

VU TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH **VẬT LIỆU** VÀ **CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ**

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

PGS. TS HOÀNG TÙNG

GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU và CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

Sách dùng cho các trường đào tạo hệ Trung học chuyên nghiệp

(Tái bản lần thứ tư)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Biên tập nội dung :

NGUYỄN THỊ HIỀN

Biên tập mỹ thuật :

THÚY HẠNH

Trình bày bìa :

THÚY HẠNH

Sửa bản in :

THU HƯƠNG

Chế bản :

PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

Lời giới thiệu

Việc tổ chức biên soạn và xuất bản một số giáo trình phục vụ cho đào tạo các chuyên ngành Điện - Điện tử, Cơ khí - Động lực ở các trường THCN - DN là một sự cố gắng lớn của Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề và Nhà xuất bản Giáo dục nhằm từng bước thống nhất nội dung dạy và học ở các trường THCN trên toàn quốc.

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Đề cương của các giáo trình đã được Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề tham khảo ý kiến của một số trường như : Trường Cao đẳng Công nghiệp Hà Nội, Trường TH Việt - Hung, Trường TH Công nghiệp II, Trường TH Công nghiệp III v.v... và đã nhận được nhiều ý kiến thiết thực, giúp cho tác giả biên soạn phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng, THCN biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo THCN.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết. Vụ trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề đề nghị các trường sử dụng những giáo trình xuất bản lần này để bổ sung cho nguồn giáo trình đang rất thiếu hiện nay, nhằm phục vụ cho việc dạy và học của các trường đạt chất lượng cao hơn. Các giáo trình này cũng rất bổ ích đối với đội ngũ kỹ thuật viên, công nhân kỹ thuật để nâng cao kiến thức và tay nghề cho mình.

Hy vọng nhận được sự góp ý của các trường và bạn đọc để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc tái bản lần sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về Nhà XBGD - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Vụ THCN - DN

Lời nói đầu

Giáo trình Vật liệu và công nghệ cơ khí được biên soạn theo đề cương do vụ THCN - DN, Bộ Giáo dục & Đào tạo xây dựng và thông qua. Nội dung được biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Khi biên soạn giáo trình, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để giáo trình có tính thực tiễn.

Nội dung của giáo trình được biên soạn với dung lượng 70 tiết gồm :

Bài mở đầu

Phần I - Vật liệu dùng trong công nghệ cơ khí ;

Phần II - Công nghệ chế tạo phôi ;

Phần III - Công nghệ bề mặt ;

Phần IV - Công nghệ gia công cắt gọt ;

Phần V - Chỉ tiêu đánh giá về kinh tế - kỹ thuật ;

Ôn tập và kiểm tra.

Trong quá trình sử dụng, tùy theo yêu cầu cụ thể có thể điều chỉnh số tiết trong mỗi chương. Trong giáo trình, chúng tôi không đề ra nội dung thực tập của từng chương, vì trong thiết bị phục vụ cho thực tập của các trường không đồng nhất. Vì vậy, căn cứ vào trang thiết bị đã có của từng trường và khả năng tổ chức cho học sinh thực tập ở các xí nghiệp bên ngoài mà trường xây dựng thời lượng và nội dung thực tập cụ thể - Thời lượng thực tập tối thiểu nói chung cũng không ít hơn thời lượng học lý thuyết của mỗi môn.

Giáo trình được biên soạn cho đối tượng là học sinh THCN, Công nhân lành nghề bậc 3/7 và nó cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho sinh viên Cao đẳng kỹ thuật cũng như Kỹ thuật viên đang làm việc ở các cơ sở kinh tế của nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù đã cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi hết khiếm khuyết. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người sử dụng để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Mọi góp ý xin được gửi về Nhà XBGD - 81 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

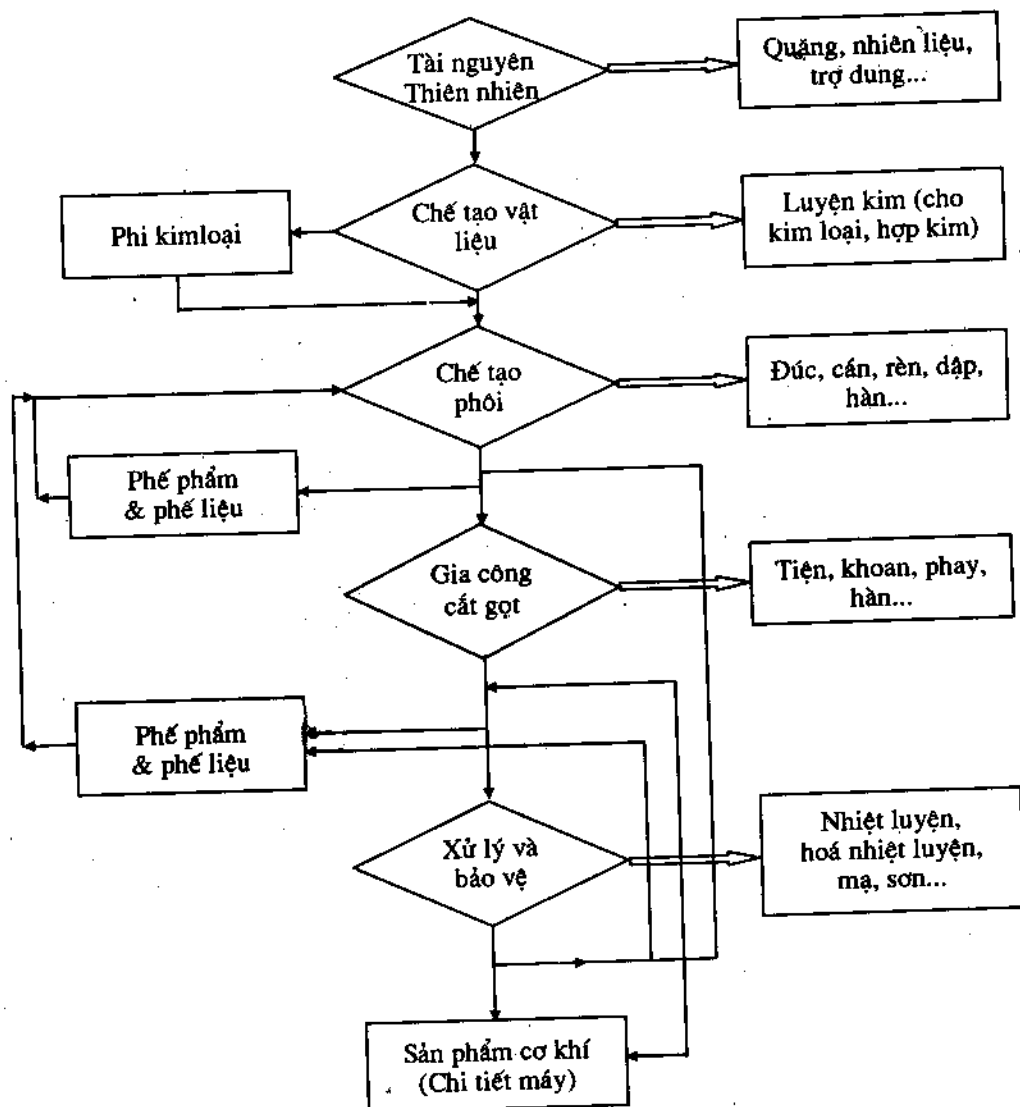
Tác giả

BÀI MỞ ĐẦU

GIỚI THIỆU QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT CƠ KHÍ

Môn học vật liệu và công nghệ cơ khí là môn học rất gần với kỹ thuật công nghệ, nó khái quát quá trình sản xuất cơ khí và các phương pháp công nghệ gia công kim loại và hợp kim để chế tạo các chi tiết máy hoặc kết cấu máy.

Quá trình sản xuất và chế tạo đó bao gồm nhiều giai đoạn khác nhau, có thể tóm tắt quá trình này theo sơ đồ sau :



Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí.

Nội dung của môn học Vật liệu và Công nghệ cơ khí bao gồm những phần chủ yếu sau :

– *Vật liệu dùng trong công nghệ cơ khí.*

Giới thiệu các tính chất cơ bản của kim loại, hợp kim và vật liệu phi kim loại dùng trong sản xuất cơ khí. Những khái niệm tổng quan về cấu trúc và sự thay đổi cấu trúc của chúng ở những điều kiện xử lý nhiệt khác nhau. Qua đó học sinh nắm được một số kim loại, hợp kim của chúng và vật liệu phi kim loại thường dùng trong sản xuất cơ khí như thép, gang, đồng, nhôm, chất dẻo.

– *Các phương pháp công nghệ chế tạo phôi.*

Giới thiệu các phương pháp công nghệ chế tạo phôi dùng cho quá trình gia công cơ khí, bao gồm phương pháp đúc, gia công áp lực và hàn, cắt kim loại bằng khí.

– *Công nghệ gia công cắt gọt.*

Giới thiệu công nghệ, thiết bị và dụng cụ dùng trong gia công cắt gọt trên máy. Đồng thời cũng giới thiệu những khái niệm, những hiện tượng vật lý xảy ra trong quá trình cắt.

– *Công nghệ bề mặt.*

Giới thiệu các phương pháp xử lý nhiệt bề mặt kim loại, nhằm nâng cao tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt và nâng cao khả năng làm việc của chi tiết máy.

– *Các chỉ tiêu đánh giá về kinh tế-kỹ thuật.*

Giới thiệu các khái niệm về chất lượng sản phẩm, các tiêu chuẩn kỹ thuật đánh giá chất lượng, các yếu tố đánh giá về giá trị kinh tế.

Nội dung môn học vật liệu và công nghệ cơ khí là những kiến thức cơ sở gắn với chuyên môn, nội dung lý thuyết của môn học được đúc kết từ thực tiễn sản xuất và luôn luôn gắn liền với thực tiễn sản xuất. Vì thế môn học này nhằm cung cấp những kiến thức cơ sở kỹ thuật, những hiểu biết thực tế để phục vụ cho việc học tốt các môn kỹ thuật tiếp theo.

Đồng thời trong quá trình học môn học này để tiếp thu tốt lý thuyết, cần phải gắn liền với thực tiễn sản xuất, đặc biệt là gắn liền với đợt thực tập tại xưởng trường.

Phần I

VẬT LIỆ DÙNG TRONG CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

1.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

Kim loại và hợp kim được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp để chế tạo các chi tiết máy, máy móc.

Tuy nhiên khi sử dụng chế tạo chúng, cần phải dựa vào các yêu cầu kỹ thuật để lựa chọn kim loại và hợp kim thích hợp, bảo đảm chất lượng và tính kinh tế của sản phẩm.

Muốn vậy phải nắm được các tính chất của chúng. Thông thường kim loại và hợp kim được đánh giá bằng các tính chất cơ bản sau đây :

1.1.1. Cơ tính

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

a) **Độ bền** : là khả năng của vật liệu chịu được tác động của ngoại lực mà không bị phá huỷ. Độ bền được ký hiệu bằng chữ σ (xích ma).

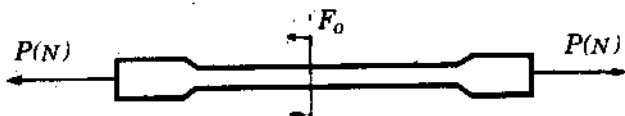
Tuỳ theo dạng khác nhau của ngoại lực ta có các loại độ bền : độ bền kéo (σ_k) ; độ bền uốn (σ_u) ; độ bền nén (σ_n).

Khi chế tạo ra một loại vật liệu, độ bền được xác định ngay trong phòng thí nghiệm theo các mẫu ứng với các tải trọng tác động.

Trên hình 1.1 giới thiệu sơ đồ mẫu đo độ bền kéo khi đặt ngoại lực P (N) lên một thanh kim loại có diện tích tiết diện ngang F_0 (mm²). Lực P tăng dần đến khi mẫu đứt, khi đó :

Giá trị độ bền tính theo công thức :

$$\sigma_k = \frac{P}{F_0} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (1.1)$$



Hình 1.1. Sơ đồ mẫu đo độ bền kéo σ_L .

Như vậy tại thời điểm khi P đạt đến giá trị nào đó làm cho thanh kim loại bị đứt sẽ ứng với giới hạn bền kéo của vật liệu đó.

Tương tự ta có thể đo được độ bền uốn, độ bền nén. Đơn vị đo độ bền được tính bằng N/mm^2 ; kN/m^2 hay MN/m^2 .

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

Đo độ cứng là phương pháp thử đơn giản và nhanh chóng để xác định tính chất của vật liệu mà không cần phá hỏng chi tiết. Độ cứng có thể đo bằng nhiều phương pháp, nhưng đều dùng tải trọng nén thông qua viên bi bằng thép đã nhiệt luyện cứng hoặc mũi kim cương hình nón hoặc mũi kim cương hình chóp ép lên bề mặt của vật liệu muốn thử, đồng thời xác định kích thước vết lõm in trên bề mặt vật liệu đó.

Ví dụ : đo độ cứng bằng viên bi (gọi là phương pháp Brinen). Để đo độ cứng Brinen người ta dùng tải trọng P để ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện, có đường kính D lên bề mặt vật liệu muốn thử (hình 1.2).

Độ cứng Brinen được tính theo công thức :

$$HB = \frac{P}{F} \quad (1.2)$$

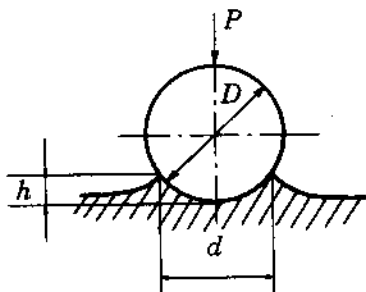
Ở đây, F — diện tích mặt cầu của vết lõm (mm^2).

P — tải trọng nén vào viên bi (N).

HB — Độ cứng Brinen (kN/m^2).

Độ cứng HB dùng kiểm tra các vật liệu có độ cứng không lớn hơn $450 (kN/m^2)$.

Hình 1.2. Sơ đồ phương pháp đo độ cứng Brinen.



c) Độ dẫn dài tương đối $[\delta\%]$ là tỷ lệ tính theo phần trăm giữa lượng dẫn dài sau khi kéo và chiều dài ban đầu.

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

Ở đây : l_0 và l_1 — độ dài mẫu trước và sau khi kéo tính cùng đơn vị đo (mm).
Vật liệu có độ dẫn dài ($\delta\%$) càng lớn thì càng dẻo và ngược lại.

d) **Độ dai va chạm (α_k)**. Có những chi tiết máy khi làm việc phải chịu các tải trọng tác dụng đột ngột (hay gọi là tải trọng va đập). Khả năng chịu đựng của vật liệu bởi các tải trọng đó mà không bị phá huỷ gọi là độ dai va chạm. Ký hiệu của nó là α_k (J/mm^2) hay (kJ/m^2).

1.1.2. Lý tính

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

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

– Khối lượng riêng là khối lượng của 1 cm^3 vật chất. Nếu gọi m là khối lượng của vật chất, V là thể tích của vật chất, γ là khối lượng riêng của vật chất, thì ta có công thức :

$$\gamma = \frac{m}{V} \quad (g/cm^3)$$

Ứng dụng của khối lượng riêng trong kỹ thuật rất rộng rãi, nó không những có thể dùng để so sánh kim loại nặng nhẹ để tiện việc lựa chọn vật liệu, mà còn có thể giải quyết một số vấn đề thực tế. Ví dụ, những vật lớn như thép đường ray, thép hình rất khó cân được khối lượng, nhưng vì biết được khối lượng riêng và có thể đo được kích thước mà tính ra thể tích nên có thể không cần cân chỉ dùng công thức để tính ra khối lượng của chúng.

Nhiệt độ nóng chảy là nhiệt độ nung nóng đến đó thì làm cho kim loại từ thể rắn trở thành thể lỏng.

Sắt nguyên chất chảy ở nhiệt độ 1539°C . Điểm chảy của gang là $1130 - 1350^\circ\text{C}$ (do hàm lượng cacbon trong gang quyết định). Điểm chảy của thép là $1400 - 1500^\circ\text{C}$ (do hàm lượng cacbon trong thép quyết định).

Tính chất này rất quan trọng đối với công nghiệp chế tạo cơ khí, vì phương pháp chế tạo các chi tiết máy rẽ tiền nhất là phương pháp đúc, nhưng khi dùng phương pháp đúc thì kim loại cần phải có tính chảy loãng tốt. Tính chảy loãng của kim loại ở thể lỏng tốt hay xấu do nhiệt độ nóng chảy của kim loại quyết định, nhiệt độ nóng chảy càng thấp thì tính chảy loãng của kim loại càng tốt.

– Tính dẫn nở : là khả năng dẫn nở của kim loại khi nung nóng. Độ dẫn nở lớn hay bé có thể biểu thị bằng hệ số dẫn nở trên chiều dài của đơn vị (1mm) gọi là hệ số dẫn nở theo chiều dài. Ví dụ, hệ số dẫn nở theo chiều dài của sắt nguyên chất là 0.0000118, của thép là 0.0000120.

– Tính dẫn nhiệt : là khả năng dẫn nhiệt của kim loại. Độ dẫn nhiệt của các kim loại và hợp kim không giống nhau. Ví dụ, gang, thép đều có tính dẫn nhiệt tốt nhưng kém xa so với đồng và nhôm. Nếu lấy hệ số dẫn nhiệt của bạc là 1 thì của đồng : 0,9, nhôm : 0,5 và sắt chỉ có 0,15.

– Tính dẫn điện : là khả năng truyền dòng điện của kim loại. Kim loại đều là vật dẫn điện tốt, nhất là bạc, sau đó đến đồng và nhôm, nhưng do bạc đắt tiền nên kim loại được dùng nhiều nhất trong kỹ thuật để làm vật dẫn điện là đồng và nhôm. Nói chung, kim loại nào có tính dẫn nhiệt tốt thì tính dẫn điện cũng tốt. Hợp kim nói chung có tính dẫn điện kém hơn so với kim loại.

– Từ tính : là khả năng dẫn từ của kim loại. Sắt, niken, coban và hợp kim của chúng đều có từ tính thể hiện rất rõ rệt nên chúng được gọi là kim loại từ tính.

1.1.3. Hoá tính

Là độ bền của kim loại đối với những tác dụng hoá học của các chất khác như : oxi, nước, axit v.v mà không bị phá huỷ.

Tính năng hoá học cơ bản của kim loại có thể chia thành mấy loại sau :

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

b) *Tính chịu nhiệt* : là độ bền của kim loại đối với sự ăn mòn của oxi trong không khí nhiệt độ cao hoặc đối với tác dụng ăn mòn của một vài thể lỏng hoặc thể khí ở nhiệt độ cao.

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

1.1.4. Tính công nghệ

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

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

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

Độ co càng lớn thì tính đúc càng kém.

b) *Tính rèn* : là khả năng biến dạng vĩnh cửu của kim loại khi chịu tác dụng của ngoại lực để tạo thành hình dạng của chi tiết mà không bị phá huỷ.

Thép có tính rèn cao khi nung ở nhiệt độ phù hợp sẽ có tính dẻo tương đối lớn. Gang không có khả năng rèn vì giòn. Đồng, chì có tính rèn tốt ngay cả trong trạng thái nguội.

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

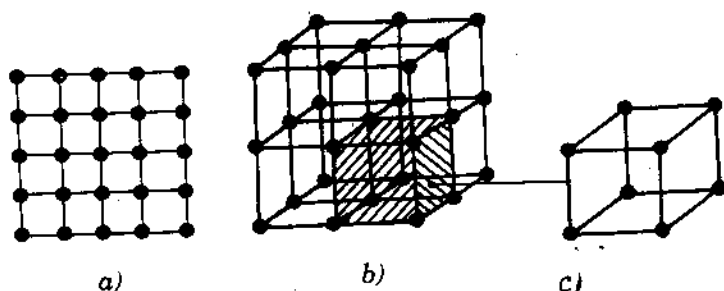
1.2. CẤU TẠO CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

1.2.1. Cấu tạo của kim loại nguyên chất

Khác với vật liệu phi kim có cấu tạo định hình, kim loại có cấu tạo tinh thể.

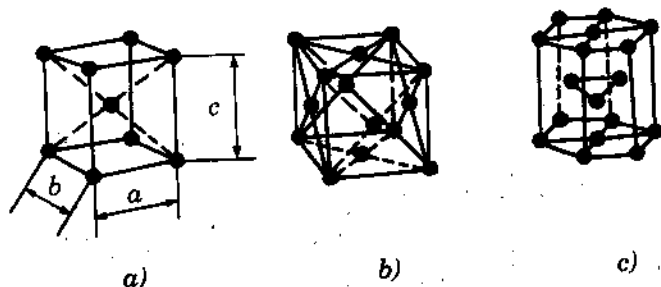
Trong một đơn vị tinh thể xét ở trạng thái rắn, các nguyên tử kim loại phân bố theo một quy luật nhất định. Tuỳ thuộc vào loại kim loại và các điều kiện

bên ngoài, mỗi đơn tinh thể đặc trưng cho kim loại đó có các nguyên tử sắp xếp theo một trật tự riêng dưới dạng hình học xác định. Người ta gọi đó là mạng tinh thể (hình 1.3a). Nhiều mạng tinh thể sắp xếp thành mạng không gian. Mỗi nút mạng được coi là tâm của các nguyên tử (hình 1.3). Mạng tinh thể không gian đó gọi là đơn tinh thể.



Hình 1.3. Sơ đồ sắp xếp các nguyên tử của kim loại.

Mỗi mạng tinh thể có đặc trưng riêng. Để dễ phân biệt, người ta lấy ra phần không gian nhỏ nhất của mạng và gọi là ô cơ bản. Các kiểu mạng thường gặp tương ứng có các ô cơ bản như : lập phương diện tâm (hình 1.4b), lập phương thể tâm (hình 1.4a) và lục phương dày đặc (hình 1.4c).



Hình 1.4. Các ô tinh thể cơ bản.

Tuỳ theo loại ô cơ bản người ta xác định các thông số mạng. Ví dụ, trên ô lập phương diện tâm có thông số mạng $a = b = c$ là giá trị đo theo chiều cạnh của ô. Đơn vị đo của chúng là Å(Angstrom) $1\text{Å} = 10^{-8}\text{ cm}$.

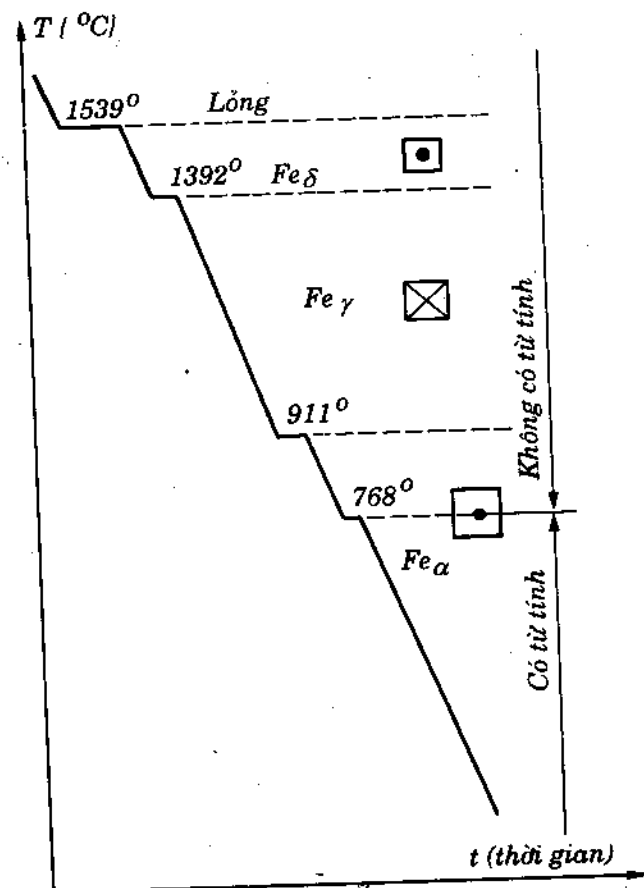
1.2.2. Sự biến đổi mạng tinh thể của kim loại

Ở trạng thái rắn, khi điều kiện ngoài thay đổi (áp suất, nhiệt độ v.v) tổ chức kim loại sẽ thay đổi theo. Nghĩa là dạng ô cơ bản thay đổi hoặc thông số mạng có giá trị thay đổi. Người ta gọi đó là sự biến đổi mạng tinh thể. Ví dụ, xét sự biến đổi của nguyên tố Fe (sắt) chẳng hạn (hình 1.5). Sơ đồ biểu diễn cho ta thấy ở mỗi thang nhiệt độ, Fe sẽ có sự thay đổi không chỉ về cấu tạo (ô cơ bản) mà còn thay đổi cả tính chất vật lý.

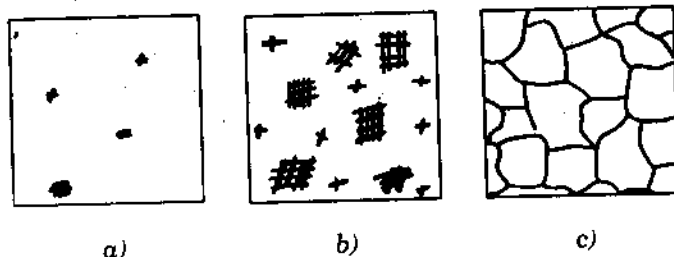
1.2.3. Sự kết tinh của kim loại

Khi kim loại lỏng chuyển sang kim loại rắn được gọi là sự kết tinh.

