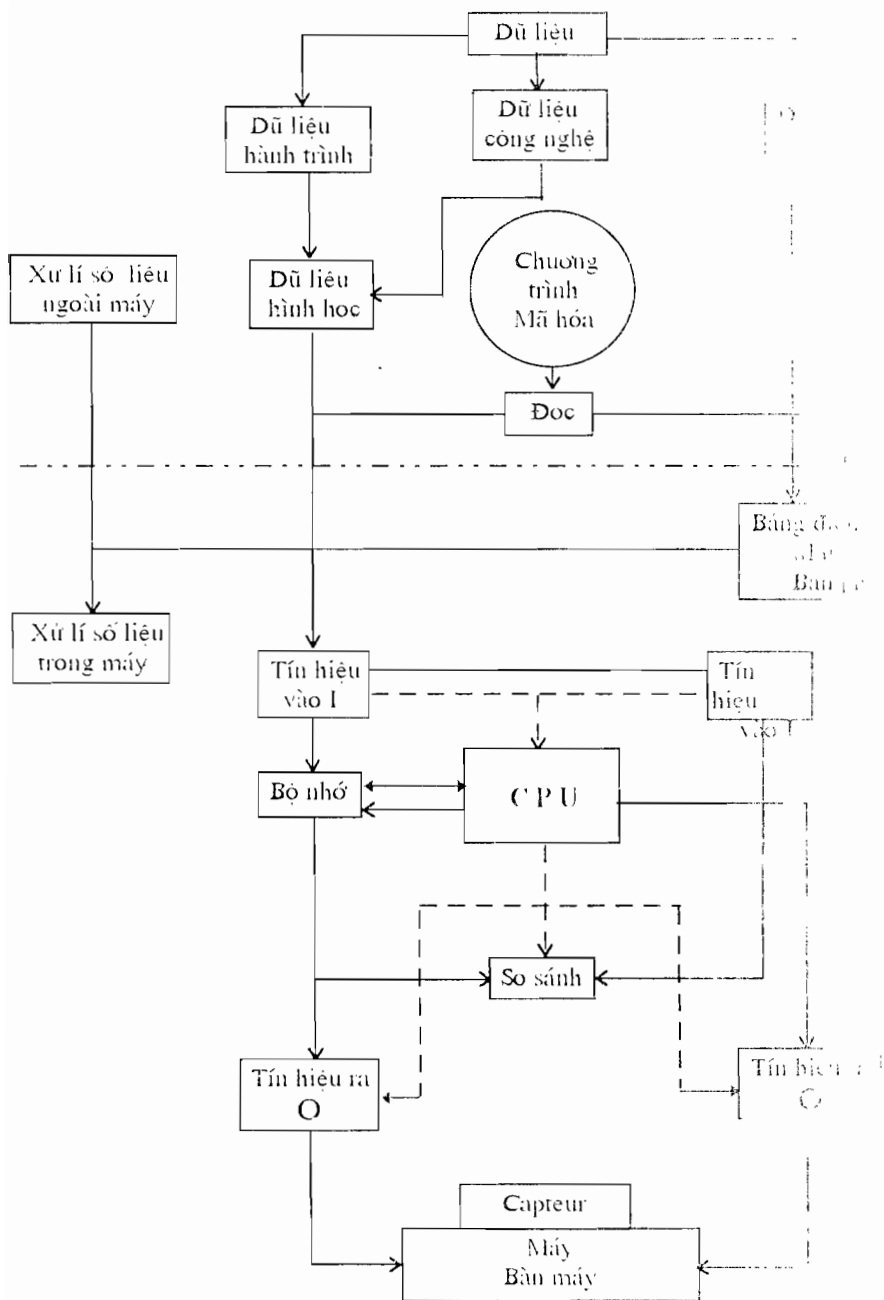
a. Xử lý số liệu ngoài máy

Từ bản vẽ chế tạo chi tiết với các yêu cầu kỹ thuật, ví dụ hình 9.3a, có các kích thước $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, d_1, d_2, d_3$... lập bản vẽ công nghệ (hình 9.3b) gồm những số liệu về công nghệ $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, z_1, z_2, z_3$.

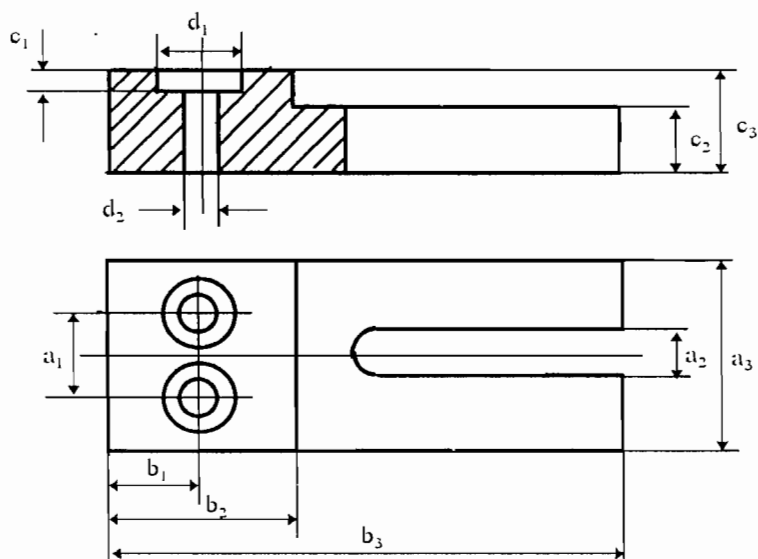
Các giá trị x, y, z này được mã hóa thành các dữ liệu và được ghi lại vào các loại băng đục lỗ, băng từ (cassette), đĩa (đĩa mềm, CD-ROM ...) hoặc bộ nhớ của máy tính, máy tính trung tâm (DNC), cụm máy vi tính (CNC) ...

b. Xử lý số liệu bên trong

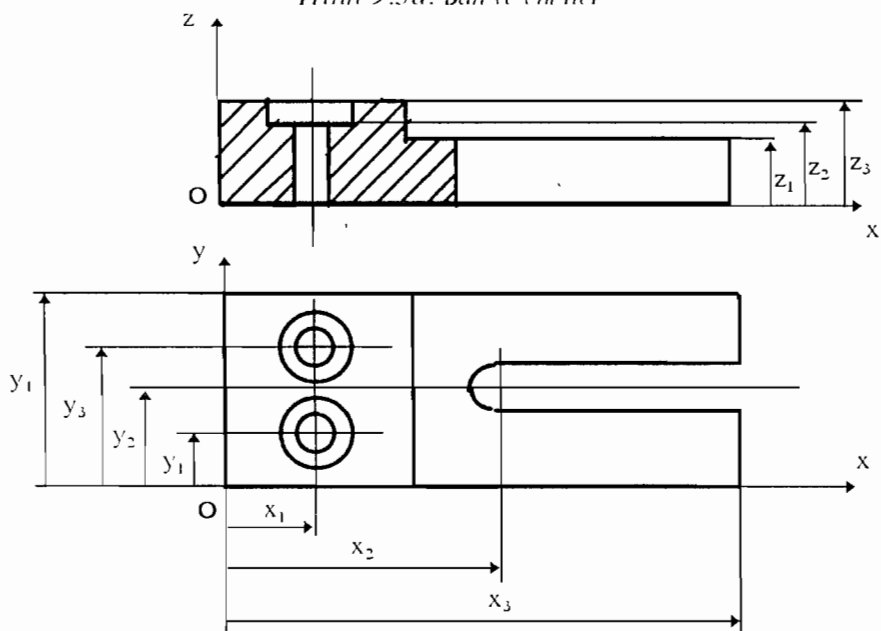
Các dữ liệu nên được đọc và chuyển đổi sang tín hiệu, ghi vào bộ nhớ rồi biến đổi để điều khiển hệ thống cơ cấu chấp hành, thực hiện các bước gia công cụ thể.



Hình 9.2. Sơ đồ hệ thống điều khiển



Hình 9.3a. Bản vẽ chi tiết

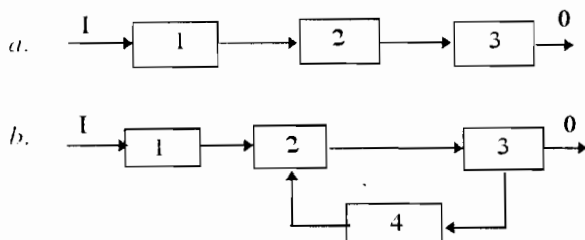


Hình 9.3b. Bản vẽ công nghệ

9.1.4. Phân loại hệ thống điều khiển

a. Hệ thống điều khiển hở (hình 9.4a)

Tín hiệu vào 1 ở bộ phận chương trình 1 truyền tới hệ truyền động qua bộ điều khiển 2 đến cơ cấu chấp hành 3 để bàn máy thực hiện.



Hình 9.4. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển

b. Hệ thống điều khiển kín

(hình 9.4b) có thêm bộ phận liên hệ ngược 4 để so sánh giá trị tín hiệu yêu cầu và tín hiệu thực hiện.

1 - Bộ phận chương trình (Program) gồm :

- Các dữ liệu (thông tin) được lập trình, mã hoá, ghi lại hình dạng kích thước, điều kiện kỹ thuật...
- Cơ cấu dịch chuyển chương trình.
- Cơ cấu đọc, truyền tín hiệu vào cơ cấu khuếch đại tín hiệu thành các lệnh điều khiển.

2 - Bộ phận điều khiển (Controler) : nhận tín hiệu, giải mã (ngược lại với mã hoá), xử lý, phân phối, ghi lại, điều khiển cơ cấu chấp hành (bàn máy, bàn dao...).

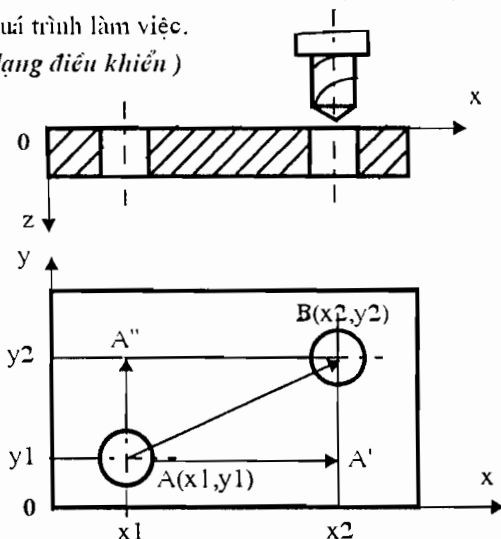
3 - Cơ cấu chấp hành (đối tượng điều khiển - Object) gồm : máy, các bộ phận thực hiện nhiệm vụ của chương trình như quay trục chính, thay dao, đổi tốc độ, đóng mở kẹp...

4 - Bộ phận liên hệ ngược (phản hồi - Feedback) : theo dõi, kiểm tra, so sánh, điều chỉnh ... để điều khiển quá trình làm việc.

9.1.5. Phương pháp điều khiển (các dạng điều khiển)

a. Điều khiển điểm (vị trí)

Giả sử cần khoan hai lỗ có tọa độ $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ (hình 9.5), phải điều khiển chính xác vị trí tương đối giữa dụng cụ và phối theo từng cặp tọa độ cho trước. Ta cần có hai quá trình điều khiển vị trí. Trong trường hợp hệ thống kín, đó là hai mạch điều khiển độc lập với nhau. Chuyển động từ điểm này sang điểm khác có thể



Hình 9.5. Điều khiển điểm

tiếp tục chuyển động theo trục x , rồi theo trục y hay ngược lại hoặc đồng thời chuyển động theo cả hai trục x, y , theo một quỹ đạo bất kì. Trong quá trình chuyển động định vị, dao cắt không làm việc (thời gian định vị là thời gian chờ đợi khi đã định vị chính xác theo trục $0x$ và $0y$, dao sẽ bắt đầu làm việc theo trục $0z$ (gọi là trục chạy dao). Chiều sâu của lỗ được xác định bởi độ dài hành trình.

Đầu chuyển động từ A đến B có thể thực hiện bằng ba phương pháp :

Từ A (x_1, y_1) tịnh tiến đến A' (x_2, y_1) rồi đến B (x_2, y_2).

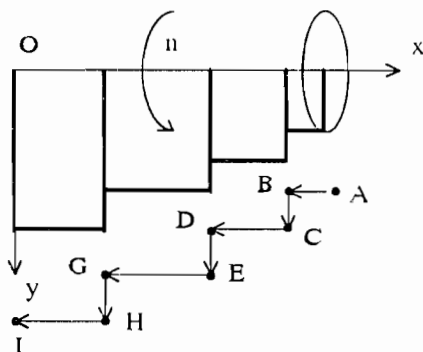
Từ A (x_1, y_1) đến A'' (x_1, y_2) rồi đến B (x_2, y_2).

Từ A (x_1, y_1) chuyển thẳng đến B (x_2, y_2) theo đoạn AB mà không cần phải qua bất kỳ điểm nào.

Điều khiển điểm được ứng dụng trong các máy gia công lỗ : khoan, khoét, doa, phay biến là doa toa đồ điều khiển theo chương trình, hoặc các máy đục lỗ, tiện định hình điểm ...

Điều khiển đường (chu kỳ) (hình 9.6)

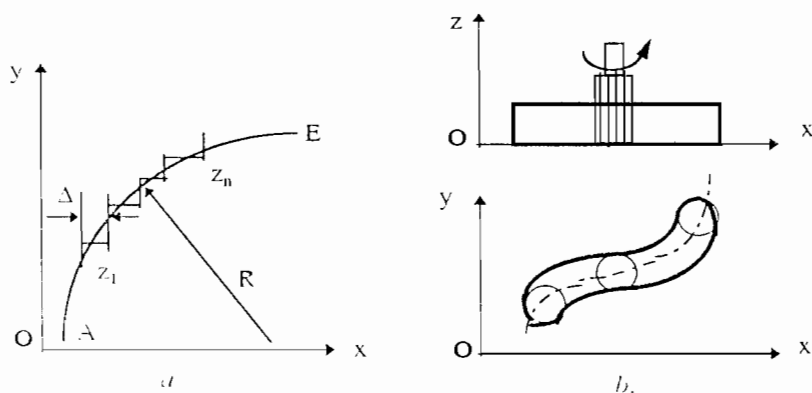
Nguyên tắc của điều khiển đường là điều khiển điểm liên tục (tập hợp các điểm liên tục tạo thành một đường). Trên mặt phẳng xOy dùng các trục liên hợp chuyển động qua các điểm A, B, C, ... I, điều khiển phối hợp dụng cụ cắt theo những đoạn thẳng kế tiếp nhau tạo sản phẩm. Phương pháp này thường dùng cho máy tiện revolve, chày hình, phay, bào, tiện, mài (bạc, vùi ...), máy kiểm tra kích thước chiều dài ...