Kim loại nguyên chất kết tinh theo một quá trình gồm nhiều giai đoạn. Khi hạ dần nhiệt độ của chúng đến một nhiệt độ nhất định, bắt đầu xuất hiện các trung tâm kết tinh (gọi là tâm mầm), hình 1.6.a. Các tâm mầm đó (có thể có sẵn từ các phân tử tạp chất không nóng chảy như bụi tường lò, chất sơn khuôn v.v) là loại tâm mầm rất có lợi. Cũng có loại tâm mầm tự sinh, hình thành do sự biến đổi nội năng khi thay đổi nhiệt độ. Số lượng mầm tự sinh sẽ càng nhiều khi độ nguội càng lớn (độ nguội là



Hình 1.5. Sơ đồ biểu thị sự biến đổi mạng tinh thể của Fe. Các tâm mầm phát sinh cùng với sự phát triển của chúng làm cho pha lỏng dần dần giảm cho đến khi hoàn toàn hoá rắn, hình 1.6b,c. Các đơn tinh thể (hạt) kết tinh theo hướng khác nhau. Ranh giới giữa chúng gọi là tinh giới. Tại tinh giới đơn tinh thể chứa tạp chất và có mạng bị xô lệch.

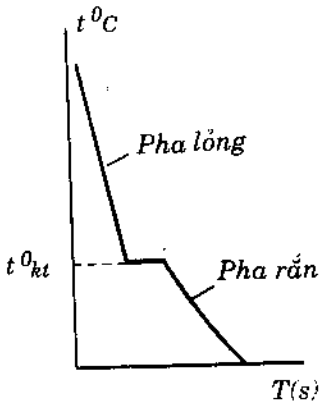


Hình 1.6. Quá trình kết tinh của kim loại.

Đối với mỗi kim loại nguyên chất, bằng thí nghiệm người ta xác định được bằng một đường nguội nhất định. Chúng có dạng chung như hình 1.7. Mỗi kim loại có giá trị nhiệt độ kết tinh (t_{kt}^0) xác định.

1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÍNH CHẤT CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

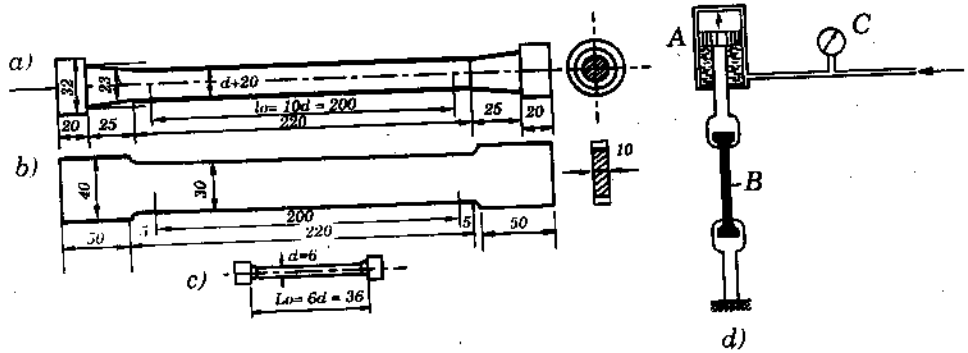
Tính chất của kim loại và hợp kim được biểu thị bởi các tính chất : cơ học, lý học, hoá học và tính công nghệ. Vì vậy, trong công nghệ cơ khí người ta thường quan tâm đến tính chất cơ học của vật liệu kim loại và hợp kim. Để xác định được các tính chất này, người ta phải tiến hành xác định trong phòng thí nghiệm thông qua các mẫu vật liệu thí nghiệm. Sau đây là một số phương pháp đánh giá :



Hình 1.7. Đường nguội của kim loại nguyên chất.

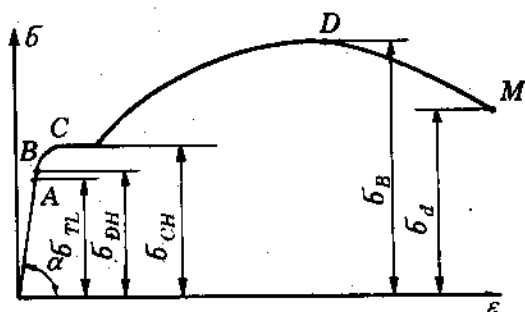
1.3.1. Đánh giá độ bền kéo của vật liệu kim loại và hợp kim

Để xác định được giá trị độ bền kéo của vật liệu kim loại, trước tiên phải chế tạo mẫu của vật liệu đó. Mẫu thí nghiệm được chế tạo theo tiêu chuẩn của từng nước, hình 1.8 là những mẫu thử tiết diện tròn và tiết diện chữ nhật dùng ở Việt Nam. Sau đó mẫu được kẹp trên máy kéo (hoặc máy kéo nén vạn năng) truyền động bằng cơ khí hoặc thủy lực theo nguyên lý sau (hình 1.8 d).



Hình 1.8. Mẫu thử kéo và sơ đồ nguyên lý máy kéo.
a, b, c. : Mẫu. d) Sơ đồ nguyên lý máy thử kéo.

Nhờ áp lực dầu thủy lực (được chỉ trên đồng hồ C), pít tông A kéo mẫu B và đồng thời máy cũng vẽ được biểu đồ (hình 1.9). Khi kéo chiều dài mẫu tăng dần, tiết diện ngang mẫu giảm dần, đến điểm D mẫu bị thắt và cũng ứng với lực kéo lớn nhất, từ đấy lực trên máy không tăng, nhưng mẫu vẫn dài thêm đến điểm M thì mẫu bị đứt.



Hình 1.9. Biểu đồ quan hệ lực kéo và biến dạng của mẫu kéo.

Như vậy độ bền của vật liệu được xác định theo công thức :

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

Trong đó :

P - lực kéo lớn nhất ứng với lúc mẫu bị đứt (N)

F₀ - diện tích tiết diện tại chỗ đứt (mm²).

σ_{TL} : giới hạn tỉ lệ ; σ_{DH} :

giới hạn đàn hồi ; σ_{CH} : giới hạn chảy ; σ_B : giới hạn bền ; σ_d : giới hạn đứt.

1.3.2. Đánh giá độ cứng của vật liệu kim loại và hợp kim

Kim loại và hợp kim khác nhau sẽ có độ cứng khác nhau như : kim loại màu và hợp kim màu, thép cacbon thấp... có độ cứng thấp ; thép sau khi nhiệt luyện (tôi thép), hoặc thấm cacbon sẽ có độ cứng cao. Để đánh giá độ cứng của chúng, người ta thực hiện các phương pháp đo khác nhau : phương pháp đo độ cứng Brinen, phương pháp đo độ cứng Rocoen... Hình 1.10 là sơ đồ nguyên lý đo độ cứng Brinen cho các vật liệu mềm.

Người ta dùng tải trọng P của máy ép thử độ cứng, ấn viên bi bằng thép đã tôi cứng với đường kính D (2,5 ; 5 ; 10 mm) vào mặt vật liệu thử. Giá trị của P chọn theo vật liệu và giá trị đường kính D :

Thép cacbon thấp và gang : $P = 30D^2$,

Đồng và hợp kim của đồng : $P = 10D^2$.

a) **Độ cứng Brinen** : được tính theo công thức $HB = P / F$. Trong đó F là diện tích mặt chòm cầu vết lõm có đường kính d.

$$F = \frac{\pi D^2}{2} - \frac{\pi D}{2} \sqrt{D^2 - d^2} \quad (1.4)$$

$$HB = \frac{P}{D^2} \left(\frac{\frac{2}{\pi}}{1 - \sqrt{1 - (\frac{d}{D})^2}} \right) \quad (1.5)$$

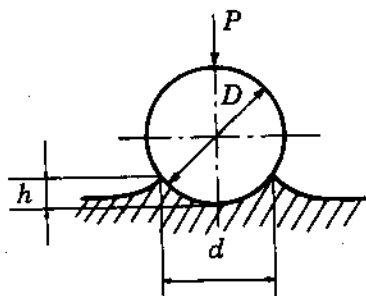
Điều kiện đánh giá bằng phương pháp Brinen :

Chiều dày vật liệu δ > 10h (h là chiều sâu vết lõm),

Khoảng cách hai vết > 2D,

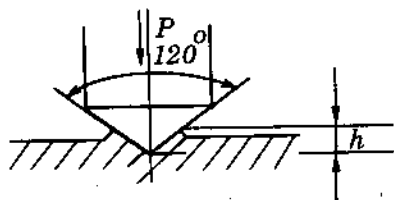
Tải trọng phải êm,

Nếu đường kính vết lõm là d thì phải thoả mãn : $0,2D < d < 0,6D$.



Hình 1.10. Sơ đồ đo độ cứng Brinen.

b) **Độ cứng Rocoen** : được xác định bằng cách dùng tải trọng P ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện có đường kính 1,587 mm tức là $1/16$ " ($1" = 25,4$ mm = 1 inch là đơn vị đo lường Anh) (thang B) của máy đo hoặc mũi côn bằng kim cương có góc ở đỉnh 120° (thang C hoặc A) lên bề mặt vật liệu thử (hình 1.11). Trong khi thử, số độ cứng được chỉ trực tiếp ngay bằng kim đồng hồ. Số đo độ cứng Rocoen được biểu thị bằng đơn vị quy ước.



Hình 1.11. Sơ đồ đo độ cứng Rocoen.

Bảng 1. Chọn thang độ cứng Rocoen và Brinen

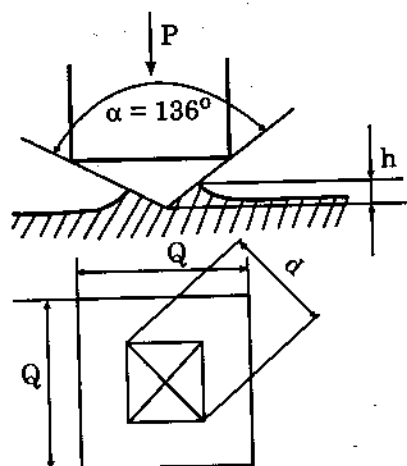
Độ cứng Brinen HB	Ký hiệu thang Rocoen	Mũi thử	Tải trọng chính P , kG	Ký hiệu độ cứng Rocoen	Giới hạn cho phép của thang Rocoen
60-230	B (đỏ)	Viên bi thép	100	HRB	25-100
230-700	C (đen)	Mũi kim cương	150	HRC	20-67
Lớn hơn 700	A (đen)	Mũi kim cương	60	HRA	lớn hơn 70

Viên bi thép dùng để thử những vật liệu ít cứng, còn mũi côn kim cương dùng để thử các vật liệu có độ cứng cao như thép đã nhiệt luyện.

Tải trọng tác dụng 2 lần :

Tải trọng sơ bộ $P_0 = 10$ kG, sau đó đến tải trọng chính P , đối với viên bi thép $P = 100$ kG (xem bảng 1, thang B ở trên đồng hồ, màu đỏ), đối với mũi côn kim cương $P = 150$ kG (xem bảng 1, thang C ở trên đồng hồ, màu đen) hoặc $P = 60$ kG (xem thang A màu đen, bảng 1).

c) **Độ cứng Vicke**. Dùng mũi kim cương hình chóp, đáy vuông, góc giữa hai mặt đối xứng bằng 136° (hình 1.12) ấn lên bề mặt của mẫu thử hoặc chỉ tiết với tải trọng P từ 5-120 kG, thường $P = 5 ; 10 ; 20 ; 30 ; 50 ; 100$ và 120 kG.



Hình 1.12. Sơ đồ đo độ cứng Vicke.

Hình 1.13 là sơ đồ máy và mẫu vật liệu thử : các nước phương Tây dùng thống nhất các mẫu và phương pháp thử như sau :

Mẫu Charpy dùng kích thước mẫu $10 \times 10 \times 55$ mm và khi thử phải ngàm 2 đầu mẫu trên máy – hình 1.13b.

Mẫu Izod dùng mẫu kích thước $10 \times 10 \times 75$ mm và xẻ rãnh chữ V sâu 2mm, cách một đầu 28mm và ngàm tại đầu này trên máy – hình 1.13a.

Quả búa con lắc của máy đập vào mặt đối diện chỗ xẻ rãnh – hình 1.13c, đồng hồ của máy chỉ giá trị công phá hỏng mẫu.

Xác định độ dai va đập của vật liệu theo công thức :

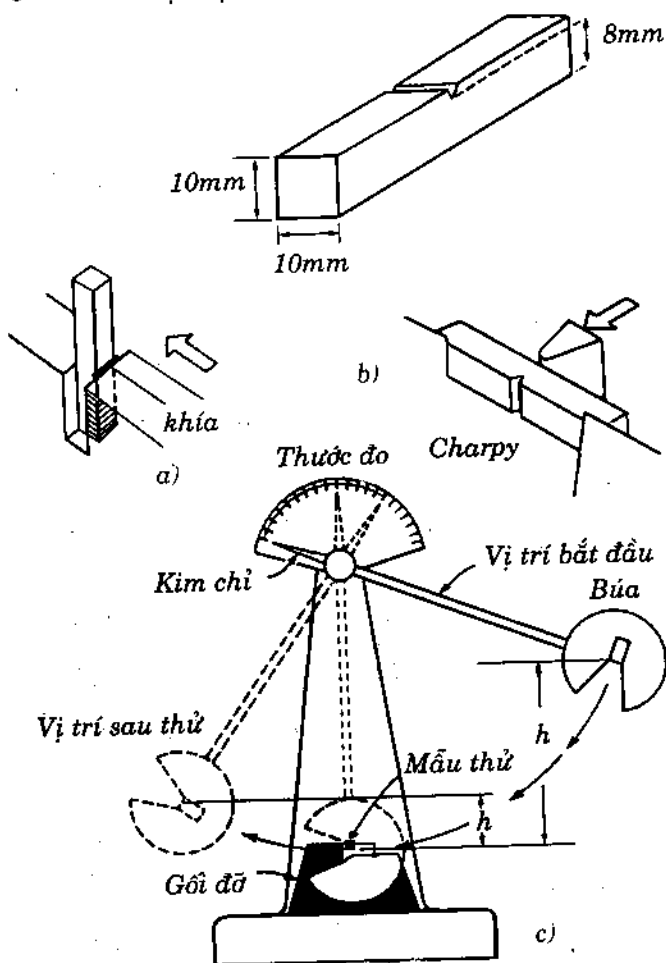
Độ cứng Vicke được ký hiệu bằng HV (kG/mm^2) ;

$$HV = 1,8544 \frac{P}{d^2} \quad (1.6)$$

Trong đó, P– tải trọng (kG) ; d– đường chéo của vết lõm (mm).

Phương pháp đo độ cứng Vicke có thể đo cho cả vật liệu mềm và vật liệu cứng có lớp mỏng của bề mặt sau khi thấm than, thấm nitơ, nhiệt luyện.

1.3.3. Đánh giá độ dai va đập của vật liệu



Hình 1.13. Sơ đồ nguyên lý máy và mẫu thử độ dai va đập.

$a_k = A/F \text{ (Nm/ m}^2\text{)}$. Trong đó : A là công để phá hỏng mẫu (Nm) ; F là diện tích mặt cắt ngang của mẫu tại chỗ xẻ rãnh (m^2).

Câu hỏi ôn tập :

1. Tính chất chung của kim loại gồm những tính chất nào ?
2. Tính công nghệ của kim loại là gì ? Cho một ví dụ về tính công nghệ của kim loại.
3. Thế nào gọi là tinh thể kim loại ? Ô cơ bản của kim loại là gì ? Có mấy loại ô ?
4. Khi nào có sự biến đổi ô cơ bản của kim loại ? Ý nghĩa thực tế của sự biến đổi ấy.
5. Sự kết tinh của kim loại là gì ? Cho một ví dụ công nghệ ứng dụng nó.

Chương II

HỢP KIM SẮT – CACBON

2.1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ HỢP KIM

Trong thực tế người ta sử dụng hợp kim nhiều hơn là kim loại nguyên chất, vì hợp kim có tính chất cao hơn, có một số tính chất đặc biệt khác thích hợp hơn cho nhu cầu thực tế.

Nhưng mặt khác hợp kim có cấu tạo phức tạp hơn, vì vậy để phân biệt rõ ràng các hợp kim cần phải làm quen với một số khái niệm sau :

2.1.1 Pha

Là những phần tử của hợp kim có thành phần đồng nhất ở cùng một trạng thái và ngăn cách với các pha khác bằng bề mặt phân chia (nếu ở trạng thái rắn thì phải có sự đồng nhất về cùng một kiểu mạng và thông số mạng).

Một tập hợp các pha ở trạng thái cân bằng gọi là hệ hợp kim.

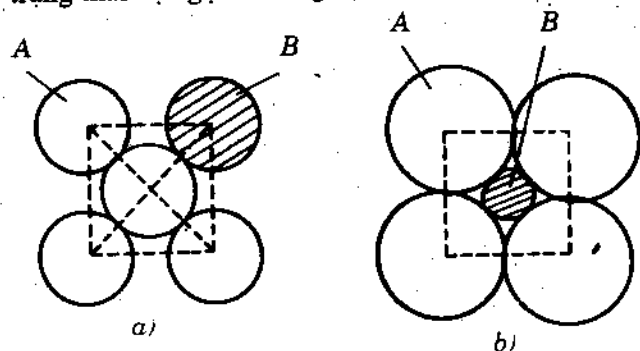
2.1.2 Nguyên

Là một vật chất độc lập có thành phần không đổi, tạo nên các pha của hệ. Trong một số trường hợp nguyên cũng là các nguyên tố hoá học hoặc là hợp chất hoá học có tính ổn định cao.

2.1.3. Các tổ chức của hợp kim

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

a) Dung dịch đặc. Hai hoặc nhiều nguyên tố có khả năng hoà tan vào nhau ở trạng thái đặc gọi là dung dịch đặc. Có hai loại dung dịch đặc :



– Dung dịch đặc thay thế. Nếu nguyên tử của nguyên tố hoà tan (B) thay thế nguyên tử của nguyên tố dung môi (A) (hình 2.1a) thì ta có dung dịch đặc thay thế.

Dung dịch đặc xen kẽ. Nếu nguyên tử của nguyên tố hoà tan

Hình 2.1. Các mô hình cấu trúc dung dịch đặc của hợp kim.

(B) xen kẽ hõ của các nguyên tử của dung môi (A) hình 2.1b thì ta có dung dịch đặc xen kẽ. Sự hoà tan xen kẽ bao giờ cũng có giới hạn.

b) Hợp chất hoá học. Trong nhiều loại hợp kim, nhiều pha được tạo nên do sự liên kết giữa các nguyên tố khác nhau theo một tỷ lệ xác định gọi là hợp chất hoá học. Mạng tinh thể của hợp chất khác với mạng thành phần. Hợp chất hoá học trong hệ có tính ổn định cao hoặc có nhiều dạng hợp chất khác nhau.

Ví dụ, nguyên tố Fe và cacbon tạo nên Fe_3C rất ổn định, nhưng nguyên tố Cu với Zn có thể cho ta nhiều dạng hợp chất như : $CuZn$, Cu_3Zn_3 , $CuZn_3$...

c) Hỗn hợp cơ học. Trong hệ hợp kim, có những nguyên tố không hoà tan vào nhau cũng không liên kết tạo thành hợp chất hoá học mà chỉ liên kết với nhau bằng lực cơ học thuần túy, thì gọi hệ hợp kim đó là hỗn hợp cơ học. Như vậy hỗn hợp cơ học không làm thay đổi mạng nguyên tử của các nguyên tố thành phần.

2.2. CÁC TỔ CHỨC CỦA HỢP KIM Fe-C

Ở trạng thái rắn, hệ hợp kim Fe-C tồn tại các tổ chức một pha và hai pha gồm :

* **Tổ chức Xementit (Xe)** là hợp chất hoá học của Fe và C ($C\% = 6,67\%$). Đây là một tổ chức có độ cứng cao, tính công nghệ kém, độ giòn lớn nhưng chịu mài mòn tốt.

* **Tổ chức Ostennit (γ, Os)** là dung dịch đặc xen kẽ của cacbon trong (Fe γ) (sắt ostennit). Lượng hoà tan C tối đa là 2,14% ở 1147°C. Tại 727°C lượng hoà

tan C là 0,8%. Ostennit là pha dẻo và dai rất dễ biến dạng. Vì nó tồn tại riêng biệt chỉ ở nhiệt độ trên 727°C nên không quyết định tính chất cơ học khi kim loại chịu tải mà chỉ có nghĩa khi gia công áp lực nóng và nhiệt luyện.

* *Ferit* (α , F) là dung dịch đặc xen kẽ của cacbon hoà tan trong Fe α . Lượng hoà tan cacbon trong ferit nhỏ. Ở 727°C hoà tan 0,02%C. Nhiệt độ càng giảm, lượng hoà tan càng giảm nên có thể coi ferit là sắt nguyên chất.

Ferit rất dẻo, mềm và có độ bền thấp.

* *Peclit* (P) là tổ chức gồm hai pha. Nó là hỗn hợp cơ học của ferit và xementit, khi hạ nhiệt độ xuống 727°C , cả ferit và xementit ở thể rắn tạo nên cùng tinh peclit có số lượng lớn nhất.

Tính chất cơ học của peclit tùy thuộc vào lượng ferit và xementit và phụ thuộc vào hình dạng của xementit (dạng hạt hoặc tấm).

* *Ledeburit* (Le) là hỗn hợp cơ học cùng tinh của ostennit và xementit. Tại 1147°C và 4,43%C cùng tinh ledeburit hình thành, ledeburit có độ cứng cao, giòn.

2.3. THÉP CACBON

2.3.1 Khái niệm về thép cacbon

Thép cacbon là hợp kim của Fe-C với hàm lượng cacbon nhỏ hơn 2,14%. Ngoài ra trong thép cacbon còn chứa một lượng tạp chất như Si, Mn, S, P

Nguyên tố ảnh hưởng lớn nhất trong thép là cacbon. Chỉ cần thay đổi một lượng rất nhỏ đã làm thay đổi nhiều tính chất cơ, lý, hoá của thép.

Cùng với sự tăng hàm lượng cacbon, độ cứng và độ bền tăng, còn độ dẻo và độ dai lại giảm xuống. Điều đó được giải thích bằng sự thay đổi số lượng xementit II và ferit trong tổ chức thép. Sự thay đổi hàm lượng cacbon đồng thời làm thay đổi cả tính công nghệ, tính đúc, tính hàn và tính rèn dập. Ví dụ, khi tăng cacbon tính rèn xấu đi nhưng tính đúc lại tốt hơn.

Thành phần tạp chất gồm hai loại : Si, Mn là những tạp chất có lợi. Khi hàm lượng của chúng thích hợp ($\text{Mn} \leq 0,75\%$ và $\text{Si} \leq 0,35\%$) có khả năng khử oxi khỏi các oxit sắt ; làm tăng độ bền, độ cứng của thép. Nhưng không nên cho nhiều tạp chất loại này vì nó sẽ phương hại đến một số tính công nghệ như gia công cắt gọt, nhiệt luyện, ...

Lưu huỳnh (S) và photpho (P) đặc biệt có hại cho thép cacbon. Nguyên tố S sẽ làm cho thép bị giòn nóng. Ở nhiệt độ cao, những tạp chất có chứa lưu huỳnh sẽ mềm ra gây ảnh hưởng lớn đến liên kết bền vững của thép, người ta gọi là giòn nóng. Ngược lại photpho lại làm thép bị phá huỷ ở trạng thái nguội và gọi là giòn nguội. Vì thế cần hạn chế S và P dưới mức 0,03%.

Thép cacbon là vật liệu sử dụng rộng rãi nhờ giá thành không cao ; tùy theo hàm lượng cacbon chúng được sử dụng với những mục đích khác nhau. Đánh giá chung thì thép cacbon có cơ tính tổng hợp không cao, chỉ dùng làm các chi tiết máy chịu tải trọng nhỏ và vừa trong điều kiện áp suất và nhiệt độ thấp.

2.3.2 Phân loại thép cacbon

a) Theo tổ chức tế vi thép cacbon được phân loại theo :

- Thép trước cùng tích với tổ chức pherit + peclit.
- Thép cùng tích ($C=0,8\%$) thép có tổ chức peclit.
- Thép sau cùng tích trong đó có peclit và xementit.

b) Theo hàm lượng cacbon thường dùng :

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

c) Theo phương pháp luyện kim. Thép có thể được luyện bằng nhiều cách, trong các lò luyện khác nhau nên chất lượng của chúng cũng khác nhau :

- Thép luyện trong lò chuyển thường có chất lượng không cao, hàm lượng các nguyên tố thường kém chính xác.
- Thép luyện trong lò Mác tanh có chất lượng cao hơn trong lò chuyển.
- Thép luyện trong lò điện có chất lượng cao hơn nhiều, khử hết tạp chất tới mức thấp nhất.

Khi luyện thép, căn cứ vào phương pháp khử oxi người ta còn chia ra thép sôi và thép lắng. Thép sôi chứa nhiều rỗ khí nên kém dẻo và dai so với thép lắng.

d) Theo công dụng là phương pháp phân loại có tính thực tiễn cao nhất tạo điều kiện cho việc sử dụng thép thích hợp. Thép cacbon được phân ra :

- Thép cacbon thông dụng gọi là thép thường. Loại này cơ tính không cao, chỉ dùng để chế tạo các chi tiết máy, các kết cấu chịu tải nhỏ. Thường dùng trong ngành xây dựng, giao thông.

Thép thông dụng được chia ra ba nhóm A, B và C. Nhóm A chỉ đánh giá bằng các chỉ tiêu cơ tính (độ bền, độ dẻo, độ cứng, ...). Nhóm B đặc trưng bằng thành phần hoá học và nhóm C đặc trưng bằng cả hai chỉ tiêu cơ tính và thành phần hoá học.

Sự phân nhóm giúp ta chọn lựa thép này để sử dụng hợp lý. Ví dụ, khi cần biết cơ tính ta sử dụng nhóm A, khi cần tính toán về hàn, nhiệt luyện sử dụng nhóm B hay C.

Theo TCVN 1765-75 quy định ký hiệu thép thông dụng là chữ CT, sau chữ CT ghi chỉ số giới hạn bền (σ_b N/mm²) thấp nhất ứng với mỗi ký hiệu.

Ví dụ, CT38 có giới hạn bền $\sigma_b = (380 \div 490)$ N/mm².

Các nhóm B và C cũng có cùng ký hiệu trên cơ sở nhóm A nhưng thêm vào phía trước chữ cái B hay C để phân biệt. Ví dụ :

CT31 $\longrightarrow$ BCT31 $\longrightarrow$ CCT31

Theo TCVN $\mapsto$ Nếu phân biệt thép sôi (ký hiệu.S) và thép nửa lắng (ký hiệu : n) thì ta có :

CT34S hay CT38n. (Theo tiêu chuẩn của Nga ký hiệu thép sôi là Kn và thép nửa lắng nC. Ví dụ CT2 Kn hay CT3nC, thép không có các ký hiệu đều là thép lắng.)

- Thép cacbon kết cấu là loại thép có hàm lượng tạp chất S, P rất nhỏ, tính năng lý hoá tốt, hàm lượng cacbon chính xác và chỉ tiêu cơ tính rõ ràng. Thép kết cấu cacbon trong các bảng chỉ dẫn ghi cả thành phần và cơ tính.

Thép kết cấu cacbon dùng trong chế tạo các chi tiết máy chịu lực cao hơn, vật liệu loại này thường được cung cấp dưới dạng bán thành phẩm. Theo TCVN ký hiệu thép cacbon kết cấu là chữ C, sau chữ C ghi chỉ số chỉ hàm lượng cacbon của thép như : C08 ; C10 ; C15 ; C20 ; ... C55

Ví dụ : C45 - Chữ C ký hiệu thép cacbon ; 45 chỉ hàm lượng cacbon trung bình là 0,45%C.

- Thép cacbon dụng cụ là loại thép có hàm lượng cacbon cao (0,7 ÷ 1,3%C), có hàm lượng tạp chất S và P thấp (< 0,025%). Thép cacbon dụng cụ tuy có độ cứng cao khi nhiệt luyện nhưng chịu nhiệt thấp nên chỉ dùng làm các dụng cụ như : đục, dũa hay các loại khuôn, các chi tiết cần độ cứng.

Ký hiệu thép cacbon dụng cụ theo TCVN : CD70, CD80, CD80A, CD90 ... CD130

Ví dụ : CD80A (ký hiệu của Liên Xô cũ là Y8A) CD - chỉ thép dụng cụ cacbon ; 80 - chỉ hàm lượng cacbon là 0,8% ; chữ A biểu thị thép tốt hơn CD80.

2.4. GANG

2.4.1 Khái niệm về gang

Gang là hợp kim Fe-C, hàm lượng cacbon lớn hơn 2,14% nhưng cao nhất cũng < 6,67%C. Cũng như thép trong gang chứa tạp chất Si, Mn, S, P và các nguyên tố khác.

Do có hàm lượng cacbon cao hơn nên tổ chức của gang ở nhiệt độ thường cũng như ở nhiệt độ cao hơn đều tồn tại lượng xementit cao. Đặc tính chung của gang là cứng và giòn, có nhiệt độ nóng chảy thấp, dễ đúc.

Thành phần tạp chất trong gang gây ảnh hưởng khác so với thép cacbon. Cùng với cacbon, nguyên tố Si thúc đẩy sự graphit hoá, nghĩa là phân hủy Fe_3C thành Fe và cacbon tự do khi kết tinh. Ngược lại Mn lại cản trở sự graphit hoá nhằm tạo ra Fe_3C của gang trắng. Lượng Si thay đổi trong gang ở giới hạn từ $1,5 \div 3,0\%$ còn Mn thay đổi tương ứng với Si ở giới hạn $0,5 \div 1,0\%$.

Tạp chất S và P làm hại đến cơ tính của gang. Nhưng nguyên tố P phần nào làm tăng tính chảy loãng, tăng tính chống mài mòn do đó có thể có hàm lượng đến $0,1 \div 0,2\% \text{P}$.

Cuối cùng là nguyên tố cacbon : nguyên tố này tạo ra cùng với Fe các tổ chức trong gang. Cacbon càng nhiều graphit hoá càng mạnh, nhiệt độ chảy càng giảm (nhiệt độ nóng chảy hoàn toàn của gang thấp nhất khi $\text{C}=4,43\%$ ở 1147°C làm tính đúc càng tốt). Nhưng tăng hàm lượng cacbon sẽ làm giảm độ bền, tăng giòn. Vì vậy trong gang xám chẳng hạn, hàm lượng cacbon giới hạn từ $2,8 \div 3,5\%$.

2.4.2. Phân loại gang

Gang được phân loại theo

a) *Giản đồ trạng thái* : chia gang ra 3 loại.

– Gang trước cùng tinh ($\text{C} < 4,43\%$) chứa tổ chức peclit, xementit và ledeburit.

– Gang cùng tinh ($\text{C}=4,43\%$) chỉ có tổ chức ledeburit.

– Gang sau cùng tinh ($\text{C} > 4,43\%$) tồn tại hai tổ chức ledeburit và xementit.

b) *Tổ chức và cấu tạo* : người ta chia ra :

* *Gang trắng* : là loại gang mà hầu hết cacbon ở dạng liên kết Fe_3C . Tổ chức xementit có nhiều trong gang làm mặt gãy của nó có màu sáng trắng nên gọi là gang trắng.

Gang trắng rất cứng và giòn, tính cắt gọt kém. Nó chỉ dùng để chế tạo gang rèn hoặc dùng để chế tạo các chi tiết máy cần tính chống mài mòn cao như bi nghiền, trục cán.

Gang trắng chỉ hình thành khi hàm lượng C, Mn thích hợp và với điều kiện nguội nhanh ở các vật đúc thành mỏng, nhỏ.

Gang trắng không có ký hiệu riêng.

* *Gang xám* : là loại gang mà hầu hết cacbon ở dạng graphit hình tấm. Nhờ có graphit nên mặt gãy có màu xám.

Tổ chức tế vi của gang xám gồm nền cơ sở và các graphit dạng tấm. Nền của gang xám có thể là : pherit, pherit – peclit ; peclit. Vậy cơ tính của gang xám phụ thuộc vào hai yếu tố : Tổ chức của nền, độ bền của nền tăng lên từ nền pherit đến nền peclit ; yếu tố thứ hai là số lượng, hình dạng và sự phân bố

graphit. Nếu số lượng hợp lý, hình dạng thu gọn và phân bố đều trên nền thì cơ tính sẽ được cải thiện.

Do đó trong sản xuất gang, người ta thường biến tính gang xám để cải thiện cơ tính gang xám.

* *Gang xám* có độ bền nén cao, chịu mài mòn, đặc biệt là có tính đúc tốt. Theo TCVN 1659-75 ký hiệu gang xám gồm 2 phần, các chữ cái chỉ loại gang : GX và nhóm số chỉ thứ tự độ bền kéo và độ bền uốn.

Ví dụ : GX21-40 (ký hiệu của Liên xô cũ là C421-40) có các nhóm số chỉ độ bền :

$\sigma_{\text{kéo}} = 210 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{uốn}} = 400 \text{ N/mm}^2$. Theo thứ tự độ bền tăng dần có các ký hiệu sau :

GX12-28 (C412-28), GX15-32 (C415-32), GX18-36 (C418-36) có nền peclit - pherit ; graphit thô, độ bền không cao dùng làm vỏ hộp, nắp che GX21-40 ; GX28-48 là loại có cơ tính cao hơn nhờ graphit nhỏ mịn dùng làm chi tiết chịu lực cao hơn như bánh đà, thân máy.

Loại có độ bền cao như GX36-56 ; GX40-60 có nền peclit với graphit được biến tính tốt dùng chế tạo chi tiết vỏ xilanh v.v...

* *Gang cầu* : là loại gang có thể có tổ chức như gang xám, nhưng graphit có dạng thu nhỏ thành hình cầu. Chính nhờ vậy mà gang cầu có độ bền cao hơn gang xám nhiều, đặc biệt có độ dẻo bảo đảm. Có thể so sánh cơ tính gang cầu xấp xỉ bằng thép mác thấp.

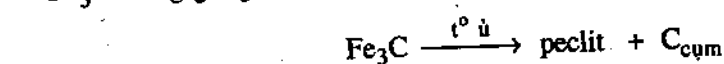
Để có tổ chức gang cầu, phải nấu chảy gang xám và dùng phương pháp biến tính đặc biệt gọi là cầu hoá để tạo ra graphit hình cầu. Kết quả là cũng trên các nền tương tự như gang xám, với graphit cầu ta có độ dẻo $\delta = 5 + 15\%$; độ bền tăng lên ; độ bền kéo $\sigma_k = 400 + 1000 \text{ N/mm}^2$.

Ký hiệu gang cầu theo TCVN : GC45-15 ; GC50-2 và GC60-2.

Chữ GC - viết tắt chữ gang cầu ; nhóm đầu chỉ độ bền kéo (N/mm^2) và nhóm sau chỉ độ dẫn dài tương đối ($\delta\%$). Ví dụ : ký hiệu mác GC42-12 là gang cầu có $\sigma_k = 420 \text{ N/mm}^2$ và $\delta = 12\%$.

Gang cầu dùng để chế tạo bằng đúc các chi tiết máy trung bình và lớn, hình dạng phức tạp, cần tải trọng cao, chịu va đập như các loại trục khuỷu, trục cán.

* *Gang dẻo* : là loại gang được chế tạo từ gang trắng bằng phương pháp nhiệt luyện (ủ). Gang dẻo có độ bền cao, độ dẻo lớn nhờ graphit phân huỷ từ Fe_3C trong gang trắng tạo nên dạng cụm.



Ký hiệu gang dẻo bằng GZ và hai nhóm số tương tự như ký hiệu gang cầu. Một số ký hiệu mác gang dẻo như :

GZ33-8 ; GZ37-12 (Ký hiệu Liên xô cũ K4 33-8 ; K4 37-12) là gang dẻo nền ferit ; GZ45-6 ; GZ60-3 là gang dẻo nền peclit tương ứng với K4 45-6 ; K4 60-3 của hệ thống ký hiệu gang dẻo của Liên Xô cũ. Gang dẻo thường có giá thành cao hơn vì khó đúc hơn và thời gian ủ lâu. Chúng thường dùng để chế tạo chi tiết phức tạp, thành mỏng.

2.5. THÉP HỢP KIM

2.5.1 Khái niệm về thép hợp kim

Thép hợp kim là loại thép có chứa trong nó một lượng thành phần các nguyên tố hợp kim thích hợp. Những nguyên tố hợp kim đưa vào một cách cố ý đó, tùy theo hàm lượng, theo loại nguyên tố sẽ tạo ra tính chất mới. Các nguyên tố đó là Mn, Si, Cr, Ni, Ti, W, Cu, Co, Mo. Hàm lượng của chúng phải đủ đến mức có thể làm thay đổi cơ tính thì mới được coi là chất cho thêm, nếu dưới mức đó thì chỉ là tạp chất.

Nhờ các nguyên tố hợp kim cho thêm, thép hợp kim nói chung có các đặc tính cơ bản sau :

a) *Cải thiện cơ tính.* Thép hợp kim có tính nhiệt luyện tốt hơn thép cacbon. Trước nhiệt luyện hai loại : thép cacbon và hợp kim có cơ tính tương tự. Nhưng nếu nhiệt luyện và ram hợp lý, thép hợp kim sẽ tăng cơ tính rõ rệt.

Thép hợp kim giữ được độ bền cao hơn thép cacbon ở nhiệt độ cao nhờ sự tương tác của nguyên tố hợp kim trong các tổ chức của thép cacbon.

b) *Tạo ra những tính chất lý hoá đặc biệt* như chống ăn mòn trong các môi trường ăn mòn ; có thể tạo ra thép từ tính cao hay không có từ tính ; độ dẫn nhiệt và nhiệt rất nhỏ.

Mặc dù thép hợp kim có giá thành cao hơn, nhưng nhờ các đặc tính trên, nó được dùng để chế tạo nhiều chi tiết chịu lực, chịu nhiệt, chịu ăn mòn và trong các lĩnh vực thích hợp nâng cao tuổi thọ của thiết bị, giảm nhẹ khối lượng và kích thước máy.

Sở dĩ thép hợp kim có được các đặc tính tốt ở trên là nhờ các biến đổi sau :

+ Các dung dịch đặc trong thép cacbon hoà tan thêm nguyên tố hợp kim tạo nên sự thay đổi có lợi cho các tổ chức pha, ví dụ tạo ra các pherit hợp kim bền hơn.

+ Trừ một số nguyên tố như Ni, Si, Al, đa số các nguyên tố khác như Cr, W, Ti... đều kết hợp với cacbon tạo nên cacbit hợp kim, ví dụ cacbitcrôm

- Một số nguyên tố kết hợp với thép cacbon và môi trường ngoài tạo nên lớp vỏ oxit rất bền để bảo vệ.

2.5.2 Phân loại thép hợp kim

a) *Phân loại theo nồng độ hợp kim trong thép.* Chúng được chia ra ba loại :

- Thép hợp kim thấp có tổng lượng các nguyên tố hợp kim đưa vào $< 2,5\%$.
- Thép hợp kim trung bình có tổng lượng các nguyên tố hợp kim từ $2,5 + 10\%$.
- Thép hợp kim cao có tổng lượng $> 10\%$.

b) *Phân loại theo tên gọi các nguyên tố hợp kim chủ yếu.* Ví dụ : thép Si, thép Mn, thép Cr - Ni.

c) *Phân loại theo công dụng.*

* *Thép hợp kim kết cấu* : là loại thép trên cơ sở thép kết cấu cacbon cho thêm các nguyên tố hợp kim. Như vậy thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon khoảng $0,1 + 0,85\%$ và lượng phần trăm nguyên tố hợp kim thấp.

Thép hợp kim kết cấu phải qua thấm than (thấm cacbon) rồi mới nhiệt luyện thì cơ tính sẽ cao.

Loại thép này được dùng để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng cao, cần độ cứng, độ chịu mài mòn, hoặc cần tính đàn hồi cao v.v.

Các mác thép hợp kim kết cấu thường gặp là : 15Cr ; 20Cr ; 20CrNi. Hàm lượng Cr, Ni thường nhỏ hơn 1%, hoặc 12CrNi 3A, 12Cr2Ni 4A, các chữ số đặt sau nguyên tố hợp kim là hàm lượng các nguyên tố đó, chữ A là loại tốt.

Những loại có hàm lượng cacbon trung bình có các ký hiệu như 40Cr, 40CrMn, 35CrMnSi.

Những loại có hàm lượng cacbon cao dùng làm thép lò xo như 50Si2, C65Mn, C65Si2.

Ngày nay trên thế giới hầu hết các nước đều có nhóm thép hợp kim thấp với độ bền cao (so với thép cacbon). Thép này được hợp kim hoá với lượng hợp kim thấp và được gọi theo chữ viết tắt là : HSLA (High Strength Low Alloy Steel). Nó được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp. Đặc điểm chung của loại thép này là có độ bền cao (đặc biệt giới hạn chảy $\sigma_{0,2} \geq 350 \text{ MPa}$) có tính chống ăn mòn tốt, tính hàn tốt và giá thành rẻ.

* *Thép hợp kim dụng cụ* : là loại thép có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện, độ chịu nhiệt và độ chịu mài mòn cao. Hàm lượng cacbon trong hợp kim dụng cụ từ $0,7 + 1,4\%$; các nguyên tố hợp kim cho vào là Cr, W, Si và Mn.

Thép hợp kim dụng cụ có tính nhiệt luyện tốt. Sau nhiệt luyện có độ cứng đạt $60 + 62 \text{ HRC}$. Những ký hiệu thường gặp là 90CrSi, 100CrWMn, 100Cr12 và OL100Cr1,5.

Riêng loại thép làm ổ lăn (vòng bi) thường chứa hàm lượng Cr cao hơn và ký hiệu theo tên riêng của nó, TCVN ký hiệu OL (ổ lăn). Ví dụ : OLCr1, OLCr1,5 (1,0%, 1,5%Cr).

* **Thép gió** : là một dạng thép hợp kim đặc biệt để làm dụng cụ cắt gọt và các chi tiết máy có yêu cầu cao.

Trong tổ chức của thép gió gồm các nguyên tố cacbon, crom, vonfram, coban, vanadi và sắt (Fe).

Thép gió có độ cứng cao, bền, chịu mài mòn và chịu nhiệt đến 650°C . Trong thép gió có hàm lượng các nguyên tố hợp kim như sau : $8,5 + 19\% \text{ W}$, $0,7 + 1,4\% \text{ C}$, $3,8 + 4,4\% \text{ Cr}$, $1 + 2,6\% \text{ V}$ và một số lượng nhỏ Mo hay Co.

Những mác thép gió thường dùng theo TCVN có 90W9V2, 75W18V, 140W9V5, 90W18V2.

Trong công nghiệp, nhiều chi tiết máy cần có tính chất đặc biệt để đáp ứng với điều kiện mà nó phải chịu.

* **Thép không gỉ** : là loại thép có khả năng chống lại môi trường ăn mòn (ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá). Trong thép thường có nhiều pha, mỗi pha có điện thế, điện cực khác nhau. Trong môi trường điện ly chúng tạo ra các pin điện tế vi, kết quả là tạo ra sự ăn mòn điện hoá. Do đó người ta đã tạo ra được các mác thép không gỉ khác nhau có khả năng chống được hiện tượng trên.

Trong thép không gỉ, hàm lượng crom khá cao ($>12\%$). Có hai loại thép không gỉ : loại hai pha pherit và cacbit ; loại một pha austenit. Chúng gồm các ký hiệu như : 12Cr13, 20Cr13, 30Cr13 và 12Cr18Ni9, 12Cr18Ni9Ti.

Tuỳ theo mức độ chống gỉ của chúng có thể làm việc trong các môi trường khác nhau : nước biển, các hoá chất.

* **Thép bền nóng** : là loại thép làm việc được ở nhiệt độ cao mà độ bền không giảm, không bị oxi hoá bề mặt. Người ta thường sử dụng các loại thép với mức chịu nhiệt khác nhau. Ví dụ loại thép peclit gồm 12CrMo, 04Cr9Si2 chịu nhiệt độ $300 + 500^{\circ}\text{C}$.

Thép hợp kim có khả năng chịu nhiệt độ cao hơn 800°C dùng để chế tạo các loại dây dẫn, điện trở, hợp kim đó gọi là NiCr. Ví dụ Cr20Ni80 ; Cr15Ni60.

2.6. HỢP KIM CỨNG

Bằng phương pháp chế tạo đặc biệt đã tạo ra hợp kim cứng từ cacbit (cacbit vonfram, cacbit titan, cacbit tantan) cùng với một lượng coban làm chất dính kết.

Hợp kim cứng là loại vật liệu điển hình với độ cứng, độ chịu nhiệt rất cao ($800 + 1000^{\circ}\text{C}$). Vì vậy hợp kim này được dùng phổ biến làm các dụng cụ cắt gọt kim loại và cắt gọt vật liệu phi kim loại có độ cứng cao. Điều đặc biệt của hợp kim cứng là không cần nhiệt luyện vẫn đạt độ cứng $85 + 92 \text{ HRC}$.

Thường dùng hai nhóm hợp kim cứng sau đây :

– Nhóm một cacbit : WC + Co, gọi tắt theo Liên Xô (cũ) là BK gồm các ký hiệu BK2, BK3, BK4, BK8, BK10, BK25.

Ví dụ : BK8 (Việt Nam ký hiệu WCo8) có 8%Co và 92%WC.

Nhóm này có độ dẻo thích hợp với gia công vật liệu giòn, làm các khuôn kéo, ép.

– Nhóm hai cacbit : WC + TiC + Co, gọi tắt theo Liên Xô cũ là TK (Việt Nam ký hiệu là TCo). Ví dụ T15K6 (Việt Nam ký hiệu là T15Co6) có 6%Co, 15%TiC và 79%WC. Loại hợp kim nhóm này có độ dẻo thấp hơn so với nhóm BK. Bảng 2 giới thiệu một số loại hợp kim cứng và công dụng.

Bảng 2. Tính năng và công dụng của hợp kim cứng.

Loại hợp kim cứng	Tính năng	Công dụng
1	2	3
BK10 (WCo10)	Có độ chịu mài mòn kém nhưng có độ bền khi sử dụng cao hơn loại BK8	Dùng làm khuôn kéo ống và thép thanh, dùng cho các chi tiết máy mau mòn, làm đồ gá và các dụng cụ.
BK15 (WCo15)	Có độ bền khi sử dụng và độ chịu va đập cao, tính chịu mài mòn kém hơn loại BK8 và BK10.	Dùng làm mũi khoan đá, đầu mũi đập đá và khoáng sản, làm khuôn kéo ống, các chi tiết máy mau mòn, khuôn dập, dụng cụ cắt gỗ.
T16K6 T14K8 (T16Co6, T14Co8)	Có độ bền khi sử dụng cao, tính chịu mài mòn và tốc độ cắt cho phép kém hơn loại T14K8	Dùng để tiện thô các vật bằng thép đúc, dập và các phôi có vỏ cứng, có lớp cháy cát ở mặt ngoài, chịu va đập tốt.

Câu hỏi ôn tập :

1. Các loại tổ chức của hợp kim, định nghĩa, cho ví dụ chứng minh.
2. Định nghĩa các tổ chức của hợp kim sắt – cacbon.
3. Tính chất của các tổ chức hợp kim sắt – cacbon.
4. Định nghĩa thép, gang và sự khác nhau của chúng.
5. Nhận biết, giải thích và nêu công dụng của các ký hiệu vật liệu sau : CT31, C45, CD90.

6. Nhận biết, giải thích và nêu công dụng của các ký hiệu vật liệu sau : GX 12-24, GC45-5, GZ30-6.
7. Định nghĩa thép hợp kim và nêu sự khác nhau giữa thép cacbon và thép hợp kim.
8. Nhận biết và giải thích các ký hiệu vật liệu sau : C30, 30Cr, 90W18V2 12Cr18Ni9.
9. Thế nào là hợp kim cứng ? Đặc điểm và công dụng của chúng ?

Chương III

KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MÀU

3.1. TÍNH CHẤT CHUNG CỦA KIM LOẠI MÀU

Sắt và các hợp kim của nó (thép, gang) gọi là kim loại đen. Kim loại màu và hợp kim màu là kim loại mà trong thành phần của chúng không chứa Fe, hoặc chứa một lượng rất nhỏ.

Kim loại màu có các tính chất đặc biệt và ưu việt hơn kim loại đen ở chỗ : tính dẻo cao, cơ tính khá cao, có khả năng chống ăn mòn và chống mài mòn, tính dẫn điện và dẫn nhiệt tốt. Các kim loại màu thường gặp là nhôm, đồng, magiê và titan.

3.2. NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

Nhôm là kim loại nhẹ, có khối lượng riêng nhẹ khoảng $2,7 \text{ g/cm}^3$, có tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao, chống ăn mòn tốt. Nhiệt độ nóng chảy là 660°C . Độ bền thấp $\sigma_b = 60 \text{ N/mm}^2$, mềm ($\text{HB} = 25$) nhưng dẻo. Trên bề mặt của nhôm có một lớp oxit bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường không khí ở nhiệt độ bình thường. Đó là lớp oxit nhôm, nó luôn luôn tự hình thành trên bề mặt nhôm do tác dụng với không khí.

Người ta còn dùng cách oxi hoá bề mặt nhôm bằng các phương pháp điện hoá hoặc hoá học, để tạo nên lớp oxit bảo vệ vững chắc trong môi trường không khí và một số môi trường khác.

Nhôm nguyên chất sau khi luyện có màu sáng trắng và được chia ra theo ba nhóm :

- A999 : Al = 99,999% là loại tinh khiết.