Hình 9.6. Điều khiển đường

Điều khiển phi tuyến (hình 9.7) dùng điều khiển chuyển động trong không gian một tập đồng thời theo nhiều trục tọa độ (đường thẳng, đường gấp khúc, đường cong bất kỳ, mặt không gian phức tạp) nhằm gia công chi tiết theo một quỹ đạo bất kỳ theo quan hệ hàm số hay không.

Để gia công chính xác ta phân đường cong thành những đoạn thẳng (chia càng nhỏ càng chính xác). Bộ nội suy cần thiết đảm bảo sự đều đặn, chính xác của đường cong - ví dụ cụm vi xử lý (MP - Microprocessor). Hình 9.7a giới thiệu cách phân chia đường cong để thực hiện điều khiển phi tuyến gồm : dạng nội suy với bước Δ (cách phân chia đường cong), điểm đầu và điểm cuối của đường cong (ví dụ A và E), bán kính cong R, với các điểm nội suy $z_1, z_2 \dots z_n$.



Hình 9.7. Điều khiển phi tuyến

a) Các dạng điều khiển phi tuyến

- 2D : điều khiển phi tuyến mặt phẳng theo hai chiều, dùng gia công các loại rãnh phẳng, thẳng, cong... trong mặt phẳng.

- 3D : điều khiển phi tuyến trong không gian ba chiều, áp dụng để phay rãnh cong phẳng, mặt cong không gian, ví dụ : gia công cánh quạt, cánh tuabin, chân vịt tàu thủy, mũi biên dạng cam ...

Hình 9.8 giới thiệu sơ đồ khối về nguyên tắc điều khiển phi tuyến phẳng (2D) với bộ nội suy trong (MP) đặt trong hệ điều khiển máy, còn bộ nội suy ngoài là một máy tính xử lý số liệu bên ngoài.

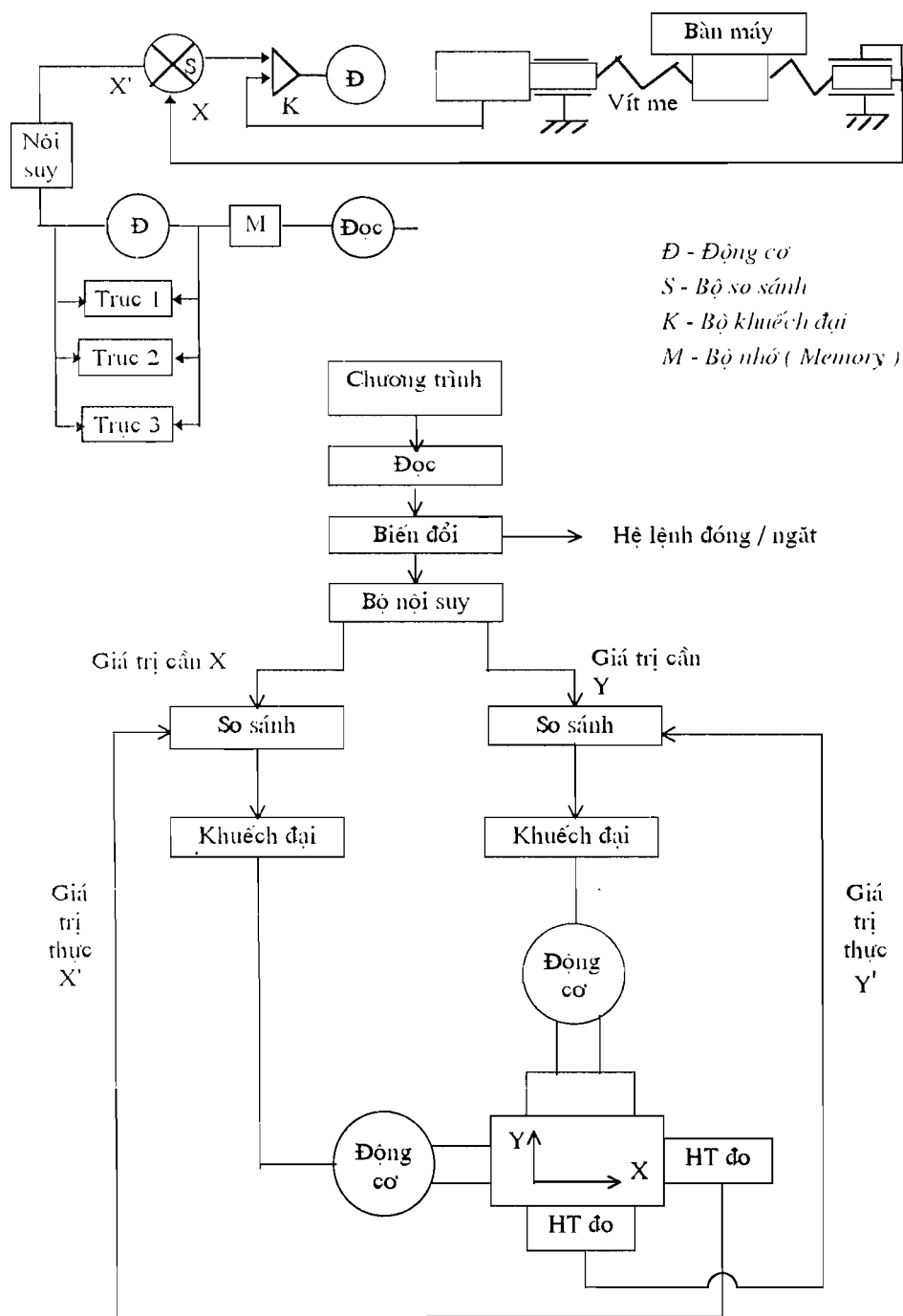
9.2. MÁY ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH

9.2.1. Khái niệm

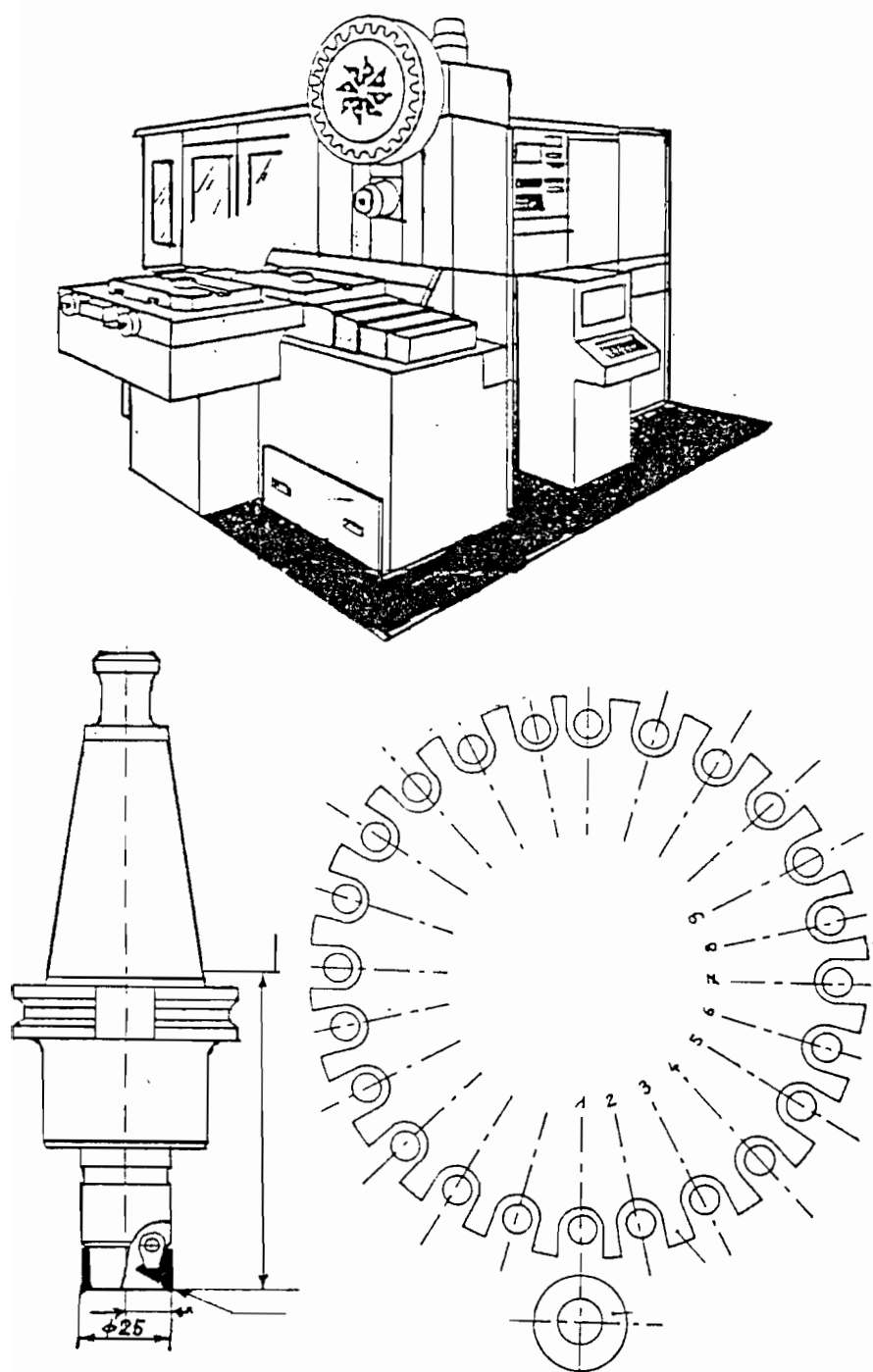
Điều khiển theo chương trình là nội dung cơ bản của kỹ thuật tự động hóa bao gồm việc điều khiển máy công cụ như : khởi động, chuyển động, gia công; kết thúc chuyển động; định vị, gá đặt, kẹp chặt, mở kẹp; tự động chọn chế độ cắt, biến đổi tốc độ cắt, lượng chạy dao, số vòng quay, đảo chiều; thay đổi dụng cụ, đo lường, kiểm tra; xử lý số liệu; điều khiển theo quỹ đạo ...

Điều khiển theo chương trình số (NC - Numerical Control, CNC - Computer Numerical Control) là tự động điều khiển máy trên cơ sở các dữ liệu thông tin ở dạng mã - bao gồm các ký tự (chữ, số, ký tự đặc biệt) tạo thành một chương trình làm việc.

Máy điều khiển theo chương trình số (gọi tắt là NCM) là những máy công cụ làm việc với hệ lệnh đóng / ngắt và hệ lệnh đường dịch chuyển trên cơ sở cung cấp cho nó các dữ liệu thông tin và công nghệ gia công cắt gọt.



Hình 9.8. Sơ đồ hệ thống điều khiển phi tuyến phẳng (2D) với bộ nội suy trong



Hình 9.9. Máy điều khiển theo chương trình với ổ tích lũy dụng cụ (dao)

Điều khiển CNC là phương pháp tự động hoá quá trình công nghệ, cho phép can thiệp trực tiếp vào các quá trình xử lý thông tin và hoạt động sản xuất, đảm bảo tính linh động, năng suất cao, chất lượng tốt, giá thành hạ...

Quá trình điều khiển tự động gồm : cấp dụng cụ, thay đổi dụng cụ, quá trình cấp phối, chuyển phối, bôi trơn, làm nguội, làm sạch...

9.2.2. Chuyển động cơ bản

Chuyển động cơ bản gồm : chuyển động tạo hình, chuyển động cắt, chuyển động chạy dao. Chúng được thực hiện bởi những động cơ riêng biệt và được điều khiển hoạt động độc lập.

- *Chuyển động tạo hình* : chuyển động chính hay chuyển động cắt nhằm đảm bảo tốc độ cắt hay tốc độ dịch chuyển tương đối giữa dao và phôi theo một chương trình xác định.

- Chuyển động tạo ra tốc độ cắt trực tiếp như dao quay, chi tiết quay ...

- Chuyển động chạy dao có tốc độ nhỏ hơn nhưng theo hướng khác với tốc độ cắt.

- Chuyển động tương đối đồng thời cả hai tốc độ cắt và tốc độ chạy dao (tổ hợp).

- Giữ cố định như các phương án trên, nhưng các chuyển động được truyền cho chi tiết gia công. Như vậy công suất đảm bảo năng lượng tạo hình thay đổi trong một phạm vi rộng từ vài W đến hàng trăm kW.

- Chuyển động chạy dao nhằm đảm bảo quá trình cắt liên tục, nghĩa là thực hiện chuyển động tương đối theo các quỹ đạo giữa dụng cụ cắt và phôi. Những quỹ đạo này phụ thuộc vào biên dạng đường cắt và các yêu cầu của chi tiết gia công. Công suất của chuyển động chạy dao thay đổi trong phạm vi vài kW, trừ trường hợp máy gia công chi tiết lớn.

9.2.3. Quá trình cấp dụng cụ cắt

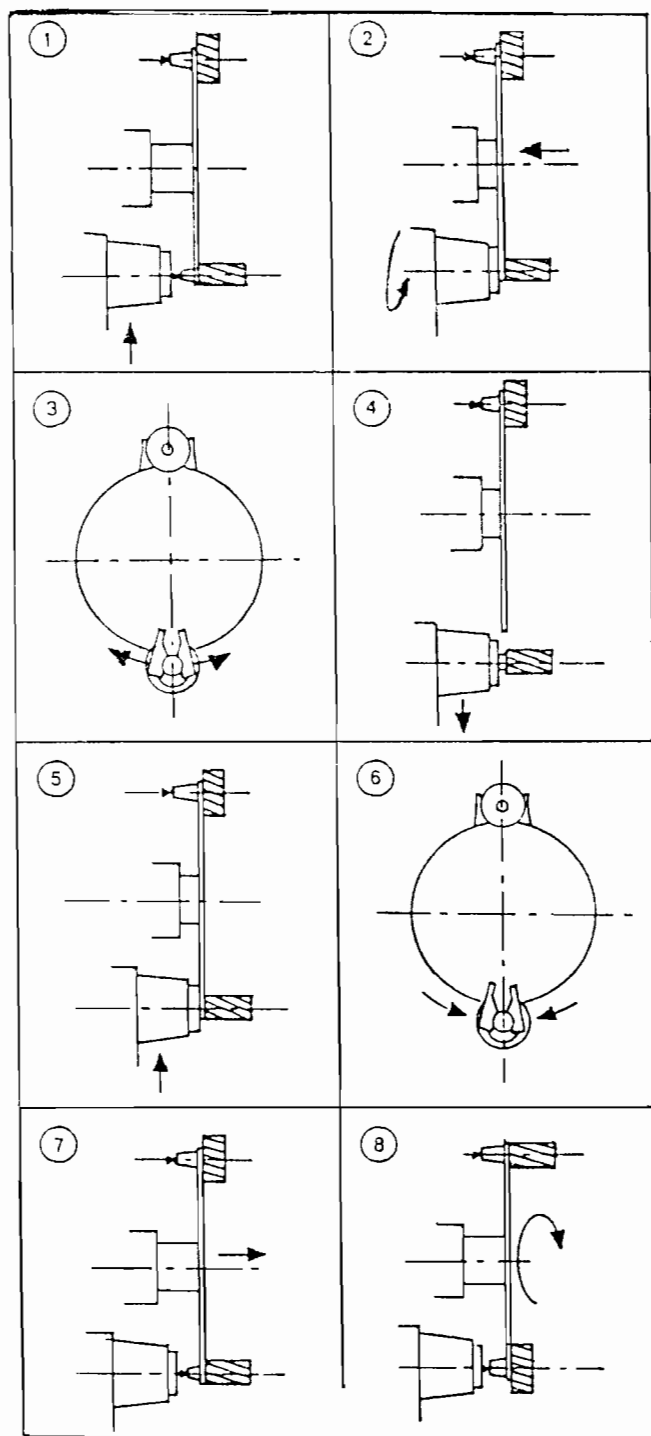
Các hệ thống NCM ngày càng được trang bị những hệ thống cấp dụng cụ cắt hoàn chỉnh hơn, trong đó các quá trình cung cấp dao, chuyển đổi dụng cụ cắt đều được thực hiện tự động theo chương trình. Trong máy, ổ dao chứa hàng trăm loại dụng cụ, tùy theo qui trình công nghệ, các dụng cụ lần lượt tự động thay đổi nhau lắp vào ổ, để tiến hành gia công từ thô đến tinh cho đến khi hoàn thành các nguyên công. Một tổ hợp các nhóm dao, lựa chọn theo nhiệm vụ của qui trình công nghệ xác định, được xếp vào ổ dao, chúng được chuyển trực tiếp cho cơ cấu kẹp dao trên đầu trục chính hoặc thông qua hệ thống tay máy đổi dao, đảm bảo lấy dao vừa cắt xong từ trục chính trả lại ổ tích lũy dao và thay một dao mới từ ổ dao vào trục chính .