- A995, A99, A97 và A95 (99,995 ÷ 99,95% Al) là loại có độ sạch cao.

- A85, A8, A7, A0 (99,85 ; 99,80 ; 99,70 ; 99,00% Al) gọi là loại nhôm kỹ thuật.

Nhôm nguyên chất do có độ bền thấp nên phạm vi sử dụng hạn chế, thường dùng trong công nghiệp điện, công nghiệp tiêu dùng. Để sử dụng rộng rãi hơn, nhôm được sử dụng dưới dạng hợp kim.

Tuỳ theo công dụng, hợp kim nhôm được phân ra loại đúc và loại gia công áp lực.

Bảng 3. Tính chất cơ học của hợp kim nhôm đúc

Mãc hợp kim nhôm (Theo Liên Xô cũ)	Cách đúc	Dạng nhiệt luyện	Cơ tính của hợp kim nhôm đúc		
			Giới hạn bền kéo MN/m ²	Độ dẫn dài tương đối %	Độ cứng Brinen kG/mm ²
Al1	3 ; K	T5	200	0,5	95
Al12	3 M ; KM ; K	-	150	4	50
		-	160	2	50
Al13	K	-	160	0,5	65
	3	-	120	-	65
	3 ; K	T1	170	1	70
	3 ; K	T2	120	-	65
	3	T5	210	-	75
	K	T5	240	0,5	75
	3 ; K	T7	200	1	70
	3 ; K	T8	180	2	65
	3	-	120	-	65
Al13B	K	-	160	0,5	65
	3	T5	210	-	75
	K	T5	210	0,5	75
	3	T8	150	1	65
	K	T8	180	2	65
	3 ; K	-	150	2	50
Al14	K	T1	200	1,5	70
	3 ; M	T6	230	3	70
	K	T6	245	3	70
	3 ; K	-	160	0,3	70
Al14B	3	T6	240	0,4	80
	K	T6	250	0,4	90
Al15	3 ; K	T1	160	-	65
	3	T5	200	-	70
	3 ; K	T7	180	1	65

Chú thích : 3. Khuôn cát; 3M. Khuôn cát được biến tính; K. Khuôn kim loại; KM. Khuôn kim loại được biến tính; T1. Hoá già; T2. Ủ; T5. Tôi và hoá già; T6. Tôi và hoá già cao; T7. Tôi và ram cao; T8. Tôi và ram thấp.

Hợp kim nhôm đúc theo Liên Xô (cũ) được ký hiệu bằng chữ Аπ. Khuôn đúc có thể là khuôn cát hoặc khuôn kim loại.

Để nâng cao cơ tính của nhôm, có thể nhiệt luyện nhôm đúc ở nhiệt độ 520 – 540°C và hoá già ở 170 – 190°C trong nhiều giờ.

Hợp kim nhôm gia công áp lực được sản xuất ra dưới dạng tấm mỏng, băng dài, các thể định hình, dây và ống. Hợp kim nhôm loại này có thể rèn, dập, cán ép hoặc gia công bằng các hình thức gia công áp lực khác.

Bảng 3,4,5 giới thiệu tính chất và công dụng của một số hợp kim nhôm đúc và hợp kim nhôm gia công áp lực.

Bảng 4. Cơ tính của hợp kim nhôm có thể gia công áp lực

Mác hợp kim nhôm (theo Liên Xô cũ)	Dạng bán thành phẩm	Giới hạn bền σ_b MN/m ²	Giới hạn chảy σ_c MN/m ²	Độ dẫn dài tương đối %	Độ thắt tương đối %	Độ cứng Brinen kG/mm ²
АД АД1	H	140	100	6	60	32
	M	80	30	35	80	25
AM _ц	H	220	190	5	90	55
	M	130	50	23	70	30
AM _г	ПН	250	210	6	—	60
	M	190	100	23	64	45
AM _г 5В	M	270	150	23	—	70
Д1	T	420	240	15	30	112
	M	210	110	18	—	45
Д6	T	460	300	15	—	—
	M	220	110	15	48	—
Д16 (tấm)	T	420	280	18	30	105
	M	180	100	18	—	42
ДЗП	T	340	210	20	40	80
	M	170	80	20	—	—
Д18П	T	300	170	24	50	70
	M	160	60	24	—	38
AB	T	330	280	16	20	95
	M	120	—	30	65	30
AK2	T	420	260	13	—	105
AK4	T	440	270	10	—	120

AK4-1	T	420	-	12	-	120
AK6	T	420	300	13	-	105
AK8	T	490	380	12	25	135
B95	T	550	460	10	-	150
	M	220	-	15	-	-
B65	T	400	-	20	-	-
BD17	T	490	300	20	-	145
D20	T	400	250	13	-	100

Chú thích : Các ký hiệu cho dạng bán thành phẩm H – biến cứng ; M – đã ủ ; IIH – nửa biến cứng ; T – đã tôi và hoá già.

Bảng 5. Ứng dụng của hợp kim nhôm gia công áp lực.

Mức hợp kim nhôm (Theo Liên Xô cũ)	Phạm vi sử dụng
AD ; AD1	Các chi tiết chịu lực và cần có độ dẻo cao, dẫn nhiệt và dẫn điện tốt.
AM _Π ; AM _r	Các chi tiết hàn, ống dẫn, dây để làm đinh tán, làm tụ điện.
D1	Các chi tiết có độ bền trung bình.
AB	Các chi tiết có độ dẻo cao ở nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao, chịu lực vừa phải.
AK2 ; AK4 ; AK4-1	Các pittông của động cơ nhiệt.
AK6	Các chi tiết rèn, dập có hình dạng phức tạp và độ bền trung bình.
AK8	Các chi tiết dập chịu tải trọng lớn.
B95	Các chi tiết chịu lực lớn.
BD17 ; D20	Cánh các máy nén khí và các chi tiết làm việc ở nhiệt độ cao

3.3. ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

Đồng có tính dẫn điện và dẫn nhiệt tốt, tính chống ăn mòn cao, dễ gia công bằng áp lực ở trạng thái nóng và nguội, có thể dát mỏng thành tấm có chiều dày 0,05mm.

*** Tính chất vật lý của đồng**

Khối lượng riêng ở 20°C (g/cm ³)	8,94
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	1083
Hệ số dẫn nhiệt ở 20°C (calo/cm.s.°C)	0,923

Hệ số dẫn dài (0–100°C)

$16,5 \cdot 10^{-6}$

Điện trở suất ở 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

0,01784

Độ dẫn điện ở 20°C ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)

57.

Nhiệt độ nóng chảy 1083°C ; dẻo ; dễ biến dạng ; nhưng độ bền thấp
 $\sigma_b = 160 \text{ N/mm}^2$

Đồng nguyên chất sau khi luyện, được phân theo độ tinh khiết.

Ta thường gặp các loại đồng và công dụng của chúng cho trong bảng 6.

Đồng nguyên chất kém bền và tính công nghệ kém nên ít dùng. Vì và thường dùng các hợp kim cơ bản của chúng đó là các hợp kim có tính gia công cắt gọt và tính đúc tốt, có độ bền cao. Hai loại hợp kim đồng thường dùng là đồng thau và đồng thanh.

* *Đồng thau* là hợp kim đồng và kẽm, thành phần kẽm chứa trong đồng thau không quá 45%.

Phân biệt hai loại đồng thau : đồng thau có thể gia công áp lực và đồng thau đúc.

Theo ký hiệu của Việt Nam, đồng thau ký hiệu là chữ L, sau đó là hai con số chỉ phần trăm đồng (còn lại là kẽm và các chất khác). Ví dụ đồng thau L68 thì có 68% đồng với 32% kẽm + các tạp chất khác.

Bảng 6. Đồng và phạm vi sử dụng.

Mác đồng	Thành phần đồng không ít hơn %	Phạm vi sử dụng
MO	99,95	Dùng làm dây điện và các hợp kim tinh khiết.
M1	99,9	Dùng làm dây điện và các hợp kim cao cấp.
M2	99,7	Dùng làm bán thành phẩm cao cấp và hợp kim cơ bản là đồng.
M3	99,5	Dùng làm đồng đúc và đồng có thể gia công bằng áp lực với chất lượng thường.
M4	99,0	Dùng làm các hợp kim phụ.

Ở đồng thau đa nguyên, ngoài chữ L, trong ký hiệu còn có thêm các chữ khác biểu thị tên các hợp kim chứa trong đồng thau. Ví dụ LSi Pb 80–3–3 có 80% đồng, 3% Silic, 3% chì, còn lại 14% là kẽm và các tạp chất khác.

* *Đồng thanh* là hợp kim của đồng có pha thêm thiếc, nhôm, kẽm, silic, berili, crom. Có nhiều loại đồng thanh : đồng thanh thiếc, đồng thanh silic, đồng thanh kẽm.

Đồng thanh : có ký hiệu với chữ đầu là Br còn các chữ của nguyên tố hợp kim khác cũng ký hiệu như trên.

Khác với đồng thau, trong ký hiệu đồng thanh không ghi thành phần phần trăm của các kim loại chứa trong đồng thanh, phần còn lại sẽ là phần trăm của đồng.

Ví dụ : đồng thanh BrSnP10-1 gồm 10% thiếc, 1% photpho, còn lại 89% là đồng và các tạp chất khác.

Đồng thanh có nhiều loại, ở đây cần lưu ý mấy loại sau :

Đồng đen là hợp kim của đồng và thiếc hoặc của đồng và chì, nhôm, silic,... Đồng đen có tính chống ăn mòn, chống mài mòn cao, có tính công nghệ cao (có loại dùng để đúc và loại dùng để gia công áp lực), dễ gia công bằng cắt gọt. Đồng đen được sử dụng rộng rãi để làm ổ trượt, mặt trượt, bánh vít, trục vít, dùng trong các thiết bị chứa nước, hơi nước và dầu mỡ. Nó là một loại vật liệu chống ma sát rất quan trọng.

Babbit là hợp kim của thiếc và chì cùng với antimon (10 - 17%) và đồng (1,5 - 6%)

Babbit được dùng làm ổ trục chịu áp lực và tốc độ lớn. Nhờ mềm dẻo và có hệ số ma sát thấp nên nó bảo vệ cho ổ trục ít bị mòn và làm cho việc lưu thông dầu mỡ trên các bề mặt tiếp xúc được dễ dàng.

3.4. CÁC LOẠI KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MÀU KHÁC

3.4.1. Niken và hợp kim của niken

Niken có độ bền hoá học, độ bền cơ học, độ dẻo dai, chịu nóng và là chất bất từ. Niken được dùng để chế tạo dây niken, các tấm niken, các bán thành phẩm khác bằng gia công bằng áp lực và để sản xuất các hợp kim của niken, đồng, nhôm, thép hợp kim, gang và thép mạ niken.

Tính chất vật lý của niken

Khối lượng riêng ở 20°C (g/cm ³)	8,9
Nhiệt độ nóng chảy (99,94% Ni) (°C)	1455
Nhiệt độ sôi (°C)	3377
Hệ số dẫn nhiệt (99,94% Ni) ở 0 - 100° (calo/cm.s. °C).	0,14
Điện trở suất (Ω.mm ² /m) với niken cứng	0,092

Hợp kim niken có tính chịu nhiệt tốt, tính bền nhiệt cao, điện trở lớn, tính chống ăn mòn tốt và dẻo dai ở nhiệt độ thường và nhiệt độ cao.

3.4.2. Kẽm và hợp kim của kẽm

Trong môi trường không khí ẩm, bề mặt ngoài của kẽm tạo nên lớp oxit bảo vệ, do đó người ta phủ kẽm lên bề mặt các kim loại để chống bị ăn mòn.

Tính chất vật lý của kẽm

Khối lượng riêng ở 20°C (g/cm ³)	7,136
Hệ số dẫn nhiệt ở 0°C (calo/cm.s. °C)	0,30

Hệ số dẫn dài (20–100°C)	$3,95 \cdot 10^{-5}$
Điện trở suất ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	0,062
Nhiệt độ nóng chảy	420°C
Nhiệt độ sôi	907°C

Bảng 7. Tính chất cơ học và phạm vi ứng dụng của hợp kim kẽm.

Ký hiệu	Giới hạn bền kéo MN/m^2	Độ dẫn dài tương đối %	Độ cứng Brinen HB kg/mm^2	Phạm vi ứng dụng
LIAM 10–5	280 – 300	0,5 – 1,5	95 – 100	Dùng làm hợp kim ổ trượt
LIAM 9–1,5	280 – 320	0,7 – 1,5	90 – 105	
LIAM 4–0,5	200 – 250	0,6 – 1,2	80 – 100	
LIAM 4–3	290 – 350	2 – 7	90 – 110	Dùng để đúc áp lực
LIAM 4–0,08	270	3,5	70	
LIAM 4–1	300	5	89	
LIAM 4–2,7	370	7,5	90	

3.4.3. Chì và hợp kim của chì

Chì chỉ hoà tan trong axit nitric, axit sunfuric và axit clohydric. Các axit này tác dụng lên bề mặt chì, tạo thành một lớp muối mỏng ngăn cản sự phản ứng sâu hơn. Trong môi trường không khí ẩm, bề mặt chì bị mờ đi và bị phủ một lớp oxit mỏng.

Tính chất vật lý của chì

Khối lượng riêng (g/cm^3)	11,34
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	375
Hệ số dẫn nhiệt ở 20°C ($\text{calo/cm.s.}^\circ\text{C}$)	0,093
Hệ số dẫn dài (ở 20–100°C)	$29,5 \cdot 10^{-6}$
Điện trở suất ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) ở 20°C	0,206
Modun đàn hồi E (MN/m^2)	15000 – 19000

Các loại chì thường dùng cho trong bảng 8.

Bảng 8. Độ tinh khiết của một số loại chì

Thành phần chì %	Ký hiệu	Tạp chất %
99,992	C ₀	0,008
99,515	C ₁	0,015
99,95	C ₂	0,05
99,9	C ₃	0,1
99,6	C ₄	0,4

3.4.4. Magiê và hợp kim của magiê

Magiê được sử dụng rất nhiều trong các hợp kim. Magiê có độ bền riêng cao hơn cả thép kết cấu, gang và hợp kim nhôm. Hợp kim magiê trong trạng thái nóng dễ rèn, dập, cán, và gia công cắt.

Hợp kim magiê dùng tốt cho các chi tiết chịu uốn khi làm việc, nó không bị nhiễm từ và không bị toé lửa khi va chạm mạnh hoặc ma sát. Hợp kim magiê dễ hàn, đặc biệt là hàn hồ quang argon.

Tính chất vật lý của magiê

Khối lượng riêng (99,99% Mg) ở 20°C (g/cm ³)	1,738
Nhiệt độ nóng chảy (99,99% Mg) (°C)	650
Nhiệt độ sôi (°C)	1107
Hệ số dẫn nhiệt ở 20°C (calo/cm.s.°C)	0,37
Hệ số dẫn dài (0–100°C)	$25,5 \cdot 10^{-6}$
Điện trở suất ở 18°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	0,047

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa, đặc điểm và công dụng của đồng thau, đồng thanh.
2. Nhận biết, giải thích các ký hiệu vật liệu sau : M1, L70, Br.Al.Fe9–4.
3. Định nghĩa, đặc điểm, công dụng của nhôm và hợp kim nhôm.
4. Nhận biết, giải thích các ký hiệu vật liệu sau : A8, A_u5, D6.

Chương IV

VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI

Những vật liệu phi kim loại thường dùng trong ngành cơ khí là chất dẻo, cao su, composit, dầu, mỡ, gỗ...

4.1. CHẤT DẸO

Chất dẻo được sử dụng ngày càng rộng rãi trong các ngành công nghiệp và trong sinh hoạt của con người, như : bao bì bảo quản, các chi tiết máy trong ngành cơ khí, ngành điện, điện tử, v.v,... Chất dẻo có các ưu, nhược điểm sau :

Khối lượng riêng nhỏ, (phần lớn chất dẻo có $\gamma = (1\div 2) \text{ g/cm}^3$, độ bền hoá học tốt, cách điện, cách âm tốt, tính bám dính tốt và đặc biệt tính gia công dễ dàng. Tuy nhiên, chất dẻo cũng có nhược điểm là : không dẫn nhiệt, điện, khả năng chịu nhiệt kém và dễ bị lão hoá.

Theo tính chất liên kết, chất dẻo có thể chia thành hai loại :

* *Chất dẻo nhiệt rắn* : khi đốt nóng sẽ mất tính chảy mềm, không hoà tan, ví dụ : các loại bakelit (phenol-formandehyt), polyamit, tectolit, epoxi,... Các loại chất dẻo nhiệt rắn đều có cấu trúc mạch lưới.

* *Chất dẻo nhiệt dẻo* : có cấu trúc mạch thẳng và mạch nhánh, ví dụ : polyizobutilen, poly vinylaxetat....

Các chất dẻo nhiệt dẻo thường sử dụng là :

- Chất dẻo có độ dẻo cao, như : PP, PE dùng làm bao gói sản phẩm, làm chai lọ mềm.

- Chất dẻo có độ trong suốt, như : PMMA, PS... thường làm kính máy bay, dụng cụ gia đình, dụng cụ đo.

Chất dẻo PVC, dùng rất rộng rãi để chế tạo ống, bọc dây điện, cáp điện, loại này bền trong xăng, chịu hoá chất (không dùng đựng thực phẩm).

Bakelit, tectolit, polyamit,... Có độ cứng và chịu nhiệt cao, thường dùng để chế tạo chi tiết máy.

Các loại keo dán : có độ bám dính tốt dùng để gắn kết các vật liệu (như dán kim loại, da, giấy, sứ, thủy tinh, chất dẻo), ví dụ : phenol focmandehit, epoxi, (là loại keo nhiệt rắn), polyvinylaxetat, acrylat (là keo nhiệt dẻo).

4.2. CAO SU

Cao su là một polyme hữu cơ ở nhiệt độ thường nó đã ở trạng thái đàn hồi rất cao. Cao su chịu kéo rất tốt, nhưng chịu nén rất kém, không thấm nước, ổn định khi tẩy rửa, cách điện tốt.

Cao su sau khi lưu hoá (với lượng lưu huỳnh $S = 1,0 - 5,0\%$) sẽ có cơ tính cải thiện tốt, mô đun đàn hồi tăng và vẫn giữ được các tính chất đàn hồi, ta gọi là cao su thông thường (hoặc cao su dẻo).

Khi lưu hoá với lượng lưu huỳnh lớn sẽ làm cao su cứng hơn, có tính chống mòn, chống axit tốt, nhưng tính đàn hồi kém, loại này gọi là cao su cứng.

Trong thực tế, cao su thông thường hay gọi là cao su thiên nhiên (có ký hiệu là NR = Natural Rubber), lấy từ mủ cây cao su và được cán thành tấm (được gọi là crếp), nó là nguyên liệu chính để sản xuất cao su. Cao su thiên nhiên có một số đặc tính rất quý mà cao su tổng hợp không có, như : không bị lão hoá trong vòng 10- 15 năm. Vì vậy nó được sử dụng rộng rãi, ví dụ : các

loại cao su tự nhiên, Styren Butadiene dùng để chế tạo lốp ôtô. Cao su Nitrile Butadiene dùng để chế tạo các sản phẩm dùng trong môi trường xăng, dầu mỡ, ví dụ : chế tạo các ống cao su mềm, ống chịu áp lực, ống dẫn hơi, dẫn khí.

Loại cao su cứng hay còn gọi là cao su ebonit, thường dùng cho công nghiệp điện kỹ thuật, loại cao su này không dùng trong môi trường axit sunfuaric với nồng độ cao hơn 50% và axit nitric nồng độ lớn hơn 20%.

4.3. VẬT LIỆU COMPOZIT

Vật liệu compozit có thể coi là vật liệu kết hợp, nói cách khác là vật liệu nhiều pha khác nhau về mặt hoá học. Chúng không tan vào nhau, phân cách nhau bằng ranh giới, chúng kết hợp nhân tạo nhờ sự can thiệp kỹ thuật của con người.

Compozit thông thường có hai pha : pha liên tục trong toàn khối kết cấu gọi là nền, pha phân bố gián đoạn được nền bao bọc gọi là cốt. Tỷ lệ các pha, hình dáng, kích thước cũng như sự phân bố nền và cốt tuân theo các điều kiện kỹ thuật thiết kế. Mặt khác tính chất cơ học của compozit là sự lựa chọn thích hợp và phát huy những tính chất ưu việt của từng pha thành phần, nhưng lưu ý không phải bao gồm tất cả tính chất của các pha thành phần.

Nền là pha liên tục, đóng vai trò liên kết toàn bộ các phần tử cốt tạo thành một khối thống nhất và hình thành sản phẩm theo thiết kế, đồng thời nó che phủ, bảo vệ cốt khỏi các phá huỷ của môi trường bên ngoài.

Các loại nền thường dùng là : nền chất dẻo, nền kim loại, nền gốm.

Cốt là pha không liên tục trong compozit, đóng vai trò tạo nên độ bền, độ đàn hồi và độ cứng cho compozit.

Các loại cốt thường dùng : cốt chất vô cơ (như các sợi bo, sợi cacbon, sợi thuỷ tinh), cốt hữu cơ (như sợi polyamit), sợi kim loại (như sợi thép không gỉ, bột vonfram, bột molybden...).

Hiện nay trong công nghiệp cơ khí thường dùng các loại compozit sau :

a) **Compozit cốt hạt** : loại này có đặc điểm là các phần tử cốt hạt thường cứng hơn nền, thường dùng các oxit, nitrit, borit, cacbit,..., ví dụ : hợp kim cứng là loại compozit hạt, trong đó nền là coban và cốt là các phần tử hạt cacbit vonfram ; cacbit titan. Hợp kim cứng có độ cứng và độ chịu nhiệt rất cao, nó dùng để chế tạo dụng cụ cắt gọt, khuôn ép...

+ Bê tông là loại compozit hạt, trong đó nền là xi măng và cốt là đá, sỏi, cát vàng.

+ Hợp kim bột : trên cơ sở nhôm (Al) và oxit nhôm (Al_2O_3), hoặc nhôm và bột các nguyên tố hợp kim (ví dụ : Cr, Fe, Mn,...) được thiêu kết ở một nhiệt độ nhất định.

b) Compozit cốt sợi : dạng này có độ bền và môđun đàn hồi riêng cao. Loại này thường dùng vật liệu nền phải tương đối dẻo, cốt sợi phải có độ bền, độ cứng vững cao, ngoài ra còn phụ thuộc vào hình dáng, kích thước và sự phân bố sợi...

Các dạng composit sợi thường dùng hiện nay là : composit polyme sợi thủy tinh dùng để chế tạo vỏ xe ô tô, tàu biển, ống dẫn, tấm lát sàn công nghiệp.

Composit polyme cốt sợi cacbon, thường dùng chế tạo chi tiết của máy bay.

Composit kim loại sợi, ví dụ : nền là nhôm, đồng, magiê và sợi là cacbon, bo, cacbit silic... Loại này chịu nhiệt cao, dùng chế tạo chi tiết trong tua bin.

4.4. DẦU – MỠ

a) Dầu. Trong công nghiệp thường gọi là dầu nhờn. Nguyên liệu để sản xuất dầu nhờn là dầu mỏ, khi chưng cất người ta thu được dầu khoáng. Dầu khoáng sau khi tách đi các thành phần nhựa, các hợp chất của S, O, N... sẽ thu được dầu gốc. Từ dầu gốc nếu pha thêm các phụ gia theo yêu cầu sử dụng ta sẽ có sản phẩm là dầu nhờn.

Mặt khác, công nghiệp cũng có thể chế tạo dầu nhờn tổng hợp (không từ dầu khoáng) mà bằng con đường tổng hợp các chất hữu cơ có phân tử lượng thấp hơn dầu khoáng.

Chất lượng dầu nhờn thường được đánh giá trên các chỉ tiêu : độ nhớt, điểm bắt cháy, điểm bốc cháy, điểm đông đặc, trị số axit, kiềm và chỉ tiêu khác.

Để nâng cao các tính riêng biệt cho sản phẩm dầu nhờn, người ta thường pha chế thêm các chất phụ gia là các chất hữu cơ, vô cơ. Ví dụ : để tăng hệ số nhớt của dầu người ta cho vào chất phụ gia, như polyizobutylene, polyacrylat...

Để làm chậm quá trình oxy hóa dầu, người ta cho thêm chất phụ gia là các hợp chất hữu cơ có chứa P, S, Zn.

Để ngăn các cặn bã không tan trong dầu : cặn cacbon, hợp chất chì... bám trên động cơ nổ, người ta cho vào 2-10% chất tẩy rửa, ví dụ : phenolat...

Để tăng khả năng chống mài mòn, người ta cho thêm vào các hợp chất photpho, lưu huỳnh khoảng 0,01%.

Dầu nhờn có nhiều loại, tùy theo tính chất làm việc của kết cấu máy và các yêu cầu kỹ thuật, hiện nay người ta sử dụng nhiều loại dầu nhờn, ví dụ : dầu nhờn động cơ nổ, dầu nhờn công nghiệp, dầu truyền động, dầu máy nén khí, dầu nhờn thủy lực...

b) Mỡ. Mỡ bôi trơn được chế tạo bằng cách làm đặc dầu bôi trơn với các phụ gia dạng rắn cho thêm vào, để có các tính chất riêng mà dầu bôi trơn không có.