Hình 9.9 giới thiệu hình dáng chung của một máy NCM và ổ tích lũy dao. Ổ tích lũy dao có loại dạng đĩa, hoặc tang quay, có thể dạng xích. Chúng có

dung lượng cố định, nhưng bản thân đĩa, tang quay hoặc xích cũng có thể thay đổi theo một chương trình tự động. Loại xích có thể thay đổi số lượng dao chứa trong ổ. Trong các máy hiện đại, giải pháp mới nhất được áp dụng có thể chỉ thay đổi mảnh dao chấp ở phần đầu dao.

Những mảnh này được gài vào các hốc chứa trên tang quay, đặt cao hơn xích dịch chuyển thân dao. Nhờ các cơ cấu kẹp dao nhanh có thể giải quyết được việc thay đổi mảnh dao trên phần đầu dao.

Trong nhiều trường hợp có thể dùng ổ tích lũy dao độc lập với máy và nối ghép dòng dụng cụ vào máy nhờ một rôbot trung gian. Bản thân ổ dao có thể thay



Hình 9.10. Sơ đồ quá trình đổi dao

đổi tự động. Tốc độ đổi dao hoặc đổi ổ là đặc tính kĩ thuật quan trọng của NCM.

Hình 9.10 giới thiệu sơ đồ một quá trình thay dao phay ngón bằng dao phay mặt đầu gồm các bước sau :

① Ổ dao quay đưa dao phù hợp đến vị trí, tay máy đưa chúng đi ra khỏi ổ dao và tịnh tiến về phía trục chính.

② Lắp dao cũ vào ổ dao và lắp dao phay ngón vào trục chính.

③ Mở kẹp tay máy.

④ Tay máy lùi ra xa trục chính, máy bắt đầu làm việc.

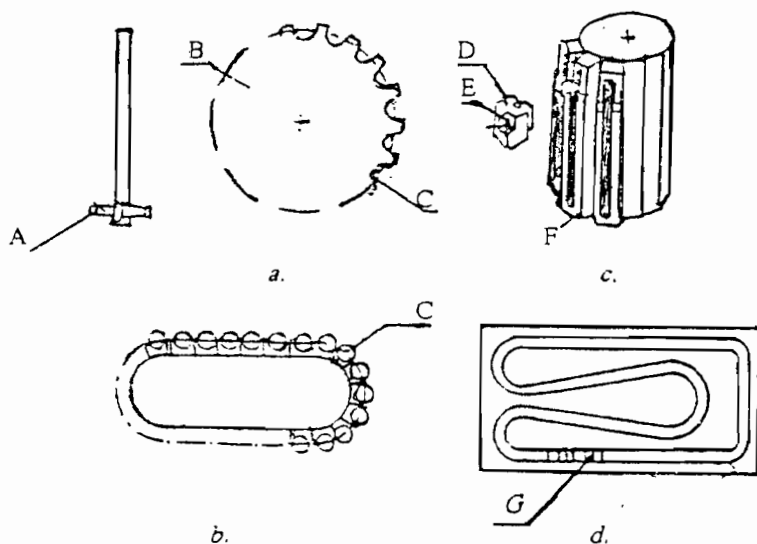
⑤ Sau khi kết thúc nguyên công, máy dừng lại, ổ dao và tay máy tịnh tiến về trục chính.

⑥ Tay máy kẹp dao.

⑦ Ổ dao và tay máy đi ra để tháo dao khỏi trục chính và ổ dao.

⑧ Tay máy quay đi 180° để đổi dao.

Hình 9.11 giới thiệu một số loại ổ tích lũy dao



a. đĩa, tang quay, b. xích, c. ổ mảnh dao (tang), d. ổ mảnh dao (rãnh)

A. dụng cụ cắt, B. đĩa (tang) kẹp dao, C. rãnh kẹp dao,

D. phần từ kẹp mảnh, E. mảnh dao, F. rãnh chứa,

G. phần từ dụng cụ

Hình 9.11. Ổ tích lũy dao

9.2.4. Quá trình cấp phôi

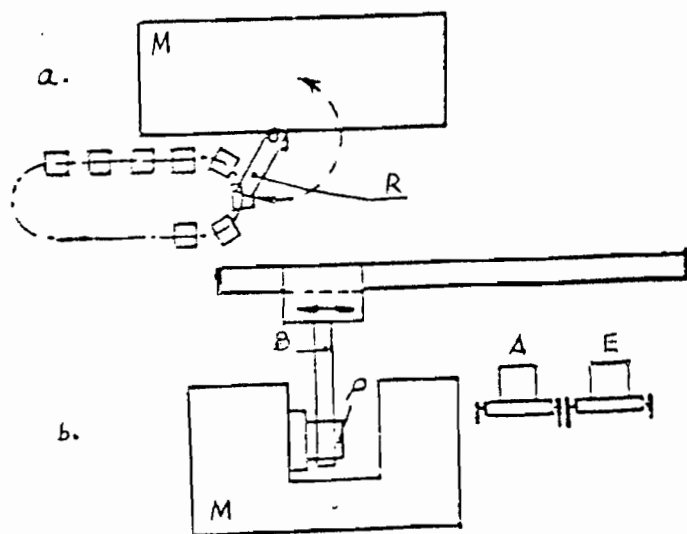
a. Nhóm máy có chi tiết quay

Hình 9.12 giới thiệu một hệ thống cấp phôi đơn giản cho nhóm máy có chi tiết quay. Hình 9.12a là hệ thống cấp phôi bằng băng tải, hình 9.12b là hệ thống tải con lăn. Việc tháo chi tiết sau gia công và gá một phôi mới vào để gia công thực hiện bởi rôbốt R gắn liền với máy M hoặc tay máy T.

Chi tiết gia công xong cũng như phôi được đặt trên những giá đỡ di động, trên băng tải, máng dẫn, phu... đảm bảo sự dịch chuyển của chúng theo nguyên tắc trọng lực.

b. Nhóm máy có dao quay

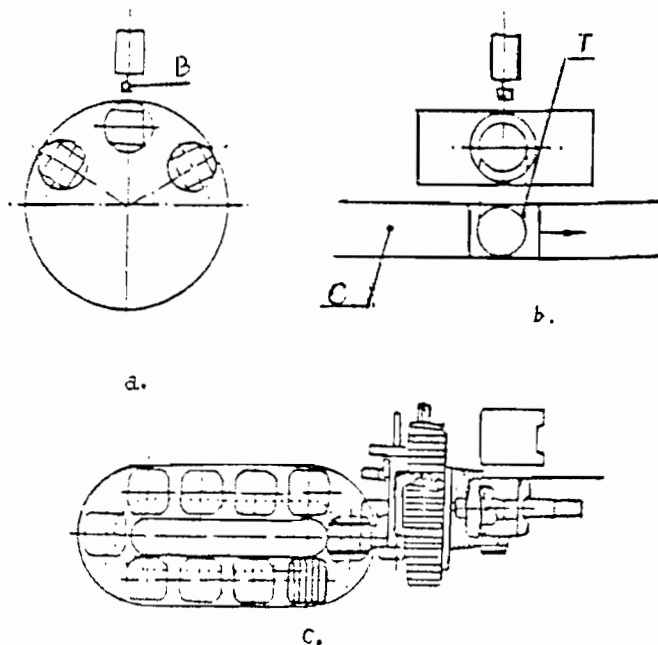
Phôi được gá cố định trên các bàn gá chuẩn (gọi là palette - hình 9.13). Chúng được đặt lên băng tải và di động để chuyển giao tự động cho bàn máy. Việc chuyển giao giữa băng tải và bàn máy này cũng được thực hiện bằng rôbốt. Hình 9.13a giới thiệu một hệ thống chuyển giao của bàn gá quay chuẩn, hình 9.13b là hệ thống băng tải hoặc xe dẫn hướng và đổi palette, chuyển giao cho các trung tâm gia công.



a. băng tải, b. tải con lăn

A. chi tiết cấp vào, B. tay máy, E. chi tiết đi ra, M. máy, P. chi tiết, R. rôbốt

Hình 9.12. Hệ thống cấp chi tiết



*a. chuyển giao bằng bàn quay, b. chuyển giao bằng băng tải hoặc xe dẫn hướng,
c. chuyển giao cho trung tâm gia công*
B. trục chính, C. băng tải, T. đổi bàn gá (Pallett)

Hình 9.13. Hệ thống chuyển giao bàn gá (Pallett)

9.2.5. Quá trình bôi trơn, làm nguội, làm sạch

Việc cung cấp dung dịch trơn nguội, bôi trơn, làm nguội đều được thực hiện trong chương trình điều khiển tùy theo bước, nguyên công...như những dữ liệu công nghệ khác.

Quá trình làm sạch thường được thực hiện tự động tại các thời điểm thích hợp như khi đổi dao, đổi gá lắp, đổi bàn chuẩn ...

Máy CNC thường được trang bị hệ thống tự động lấy phoi, lấy các phế thải, phế liệu ... không cần dùng đến sức lao động nặng nhọc của con người.

9.3. MÃ HOÁ

9.3.1. Dữ liệu chương trình

Chương trình gia công được thiết lập và quản lý theo tiêu chuẩn CODE ISO 6983 gồm :

- Dữ liệu hình học dùng xác định toạ độ gốc, toạ độ điều chỉnh, kích thước, hình*

dáng dụng cụ cắt (L, ϕ ...), vị trí của dao so với biên dạng chi tiết gia công, kiểu nối suy...

b. *Dữ liệu hỗ trợ* gồm chu kỳ gia công, các kích thước, thời điểm dừng để kiểm tra, điều chỉnh, chọn dao...

c. *Dữ liệu kỹ thuật xác định các điều kiện gia công* như tốc độ quay trục chính, tốc độ chạy dao, chế độ bôi trơn, làm nguội ...

9.3.2. Mã hoá

Mã hoá tín hiệu là phương pháp chuyển đổi các số liệu thực hiện lệnh điều khiển thành các tín hiệu và ngược lại. Quá trình mã hóa này có thể thực hiện ngoài máy nhờ kỹ thuật tin học - lập trình.

Thông tin được lưu trữ trên các băng đục lỗ, băng từ, đĩa từ (đĩa mềm 5.25 hoặc 3.5 inch, CD-ROM ...), bộ nhớ máy tính... Việc chuyển đổi thông tin điều khiển sang một hệ thống tín hiệu gọi là quá trình mã hoá và ngược lại là giải mã.

•	•	•	+	•	+	•	•	•	•	•	+	•	+
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0

$$1.2^{13} + 1.2^{12} + 1.2^{11} + 0.2^{10} + 1.2^9 + 0.2^8 + 1.2^7 + \\ + 1.2^6 + 1.2^5 + 1.2^1 + 1.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 0.2^0 \\ = 1110101111010 = 15098$$

a.

(14 vị trí)

$10^1 10^3 10^2 10^1 10^0 N^0$

+	+	•	+	+	0
•	+	+	+	+	1
+	+	+	+	+	2
+	+	+	+	+	3
+	+	+	+	+	4
+	•	+	+	+	5
+	+	+	+	+	6
+	+	+	+	+	7
+	+	+	+	•	8
+	+	+	•	+	9
1	5	0	9	8	

b.

(50 vị trí)

Hình 9.14. Hệ thập phân (a) và nhị phân (b)

Chìa khoá mã hay code mã hoá được quy định bởi tổ hợp chữ cái, con số, các dấu, các kí hiệu ... gọi là " code mã số - chữ cái " được trình bày dưới dạng con số gồm :

- *Hệ đơn nguyên (cơ số 1)* dùng duy nhất một ký hiệu là số 1 hoặc I (số La mã).

Ví dụ số 8 được ghi là 11111111 (hoặc IIIIIIII). Hệ này đơn giản, nhưng khó ghi chép, dễ nhầm lẫn khi đếm ... (hệ đếm cổ điển của người cổ đại, kiểm phiếu bằng tay ...).

- *Hệ thập phân (cơ số 10)* dùng 10 ký hiệu là 0, 1, 2, ..., 9, được ghi tổng quát dưới dạng lũy thừa cơ số 10 nhân với hệ số a (có thể có 10 giá trị, từ 0 đến 9) :

$$S = a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0$$

$$\text{Ví dụ: } 10598 = 1 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0$$

$$a = 1, 5, 0, 9, 8$$

Hệ này quen dùng vì rất gọn, dễ ghi chép, dễ đo đếm nhưng không thuận tiện khi áp dụng kỹ thuật tính toán, chỉ dùng được cho những chương trình đơn giản (công tắc, ổ cắm, cử hành trình ...).

- Hệ nhị phân (cơ số 2) dùng hai số 0 và 1 để biểu diễn, xếp theo thứ tự nhất định.

Số tổng là tổng các lũy thừa cơ số 2 nhân với các hệ số a tương ứng.

$$S = a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0$$

$$\text{Ví dụ: } 26 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 11010$$

$$a = 1, 1, 0, 1, 0$$

Hệ này sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật tính toán vì mọi con số chỉ dùng 2 ký hiệu: 0 và 1 (không và có), nó phù hợp với tính chất vật lý trong kỹ thuật là không có điện hoặc có điện, mở mạch hay đóng mạch, rơ le ngắt hay đóng, không nhiễm từ hoặc nhiễm từ, không có lỗ hoặc có lỗ, tối hoặc sáng... Với những phần tử hai trạng thái, kết cấu đơn giản, đo tin cậy cao, ổn định, tiết kiệm phương tiện kỹ thuật...