Nguyên liệu chế tạo mỡ là các dầu có gốc hydrocacbon, dầu silicon, hoặc cũng có thể từ dầu thực vật, mỡ động vật và các phụ gia làm đặc là xà phòng có

chứa Ca, Na hoặc phụ gia stearin, xerezin, chất khoáng như molybden, bentonít, silicagen, bột màu hữu cơ.

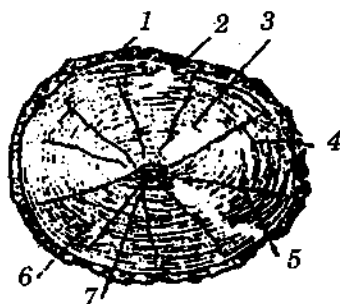
Trong công nghiệp hiện nay sử dụng nhiều loại mỡ : mỡ chống ma sát dùng cho các cơ cấu truyền động trong máy. Mỡ bảo quản sử dụng để bảo quản chống ăn mòn chi tiết, thiết bị.

Mỡ làm kín, dùng để làm kín các mối nối di động, các vòng đệm, gioăng của hệ thống van các máy bơm.

4.5. GỖ

Gỗ là nguyên liệu được dùng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp, như xây dựng, giao thông, chế tạo máy và trong tiêu dùng.

a) *Cấu tạo thân cây gỗ.* Hình 4.1 biểu thị mặt cắt ngang của cây gỗ. Nó có cấu tạo gồm : 1- vỏ cây ; 2- lớp hình thành và phát triển ra gỗ và vỏ cây mới ; 3- phần gỗ ; 4- vòng năm (biểu thị gỗ của mỗi năm, tức là mỗi năm cây gỗ thêm một vòng tròn) ; 5- tia gỗ xuất phát từ tuỷ gỗ lan ra các phía ; 6- mạch gỗ ; 7- tuỷ gỗ (còn gọi là lõi, ruột cây).



Có thể nói, gỗ cấu tạo bởi những tế bào liên kết nhau. Phần lớn các tế bào gỗ xếp thành chuỗi dọc theo thân cây, hợp thành thớ gỗ.

Hình 4.1. Cấu tạo của thân cây gỗ.

b) *Tính chất chung của gỗ :*

* Tính chất lý học :

+ Gỗ có tính hút ẩm, khi gỗ hút ẩm sẽ làm thay đổi kích thước, thể tích (biến dạng),

+ Gỗ có tính hút nước và thấm thấu nước,

+ Có tính co rút và giãn nở.

Gỗ khô khi hút nước từ độ ẩm 0% đến khi bão hoà, gỗ sẽ giãn nở tối đa (gỗ lát tỷ lệ giãn nở là 0,23%, gỗ de là 0,27%, gỗ mít là 0,36%).

+ Tính dẫn điện và nhiệt : khi tỷ trọng của gỗ càng cao, độ ẩm càng lớn thì tính dẫn nhiệt càng mạnh. Gỗ dẫn nhiệt theo dọc thớ gấp 2- 2,5 lần theo chiều ngang thớ.

Khi gỗ hoàn toàn khô sẽ trở thành vật liệu cách điện. Để tăng độ cách điện người ta tẩm gỗ bằng dung dịch parafin hoặc các loại keo nhân tạo.

*** Tính chất cơ học :** do đặc điểm gỗ có cấu tạo không đồng nhất theo các chiều, nên nhìn chung gỗ có khối lượng riêng lớn, khả năng chịu lực lớn. Cường độ chịu lực theo dọc thớ là lớn nhất. Nhìn chung gỗ chịu kéo tốt hơn là chịu uốn tĩnh, nén dọc và cắt dọc.

Ưu nhược điểm của gỗ : Gỗ nhẹ và chắc, là vật liệu thiên nhiên dễ kiếm, chuyên chở thuận tiện, gia công dễ dàng, dễ lắp ghép.

Sức chịu đựng của gỗ khá cao, sức chịu nén cao hơn gạch và bê tông. Cách điện tốt.

Gỗ cấu tạo không đồng nhất, dễ hút ẩm, dễ cháy, Gỗ có nhiều khuyết tật tự nhiên (mắt gỗ, nứt, cong vênh).

Gỗ dễ bị mục, dễ bị mối mọt.

Gỗ ở Việt Nam hiện nay được chia thành 8 nhóm theo chỉ tiêu về khả năng chịu lực.

Nhóm 1 : Các loại gỗ quý hiếm như : lát, gụ, đáng hương, trắc...

Nhóm 2 : nhóm thiết mộc (gỗ rất rắn chắc) như : lim, sến, táu...

Nhóm 3 : nhóm sắc mộc như : vàng tâm, chò chỉ, giổi...

Nhóm 4 : nhóm hồng sắc A (nhẹ, bền, dễ gia công) như : mít, xoan, giổi...

Nhóm 5 : nhóm hồng sắc A cấp thấp như : dẻ, phi lao, thông...

Nhóm 6 : nhóm hồng sắc B như : sấu, vối... Loại này dùng trong xây dựng.

Nhóm 7 : nhóm hồng sắc C như : sồi, trám... Loại này dùng làm đồ mộc, trong xây dựng ngắn ngày.

Nhóm 8 : nhóm gỗ tạp như : sung, gạo... Loại này mềm và nhẹ.

Ngoài ra còn loại gỗ dán : gỗ dán được chế tạo bằng cách bóc gỗ thành lớp mỏng, rồi dán nhiều lớp theo cách sắp xếp ngang, dọc, chéo thớ. Nhờ vậy gỗ sẽ hạn chế độ co ngót và cường độ chịu lực đồng đều và cao hơn.

Câu hỏi ôn tập :

1. Nêu đặc điểm của chất dẻo và phân biệt hai loại chất dẻo nhiệt rắn, chất dẻo nhiệt dẻo.
2. Nhận biết ký hiệu PE, PVC và nêu công dụng của chúng.
3. Compozit là loại vật liệu như thế nào ? Đặc điểm của chúng và cho ví dụ một loại compozit dùng trong công nghiệp.
4. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng dầu nhờn. Công dụng của dầu nhờn trong công nghiệp.
5. Sự khác nhau giữa dầu nhờn và mỡ. Công dụng của mỡ trong công nghiệp.
6. Ưu khuyết điểm của gỗ và công dụng của chúng.

Phần II

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI

Chương V

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI ĐÚC

5.1. KHÁI NIỆM VỀ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐÚC

Đúc là phương pháp chế tạo phôi bằng phương pháp nấu chảy kim loại, rót kim loại lỏng vào lòng khuôn đúc có hình dáng kích thước của vật đúc, sau khi kim loại đông đặc trong khuôn ta thu được vật đúc có hình dáng giống như lòng khuôn đúc.

Vật đúc ra có thể đem dùng ngay được gọi là chi tiết đúc. Nếu vật đúc đưa qua gia công cơ khí để nâng cao độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt, gọi là phôi đúc.

Phương pháp đúc có những ưu điểm chủ yếu sau :

- Đúc có thể đúc được từ các loại vật liệu khác nhau, thường là gang, thép, kim loại màu và hợp kim của chúng với khối lượng từ vài gam đến hàng trăm tấn.

- Chế tạo được những vật đúc có hình dạng, kết cấu rất phức tạp như thân máy công cụ, vỏ động cơ mà các phương pháp khác chế tạo khó khăn hoặc không chế tạo được.

- Độ chính xác về hình dạng, kích thước và độ bóng không cao (có thể đạt được cao khi thực hiện phương pháp đúc chính xác. Độ chính xác khoảng 0,001mm và độ nhẵn 1,25 μ m).

- Có thể đúc được nhiều lớp kim loại khác nhau trong một vật đúc.

- Có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá.

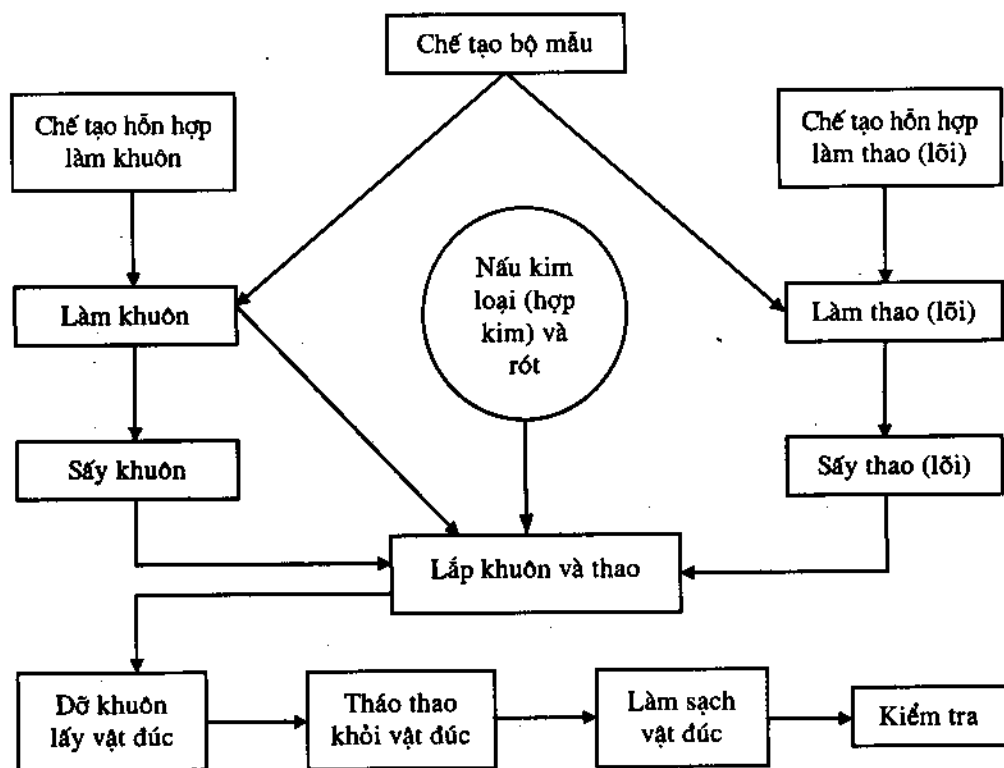
- Giá thành chế tạo vật đúc rẻ vì vốn đầu tư ít, tính chất sản xuất linh hoạt, năng suất cao.

Tuy nhiên đúc còn nhiều nhược điểm :

- Tổn kim loại cho hệ thống rót.
- Có nhiều khuyết tật (thiếu hụt, rỗ khí) làm tỷ lệ phế phẩm khá cao.
- Kiểm tra khuyết tật bên trong vật đúc đòi hỏi thiết bị hiện đại.

Ngành đúc phát triển rất mạnh và được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp. Khối lượng vật đúc trung bình chiếm khoảng 40 – 80% tổng khối lượng của máy móc.

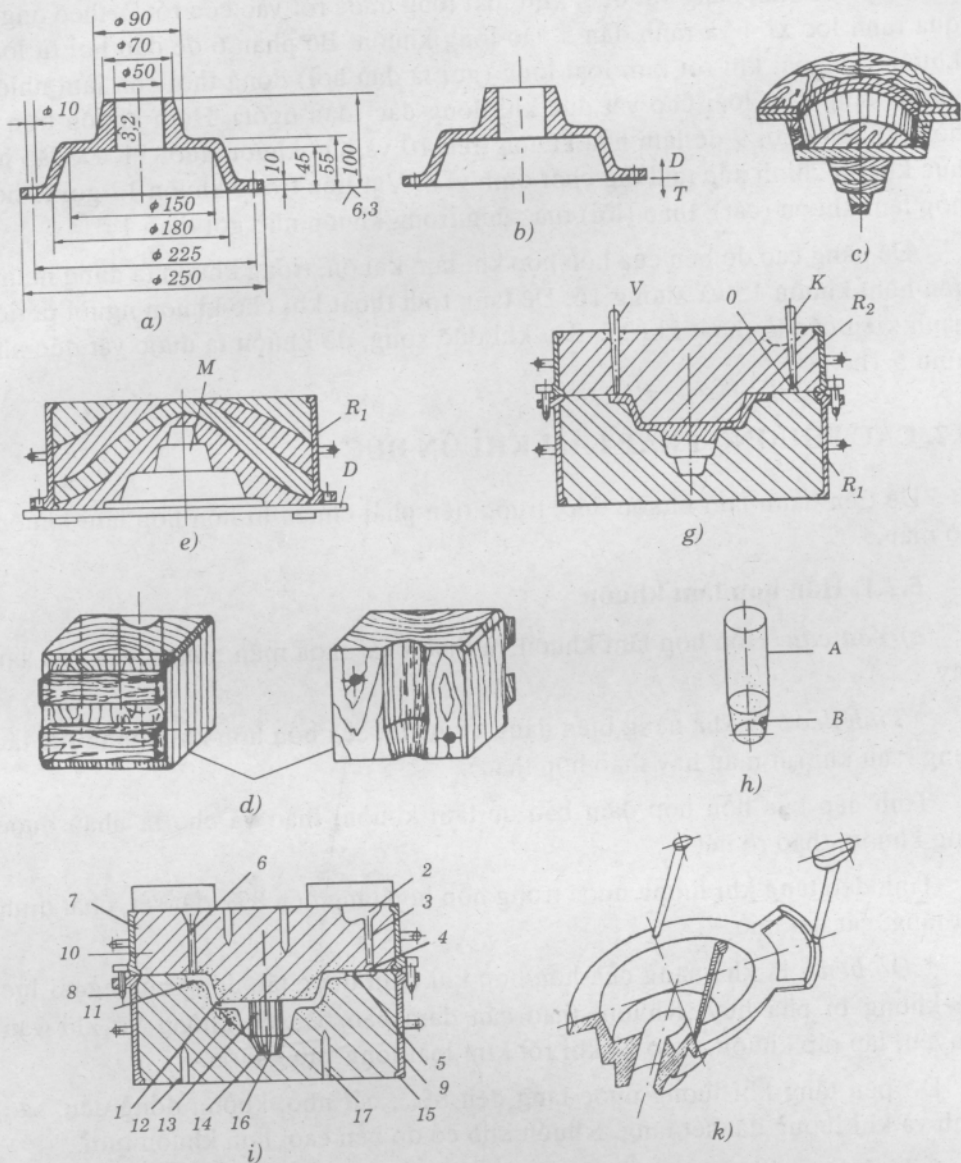
Trong ngành cơ khí khối lượng vật đúc chiếm đến 90% mà giá thành chỉ chiếm 20 ÷ 25%. Quá trình sản xuất vật đúc được biểu hiện trên sơ đồ dưới đây :



Sơ đồ - Quá trình sản xuất vật đúc

Nếu đúc một chi tiết như hình 5.1a, trước tiên cán bộ kỹ thuật phải vẽ bản vẽ vật đúc (hình 5.1b) có tính đến độ co ngót của vật liệu và lượng dư gia công cơ khí tiếp sau.

Căn cứ vào bản vẽ vật đúc, bộ phận xưởng mộc phải chế tạo ra mẫu (hình 5.1c) và hộp thao (hình 5.1d). Mẫu tạo ra lòng khuôn có hình dạng bên ngoài của vật đúc. Nhờ có mẫu (M) ; mẫu ống rót (K) ; mẫu đầu ngót (V) sẽ tiến hành làm khuôn (hình e, g).



Hình 5.1. Quá trình chế tạo phôi đúc

Hộp thao để tạo ra thao (lõi) giống như dạng bên trong của vật đúc (hình 5.1 h). Lắp thao vào trong khuôn và lắp ráp khuôn được khuôn đúc (hình 5.1i). Để dẫn kim loại vào khuôn, khi làm khuôn ta phải tạo hệ thống rót bao gồm phễu rót 2, ống rót 3, rãnh dẫn 5, (hình 5.1i). Rót kim loại vào qua hệ thống rót này. Sau khi kim loại đông đặc, nguội thì đem dỡ khuôn, làm sạch sẽ được vật đúc (hình 5.1k).

Hình 5.1i trình bày các bộ phận cơ bản của một khuôn đúc. Lòng khuôn 1 phù hợp với hình dạng vật đúc, kim loại lỏng được rót vào cốc rót 2, theo ống 3, qua rãnh lọc xỉ 4 và rãnh dẫn 5 vào lòng khuôn. Bộ phận 6 để dẫn hơi từ lòng khuôn ra ngoài khi rót kim loại lỏng (gọi là đậu hơi) đồng thời còn làm nhiệm vụ bổ sung kim loại cho vật đúc khi đông đặc (đậu ngót). Hòm khuôn trên 7, hòm khuôn dưới 9 để làm nửa khuôn trên 10 và nửa khuôn dưới 11. Để lắp hai nửa khuôn chính xác ta dùng chốt định vị 8. Vật liệu trong khuôn 12 gọi là hỗn hợp làm khuôn (cát), thao (lõi) tựa vững trong khuôn nhờ gổì thao 14.

Để nâng cao độ bền của hỗn hợp khi làm khuôn, trong khuôn ta dùng những gân hòm khuôn 15 và xương 16. Để tăng tính thoát khí cho khuôn người ta tiến hành xiên các lỗ thoát khí 17. Sau khi đúc xong, dỡ khuôn ta được vật đúc như hình 5.1h.

5.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM KHUÔN ĐÚC

Để tiến hành làm khuôn đúc, trước tiên phải chuẩn bị hỗn hợp làm khuôn, bộ mẫu.

5.2.1. Hỗn hợp làm khuôn

a) *Yêu cầu.* Hỗn hợp làm khuôn và thao phải thoả mãn những yêu cầu sau đây :

* *Tính dẻo :* là khả năng biến dạng vĩnh cửu của hỗn hợp khi ngừng lực tác dụng (sau khi rút mẫu hay tháo hộp thao).

Tính dẻo của hỗn hợp đảm bảo để làm khuôn, thao và cho ta nhận được lòng khuôn, thao rõ nét.

Tính dẻo tăng khi lượng nước trong hỗn hợp tăng đến 8%, đất sét, chất dính kết tăng, cát hạt nhỏ.

* *Độ bền :* là khả năng của hỗn hợp khi chịu được tác dụng của ngoại lực mà không bị phá huỷ. Khuôn, thao cần đảm bảo bền để không vỡ khi vận chuyển, lắp ráp khuôn, thao và khi rót kim loại lỏng vào khuôn.

Độ bền tăng khi lượng nước tăng đến 8% ; cát nhỏ, không đồng đều, sắc cạnh và khi lượng đất sét tăng. Khuôn khô có độ bền cao hơn khuôn tươi.

* *Tính lún :* là khả năng giảm thể tích của hỗn hợp khi chịu tác dụng của ngoại lực. Tính lún làm giảm sự cản trở của khuôn, thao khi vật đúc co ngót trong quá trình kết tinh và nguội để tránh nứt, rỗ, cong vênh của vật đúc.

Tính lún tăng khi cát hạt to, chất dính kết ít, chất phụ (ví dụ : mùn cưa, rơm rạ, bột than) tăng.

* *Tính thông khí :* là khả năng thoát khí từ lòng khuôn và trong hỗn hợp ra ngoài để tránh rỗ khí vật đúc. Tính thông khí tăng khi cát hạt to và đều, lượng đất sét và chất dính kết ít, chất phụ nhiều và lượng nước ít.

* **Tính bền nhiệt** : là khả năng giữ được độ bền ở nhiệt độ cao của hỗn hợp làm khuôn. Tính bền nhiệt đảm bảo cho thành khuôn và thao khi tiếp xúc với kim loại lỏng ở nhiệt độ cao không bị cháy.

Tính bền nhiệt tăng khi lượng SiO_2 trong hỗn hợp tăng, cát to và tròn, chất phụ ít.

Độ ẩm. Độ ẩm của hỗn hợp là lượng nước chứa trong hỗn hợp đó tính bằng %. Độ ẩm tăng đến 8% làm cho độ bền, độ dẻo của hỗn hợp tăng. Quá giới hạn đó sẽ có ảnh hưởng xấu.

b) Các vật liệu làm khuôn và thao. Hỗn hợp làm khuôn, thao bao gồm cát, đất sét, chất dính kết và chất phụ.

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

* **Đất sét** : thành phần chủ yếu là cao lanh có công thức là $m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot q\text{H}_2\text{O}$. Ngoài ra còn một số tạp chất khác như CaCO_3 , Fe_2O_3 , Na_2CO_3 . Khi lượng nước thích hợp đất sét dẻo và dính, khi sấy khô độ bền tăng nhưng giòn, dễ vỡ.

Đất sét cho vào hỗn hợp làm khuôn, thao làm tăng độ dẻo, độ bền của hỗn hợp.

* **Chất kết dính** là những chất được đưa vào hỗn hợp để tăng độ dẻo, độ bền của nó.

Những chất kết dính thường dùng như dầu thực vật (dầu lanh, dầu bông, dầu trẩu), các chất hoà tan trong nước (đường, mật mía, bột hồ), các chất dính kết hoá cứng (nhựa thông, xi măng, bã hắc ín) và nước thuỷ tinh (là dung dịch silicat $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$).

* **Chất phụ** : là những chất dựa vào để tăng tính lún, tính thông khí, tăng độ bóng bề mặt khuôn, thao và tăng khả năng chịu nhiệt của hỗn hợp. Chất phụ gồm hai dạng chính sau đây :

– Những chất phụ trộn vào hỗn hợp như mùn cưa, rơm rạ, bột than nhờ nhiệt độ của kim loại lỏng khi rót vào khuôn chúng bị cháy tạo nên các khoảng trống trong hỗn hợp làm tăng độ xốp, độ lún và khả năng thoát khí của hỗn hợp.

– Chất sơn khuôn. Có thể dùng bột graphit, bột than, nước thuỷ tinh, bột thạch anh hoặc dung dịch của chúng với đất sét sơn lên bề mặt khuôn, thao để tăng độ bóng, tính chịu nhiệt của chúng.

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

Hỗn hợp làm khuôn chia hai loại :

- Cát áo dùng để phủ sát mẫu khi làm khuôn nên phải có độ bền, độ dẻo cao và bền nhiệt, vì lớp cát này tiếp xúc trực tiếp với kim loại lỏng. Cát áo thường được làm bằng vật liệu mới và chiếm khoảng $10 + 15\%$ lượng cát làm khuôn.

- Cát đệm dùng để đệm cho phần khuôn còn lại nhằm tăng độ bền của khuôn. Cát đệm không yêu cầu cao như cát áo nhưng phải có tính thông khí mạnh.

Thường dùng cát cũ để làm cát đệm và chiếm khoảng $55+90\%$ tổng lượng cát khuôn.

Tỷ lệ các vật liệu trong hỗn hợp làm khuôn tùy thuộc vật liệu, trọng lượng vật đúc nhưng nói chung cát chiếm khoảng $70+80\%$, đất sét khoảng $8+20\%$.

So với hỗn hợp làm khuôn, hỗn hợp làm thao yêu cầu cao hơn vì thao làm việc ở điều kiện khắc nghiệt hơn, do đó thường tăng lượng thạch anh (SiO_2) Có khi tới 100% , giảm tỷ lệ đất sét, chất dính kết, chất phụ và phải sấy thao.

5.2.2. Chế tạo bộ mẫu

Bộ mẫu bao gồm : mẫu, tấm mẫu, mẫu của hệ thống rót, đầu hơi, đầu ngót, hộp thao.

- Mẫu dùng để tạo ra lòng khuôn, thông thường mẫu có hình dạng bên ngoài của vật đúc.

- Tấm mẫu để kẹp mẫu khi làm khuôn.

- Mẫu hệ thống rót, đầu hơi, đầu ngót để tạo ra những bộ phận của hệ thống rót, đầu hơi đầu ngót trong khuôn.

Hộp thao dùng để chế tạo thao. Hình dạng bên trong của hộp thao giống hình dạng bên ngoài của thao và giống hình dạng bên trong của vật đúc.

Vật liệu để làm bộ mẫu và hộp thao phải đạt được các yêu cầu sau :

a) Đảm bảo độ bóng, độ chính xác khi gia công, tạo điều kiện dễ dàng rút mẫu và làm cho bề mặt khuôn, thao nhẵn bóng chính xác.

b) Cán phải bền, cứng, sử dụng được lâu.

c) Không bị co, trương nứt... để giữ được hình dạng kích thước chính xác.

d) Chịu được tác dụng cơ, hoá của hỗn hợp làm khuôn ; không bị gỉ và ăn mòn.

e) Rẻ tiền và dễ gia công.

Trên cơ sở các yêu cầu trên, vật liệu làm mẫu và hộp thao thường dùng là : gỗ, kim loại, thạch cao, xi măng, chất dẻo... Nhưng thông dụng là gỗ và kim loại.

Để chế tạo được bộ mẫu và hộp thao, trước tiên cán bộ kỹ thuật phải căn cứ vào bản vẽ chi tiết cán chế tạo để vẽ ra bản vẽ vật đúc, sau đó từ bản vẽ vật đúc vẽ ra bản vẽ mẫu và hộp thao. Trên cơ sở bản vẽ mẫu và hộp thao, người công nhân mộc mẫu sẽ chế tạo ra mẫu và hộp thao.