Hình 9.14 biểu diễn số 15098 lên bảng hay bìa. Với hệ thập phân cần 50 vị trí, với hệ nhị phân chỉ cần 14 vị trí là đủ.

- Sự biến đổi qua lại giữa hệ thập phân và nhị phân (có thể dùng bộ mã hóa và bộ giải mã).

+ Biến đổi một số từ hệ thập phân sang hệ nhị phân : ta chia số thập phân cho 2 liên tục để lấy các số dư. Nếu phép chia hết thì số dư là 0, nếu chia không hết thì số dư là 1 và xếp các số 0 và 1 theo thứ tự thành một dãy số cơ số 2 biểu diễn cho con số có cơ số 10.

Ví dụ chuyển số 137 thành hệ nhị phân, ta chia liên tục cho 2 để tìm số dư :

$$\text{Số bị chia: } 137 \quad 68 \quad 34 \quad 17 \quad 8 \quad 4 \quad 2 \quad 1 \quad 0 \quad (\text{chia cho } 2)$$

$$\text{Số dư: } 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1$$

Viết các số dư này theo thứ tự ta được số 137 cơ số 10 biểu diễn theo cơ số 2 là :

$$137 \text{ (cơ số 10) } = 10010001 \text{ (cơ số 2)}$$

+ Biến đổi số của hệ nhị phân thành hệ thập phân được thực hiện theo quá trình ngược lại.

$$\text{Ví dụ: } 11111 = 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 63$$

$$\text{Vậy } 11111 \text{ (cơ số 2) } = 63 \text{ (cơ số 10)}$$

$$\text{và } 101001 \text{ (cơ số 2) } = 32 + 0 + 8 + 0 + 0 + 1 = 41 \text{ (cơ số 10)}$$

- Các phép tính số học nhị phân cũng dựa vào nguyên tắc chung (giống như hệ thập phân) :

$$+ \text{ Cộng: } 0 + 0 = 0; \quad 0 + 1 = 1; \quad 1 + 0 = 1; \quad 1 + 1 = 10$$

+ Trừ : $0 - 0 = 0$; $1 - 0 = 1$; $1 - 1 = 0$; $10 - 1 = 1$

+ Nhân : $0 . 0 = 0$; $0 . 1 = 0$; $1 . 0 = 0$; $1 . 1 = 1$

Vậy biểu diễn số 15098 :

+ Hệ thập phân cần 10 con số (từ 0 đến 9) và 5 bậc lũy thừa (từ 0 đến 4)

+ Hệ nhị phân chỉ cần 2 con số (0 và 1) với 14 bậc lũy thừa (từ 0 đến 13).

Các hệ cơ số khác (hệ cơ số 4, 5, 8...) cũng tính toán tương tự nhưng ít được sử dụng.

Nhờ khả năng chính xác hoá cao bởi sự phân biệt hai trạng thái đối lập mà hệ nhị phân được ứng dụng hoàn toàn thích hợp với các kỹ thuật đo lường, tính toán, điều khiển ...

Về phần từ cấu trúc, nhiều thiết bị chỉ gồm 2 trạng thái hoạt động, biểu diễn dưới dạng nhị phân rất đơn giản 0 / 1 (N / Y) : không / có , sai / đúng , tối / sáng , ngắt / đóng , không áp suất / có áp suất , rời nhau / gặp nhau ... nên làm việc rất an toàn, độc lập với ảnh hưởng của môi trường bên ngoài.

9.3.3. CODE ISO

Bảng 9.2. CODE ISO

Vị trí trên bảng			8	7	6	5	4		3	2	1
Số TT	Tên chức năng - Kí hiệu	Kí tự	Hệ thống mã hiệu								
1	Bắt đầu chương trình, dừng, trở về	%	•		•			.	•		•
2	Dấu +	+			•		•	.		•	•
3	Dấu -	-			•		•	.	•		•
4	Số	0			•	•		.			
5		1	•		•	•		.			•
6		2	•		•	•		.		•	
7		3	•		•	•		.		•	•
8		4	•		•	•		.	•		
9		5			•	•		.	•		•
10		6			•	•		.	•	•	
11		7	•		•	•		.	•	•	•
12		8	•		•	•	•	.			
13		9			•	•	•	.			
14	Tọa độ gốc, quay quanh trục x	A		•				.			•
15	Tọa độ gốc, quay quanh trục y	B		•				.		•	

16	Tọa độ góc, quay quanh trục z	C	•	•						•	•
17	Tọa độ góc, tốc độ chạy dao thứ 3	D		•					•		
18	Tọa độ góc, tốc độ chạy dao thứ 2	E	•	•					•		•
19	Tốc độ chạy dao. Dừng tạm thời	F	•	•					•	•	
20	Chức năng chuẩn bị	G		•					•	•	•
21	(Không dùng)	H		•			•				
22	Tọa độ x tâm cung tròn - nội suy	I	•	•			•				•
23	Tọa độ y tâm cung tròn - nội suy	J	•	•			•			•	
24	Tọa độ z tâm cung tròn - nội suy	K		•			•			•	•
25	(Không dùng)	L	•	•			•		•		
26	Chức năng hỗ trợ (phụ trợ)	M		•			•		•		•
27	Số thứ tự câu lệnh	N		•			•		•	•	
28	(Không dùng)	O	•	•			•		•	•	•
29	Chuyển động song song với x	P		•		•					
30	Chuyển động song song với y	Q	•	•		•					•
31	Chuyển động // với z (hoặc thứ 1)	R	•	•		•				•	
32	Tốc độ quay của trục chính	S		•		•				•	•
33	Chức năng dừng cụ cắt	T	•	•		•			•		
34	Chuyển động thứ hai // với trục x	U		•		•			•		•
35	Chuyển động thứ hai // với trục y	V		•		•			•	•	
36	Chuyển động thứ hai // với trục z	W	•	•		•			•	•	•
37	Chuyển động chính // với trục x	X	•	•		•	•				
38	Chuyển động chính // với trục y	Y		•		•	•				
39	Chuyển động chính // với trục z	Z		•		•	•			•	
40	Phân nhánh chương trình	:				•	•	•		•	
41	Nhảy đến khối chọn (bloc)		•			•			•	•	•
42	Quay xe dao trở về - CR		•					•		•	•
43	Kết thúc bloc - xuống dòng - LF							•			•
44	Bắt đầu đoạn chú thích	(				•		•			
45	Kết thúc đoạn chú thích	)	•			•		•			•
46	Ký tự trống (khoảng trống) SP		•			•					
47	Kết thúc băng - XOFF		•			•				•	•
48	Ngừng - HT							•			•
49	Hủy (xóa) - DEL		•	•	•	•	•		•	•	•
50	Không đọc lỗi - NUL										

Bang 9.3. Chức năng chuẩn bị G (chủ yếu)

CODE	Hủy lẫn nhau	C h ứ c n ă n g
G00	G1 - G2 G3 - G33	Định vị. Nói suy tuyến tính khống chế giữa các trục lập trình. F không có G00 nhưng có G1, G2, G3
G01	G0 - G2 G3 - G33	Nội suy tuyến tính khống chế giữa các trục Chuyển dịch theo tốc độ của chương trình
G02	G0-G1-G3-G33	Nội suy phi tuyến, hướng ngược chiều kim đồng hồ
G03	G0-G1-G2-G33	Nội suy phi tuyến theo chiều kim đồng hồ
G04	Kết thúc bloc	Dừng tạm thời. Thời gian F22 (lập trong một bloc)
G09	Kết thúc bloc	Giảm tốc độ. Kết thúc chuyển động
G25		Giới hạn tốc độ S4 (vòng / phút) V _c (G96)
G33	G0 - G1 G2 - G3	Xích cắt ren bước tiêu chuẩn sử dụng các địa chỉ X, Z, I, K, P, R, F, S
G40	G41 - G42	Loại (hủy) sự điều chỉnh bán kính dụng cụ. G40 kèm G41 và G42, đi cùng với M0, M1, M6, M2.
G41	G40 - G42	Điều chỉnh bán kính dụng cụ (profil trái)
G42	G40 - G41	Điều chỉnh bán kính dụng cụ (profil phải)
G70	Kết thúc	Chương trình kích thước tuyệt đối so với gốc tọa độ
G75	G76	Định nghĩa chương trình con (macro) liên hệ với "H"
G76	Kết thúc	Kết thúc Macro
G77	Kết thúc	Lập lại macro liên hệ với "H" và S
G78	Kết thúc	Xóa (hủy) macro liên hệ với "H"
G80	G	Hủy chu kỳ gia công cắt gọt
G83	G80	Khoan lỗ thông : trục X liên hệ với X và P trục Z liên hệ với Z và R
G84	G80	Chu kỳ gia công thô chiều sâu cắt t theo X, R theo Z
G85	G80	Chu kỳ gia công tinh theo profil gia công thô G84, liên kết với G41 hoặc G42
G86	G80	Chu kỳ gia công tinh ngược với profil gia công thô G84, liên kết với G41 hoặc G42
G87	G80	Chu kỳ gia công rãnh. Bước chênh lệch P (trục X) , R (trục Z). Đường dụng cụ T0 _i ; T0 _j
G90	G91	Chương trình kích thước tuyệt đối - tọa độ gốc chương trình
G91	G90	Chương trình kích thước tương đối - tọa độ điểm bắt đầu bloc

G92		Thay đổi góc tọa độ (cho 1 bloc) so với góc xuất phát
G94	G95 - G98	Tốc độ chạy dao mm / ph (F4)
G95	G94 - G98	Tốc độ chạy dao mm/vòng ($n_{max} = 6000$ vòng / ph)
G96	G97	$V_{cắt}$ không đổi. S4 tốc độ cắt (m / ph) $X \pm 5.3$. Vị trí dụng cụ tại điểm xuất phát, V_c
G97	G96	Tốc độ quay trục chính (vòng / ph) (S4)
G98	G94 - G95	Tốc độ chạy dao 0,1mm / ph (F3.1)

Bảng 9.4. Chức năng hỗ trợ M

Code	Hủy	Hiệu quả			Ghi chú
		Bắt đầu	Kết thúc	Một bloc	
	Tác dụng chu kỳ		X	X	Dừng chương trình, cắt chu kỳ, kết thúc bloc, dừng trục chính, tuổi dụng dịch (M05 và M09)
M01	Chu kỳ		X	X	Ngừng chọn M1 sáng (M00)
M02	Bắt đầu (% , EOR)		X	X	Dừng chương trình
M03	M4 M5 M00	X			Trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ (âm -)
M04	M3 M5 M00	X			Trục chính quay cùng chiều kim đồng hồ (dương +)
M5	M3 M4		X		Dừng trục chính
M6	Tính	X		X	Thay dao (nếu bằng tay M00)
M7	M9 M00	X			Tuổi dụng dịch N° 2
M8	M9 M00	X			Tuổi dụng dịch N° 1
M9	M7 M8		X		Ngừng tuổi dụng dịch N°1 N° 2
M40 ÷ , M47		X			8 gam tốc độ trục chính
M48	M49			X	Tăng lượng chạy dao và tốc độ
M49	M48	X			Giảm lượng chạy dao và tốc độ

Các chức năng khác không tác động trực tiếp vào quá trình điều khiển mà có thể truyền thẳng vào các thiết bị phản hồi (Interface) dưới dạng CODE DBC.

9.4. CÁC CHỨC NĂNG ĐIỀU KHIỂN

9.4.1. Định dạng một Bloc

Định dạng một bloc gồm phần chữ và số, thứ tự phân bố sao cho đơn giản nhất, số 0 bên trái có thể bỏ qua. Ví dụ :

N4 : Số thứ tự

X8, Y8, Z8 : Chuyển động chính theo
các trục

U8, V8, W8 : Chuyển động song song
với các trục

A8, B8, C8 : Góc quay xung quanh
các trục

I8, J8, K8 : Tọa độ tâm đường cong

F4 : Tốc độ chạy dao

S4 : Tốc độ quay trục chính

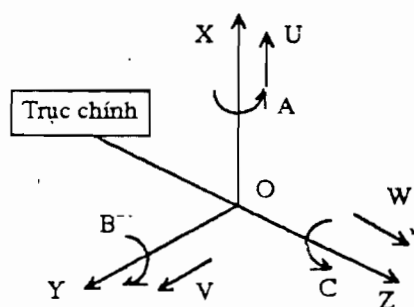
T4 : Số thứ tự dụng cụ cắt

L : Điều chỉnh chiều dài dụng cụ

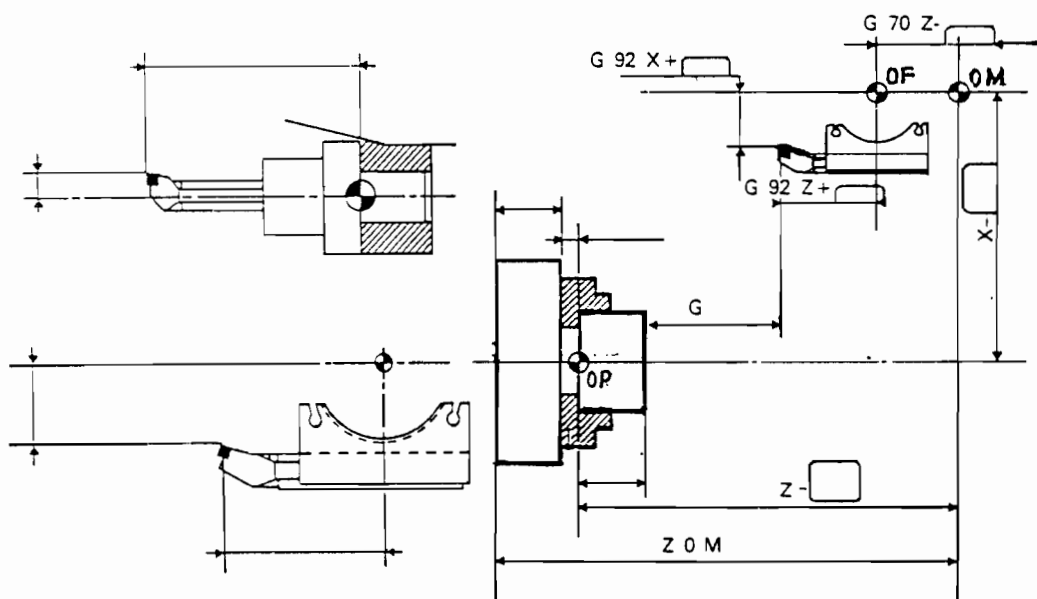
D, E : Tọa độ góc đặc biệt, lượng chạy dao thứ 3, thứ 2 hoặc các thông số

H : Dừng tạm thời hoặc khoan thủng

M2 : Chức năng hỗ trợ (nhiều nhất là 3 trong 1 bloc logic)



Hình 9.15. Hệ tọa độ chuẩn



Hình 9.16. Hệ tọa độ OP - OM - OF

9.4.2. Hệ trục tọa độ

- *Tọa độ chuẩn* (hình 9.15) là hệ trục tọa độ vuông góc X,Y,Z trong đó Z - trục chính.

Ví dụ : Hệ tọa độ X, Y, Z sau đó là A, B, C ; U, V, W.

Hình 9.16 giới thiệu ví dụ hệ tọa độ OP - OM - OF.

- *Gốc tọa độ* (hình 9.17) là chuẩn kích thước, thường chọn G90, G91, G70.

Tọa độ gốc bắt đầu đo kích thước tuyệt đối hoặc tương đối (trực tiếp, gián tiếp).

+ *Gốc tọa độ đo OM :*

Giá trị đo kích thước tuyệt đối - G90 (hình 9.17a) xác định bởi vị trí cơ học của Capteur.

Giá trị đo tương đối - G91, gốc là điểm xuất phát của người thiết kế (hình 9.17b).

+ *Gốc tọa độ chi tiết OP*

Gốc tọa độ chuẩn không gian ba chiều do người lập trình xác định, độc lập với hệ thống đo OM.

+ *Gốc tùy chọn OF* dùng thay đổi từng phần chi tiết (G92 cho phép chuyển đổi).

Sự thay đổi ngược lại (G91) qua G90 bằng chương trình thay đổi gốc : G90, G92, X0, Y0 .

9.4.3. Chức năng chính (chuẩn bị) G

- *Chương trình tuyệt đối G90* tập hợp những kích thước chế tạo xuất phát

từ một gốc chuẩn để đo những chuyển đổi tuyệt đối : x, y, z (μm).

- *Chương trình tương đối G91* dùng kích thước ghi nối tiếp.

- *Thông số làm việc (chế độ cắt)* - hình 9.18

+ Lượng chạy dao :

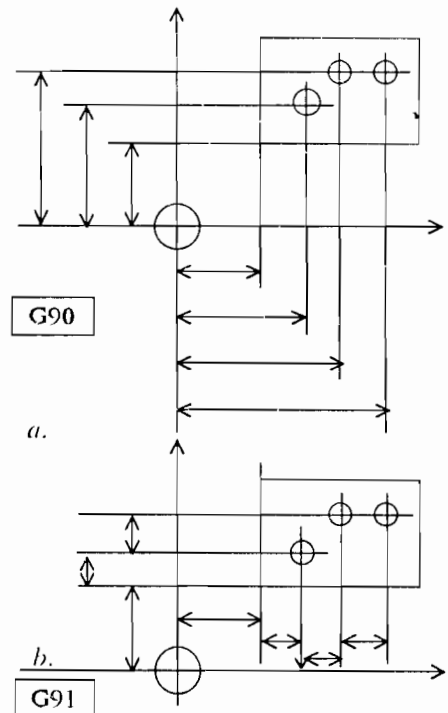
G94 F ... mm / ph

G95 F ... mm / vòng

+ Tốc độ cắt :

G96 X ... S ... m/ph, bán kính X

G97 S ... vòng / ph



Hình 9.17. Gốc tọa độ

+ Giới hạn tốc độ cắt
(đảm bảo an toàn)
G25 S ... vòng / phút
S - địa chỉ số vòng quay
F - địa chỉ lượng chạy dao
H - địa chỉ dừng tạm thời
L - điều chỉnh chiều dài
dụng cụ cắt

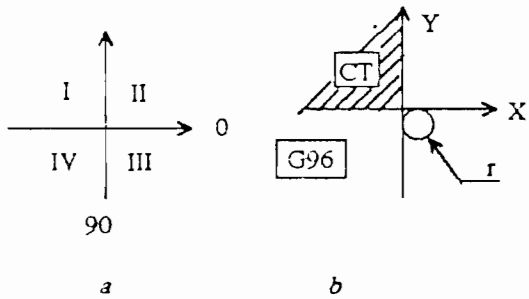
T - chọn dụng cụ

G96 : $V_c = C (V_c)$ xác định theo bán kính $X = C$ ngay cả khi nó thay đổi. Khi X giảm thì n tăng. Giới hạn đó được xác định bởi G25 S ...

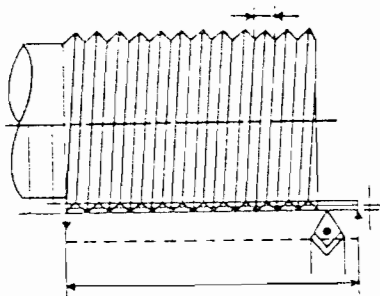
G04 : ngừng tạm thời (bẻ phoi)

G09 : tăng tốc độ, chuyển động

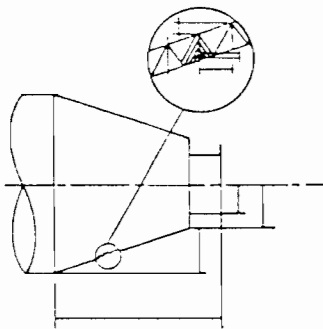
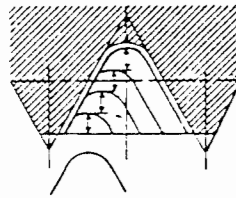
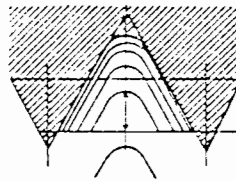
G83 : khoan, chiều sâu cắt t (Z8), khoét thùng (R8)



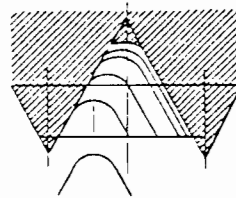
Hình 9.18. Góc và chức năng điều chỉnh



G33



G34
G35



Hình 9.19. Định dạng khi cắt ren

G84 : gia công mặt đầu, chiều sâu cắt t (P8), đường kính (R8)

G80 : bù trừ chu kỳ

G40 : cơ cấu điều chỉnh

9.4.4. Định dạng cắt ren (hình 9.19)

N4 G33 X±8 Z±8 K6 (hoặc I6) P ± 8 R8 F ± 8 S2

N - số thứ tự câu lệnh

X,Y - toạ độ

K, I - chiều lên Z, X

P - điều chỉnh bước

R - giữ , dừng

F - chiều sâu cắt mỗi bước

S - số lần cắt

G33 - macro cắt ren trụ

G34 - macro cắt ren côn tăng dần

G35 - macro cắt ren côn giảm dần

9.4.5. Nội suy

a. Nội suy mặt phẳng (hình 9.20)

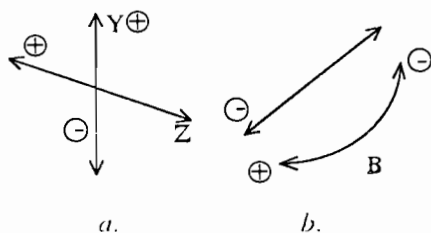
CODE G02 và G03

G13 - chọn mặt phẳng YB

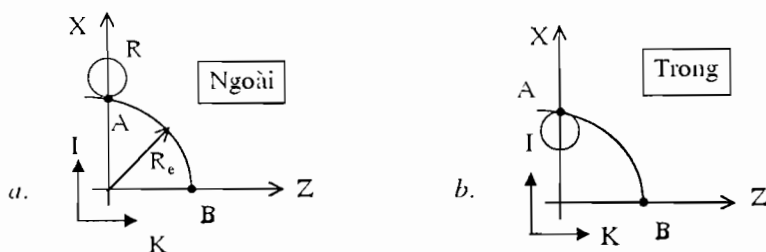
G17 - chọn mặt phẳng XY I//X

G18 - chọn mặt phẳng XZ J//Y

G19 - chọn mặt phẳng YZ K//Z



Hình 9.20. Nội suy mặt phẳng



Hình 9.21. Nội suy đường tròn

a. Nội suy đường tròn (hình 9.21)

G02 - nội suy theo chiều kim đồng hồ

G03 - nội suy ngược chiều kim đồng hồ

X,Y,Z - toạ độ các điểm đến của cung tròn

I, J, K - toạ độ tương đối tâm cung tròn so với điểm bắt đầu

G02 X±8 Z±8 I±8 K±8

Ví dụ, từ A đến B:

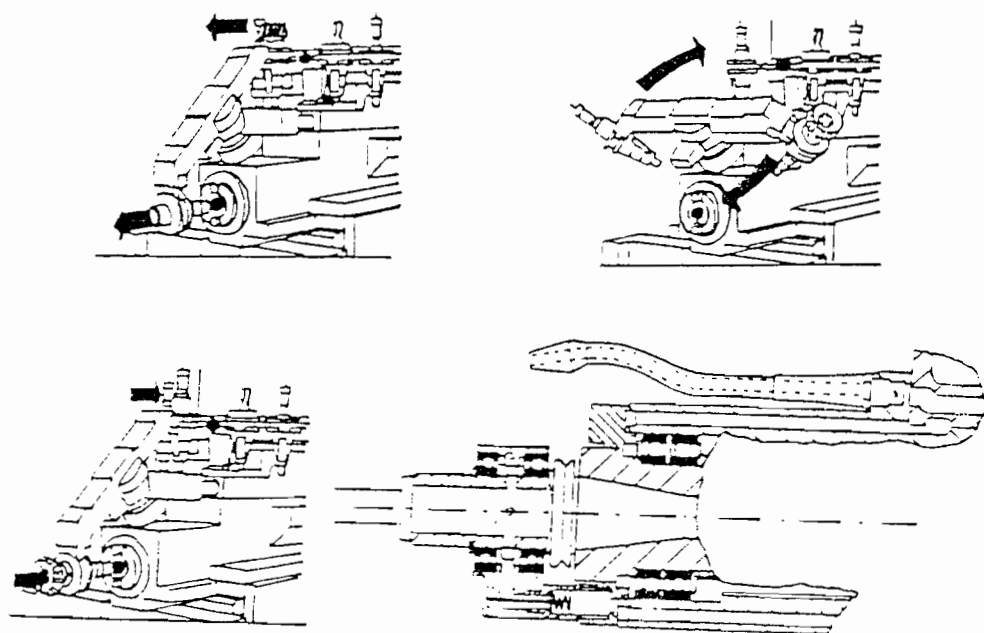
Gia công mặt ngoài (ngoại tiếp), hình 9.21a $K = 0, I = -(R + R_c)$

Gia công mặt trong (nội tiếp), hình 9.21b $K = 0, I = -(R - R_c)$

9.4.6. Chu kì cắt ren bằng tarô (hình 9.22)

		<u>Ghi chú</u>	
G81 XY ER Z F Khoan, lấy dấu			Chạy nhanh
G82 XY ER Z EF Khoan, khoét, vát (EF 2.2 → 99.99s)			Cắt
G83 XY ER Z EF PQR Bẻ phoi, khoét			Dừng
G83 Z8 PQR8 G87 XY PQF Z EF			Quay ngược
G83 G04 như trên với dừng tạm thời			Ngừng quay
G84 XY ER Z F Tarô			G83 - quay trục chính
G85 XY ER Z F Doa, cắt rãnh			Z8 - khoan chiều sâu
G86 XY ER Z F Doa bằng mũi doa			R8 - Khoan thùng
G89 XY ER Z F EF Khoét, doa, cắt rãnh, khò mặt			ER - Dừng
			F = S.bước

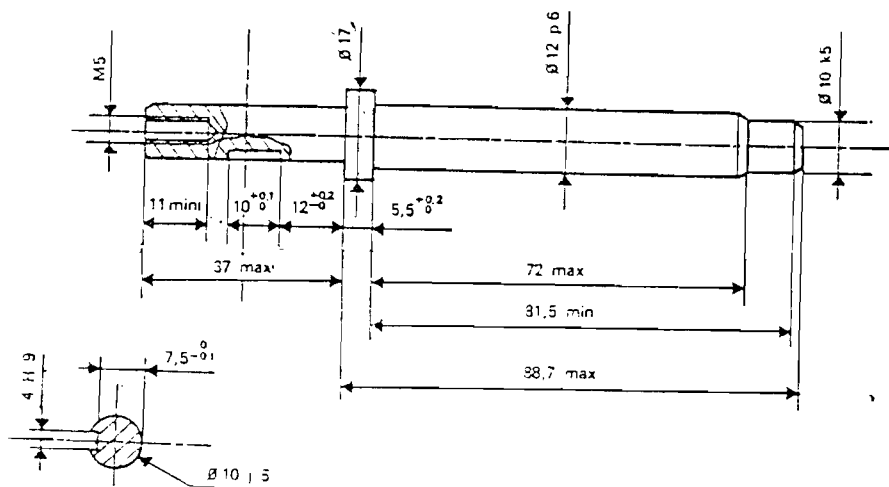
Hình 9.22. Chu kì tarô



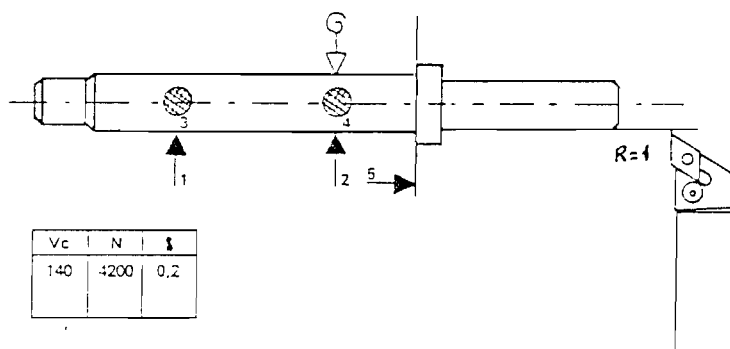
Hình 9.23. Ví dụ chức năng hỗ trợ

9.4.7. Chức năng hỗ trợ M

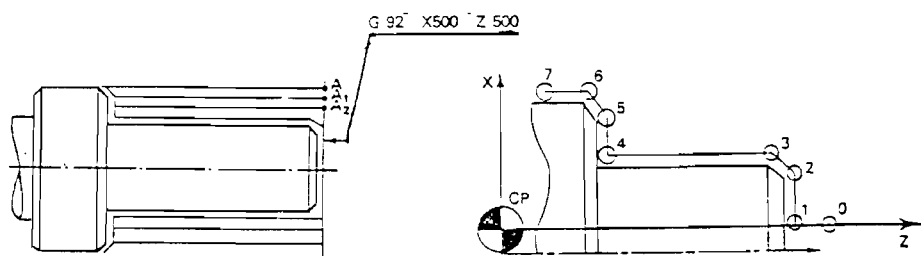
- M00 - dừng chương trình (kiểm tra)
 - M01 - dừng chọn (khi điều chỉnh)
 - M02 - kết thúc chương trình
 - M03 - quay trục chính theo chiều kim đồng hồ
 - M04 - quay trục chính ngược M03
 - M05 - dừng quay trục chính
 - M06 - thay dụng cụ
 - M07 - mở dung dịch trơn nguội N°2
 - M08 - mở dung dịch trơn nguội N°1
 - M09 - ngừng tưới dung dịch trơn nguội
 - M13 - quay trục chính theo chiều kim đồng hồ và tưới dung dịch trơn nguội
 - M14 - quay trục chính ngược chiều kim đồng hồ, tưới dung dịch trơn nguội
 - M30 - kết thúc chương trình và quay trở lại vị trí đầu chương trình
 - M48 - giảm cường độ hoạt động của lượng chạy dao và quay trục chính
 - M49 - hoạt động phù hợp với lượng chạy dao và quay trục chính
- Hình 9.23 giới thiệu vài ví dụ về chức năng hỗ trợ.