- Bản vẽ vật đúc là bản vẽ đã thoả mãn được các yêu cầu, đặc điểm của bản vẽ chi tiết, ngoài ra còn thể hiện được tính công nghệ của đúc (tức là thể hiện

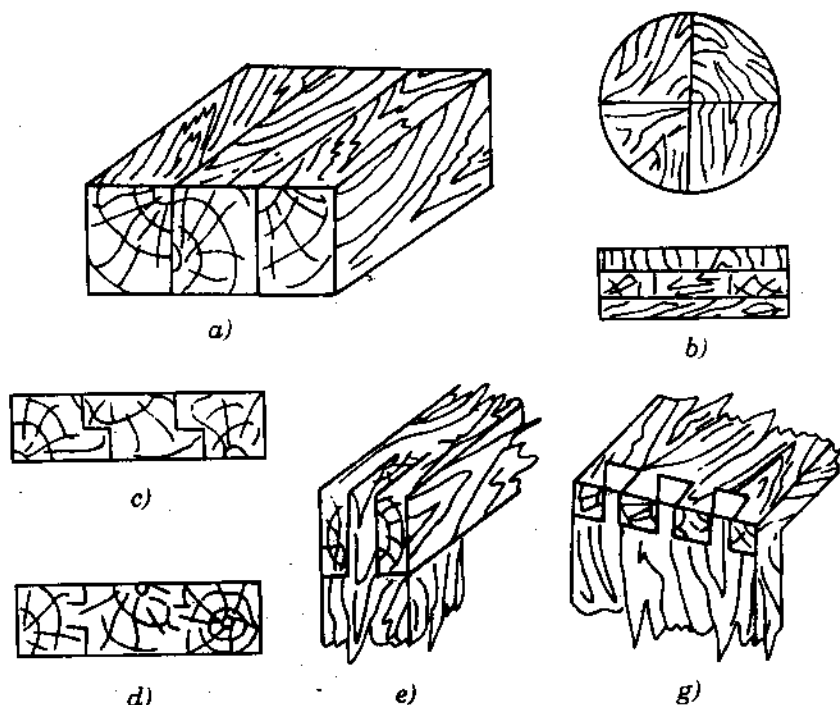
được mặt phân khuôn, độ dốc dúc, bán kính góc lượn, lượng dư, độ co ngót, (lượng dư gia công cơ khí).

- Bản vẽ mẫu, hộp thao là bản vẽ được xây dựng từ bản vẽ vật đúc nên thể hiện được các yêu cầu đặc điểm của bản vẽ mẫu, đồng thời nó còn thể hiện được công nghệ, nguyên vật liệu chế tạo mẫu và hộp thao.

Trong trường hợp chế tạo mẫu và hộp thao từ vật liệu gỗ, để tránh mẫu cong vênh khi gỗ co, tránh nứt nẻ và tăng độ bền khi ghép cần chú ý :

- Theo tiết diện ngang, các vòng thớ gỗ không được trùng hướng nhau (hình 5.2a).

Theo chiều dọc của thớ gỗ, các thớ cần tránh phân bố song song với nhau (hình 5.2b).



Hình 5.2. Cách ghép gỗ

- Khi chế tạo những bề mặt lớn, cần phải phân ra thành nhiều mảnh rồi ghép lại (hình 5.2c,d).

- Để tăng sức bền mối ghép, bề mặt ghép nên làm dưới dạng các mặt bậc. Các tấm ghép cần làm rãnh và vấu ngàm với nhau (hình 5.2e,g).

- Sau khi ghép mẫu, hộp thao, người ta thường dùng giấy nhám để mài nhẵn và đánh bóng mẫu. Để bảo vệ mẫu khỏi thấm nước và để tăng độ bóng bề mặt người ta thường sơn màu. Màu sơn quy định như sau :

Xanh : dúc thép.

Đỏ : dúc gang.

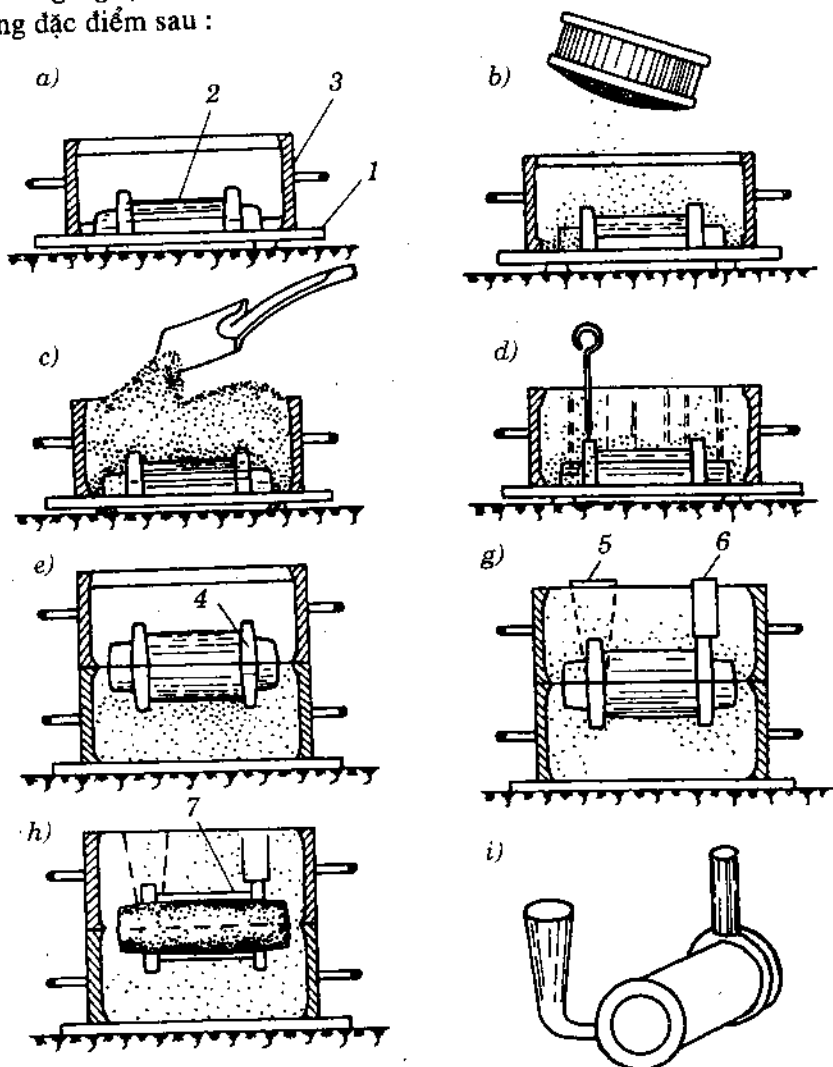
Vàng : dúc kim loại màu.

5.2.3. Các phương pháp làm khuôn

Trong sản xuất đơn chiếc và sản xuất loạt nhỏ, khuôn và thao được chế tạo bằng tay.

Khi sản xuất hàng loạt và hàng khối : khuôn và thao được chế tạo bằng máy.

a) Công nghệ làm khuôn và thao bằng tay. Làm khuôn và thao bằng tay có những đặc điểm sau :



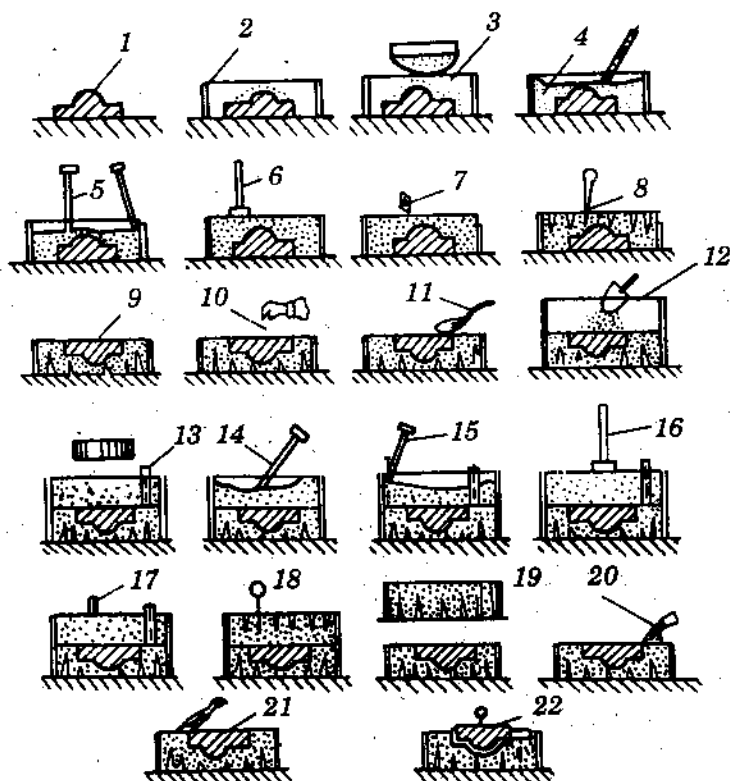
Hình 5.3. Làm khuôn trong hai hòm khuôn với mẫu rời.

a, b. Trình tự làm khuôn ; 1. Tấm lót mẫu ; 2 và 4. Mẫu ; 3. Hòm khuôn ;
5. Mẫu hệ thống rót ; 6. Mẫu đầu ngót ; 7. Thao.

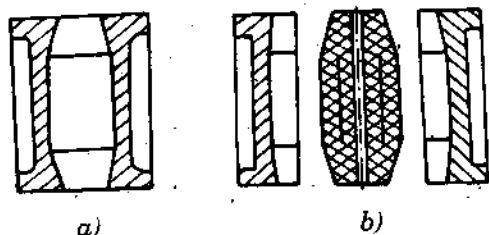
- Độ chính xác của khuôn, thao không cao.
- Năng suất thấp.
- Yêu cầu trình độ tay nghề của công nhân cao, điều kiện lao động nặng nhọc.
- Có thể làm được các khuôn, thao phức tạp, kích thước khối lượng tùy ý.
- Có nhiều phương pháp làm khuôn, thao bằng tay như :
 - Làm khuôn bằng hai hòm khuôn.
 - Làm khuôn thao bằng dưỡng gạt.
 - Làm khuôn thao bằng mẫu (hộp thao) có miếng rời.

Hình 5.3. Giới thiệu trình tự những thao tác làm khuôn bằng 2 hòm khuôn với mẫu hai nửa.

Hình 5.4. Giới thiệu trình tự làm khuôn với hai hòm khuôn và mẫu nguyên..



Hình 5.4. Làm khuôn bằng hai hòm khuôn với mẫu nguyên.



Hình 5.5. Làm thao bằng hộp thao hai nửa.

Hình 5.5. Giới thiệu quá trình làm thao trong hộp thao hai nửa.

Ráp hai nửa hộp thao rồi kẹp chặt với nhau (hình 5.5a) cho hỗn hợp làm thao, xương thao vào hộp thao và đầm chặt, sau đó dùng búa gỗ nhẹ để thao lỏng ra, tháo kẹp và mở hộp để lấy thao (hình 5.5b).

b) Công nghệ làm khuôn, thao bằng máy. Làm khuôn, thao bằng máy tức là cơ khí hoá toàn bộ quá trình làm khuôn hoặc một số nguyên công cơ bản như đầm chặt, rút mẫu. Làm khuôn thao bằng máy khắc phục được các khuyết điểm của phương pháp làm khuôn bằng tay nghĩa là nhận được chất lượng tốt, năng suất cao gấp vài chục lần.

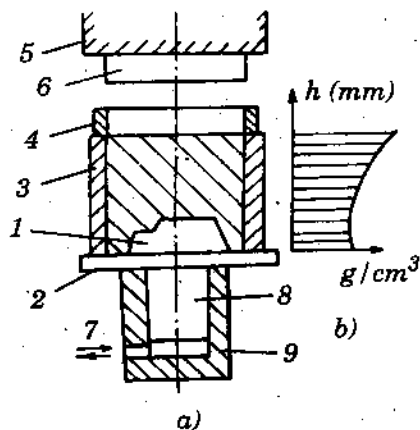
Tuy nhiên nếu xuất phát từ chỉ tiêu kinh tế thì làm khuôn, thao bằng máy chỉ rẻ hơn làm khuôn thao bằng tay khi hệ số sử dụng máy phải lớn hơn 40%. Vì thế làm khuôn, thao bằng máy cũng chỉ dùng trong sản xuất hàng loạt hoặc hàng khối.

Máy làm khuôn, thao hiện nay có nhiều loại như : làm khuôn thao trên máy ép, làm khuôn thao trên máy dằn, làm khuôn thao trên máy vừa dằn vừa ép.

** Làm khuôn thao trên máy ép.*

Sơ đồ nguyên lý của máy ép trình bày trên hình 5.6a.

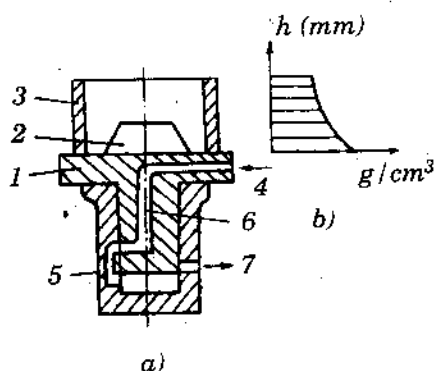
Kẹp chặt mẫu (1), hòm khuôn chính (3) (có chiều cao H) và hòm khuôn phụ (4) (có chiều cao h) lên bàn máy (2). Đổ đầy hỗn hợp làm khuôn vào hòm khuôn. Xà ngang (5) lắp chày ép (6) được quay đến vị trí làm việc (kích thước chày ép nhỏ hơn kích thước hòm khuôn phụ một ít). Mở van cho khí ép vào theo rãnh (7) để đẩy pittông (8) trong xilanh (9) lên, đồng thời làm cho toàn bộ bàn máy, hòm khuôn đi lên. Chày ép cố định sẽ nén chặt hỗn hợp làm khuôn đến mặt trên của hòm khuôn chính, mở van cho khí ép ra ngoài làm toàn bộ phần bàn máy hạ xuống. Quay xà ngang để tiến hành rút mẫu và lại lặp lại quá trình làm khuôn khác. Độ đầm chặt của khuôn biểu thị trên hình (5.6b).



Hình 5.6. Sơ đồ nguyên lý máy ép làm khuôn.

* *Làm khuôn, thao trên máy dần.*

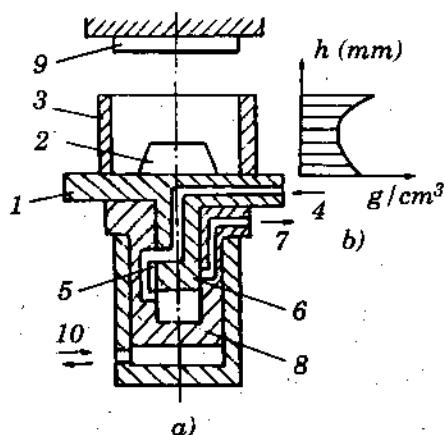
Hình 5.7a là sơ đồ máy dần. Mẫu (2) và hòm khuôn (3) lắp trên bàn máy (1). Sau khi đổ hỗn hợp làm khuôn, ta mở cho khí ép theo rãnh (4) vào xilanh (5) để đẩy pittông (6) cùng bàn máy đi lên. Đến độ cao chừng 30÷80mm thì lỗ khí vào (4) bị đóng lại và hở lỗ khí (7), nên khí ép trong xilanh thoát ra ngoài, áp suất trong xilanh giảm đột ngột, bàn máy bị rơi xuống và đập vào thành xilanh. Khi pittông rơi xuống thì lỗ khí vào (4) lại hở ra và quá trình dần lặp lại. Như vậy hỗn hợp làm khuôn được đầm chặt nhờ trọng lượng bản thân của hỗn hợp khí va chạm. Độ đầm chặt của khuôn (biểu thị trên hình 5.7b) không đều theo chiều cao (trên nhỏ dưới lớn).



Hình 5.7. Sơ đồ nguyên lý máy dần làm khuôn.

* *Làm khuôn, thao trên máy vừa dần vừa ép* : trình bày trên hình 5.8a.

Mẫu (2) và hòm khuôn (3) lắp trên bàn máy (1). Chày ép (9) cùng xà ngang quay khỏi vị trí trên hòm khuôn. Sau đó đổ đầy hỗn hợp làm khuôn. Khí ép theo rãnh (4, 5) vào xilanh (8) và đẩy pittông (6) cùng bàn máy đi lên, khi lỗ khí (7) hở ra khí ép thoát ra ngoài, bàn máy lại rơi xuống.



Hình 5.8. Sơ đồ làm khuôn trên máy vừa dần vừa ép

Quá trình này thực hiện giai đoạn dần như máy dần ở trên. Sau khi dần xong, quay chày ép về vị trí trên hòm khuôn, đóng cửa vào rãnh (4), mở rãnh (10), khí ép sẽ nâng pittông (8) cùng toàn bộ pittông (6) và bàn máy đi lên để thực hiện quá trình ép. Sau đó quay chày ép để tiến hành lấy hòm khuôn ra, tiếp tục làm khuôn khác.

Độ đầm chặt hỗn hợp làm khuôn bằng phương pháp này tương đối đều (hình 5.8b).

So sánh và lựa chọn quá trình làm khuôn, thao bằng máy.

Về mặt năng suất thì đầm chặt khuôn, thao trên máy ép mất 4,5 giây còn trên máy dần mất 9,6 giây. Về điều kiện lao động thì máy dần gây tiếng động lớn. Về công tiêu hao cho đầm chặt thì nếu khuôn cao hơn 300mm công tiêu hao trên máy ép nhiều hơn trên máy dần, ngược lại khuôn thao dưới 300 mm công tiêu hao trên máy dần nhiều hơn trên máy ép.

Về độ đầm chặt thì máy vừa dần vừa ép tốt nhất vì độ đầm chặt đều đặn.

Tóm lại trong thực tế khi làm khuôn thấp dùng máy ép, làm khuôn cao dùng máy dần hoặc vừa dần vừa ép.

Phương hướng tương lai là nghiên cứu sử dụng nhiều máy ép vì năng suất cao, điều kiện lao động tốt.

5.2.4. Sấy khuôn và thao

a) Mục đích

Sấy khuôn, thao nhằm nâng cao độ bền, độ lún, tính thông khí và giảm bớt khả năng tạo khí khi rót kim loại lỏng vào khuôn. Với những vật đúc không đòi hỏi chất lượng cao có thể không sấy khuôn. Thao làm việc trong điều kiện khó khăn hơn nên phải sấy trước khi dùng.

Ngày nay người ta đang cố gắng dùng khuôn tươi để rút ngắn thời gian chế tạo, nhằm giảm giá thành sản phẩm.

Tuỳ theo kích thước khuôn, thao và hỗn hợp chế tạo chúng mà ta quyết định chế độ sấy.

Nhiệt độ sấy thường $175^{\circ} + 450^{\circ}\text{C}$.

Thời gian sấy được quy định cho từng loại khuôn, thao.

b) Các phương pháp sấy

Tuỳ theo yêu cầu cụ thể mà chúng ta có thể tiến hành sấy theo các phương pháp sau đây :

– Sấy bề mặt có thể tiến hành sấy trực tiếp bề mặt khuôn nhờ rơm, rạ, than, củi... Phương pháp này thường được dùng sấy loại khuôn làm trên nền xương. Có thể sơn lên bề mặt khuôn một lớp sơn để cháy sau đó mới lửa để sấy khuôn. Có thể dùng lò sấy di động đốt bằng than, củi để sấy hoặc sấy bằng dòng khí nóng, sấy bằng tia hồng ngoại v.v.

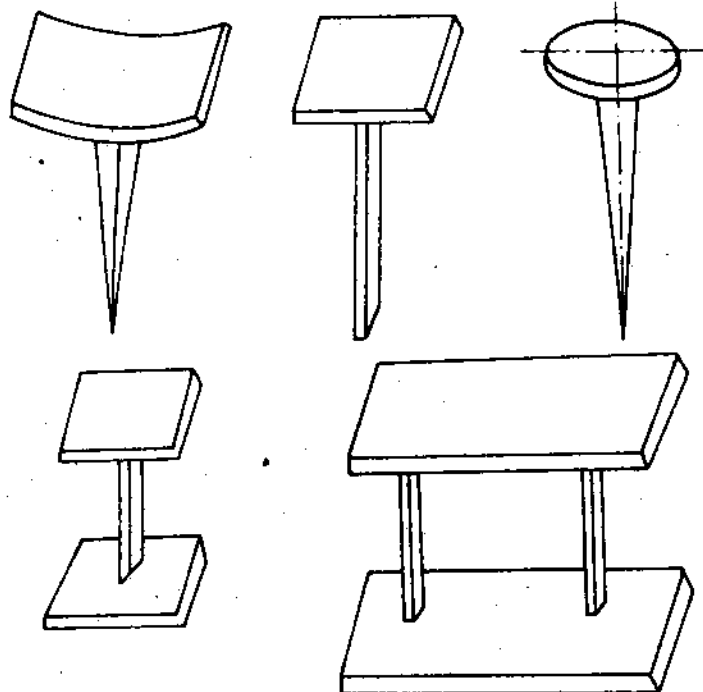
– Sấy thể tích. Phương pháp này được dùng để sấy toàn bộ khuôn hoặc thao bằng lò buồng hoặc lò liên tục.

c) Lắp ráp khuôn

Khuôn, thao sau khi sấy được lắp ráp để tạo thành lòng khuôn trên, khuôn dưới và thao. Để tăng độ cứng vững của thao trong khuôn, người ta dùng các con mã để đỡ hoặc chống thao.

Các dạng con mã thường dùng cho trên hình 5.9.

Vật liệu làm con mã thường cùng loại với vật liệu đúc. Hiện nay thường dùng con mã bằng thép, gang ; con mã bằng đồng thau để đúc hợp kim đồng ; con mã bằng nhôm để đúc hợp kim nhôm. Để chống gỉ đôi khi con mã còn được mạ thiếc.



Hình 5.9. Các dạng con mã

Khi kim loại lỏng trong khuôn kết tinh, con mã sẽ gắn liền với vật đúc.

5.3. NẤU CHẢY VÀ RÓT HỢP KIM ĐÚC

5.3.1. Tính đúc của hợp kim

Trong sản xuất đúc, người ta có thể sử dụng nhiều loại hợp kim để chế tạo vật đúc. Đó là gang xám, gang trắng, các loại thép hợp kim hoặc thép cacbon, các hợp kim màu như đồng thanh, đồng thau, các hợp kim nhôm đúc.

Mỗi loại hợp kim có khả năng tạo ra chất lượng vật đúc khác nhau. Tính đúc của hợp kim quyết định một phần quan trọng đến chất lượng đó. Để đánh giá các hợp kim đúc người ta dùng các tiêu chuẩn sau :

a) **Tính chảy loãng** : là khả năng điền đầy kim loại lỏng vào khuôn với mức độ dễ hay khó.

Tính chảy loãng cao sẽ điền đầy tốt vào lòng khuôn có độ phức tạp cao, thành mỏng không gây thiếu hụt. Ngược lại nếu chảy loãng kém sẽ gây trở ngại cho quá trình nấu chảy, cho việc điền đầy lòng khuôn.

Tính chảy loãng của một hợp kim phụ thuộc vào thành phần hoá học của hợp kim đó ; nhiệt độ nấu chảy hoặc nhiệt độ rót ; loại khuôn đúc và công nghệ rót.

b) **Độ co ngót** : là sự giảm kích thước dài và giảm thể tích của vật đúc khi đông đặc.

Sự co ngót của hợp kim là nguyên nhân gây ra các khuyết tật rỗ, co, lõm co và biến dạng của vật đúc.

Trong sản xuất đúc, hợp kim nào có độ co ngót lớn thì khuôn đúc phải có đầu ngót lớn, kết cấu vật đúc hợp lý.

Độ co ngót phụ thuộc chủ yếu vào loại vật liệu kim loại, một phần nhỏ phụ thuộc vào nhiệt độ và kết cấu đúc.

c) *Tính thiên tích* : là sự không đồng đều thành phần hoá học trong vật đúc khi hợp kim đúc kết tinh.

Thiên tích về thành phần hoá học dẫn đến sự phân bố không đều về tổ chức, không đều về trọng lượng, kết quả sẽ ảnh hưởng đến cơ tính của vật đúc.

Thiên tích trong vật đúc có hai loại : thiên tích vùng và thiên tích nội bộ hạt. Tính thiên tích phụ thuộc vào loại hợp kim đúc, chế độ làm nguội.

d) *Tính hoà tan khí* : là sự xâm nhập của các chất khí trong môi trường vào hợp kim đúc trong khi nấu, rót và kết tinh.

Các loại khí hoà tan như oxi, nitơ, hydro, cacbonic hoà tan vào hợp kim đúc sẽ tạo nên những oxit hoặc nitơ rit... ở thể rắn. Chúng cùng tồn tại dạng khí nguyên tử là nguyên nhân gây ra rỗ khí.

5.3.2. Nấu chảy gang

Gang là các loại hợp kim đúc có tính đúc rất tốt.