Hình 9.24. Bản vẽ chi tiết trục rôto 25



Vc	N	s
140	4200	0,2



Hình 9.25. Bản vẽ công nghệ và sơ đồ quỹ đạo

9.5. CHƯƠNG TRÌNH GIA CÔNG VÀ ỨNG DỤNG

9.5.1. Nguyên công tiến

Ví dụ : Lập chương trình gia công trục roto 25.

a. Nhiệm vụ

Chọn dụng cụ, cơ cấu điều chỉnh dụng cụ, n, Vc, dung dịch trơn nguội, vị trí dụng cụ (μm), tọa độ (X, Z), quỹ đạo dao, bán kính mũi dao ...

b. Bản vẽ chi tiết (hình 9.24)

c. Bản vẽ công nghệ - sơ đồ và quỹ đạo (hình 9.25)

d. Xác định tọa độ mũi dao (hình 9.26)

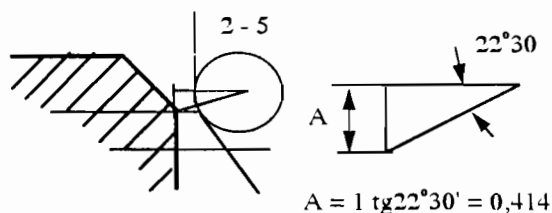
e. Điều chỉnh dao. Phần hình trụ dùng hai cơ cấu để loại sai số độ côn (từ điểm 3 bắt đầu quỹ đạo, đến điểm 4 kết thúc quỹ đạo).

g. Gia công thô

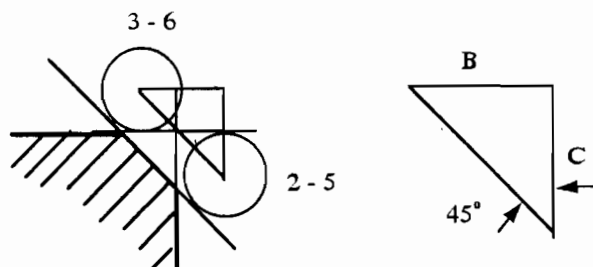
Lượng ăn tới 0,5 (G92 X500 Z500), bắt đầu từ A, khi kết thúc lùi dao nhanh đến A₁ sau đó đến A₂ ..., hủy G80, chiều sâu cắt t theo tọa độ P.

h. Gia công tinh

Điểm	X	Y
0	0	45500
1		42500
2	3586	
3	5002	40914
4		5500
5	7986	
6	8500	3914
7		1000



$$\begin{aligned} B &= C \\ C &= X_3 - X_3 \\ C &= X_6 - X_5 \\ C &= 1,586 \\ B &= 1,586 \end{aligned}$$

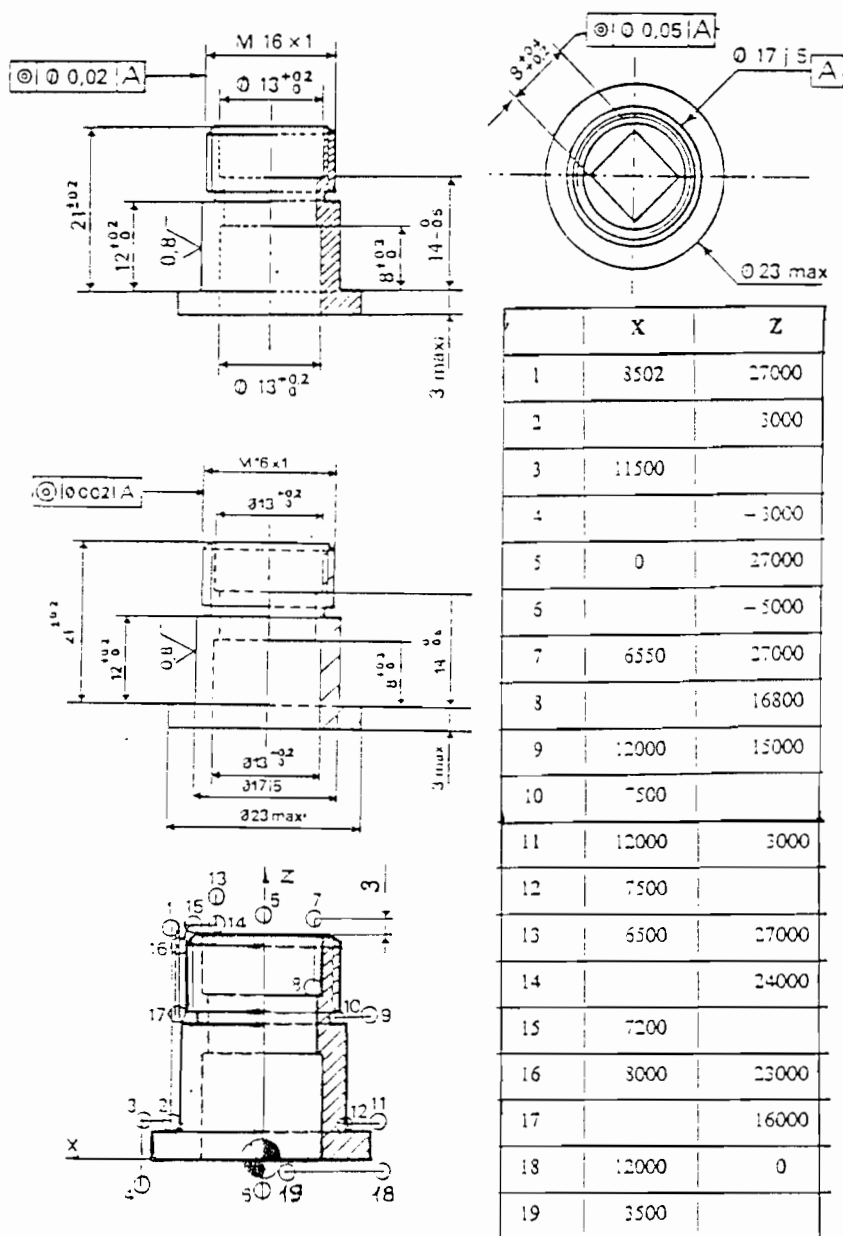


Hình 9.26. Sơ đồ xác định tọa độ quỹ đạo dao

i. Chương trình gia công thô, bán tinh, cơ cấu điều chỉnh (bảng 9.5)

Bảng 9.5. Chương trình gia công trục roto

Số TT	Chức năng				Chú giải
%					Bắt đầu chương trình
N10	G00	G70	X0	Z00	Dao số 1, cơ cấu điều chỉnh 1
N20	T01-01 M6				
N30	G30	G97	S2000	M3 M40	V _c , n
N40	G95	F500	M8		Luồng chạy dao S, tuổi dụng dịch
N50	G92	X500	Z500		Góc chiều sâu cắt
N60		X8500	Z45500		Điểm định vị
N70	G84	P1000			Gia công thô t = 1 mm
N80		X0	Z45500		Điểm N°0
N90			Z45500		Điểm N°1
N100		X3586			Profil điểm N°2
N110		X5002	Z40914		Điểm N°3
N120			Z5500		Điểm N°4
N130		X7986			Điểm N°5
N140		X8500	Z3914		Điểm N°6
N150			Z1000		Điểm N°7
N160	G80	X8500	Z45500		Ngừng
N170			S2500		V _c , S gia công bán tinh
N180	F300				Góc gia công bán tinh
N190	G92	X200	Z0		Điểm định vị
		X8500	Z45500		
N200	G42	G86			Điều chỉnh 01, gia công bán tinh
N210	G40	G80	X8500	Z45500	Hủy điều chỉnh và chu kỳ
N220			S4200	F200	V _c , S gia công tinh
N230	G92	X0	Z0		Góc gia công tinh
N240	G1	G42	X3586	Z42500	Nội suy tuyến tính, điều chỉnh 2
N250			X5002	Z40914	Profil điểm 3
N260			T0102		Gọi điều chỉnh 2 (sai số độ còn)
N270			Z5500		Profil điểm 4
N280			X7986		Profil điểm 5
N290	G0	G40	X10000		Hủy điều chỉnh (profil ngoài)
N300			M05	M09	Dừng trục chính và dụng dịch
N310	G70	X0	Z0		Trở về gốc
N320			M2		Kết thúc



Hình 9.27. Ổng nối và sơ đồ xác định tọa độ của quỹ đạo dao khi gia công

9.5.2. Gia công ống nối

Hình 9.27 giới thiệu bản vẽ chi tiết (ống nối), bản vẽ công nghệ, sơ đồ quỹ đạo của dao khi gia công và các giá trị tọa độ tính toán. Hình 9.28 là chương trình gia công ống nối và sơ đồ các nguyên công

Chương trình gia công

%

N10 G0 G70 X0 Z0

N20 T1 O1 M6

N30 G97 S1200 M3 M40

(Dao, chế độ cắt)

N40 G95 F300 M8

N50 G92 X500 Z500

(Góc)

N60 X17000 Z27000

(Chuẩn)

N70 G84 P1000

(Gia công thô)

N80 X8502 Z27000

N90 Z3000

N100 X11500

(Mặt trụ)

N110 Z-3000

N120 X12000 Z27000

(Hủy)

N130 S1800 S200

(Chế độ cắt)

N140 G92 X0 Z0

N150 X12000 Z27000

N160 G42 G86

N170 G40 G80 X12000 Z27000

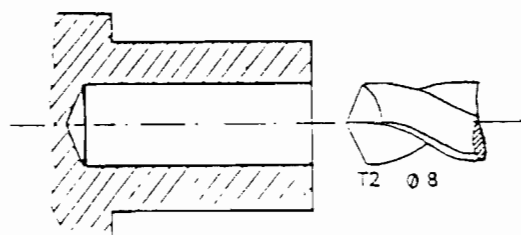
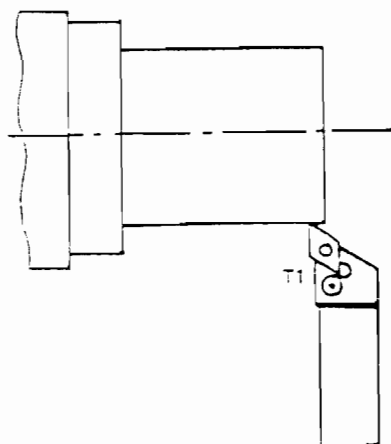
N180 M5 M9

N190 G70 X0 Z0

N200 T202 M6

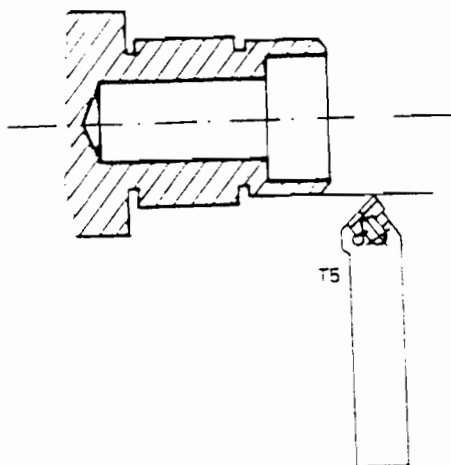
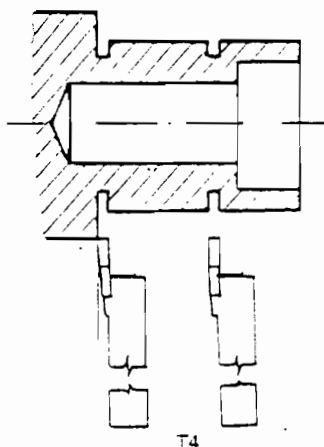
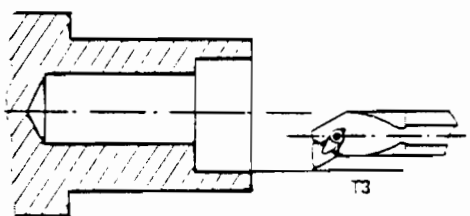
N210 G97 S1500 M3 M40

N220 G95 F80 M5



Hình 9.28 Chương trình gia công ống nối và sơ đồ nguyên công

N230 G41 X0 Z27000
 N240 Z-5000 R15000
 N250 G80 X0 Z27000
 N260 G40 X0 X27000
 N270 M5 M9
 N280 G G70 X0 Z0
 N290 T303 M6
 N300 G97 S1800 M3 M40
 N310 G95 F200 M5
 N320 G9 g41 X6550 Z27000
 N330 G1 Z16800
 N340 X6000
 N350 G G27000
 N360 G40 X6000 Z27000
 N370 M5 M9
 N380 G G70 X0 Z0
 N390 T404 M6
 N400 G97 S400 M3 M40
 N410 G95 F100 M8
 N420 G42 X12000 Z3000
 N430 G X12000 Z3000
 N440 G87 R12000
 N450 X7500
 N460 Z7500
 N470 G80 X12000 Z3000
 N480 G40 X12000 Z3000
 N490 M5 M9
 N500 G G70 X0 Z0
 N510 T505 M6
 N520 G97 S1500 M3 M40
 N530 G95 F200 M8
 N540 G42 X6500 Z27000
 N550 G X6500 Z27000
 N560 G1 G24000
 N570 X7200
 N580 X8000 Z23000



Hình 9.28 Chương trình gia công ống nối và sơ đồ nguyên công (tiếp theo)

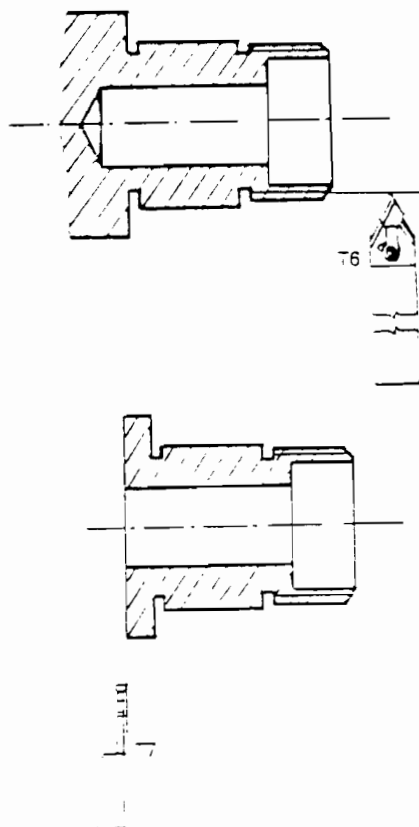
N590 Z16000
 N600 X12000
 N610 G40 X12000 Z16000
 N620 M5 M9
 N630 G G70 X0 Z0
 N640 T606 M6
 N650 G97 S800 M3 M8 M40
 N660 G X8000 Z25000
 N670 G33 Z-10000 K100 P-87
 R2000 F-150 S3
 N680 P-29 F-50 S1
 N690 P0 F0 S1
 N700 G80 X8000 Z25000
 N710 M5 M9
 N720 G G70 X0 Z0
 N730 T707 M6
 N740 G97 S400 M3 M40
 N750 G95 F100 M8
 N760 G42 X12000 Z0
 N770 G X12000 Z0
 N780 G1 X3500 M5 M9
 N790 G40 X12000 Z0
 N800 G G70 X0 Z0

(về gốc)

N810 M2

(Ngừng)

Kết thúc chương trình gia công



Hình 9.28 Chương trình gia công ống nối và sơ đồ nguyên công (tiếp theo)

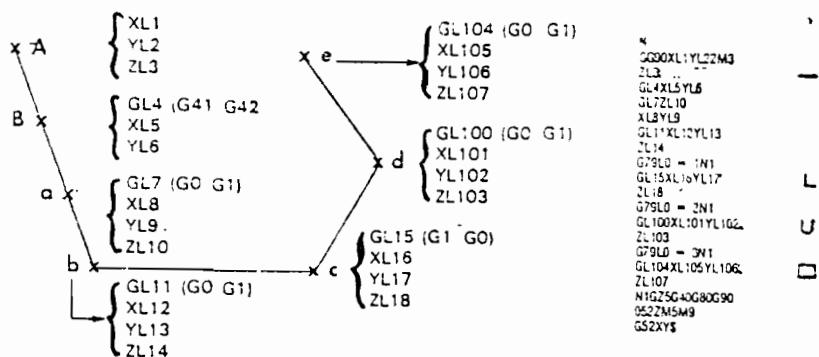
9.5.3. Chương trình phay

Hình 9.29 giới thiệu chương trình phay đường thẳng, phay dạng chữ L, phay dạng chữ U, phay dạng chữ nhật đường gấp khúc, đường khép kín v.v...