Người ta dùng phổ biến gang xám để đúc các vật đúc cho ngành cơ khí. Vì vậy, ở đây chỉ xét quá trình nấu chảy gang.

a) *Vật liệu nấu chảy gang*. Để nấu chảy gang lỏng, vật liệu đưa vào gồm kim loại, nhiên liệu và chất trợ dung. Một khối lượng nhất định có tỷ lệ thích hợp, ba vật liệu trên gọi là mẻ liệu.

- Vật liệu kim loại : chúng gồm gang thỏi lò cao, thép phế liệu và các vật liệu về lò (gang thừa, vật đúc hỏng, các hệ thống đầu rót, đầu ngót). Ngoài ra khi cần cho thêm phero hợp kim như Fe-Si ; Fe-Mn.

Tỷ lệ các vật liệu kim loại trên tính toán sao cho phù hợp với chất lượng của vật đúc yêu cầu.

- Nhiên liệu là loại vật liệu để sinh nhiệt

Có thể dùng nhiên liệu rắn, lỏng hoặc khí. Phần lớn lò nấu gang dùng nhiên liệu rắn : than cốc, than gầy nhiệt luyện, than đá.

Sự tiêu hao của nhiên liệu rắn tùy thuộc vào loại lò nấu, vào khối lượng mẻ liệu và nhiệt độ nước gang. Ví dụ : than cốc tiêu hao khoảng 10+16% so với vật liệu kim loại, còn than gầy nhiệt luyện tiêu hao 20+22%.

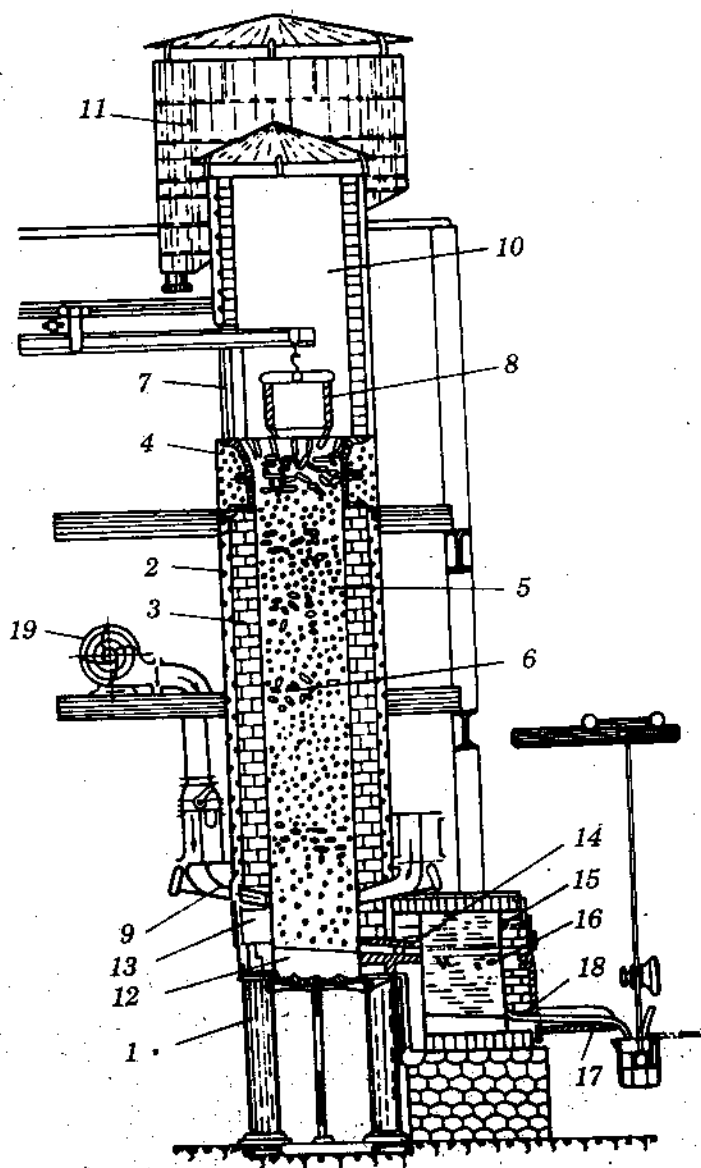
- Chất trợ dung là loại vật liệu tạo xỉ trong quá trình nấu chảy. Sự tạo xỉ nhằm loại bỏ tạp chất không có lợi trong gang như MnS, FeS, SiO₂.

- Để tạo xỉ, chất trợ dung hay dùng là đá vôi (CaCO₃) ; dolômit, huỳnh thạch.

- Chất trợ dung là đá vôi tiêu hao khoảng 20+25% so với khối lượng than cốc.

b) Thiết bị nấu chảy. Thiết bị nấu chảy gang gồm các loại lò đứng, lò ngọn lửa, lò điện... Dùng phổ biến nhất là loại lò đứng. Loại lò này chiếm ít diện tích, công suất cao, tiêu hao ít nhiên liệu, nhiệt độ nước gang đảm bảo yêu cầu ($C^{\circ}_{\max} = 1450^{\circ}\text{C}$).

Cấu tạo lò đứng nấu gang giới thiệu trên hình 5.10. Lò đứng có chiều cao lớn và tỷ lệ với đường kính trong d thân lò, $H = (6 \div 8)d$. Năng suất của lò có thể đạt từ 1÷27 T/h gang lỏng.



Hình 5.10. Sơ đồ cấu tạo lò đứng nấu gang.

Đó là một loại lò đứng, gồm các bộ phận chủ yếu là : bộ phận đỡ lò, thân lò, thiết bị tiếp liệu và thiết bị gió nóng, hệ thống gió và thiết bị làm nguội, ống khói có thiết bị dập lửa, lò trước và đường dẫn gang.

Lò được đặt trên các cột chống(1) của bộ phận đỡ lò. Thân lò là bộ phận chủ yếu của lò nấu gang gồm có phần nổi lò ở phía dưới và phần trên của thân lò. Thân lò gồm có vỏ ngoài (2) làm bằng thép tấm dày 8 - 10 mm. Bên trong có lót gạch chịu lửa (3). Để bảo vệ cho gạch khỏi bị vỡ do phôi liệu đập vào, ở phần trên của thân lò có đặt những ống gang (4) ở cổ lò. Bộ phận tiếp liệu đưa than cốc(5) và kim loại (6) vào lò qua cửa tiếp liệu được cơ khí hoá và do thùng tiếp liệu kiểu mở đáy (8) đổ phôi liệu. Không khí cần cho quá trình cháy nhiên liệu được dẫn vào lò từ quạt gió (19) qua ống gió (9) nằm trên nổi lò, hứng khói (10) dùng để hút các khí ở phần trên lò nấu gang ra và thải ra ngoài.

Đỉnh ống khói là thiết bị dập lửa (11) dùng để thu thập các hạt bụi nóng đỏ trong khí thoát ra từ ống khói và dập tắt các đốm lửa, tránh hoả hoạn và tránh làm bẩn không gian xung quanh.

Phần nổi lò là phần không gian từ đáy lò (12) tới ống gió (9). Đáy lò được phủ một lớp vật liệu chịu lửa đã nện chặt. Phía cuối nổi lò là miệng ra gang (14) để cho gang lỏng chảy ra lò trước (15). Kim loại từ lò trước chảy qua miệng ra gang (18) vào máng ra gang (17) và chảy ra ngoài. Xi được tháo ra ngoài bằng miệng xi (16).

5.3.3. Rót hợp kim lỏng vào khuôn

Sau khi lắp ráp khuôn ta rót hợp kim lỏng vào khuôn.

Vị trí khuôn cần phải bố trí cho quá trình rót được thuận lợi nhất, chống diễn dầy và bảo đảm chất lượng vật đúc. Thông thường các khuôn đúc bố trí nằm ngang ở gần chỗ nấu chảy. Phải kẹp chặt khuôn hoặc đè khuôn, để bảo đảm chống được lực đẩy của kim loại lỏng.

Hợp kim lỏng từ lò nấu cho vào thùng rót có dung tích thích hợp với loại khuôn. Bảo đảm không cho xỉ lỏng theo hợp kim đúc vào lòng khuôn khi rót. Nhiệt độ rót của hợp kim phụ thuộc vào loại hợp kim và kết cấu vật đúc.

Đối với gang nhiệt độ rót	1200 + 1350°C
Thép cacbon và thép hợp kim	1500 + 1600°C
Hợp kim đồng	1040 + 1170°C
Hợp kim nhôm	700 + 750°C

5.3.4. Đỡ khuôn và làm sạch

Sau khi đã kết tinh và nguội dưới 400+500°C, vật đúc được dỡ ra khỏi khuôn. Việc dỡ khuôn và phá tháo là một nguyên công khá vất vả và nặng nhọc, nên

thường được cơ khí hoá. Sau khi tháo hòm khuôn và đập lớp đất cát trong hòm khuôn ra còn cần phải phá tháo trong các lỗ của vật đúc. Việc phá tháo có thể tiến hành bằng tay (dùng búa, đục, dụng cụ khí nén) hoặc bằng máy (máy rung, máy phun nước dưới áp suất 25÷100 at).

Làm sạch vật đúc.

Sau khi phá khuôn và phá tháo, vật đúc được đánh sạch khỏi lớp đất cát cháy dính vào. Công việc này có thể tiến hành bằng tay (bằng đục, bàn chải thép và các dụng cụ khác) hoặc bằng máy (tang quay, máy phun cát, máy phun cát và nước)

Các đậu ngót, đậu rớt được cắt bỏ khỏi vật đúc bằng gia công cơ hoặc tia lửa hồ quang điện và tia lửa đèn xì.

5.4. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ ĐÚC MỘT SỐ HỢP KIM

5.4.1. Đặc điểm đúc gang xám

Công nghệ đúc gang xám rất thuận lợi, có thể nhận thấy trên các phương diện sau :

- + Tính đúc của gang xám rất tốt, vì chúng có tính chảy loãng cao, vì vậy đúc được các vật có thành mỏng, phức tạp.
- + Khối lượng riêng của gang lớn, chảy loãng cao nên ít lẫn tạp chất, xỉ và bọt khí.
- + Độ co của gang nhỏ nên hạn chế được lõm co, rỗ co.

Công nghệ đúc gang xám tương đối đơn giản và có thể đúc trong các loại khuôn. Nói chung chỉ cần chọn phối liệu thích hợp, mà không cần đến những biện pháp xử lý phức tạp trong quá trình nấu.

5.4.2. Đúc thép

a) Phân loại. Thép cacbon, thép hợp kim đều có thể đúc được và gọi là thép đúc. Căn cứ vào thành phần hoá học ta phân thép đúc tương ứng như 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, hoà tan khí nhiều, dễ xảy 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 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 nấu chảy thép trong lò chuyển, lò bằng, lò hồ quang.

– Lò chuyển (còn gọi là lò quay hay lò thép thổi như lò Besme, Thomat có nguyên lý sau : nguyên liệu là gang lỏng (lò cao hay lò đứng) đưa vào lò rồi thổi oxi 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 do nhiệt độ nước gang lỏng và các phản ứng cháy. Thời gian nấu luyện ngắn, năng suất cao, nhưng khó điều chỉnh thành phần nên chất lượng thép không cao.

– Lò điện hồ quang.

Năng lượng 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.

5.4.3. Đúc hợp kim màu

a) 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 oxi hóa (tạo oxit nhôm) có độ bền rất kém, độ co lớn, dễ nứt nẻ... 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) để đúc.

Hợp kim nhôm được nấu chảy trong lò điện trở với công suất không lớn lắm vì nhiệt độ nấu chảy thấp.

b) **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 hợp kim đồng thanh, đồng thau.

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 thoả 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 cao đạt yêu cầu cao vì có tính chảy loãng tốt, ít bị oxi hoá, ít hoà tan khí. Đồng thau dùng để đúc các chi tiết chịu lực.

Khuôn đúc hợp kim thường là khuôn cát, khuôn đất sét, khuôn kim loại với yêu cầu thoát khí tốt. Nếu là khuôn cát nên chọn hỗn hợp làm khuôn mịn. Hệ thống rót cần bố trí hợp lý để rót êm, liên tục (ví dụ rót xi phông). Đầu ngót

phải đủ lớn để bù ngót khi đông đặc. Hợp kim đồng được nấu chảy trong lò nổi graphit, lò điện, lò cảm ứng.

5.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÚC ĐẶC BIỆT

Đúc trong khuôn cát có một số nhược điểm không thoả mãn được yêu cầu về số lượng và chất lượng đòi hỏi ngày càng tăng. Việc xuất hiện một loạt các dạng đúc mới— gọi là đúc đặc biệt, đã đáp ứng phần lớn các yêu cầu đó.

Những dạng đúc đặc biệt sau đây đang phổ biến trong sản xuất hiện nay.

5.5.1. Đúc trong khuôn kim loại

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

- Tốc độ kết tinh của hợp kim đúc lớn nhờ khả năng trao đổi nhiệt của hợp kim lỏng với thành khuôn cao, do đó cơ tính của vật đúc bảo đảm tốt.

- Độ bóng bề mặt, độ chính xác của lòng khuôn cao nên tạo ra chất lượng vật đúc tốt.

- Tuổi bền của khuôn kim loại cao.

- Do tiết kiệm thời gian làm khuôn nên nâng cao năng suất, giảm giá thành sản phẩm.

Đúc trong khuôn kim loại có một vài nhược điểm :

- Khuôn kim loại không đúc được các vật đúc quá phức tạp, thành mỏng và khối lượng lớn.

- Khuôn kim loại không có tính lún và không có khả năng thoát khí. Điều này sẽ gây khó khăn cho công nghệ đúc.

- Giá thành chế tạo khuôn cao.

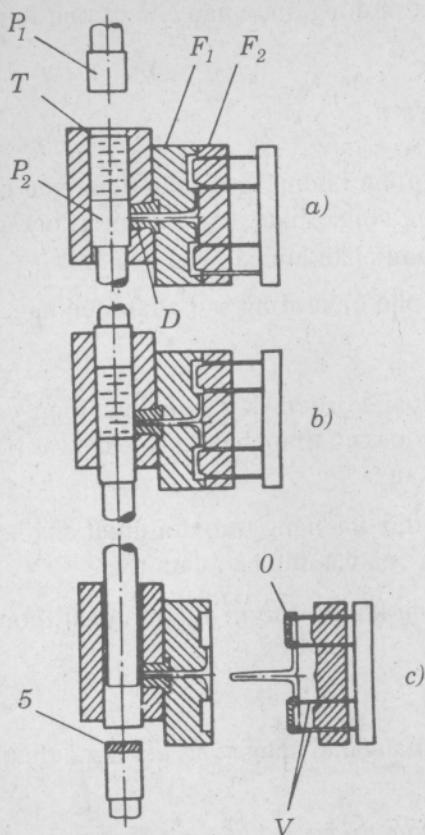
Phương pháp này chỉ dùng thích hợp trong dạng sản xuất hàng loạt với vật đúc đơn giản, nhỏ hoặc trung bình.

5.5.2. Đúc áp lực

Khi hợp kim lỏng được điền đầy vào lòng khuôn dưới một áp lực nhất định thì gọi là đúc áp lực. Tùy theo yêu cầu, áp lực có thể nhỏ bằng cách hút chân không lòng khuôn gọi là đúc áp lực thấp hoặc áp lực lớn gọi là đúc áp lực cao. Áp lực tác dụng khi điền đầy và giữ cho cả quá trình kết tinh.

Đúc áp lực có đặc điểm sau :

Đúc được vật đúc phức tạp, thành mỏng ($1\div 5$ mm) đúc được các loại lỗ có kích thước nhỏ.



Hình 5.11. Sơ đồ đúc áp lực kiểu pittông buồng ép nguội.

đúc sau khi đông đặc được lấy ra theo phân động của khuôn. Lúc này pittông (P_2) thực hiện sự dịch chuyển ngược để đẩy phần hợp kim thừa (5) khỏi miệng xilanh, vật đúc (O) được lấy ra nhờ phân động (V) (hình 5.11c) và lại chuẩn bị cho hành trình ép tiếp tục.

5.5.3. Đúc ly tâm

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

Dạng đúc đặc biệt trong khuôn quay có đặc điểm :

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

- Độ bóng và độ chính xác cao.
- Cơ tính vật đúc cao nhờ mật độ vật đúc lớn.

- Năng suất cao nhờ điền đầy nhanh và khả năng cơ khí hoá thuận lợi.

Nhưng đúc áp lực cũng bị hạn chế bởi :

- Không dùng được thao cát vì dòng chảy có áp lực. Do đó hình dạng lỗ hoặc mặt trong phải đơn giản.

- Khuôn chống bị mài mòn do dòng chảy áp lực của hợp kim ở nhiệt độ cao.

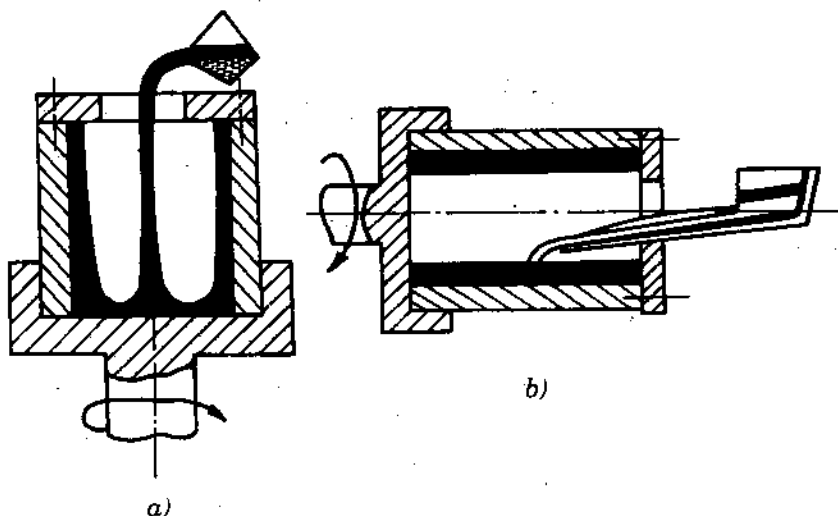
Tên hình 5.11 giới thiệu sơ đồ nguyên lý máy đúc áp lực kiểu pittông có buồng ép nguội.

Hợp kim lỏng đã định lượng cho vào buồng ép (P_2) - hình 5.11a.

Khi pittông ép (P_1) thực hiện hành trình ép (hình 5.11b), hợp kim lỏng T ép lên pittông (P_2) di xuống. Cửa (D) sẽ dẫn hợp kim lỏng qua rãnh dẫn vào lòng khuôn (4). Khuôn đúc gồm hai phần tĩnh và động (F_1, F_2) có cơ cấu đóng mở. Vật

Nhược điểm của đúc ly tâm đáng lưu ý là thiên tích vùng theo tiết diện ngang vật đúc, do mỗi phần tử có khối lượng khác nhau chịu lực ly tâm khác nhau. Ngoài ra khi đúc ống, đường kính lỗ kém chính xác và có chất lượng bề mặt kém.

Trên hình 5.12 giới thiệu hai phương pháp đúc ly tâm : đúc ly tâm có trục quay thẳng đứng (hình 5.12a) và đúc ly tâm có trục quay nằm ngang (hình 5.12b).



Hình 5.12. Sơ đồ đúc ly tâm.
a) Đúc ly tâm đứng ; b) Đúc ly tâm ngang.

5.5.4. Đúc khuôn mẫu chảy

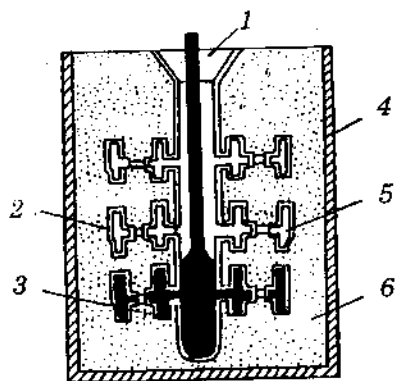
Đây là một dạng đúc đặc biệt trong khuôn một lần. Thực chất của đúc theo khuôn mẫu chảy tương tự với đúc trong khuôn cát. Nhưng cần phân biệt hai điểm sau đây :

+ Lồng khuôn được tạo ra nhờ mẫu là vật liệu dễ chảy. Do đó việc lấy mẫu ra khỏi lồng khuôn thực hiện bằng cách nung chảy mẫu rồi rót ra theo hệ thống rót.

+ Vật liệu chế tạo khuôn bằng chất liệu đặc biệt nên chỉ cần độ dày nhỏ ($6 \div 8\text{mm}$) nhưng lại rất bền, thông khí tốt, chịu nhiệt.

Những đặc điểm của đúc theo khuôn mẫu chảy là :

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

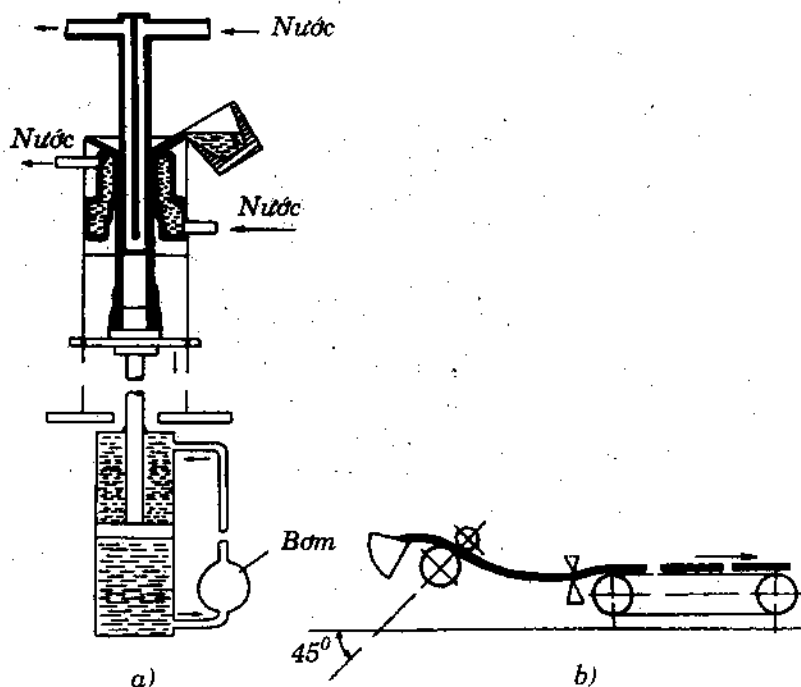


Hình 5.13. Khuôn đúc chế tạo bằng mẫu chảy.

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

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

Trên hình 5.14 giới thiệu các dạng đúc liên tục : đúc thanh kim loại ; đúc ống kim loại (a) và dạng đúc các dải hoặc tấm kim loại (b).



Hình 5.14. Sơ đồ các dạng đúc liên tục.

Hiện nay các nước trên thế giới sử dụng và phát triển đúc liên tục rất mạnh để chế tạo sản phẩm thép. Ví dụ ở Trung Quốc : sản lượng đúc liên tục mỗi năm tăng 10 triệu tấn. Các xí nghiệp luyện gang thép lớn dùng 100% đúc liên tục để chế tạo sản phẩm..

5.5.6. Đúc khuôn vỏ mỏng

Đúc trong khuôn vỏ mỏng là dạng đúc trong khuôn cát đặc biệt có thành khuôn mỏng từ 6 – 8mm.

a) Đặc điểm :

- Đạt được độ chính xác cao, độ bóng cao.
- Khuôn vỏ mỏng là khuôn khô, nhẵn bóng, thông khí tốt, truyền nhiệt kém, không hút nước, độ bền cao nên thu được vật đúc ít rỗ, nứt và các khuyết tật khác.
- Không cần hệ thống rót lớn như trong khuôn cát, giảm hao phí kim loại.
- Khuôn truyền nhiệt kém nên vật đúc không bị hoá trắng.
- Quá trình dỡ khuôn làm sạch vật đúc đơn giản.
- Quá trình đúc dễ cơ khí hoá, tự động hoá.
- Chu trình làm khuôn dài, giá thành khuôn cao.
- Chỉ phù hợp với dạng sản xuất loạt lớn và hàng khối.

b) Quá trình công nghệ đúc trong khuôn vỏ mỏng

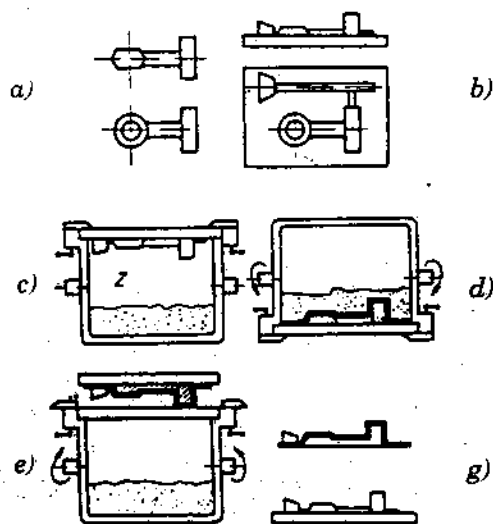
Hỗn hợp làm khuôn vỏ mỏng : bột cát thạch anh và (4 – 6%) hỗn hợp Punvebakelit (là hỗn hợp của fenon và uetropin).