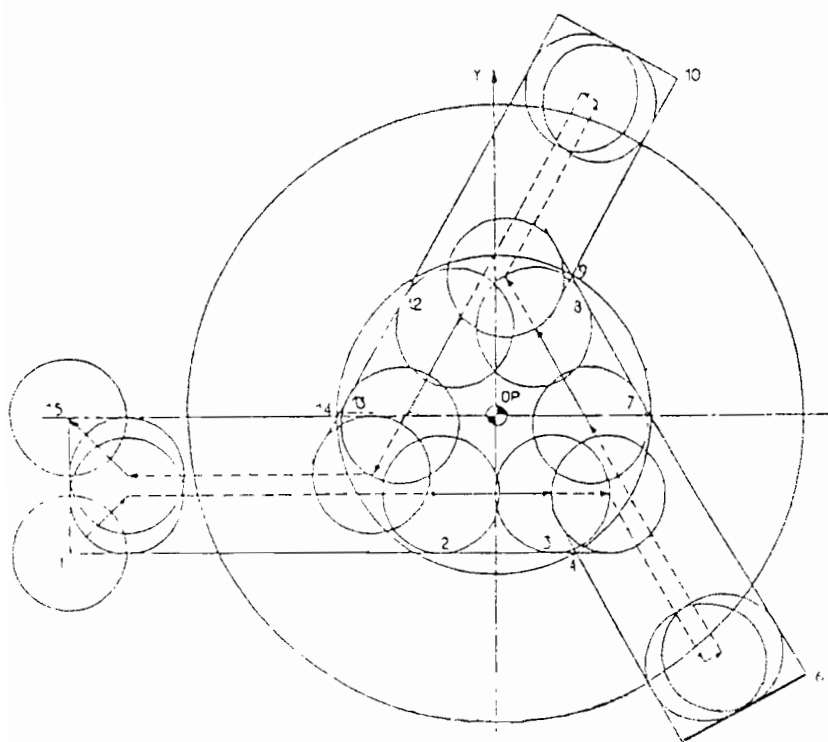
9.5.4. Chương trình phay rãnh mâm cặp

a. Bản vẽ sản phẩm (mâm cặp) giới thiệu trên hình 9.30.

b. Xác định quỹ đạo của dao phay và các điểm định vị (hình 9.31)

[illegible]

274



% 5300

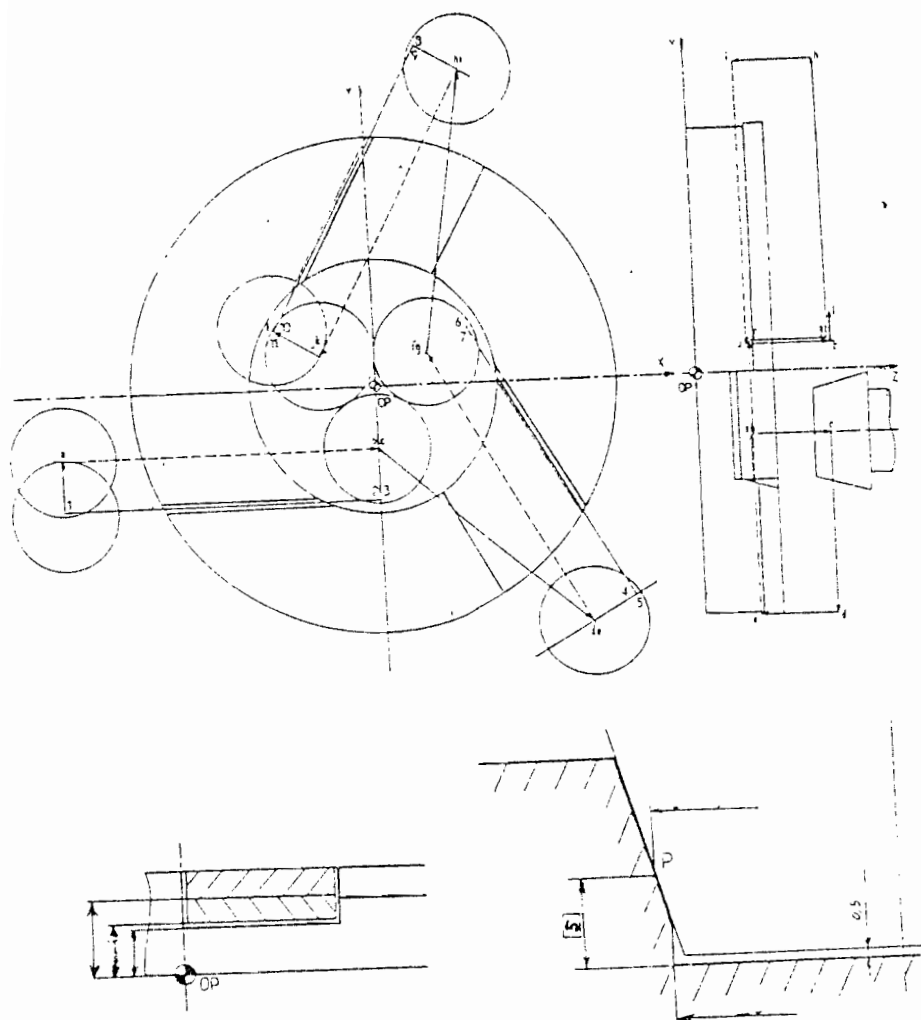
% 5400

Nº	X	Y
1	— 92	— 29,3
2	— 12	— 29,3
3	+ 12	— 29,3
4	+ 16,916	— 29,3
5	+ 40,5	— 70,148
6	+ 65,875	— 55,498
7	+ 31,375	+ 4,258
8	+ 19,375	+ 25,042
9	+ 16,916	+ 29,3
10	+ 40,5	+ 70,148
11	+ 15,125	+ 84,798
12	— 19,375	+ 25,042
13	— 31,375	+ 4,258
14	— 33,833	0
15	— 92	0

Nº	X	Y	Z
1	— 85	— 30	+ 9,75
2	0	— 30	+ 9,75
3	0	— 30	+ 30
4	+ 68,481	— 58,612	+ 30
5	+ 68,481	— 58,612	+ 9,75
6	+ 25,981	+ 15	+ 9,75
7	+ 25,981	+ 15	+ 30
8	+ 16,519	+ 88,612	+ 30
9	+ 16,519	+ 88,612	+ 9,75
10	— 25,981	+ 15	+ 9,75
11	— 25,981	+ 15	+ 30

Hình 9.31. Xác định quỹ đạo của dao phay và các chương trình con

c. Xác định tọa độ phay thô, phay tinh, phay mặt phẳng nghiêng 15° (hình 9.32)



Hình 9.32. Xác định tọa độ dao phay

d. Chương trình gia công (phay)

Chương trình chính

Chương trình con (Macro)

% 5200	% 5300
N5200 G16 R+ G17	N5300 G G90 X-92 Y-30 M3 M9
(Z+ tâm dụng cụ để điều chỉnh R)	N5302 Z L0
N5202 E60000 = -36800 (trên X)	N5304 G41 X-92 Y92.3 Điểm 1
N5204 E61000 = -26800 (trên Y)	N5306 G1 X-12 - 2
N5206 E62000 = -39800 (trên Z)	N5308 G0 X12 - 3
N5208 (phay thô, dao $\phi 25$)	N5310 G1 X16.916 - 4
N5210 E5005 = 13000 (điều chỉnh)	N5312 X14.5 Y-70.148 - 5
N5212 G77 H50 (gọi dụng cụ)	N5314 X65.875 Y-55.498 - 6 ,
N5214 L0 = 15.2 (chiều sâu cắt t)	N5316 X31.375 Y4.258 - 7
N5216 G77 H5300 (qui đạo)	N5320 G0 X19.375 Y 25.042 - 8
N5218 L0 = 9.75	N5322 G1 X16.916 Y 29.3 - 9
N5220 G77 H5300	N5324 X40.5 Y70.148 - 10
N5222 E52005=12500 (điều chỉnh)	N5326 X15.125 Y 84.798 - 11
N5224 (phay tinh, dao $\phi 25$)	N5328 X-19.375 Y25.042 - 12
N5226 G77 H30	N5330 G0 X-31.375 Y4.258 - 13
N5228 L0 = 9.25	N5332 G1 X-33.833 Y0 - 14
N5230 G77 H5300	N5336 G0 Z30
N5232 (phay thô mặt nghiêng)	N5340 G40 G80 G90 X-92 M5
N5234 E52011 = 13300	
N5236 G77 H110	%5400
N5238 G77 H5400 (qui đạo)	N5400 G0 G90 X-90 Y-30 M3 M8
N5240 E52011 = 12800	N5402 Z9.8
N5242 (phay tinh mặt nghiêng)	N5404 G41 X-85 Y-30
N5244 G77 H5400	N5406 G1 X0 Y-30
N5246 M2 (kết thúc chương trình)	N5408G0 Z30
	N5410 G40 X
	N5420 G41 X68.481 Y-58.612
	N5424 Z9.8
	N5426 G1 X25.981 Y15
	N5428 G0 Z30
	N5430 X54.020 Y153.565
	N5432 Z9.8
	N5434 G1 X25.981 Y15
	N5436 G0 Z30
	N5440 G40 G80 G90 Y15 M5 M9

9.5.5. Chương trình phối hợp khoan, khoét, doa, ta rô (hình 9.33)

Các giá trị tính toán .

$L0 = R$

$L1 = L150$ số lỗ

$L2 = \alpha$

$L3 = Z$ chiều sâu

$L4 : G91 - G89$

$L5 = ER$ vượt quá

$L6 = P$ bắt đầu khoan thùng

$L7 = Q$ kết thúc khoan thùng

$L8 = F$ lượng chạy dao

$L9 = EF$ dừng tạm thời

$L10 = 360^\circ / L1$

$L11 = \sin \alpha$

$L12 = \cos \alpha$

$L13 = X$

$L14 = Y$

G81 (khoan tâm, khoan 6 lỗ.

$R = 100, \alpha = 30^\circ$, sâu 20)

$N1 L0=100 L2=6 L3=-20$

$L4=G81 L5=2 L8=100$

N2 G77 H230 (khoan tâm)

N3 G77 H8000 (thông số)

N4 G77 H240

N5 M2 (kết thúc)

G82 (khoét sâu 10, dừng 0,5s)

%6000

$N1 L0=100 L1=6 L2=30$

$L3=-10 L4=G82 L5=2$

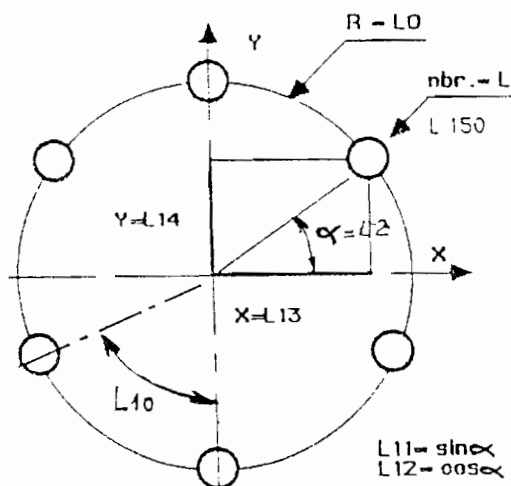
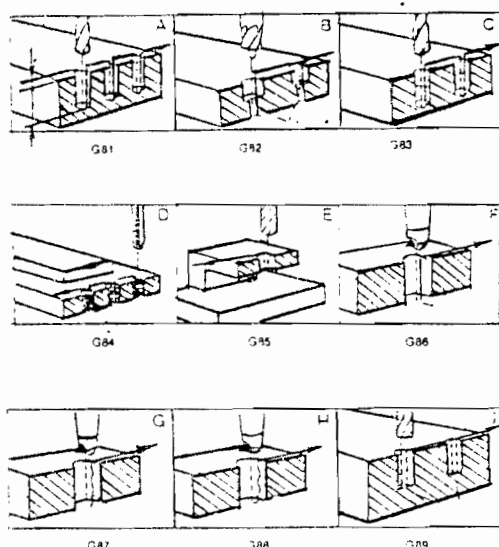
$L8=120 L9 = 5$)

N2 G77 H90 (phay $Z=2 \phi 14$)

N3 G77 H8000

N4 G77 H240

N5 M2



Hình 9.33. Chương trình phối hợp khoan - khoét - doa - ta rô

9.5.6. Chương trình tổng hợp khoan, khoét doa, tarô ...

Hình 9.34 giới thiệu một ví dụ về chương trình gia công tổng hợp khoan, khoét, doa, tarô ...

%8000

N1 L150=L1L3M8

N2 G G90XY

N3 ZL5 M3M8

N4 L10=360°/L1

N5 L11=SL2L12CL2

N6 L13=L0L12L4

=L0L11 (X, Y)

N7 G79 L4 G83N4

N8 G79 L4 G87N5

N9 G79 L4 G82N3

N10 G79 L4 G89N3

N11 GL4 XL13YL14ERL5ZL3FL8

(khoan, khoét, tarô)

N12 G79 N6 (G81, G84, G85, G86, G88)

N13 N3GL4XL13YL14ERL5ZL3FL8EFL9 (khoét)

N14 G79N6 (G82, G89)

N15 N4GL4XL13YL14ERL5ZL3PL6QL7FL8

N16 G79N6 (G83)

N17 N5GL4XL13YL14ERL5ZL3PL6QL7FL8EFL (bề phôi)

N18 N6L1 = L1 - 1L2 = L2 + L10 (87)

N19 G79L1 = 0N7

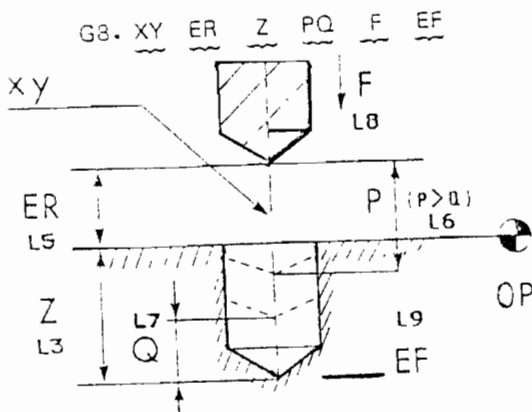
N20 G80 M48

N21 G79N1

N22 N7L1 = L150

N23 G40 G90 M5 M9 M48

N24 M2

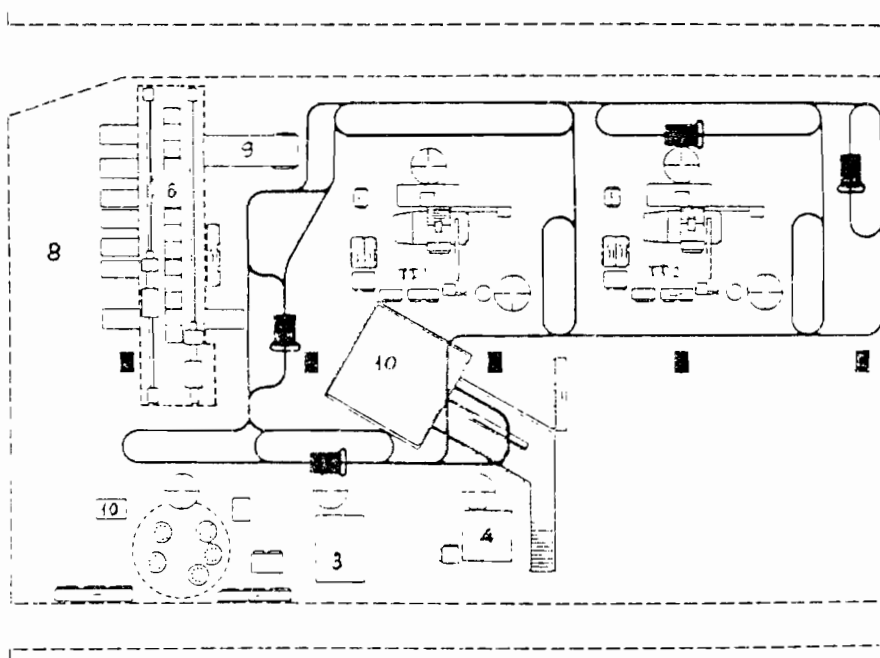
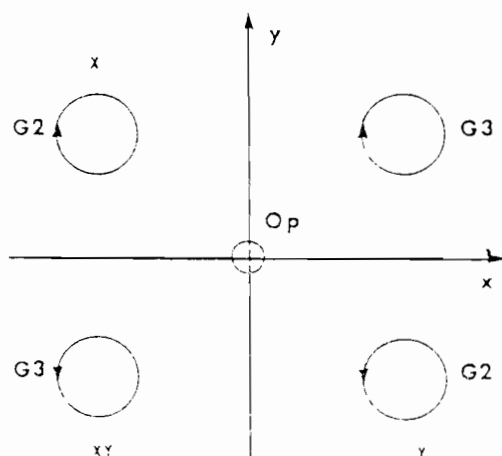


Hình 9.34. Chương trình gia công tổng hợp khoan, khoét, doa, tarô

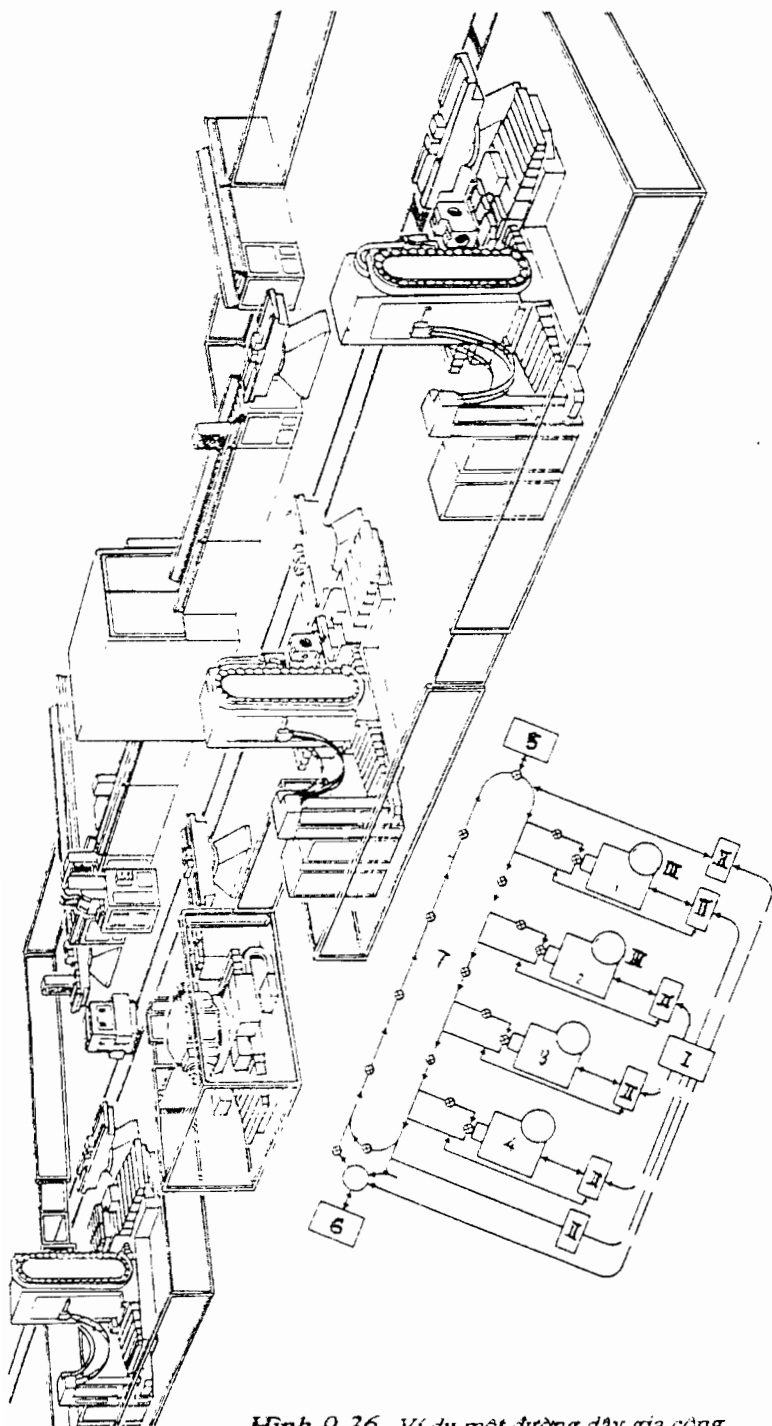
9.6. ĐƯỜNG DÂY GIA CÔNG

Trên hình 9.35 giới thiệu sơ đồ mặt bằng phân xưởng tự động và hình 9.36 giới thiệu một hệ thống máy tổ hợp nằm trong đường dây gia công điều khiển theo chương trình.

- I - Máy tính trung tâm
- II - Các máy tính điều khiển
- III - Dụng cụ
- 1 và 2 - Các máy gia công
- 3 - Máy rửa
- 4 - Thiết bị kiểm tra
- 5 - Kho dụng cụ
- 6 - Kho chi tiết và Palette
- 7 - Đường dẫn chi tiết
- 8 - Chuẩn bị phôi
- 9 - Đường dẫn mềm
- 10 - Kiểm tra



Hình 9.35. Mặt bằng phân xưởng tự động



Hình 9.36. Ví dụ một đường dây gia công

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Tùng, Nguyễn Tiên Đào, Nguyễn Thúc Hà
CƠ KHÍ ĐẠI CƯỜNG - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 1998
- [2] Nguyễn Như Tư
GIA CÔNG CẮT GỌT TRÊN MÁY CÔNG CỤ - Trường Đại học Bách khoa 1995
- [3] Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiên
CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY - Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 1998
- [4] Nguyễn Đắc Lộc, Tăng Huy
ĐIỀU KHIỂN SỐ VÀ CÔNG NGHỆ TRÊN MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ CNC
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 1996
- [5] Tạ Duy Liêm
MÁY ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH SỐ VÀ RÔBÔT CÔNG NGHIỆP
Nhà xuất bản Đại học và trung học chuyên nghiệp - 1992
- [6] Tạ Duy Liêm - MÁY CÔNG CỤ CNC - Nhà xuất bản Giáo dục và Đại học - 1997
- [7] Hoàng Tùng, Nguyễn Thúc Hà, Ngô Lê Thông, Chu Văn Khang
CẮM NANG HÀN - Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật - 1998
- [8] Nguyễn Thiên Phúc
NGƯỜI MÁY CÔNG NGHIỆP VÀ SẢN XUẤT TỰ ĐỘNG LINH HOẠT
Nhà Xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp - 1991
- [9] Thomas E. French - MECHANICAL DRAWING CAD - COMMUNICATION
Mc Graw - Hill Publishing Company - International Edition 1992
- [10] Robert M. Thomas
ADVANCED AUTOCAD REALESE 12
Tech Publications PTE. LTD Singapore - 1995
- [11] J. Tymowski - NUMERICAL CONTROL - Warszawa 1982
- [12] J. Martin - NUMERICAL CONTROL OF MACHINE TOOLS
Univ London 1973
- [13] M. Szafarczyk -
STEROWANIE PROGRAMOWE OBRABIAREK - Warszawa 1990
- [14] M. Gondran - L'FORMATIQUE ET LA ROBOTNIQUE - Paris 1990
- [15] M. Gondran
L'FORMATIQUE ET LA PRODUCTIQUE ET LA COMMANDE NUMERIQUE
Paris 1991
- [16] A. Capliez -
LES TECHNIQUES DE COMMAND NUMERIQUE DES MACHINES OUTILS
Paris 1984
- [17] J. Lombard - MACHINE OUTIL À COMMAND NUMERIQUE - Paris 1989
- [18] R. Butin, M. Pinot - FABRICATION MÉCANIQUE - TECHNOLOGIE
Paris 1980 và 1987
- [19] AutoDESK - INSIDE AUTOCAD REALESE 13 - AUTOLISP - USA 1990
- [20] SAF - WELDING CUTTING - France 1998
- [21] ESAB WELDING HANDBOOK - Geteborg - 1992

MỤC LỤC

	Trang
Lời giới thiệu	3
Phần thứ nhất : PHÂN XƯƠNG CƠ KHÍ	5
<i>Chương một : An toàn lao động - Trang bị bảo hộ lao động</i>	5
1.1. Khái niệm và định nghĩa	5
1.2. Tiêu chuẩn cho phép	6
1.3. Biện pháp và phương tiện kỹ thuật an toàn lao động	13
<i>Chương hai : Bản vẽ cơ khí</i>	18
2.1. Khái niệm	18
2.2. Tiêu chuẩn quy định	18
2.3. Hình chiếu	22
2.4. Kích thước	24
2.5. Bản vẽ cơ khí	25
2.6. Cơ sở của AutoCAD	33
<i>Chương ba : Vật liệu và xử lý nhiệt kim loại</i>	70
3.1. Tính chất cơ bản	70
3.2. Kim loại và hợp kim	73
3.3. Hợp kim sắt - cacbon (Fe - C)	79
3.4. Thép hợp kim	84
3.5. Hợp kim cứng	86
3.6. Kim loại và hợp kim màu	87
3.7. Vật liệu phi kim loại	91
3.8. Vật liệu chế tạo dụng cụ	94
3.9. Nhiệt luyện	95
3.10. Hóa nhiệt luyện	100
Phần thứ hai : CHẾ TẠO PHÔI	103
<i>Chương bốn : Đúc kim loại</i>	103
4.1. Thực chất, đặc điểm, phân loại	103
4.2. Đúc trong khuôn cát	104
4.3. Đúc đặc biệt	114
4.4. Đúc các hợp kim	117
<i>Chương năm : Gia công kim loại bằng áp lực</i>	122
5.1. Khái niệm	122
5.2. Nung nóng kim loại	125
5.3. Cán kim loại	129
5.4. Kéo sợi	132
5.5. Ép kim loại	133
5.6. Rèn tự do	134
5.7. Dập thể tích	136
5.8. Dập tấm	140

<i>Chương sáu :</i>	Hàn và cắt kim loại	144
6.1. Khái niệm chung		144
6.2. Hàn hồ quang		145
6.3. Hàn điện tiếp xúc		155
6.4. Hàn khí		158
6.5. Cắt kim loại bằng khí		161
6.6. Hàn vảy		162
6.7. Các phương pháp hàn đặc biệt		163
6.8. Hàn chất dẻo		166
6.9. Dán kim loại		166

Phần thứ ba :

GIA CÔNG CẮT GỌT - LẮP RÁP - BẢO QUẢN SẢN PHẨM

<i>Chương bảy :</i>	Gia công cắt gọt kim loại	170
7.1. Nguyên lý cắt gọt kim loại		170
7.2. Chuẩn - Định vị - Gá đặt		179
7.3. Máy công cụ		183
7.4. Gia công trên máy tiện		193
7.5. Gia công trên máy phay		202
7.6. Gia công trên máy khoan - doa		207
7.7. Gia công trên máy bào - xọc		211
7.8. Gia công trên máy mài		214
7.4. Các phương pháp gia công đặc biệt		219
<i>Chương tám :</i>	Gia công nguội - Lắp ráp - Xử lý - Bảo quản sản phẩm	222
8.1. Gia công nguội		222
8.2. Lắp ráp		234
8.3. Xử lý và bảo quản sản phẩm		236

Phần thứ tư :

KHÁI NIỆM VỀ TỰ ĐỘNG HÓA - ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH

<i>Chương chín :</i>	Khái niệm về tự động hóa Điều khiển theo chương trình	239
9.1. Khái niệm chung		239
9.2. Máy điều khiển theo chương trình		247
9.3. Mã hóa và CODE		254
9.4. Các chức năng điều khiển		261
9.5. Chương trình gia công và ứng dụng		268
9.6. Đường dây gia công		280
	Tài liệu tham khảo	282
	Mục lục	283

99-61551

20 20