- Đặc tính hỗn hợp làm khuôn là ở nhiệt độ cao (200 – 250 °C) các phần tử fenon chảy ra, dính kết các hạt cát với nhau và tự hoá cứng tạo nên hỗn hợp có độ bền cao.

- Quá trình công nghệ : Chế tạo hai nửa khuôn theo các bước sau : (hình 5.15).

❶ Ghép mẫu kim loại (a) vào tấm mẫu kim loại (b). Làm sạch, phun lên mẫu một lớp dầu mazút.

❷ Nung mẫu lên nhiệt độ 200 – 250°C.



Hình 5.15. Sơ đồ các bước làm khuôn vỏ mỏng.

- ⑥ Đặt mẫu và tấm mẫu lên thùng chứa hỗn hợp làm khuôn (c).
- ⑦ Quay thùng đi 180° . Hỗn hợp làm khuôn phủ lên mẫu và được giữ khoảng 12–20 giây. Các phần tử fenon chảy ra liên kết các hạt cát với nhau tạo thành lớp vỏ khuôn dày 6–8mm (d).
- ⑧ Quay thùng về vị trí ban đầu (e).
- ⑨ Lấy mẫu có lớp vỏ khuôn và sấy ở nhiệt độ $350 - 450^\circ\text{C}$ trong 2 phút để làm chảy đều các phần tử fenon, nâng cao độ bền khuôn.
- ⑩ Tách vỏ khuôn khỏi mẫu và tấm mẫu (g).
- ⑪ Kẹp chặt hai nửa khuôn (với vật đúc lớn phải đặt vào hòm khuôn và chèn chặt cát xung quanh).
- ⑫ Rót kim loại vào khuôn. Dỡ khuôn, làm sạch vật đúc.

Câu hỏi ôn tập :

1. Bản chất của công nghệ đúc, đặc điểm và công dụng.
2. Các bộ phận của khuôn đúc và công dụng của chúng.
3. Trình bày quá trình làm khuôn bằng tay cho một chi tiết và nêu đặc điểm của phương pháp.
4. Các tính chất đánh giá tính đúc của hợp kim. Liên hệ với tính đúc của gang xám.
5. Các thành phần nguyên vật liệu để nấu chảy gang xám trong lò đứng.
6. Nêu đặc điểm chung của các phương pháp đúc đặc biệt. Nêu bản chất của một phương pháp đúc đặc biệt nào đó.

Chương VI

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI BẰNG GIA CÔNG ÁP LỰC

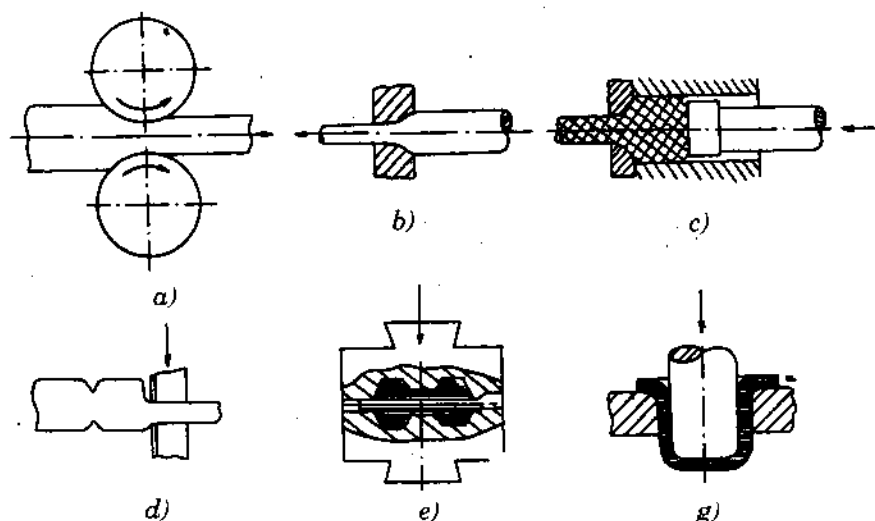
6.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Gia công kim loại bằng áp lực là dựa vào tính dẻo của kim loại, dùng ngoại lực của thiết bị làm cho kim loại biến dạng theo hình dạng yêu cầu. Kim loại vẫn giữ được tính nguyên vẹn không bị phá huỷ về cấu trúc mạng.

Gia công kim loại bằng áp lực là phương pháp gia công không phoi, ít hao tổn kim loại, có năng suất cao. Sau khi gia công áp lực, chất lượng kim loại

được cải thiện nên những chi tiết kim loại quan trọng thường được chế tạo từ những kim loại đã qua gia công áp lực.

Những dạng cơ bản của gia công kim loại bằng áp lực là cán, kéo sợi, ép, rèn (tự do, khuôn) và dập (hình 6.1).



Hình 6.1. Các phương pháp gia công bằng áp lực.

– Cán là ép kim loại bằng cách cho phôi kim loại đi giữa hai trục cán quay ngược chiều của máy cán, phôi biến dạng và di chuyển nhờ sự quay liên tục của trục cán, ma sát giữa trục cán với phôi (hình 6.1a). Trên 60% phôi để rèn và dập đều do sản phẩm cán cung cấp.

– Kéo sợi là sự kéo dài phôi qua lỗ khuôn, kéo dưới tác dụng của lực kéo, sản phẩm có hình dáng và kích thước nhỏ hơn tiết diện phôi (hình 6.1b). Kéo sợi có đặc điểm là bề mặt sản phẩm nhẵn bóng, độ chính xác cao, dùng để chế tạo các sợi, thỏi hoặc ống có chiều dài không hạn chế.

– Ép kim loại (hình 6.1c) là quá trình ép kim loại trong khuôn kín qua lỗ khuôn ép để nhận được hình dáng và kích thước chi tiết cán chế tạo.

– Rèn tự do là phương pháp biến dạng kim loại dưới tác dụng lực đập của búa hoặc lực ép của máy ép. Quá trình biến dạng tự do của kim loại không bị hạn chế trong mức độ nhất định (hình 6.1d).

– Dập thể tích (rèn khuôn) là phương pháp rèn mà kim loại biến dạng trong lòng khuôn có hình dáng và kích thước nhất định trong khuôn (hình 6.1e).

– Dập tấm là phương pháp chế tạo chi tiết từ phôi liệu ở dạng tấm. Sự biến dạng của kim loại tấm trong khuôn dập có hình dạng kích thước xác định (hình 6.1g).

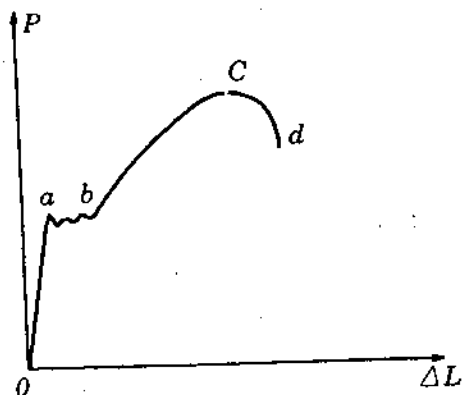
Gia công áp lực là một phương pháp được dùng nhiều trong các xưởng cơ khí để chế tạo phôi hoặc sửa chữa chi tiết máy.

Sản phẩm của nó còn dùng nhiều trong các ngành xây dựng, cầu đường, hàng tiêu dùng v.v.

6.1.1. Khái niệm biến dạng dẻo của kim loại

Dưới tác dụng của ngoại lực, kim loại sẽ biến dạng theo các giai đoạn sau (hình 6.2) :

– Biến dạng đàn hồi là biến dạng được hình thành khi có lực tác dụng ; nếu thôi tác dụng thì biến dạng sẽ mất đi và kim loại sẽ trở về vị trí ban đầu (đoạn oa).



Hình 6.2. Đồ thị quan hệ giữa lực và biến dạng.

– Biến dạng dẻo là biến dạng hình thành khi có lực tác dụng (lực bằng hoặc lớn hơn lực tới hạn) nhưng vẫn tồn tại khi bỏ lực tác dụng (đoạn ac) – có nghĩa là kim loại đã bị biến dạng so với ban đầu (biến dạng này còn gọi là biến dạng vĩnh cửu).

– Biến dạng phá hủy. Nếu ngoại lực tác dụng vượt quá giới hạn bền của kim loại thì đến lúc đó lực tác dụng không cần tăng nữa, biến dạng vẫn tiếp diễn và dẫn đến phá hủy kim loại (đoạn cd).

– Gia công kim loại bằng áp lực, thực chất là lợi dụng giai đoạn biến dạng dẻo của kim loại để làm biến dạng. Khái niệm về biến dạng dẻo ở trên hình chỉ là những khái niệm chung mang nhiều ý nghĩa vật lý, hình học mà chưa thể hiện được bản chất tế vi của hiện tượng.

Vì vậy ở đây cần phải nêu thêm một số khái niệm về thực chất biến dạng dẻo của kim loại (vật liệu được cấu tạo bởi các cấu trúc mạng tinh thể).

Như chúng ta đã biết kim loại và hợp kim của chúng có cấu tạo là các tinh thể. Cấu tạo các tinh thể là các mạng nguyên tử sắp xếp trong không gian theo một quy luật nhất định. Vì thế khi kim loại chịu ngoại lực tác dụng, chúng sẽ biến dạng :

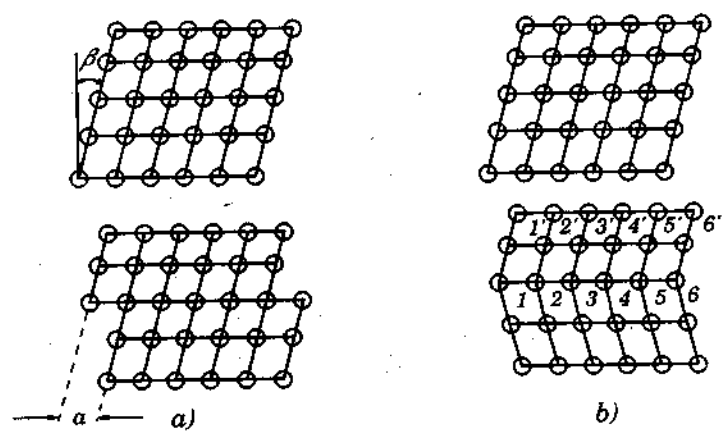
Đối với biến dạng dẻo, thực chất ở đây là sự trượt, sự song tinh xảy ra trong các tinh thể và sự biến dạng giữa các tinh thể (sự trượt tương đối giữa các đơn tinh ở vùng tinh giới hạt).

– Sự trượt là sự dịch chuyển song song tương đối của một bộ phận mạng tinh thể này so với một bộ phận mạng tinh thể còn lại trên một mặt kết tinh nhất định.

Kết quả sau khi trượt làm cho khoảng cách giữa các nguyên tử của một mặt đối với mặt khác là một bội số nguyên của thông số mạng (hình 6.3a).

– Song tinh là sự dịch chuyển tương đối của hàng loạt các mặt nguyên tử này

so với các mặt khác. Kết quả của sự dịch chuyển là sự đối xứng giữa hai phần qua một mặt nguyên tử (gọi là mặt song tinh), nhưng các nguyên tử dịch đi một đoạn không bằng một bội số nguyên của thông số mạng (hình 6.3b).



Hình 6.3. Sự trượt và song tinh khi biến dạng.

– Sự biến dạng giữa các tinh thể là sự trượt tương đối giữa các đơn tinh ở vùng tinh giới hạt. Sự biến dạng này ít làm thay đổi hình dáng của vật thể, nhưng làm vỡ nát các bề mặt tinh thể cũng như phá vỡ tinh giới giữa các hạt làm cho kim loại giảm bền và có thể bị phá hủy.

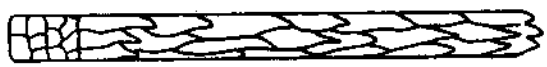
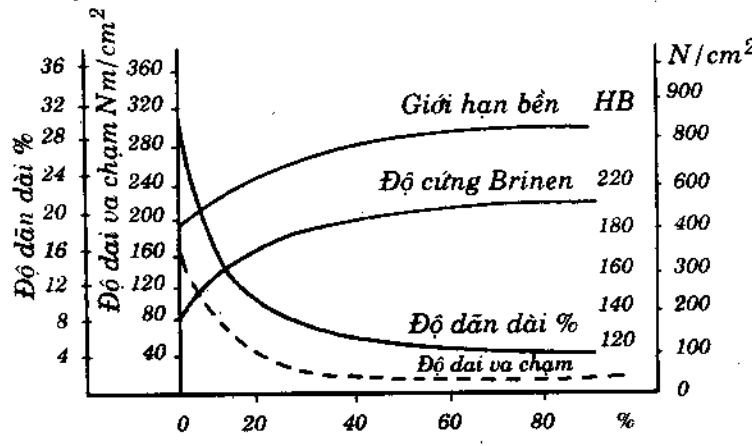
6.1.2. Ảnh hưởng của gia công áp lực đến tính chất và tổ chức của kim loại

Gia công kim loại bằng áp lực không những chỉ thay đổi hình dạng của phôi liệu mà còn ảnh hưởng ngay cả đến tính chất và tổ chức của kim loại được gia công. Trong đó cần phân biệt gia công nóng và gia công nguội bằng áp lực.

a) Gia công nguội :

là gia công kim loại ở nhiệt độ dưới nhiệt độ kết tinh lại ($T_{ktl} \geq 0,4 T_{ch}$ đối với kim loại nguyên chất). Sau khi gia công xong kim loại bị biến cứng.

Những dấu hiệu cơ bản của biến cứng nhìn thấy trong tổ chức tế vi của kim loại là sự thay đổi dạng của hạt – kéo dài hạt theo phương biến dạng lớn nhất (tạo dạng thớ – hình 6.4).



Hình 6.4. Sơ đồ biểu diễn sự thay đổi dạng hạt và cơ tính khi gia công

Mặt khác sau khi gia công nguội, kim loại sẽ giảm tính dẻo, còn độ bền và độ cứng tăng lên.

b) Gia công nóng : là gia công kim loại ở nhiệt độ trên nhiệt độ kết tinh lại của nó. Quá trình gia công có hiện tượng biến cứng, nhưng vì ở nhiệt độ trên nhiệt độ kết tinh lại nên hiện tượng biến cứng được khử ngay, do đó tính dẻo trở lại, việc gia công tiếp tục không phải ngừng lại để ủ (ủ để làm mất biến cứng khi gia công nguội).

Gia công kim loại bằng áp lực làm biến dạng và thay đổi tổ chức ban đầu của phôi, tinh thể kéo dài và định hướng. Kết quả đó sẽ tạo ra tổ chức thớ, nên chất lượng cơ học của vật được đặc trưng bởi phương, hướng thớ.

Tổ chức thớ trong kỹ thuật có một công dụng quan trọng. Khi thiết kế các chi tiết và quá trình chế tạo chi tiết đó cần thiết phải xét đến tổ chức thớ theo các nguyên tắc cơ bản sau :

– Khi chi tiết chịu ứng suất cắt thì tốt nhất là lực cắt phải vuông góc với phương của thớ.

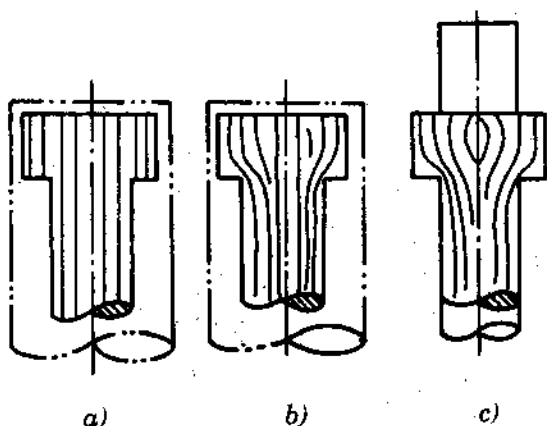
– Khi chi tiết chịu ứng suất kéo thì tốt nhất là phương của lực kéo cần trùng với phương của thớ.

Tránh cắt đứt thớ khi gia công và nên tìm cách uốn các thớ theo đường bao quanh của chi tiết.

Để hiểu rõ hơn những yêu cầu nêu trên, chúng ta xem xét ví dụ sau : Ở phần đầu của bulông nếu dùng phương pháp cắt gọt (hình 6.5a) từ thép cán thì thớ kim loại bị cắt ngang khi làm việc bulông chịu ứng suất tiếp dọc thớ vì thế dễ làm cho mũ bu lông bị đứt.

Nếu dùng phương pháp rèn bằng cách vuốt phần thân (hình 6.5b) thì các thớ (ở phần mũ bulông) có xu hướng vuông góc với ứng suất tiếp khi siết bulông, vì thế bulông chịu lực tốt.

Nếu dùng phương pháp chôn một đầu (hình 6.5c) từ thép cán có đường kính bằng đường kính thân bulông thì sự tạo nên thớ của bulông ở phần mũ tốt nhất và chịu lực cũng tốt nhất.



Hình 6.5. Các phương pháp chế tạo bulông.

6.1.3. Nung nóng kim loại

a) Mục đích của nung nóng kim loại và các hiện tượng xảy ra khi nung. Nung nóng nhằm nâng cao tính dẻo của kim loại, giảm khả năng chống biến

dạng, tạo điều kiện cho quá trình gia công áp lực được dễ dàng nhằm nâng cao chất lượng và giảm giá thành sản phẩm. Trong khi nung nóng thường xảy ra các hiện tượng sau :

❶ **Quá nhiệt** là hiện tượng xảy ra khi nung quá nhiệt độ cho phép dẫn đến tổ chức hạt to làm giảm tính dẻo và giảm độ bền của kim loại, nếu tiếp tục gia công áp lực, kim loại sẽ bị nứt. Khắc phục hiện tượng này bằng cách đem ủ.

❷ **Cháy**. Khi nung kim loại trên nhiệt độ quá nhiệt, phần tinh giới hạt bị oxi hoá mãnh liệt làm mất tính liên tục của kim loại dẫn đến phá hỏng độ dẻo, độ bền của nó. Khi kim loại đã bị cháy thì không thể khắc phục được mà chỉ có thể đưa vào lò nấu lại.

❸ **Oxi hoá**. Trong quá trình nung bề mặt kim loại tiếp xúc với không khí nên bị oxi hoá tạo nên lớp vảy oxit kim loại làm hao tổn vật liệu, gây khó khăn cho quá trình gia công, giảm chất lượng sản phẩm và chóng mòn thiết bị.

Để khắc phục hiện tượng này, người ta cần xác định nhiệt độ và tốc độ nung thích hợp cho từng kim loại. Tốt nhất nung trong môi trường khí bảo vệ.

❹ **Thoát cacbon** là hiện tượng cacbon ở lớp bề mặt kim loại thoát ra môi trường dẫn đến giảm độ bền, độ cứng của bề mặt. Khắc phục hiện tượng này người ta tiến hành thấm than.

❺ **Nứt**. Vết nứt bên ngoài hoặc bên trong vật liệu xuất hiện, chủ yếu do nhiệt độ và tốc độ nung không hợp lý, tạo nên ứng suất nhiệt trong vật nung vượt quá độ bền của nó.

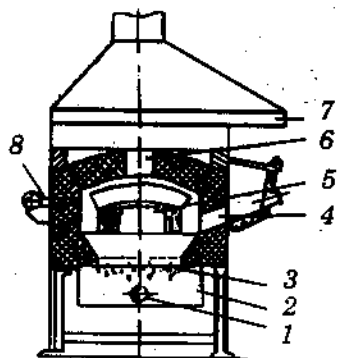
Đối với thép nứt thường xảy ra khi nhiệt độ nung dưới 800°C , vì ở nhiệt độ này thép có tính dẻo thấp, do đó ta cần hạn chế tốc độ nung ở nhiệt độ này.

Mỗi loại kim loại, hợp kim có khoảng nhiệt độ nung riêng, ở nhiệt độ đó kim loại có độ dẻo cao, trở lực chống biến dạng nhỏ nhất, gia công áp lực thuận lợi nhất. Ví dụ, giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng đối với hợp kim đồng là $750-850^{\circ}\text{C}$ và giới hạn dưới $600-700^{\circ}\text{C}$, đối với hợp kim nhôm thì giới hạn trên là $470-500^{\circ}\text{C}$ và giới hạn dưới là $350-400^{\circ}\text{C}$, còn đối với thép cacbon có hàm lượng cacbon dưới 0,3% thì giới hạn trên là $1150-1250^{\circ}\text{C}$ và giới hạn dưới là $800-850^{\circ}\text{C}$.

b) Lò nung. Có nhiều loại lò để nung nóng kim loại trước khi gia công như :

- Lò điện ;
- Lò nung bằng khí cháy ;
- Lò đốt bằng chất lỏng như : mazút, dầu hoả...
- Lò nung bằng chất rắn như than củi, than đá...

Dưới đây nêu ví dụ về loại lò đốt trực tiếp bằng than : Hình 6.6 giới thiệu kiểu lò đốt trực tiếp bằng than đá. Gió từ hệ thống quạt dẫn qua ống (1) vào



Hình 6.6. Lò kín đốt trực tiếp.

biến dạng dẻo ở khe hở, kết quả là chiều dày của phôi bị giảm, chiều dài tăng lên rất nhiều. Hình dạng mặt cắt của phôi cũng thay đổi theo mặt cắt của khe hở giữa hai trục cán. Ví dụ : mặt cắt vuông của phôi trở thành tròn, chữ nhật... khi mặt cắt khe hở của hai trục cán là tròn, chữ nhật... Diện tích mặt cắt ngang của sản phẩm sẽ nhỏ hơn mặt cắt ngang của phôi (hình 6.7).

6.2.1.2. Thiết bị cán

Các bộ phận cơ bản của máy cán được biểu thị trên hình 6.8, gồm :

- Giá cán : là bộ phận chủ yếu của máy cán, trong đó lắp trục cán, hệ thống điều chỉnh khoảng cách trục cán.

- Trục cán : hình 6.7a là hình dáng trục cán, cấu tạo gồm thân trục cán (1), cổ trục (2), đầu chữ thập (3). Trục cán có nhiều loại, tùy theo sản phẩm : có trục cán phẳng để cán sản phẩm tấm, trục cán có lỗ hình (tròn, vuông...) để cán sản phẩm thanh có tiết diện tròn, vuông... (h6.7b)

- Hộp giảm tốc : là bộ phận giảm tốc độ quay từ động cơ đến trục cán.

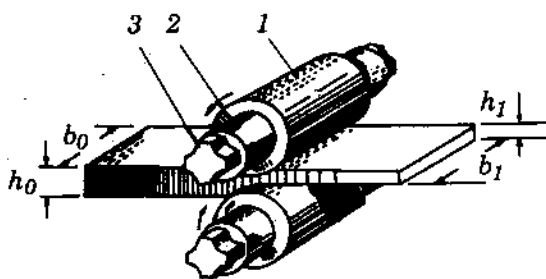
buồng gió bằng kim loại (2) thổi qua các lỗ của ghi lò (3) vào buồng đốt. Than được đổ vào buồng đốt qua cửa cho than (4). Phôi cho vào và lấy ra ở cửa (5). Khói, bụi và khí nóng thoát qua lỗ (6) lên chụp (7) và ống khói và đi ra ngoài.

6.2. CÔNG NGHỆ CÁN, KÉO, ÉP KIM LOẠI

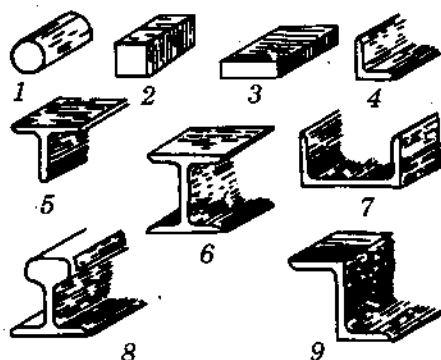
6.2.1. Cán kim loại

6.2.1.1. Khái niệm

Cán là cho phôi đi qua khe hở giữa hai trục cán quay ngược chiều nhau, làm cho phôi bị



a) Sơ đồ cán kim loại



b) Các sản phẩm cán

Hình 6.7. Sơ đồ cán kim loại và các sản phẩm cán hình

– Hộp bánh răng chữ V ;
là bộ phận nhận chuyển động từ hộp giảm tốc qua các bánh răng chữ V để phân phối đến các trục cán.

6.2.1.3. Các đại lượng đặc trưng khi cán :

Hệ số kéo dài μ : là tỷ số chiều dài của phôi sau khi cán so với trước khi cán hoặc tỷ số giữa tiết diện trước và sau khi cán.

$$\mu = L1/L2 = F1/F2$$

Hệ số μ thường lấy bằng 1–2.

– Lượng ép : là hiệu số giữa chiều cao trước và sau khi cán.

$$\Delta h = h_0 - h_1.$$

– Lượng ép tuyệt đối :

$$\Delta h/h_0 = h_0 - h_1/h_0$$

Khi cán nóng lượng ép Δh thường lớn hơn khi cán nguội.

a) *Cán nóng*. Thường tiến hành ở nhiệt độ gia công nóng, do vậy kim loại có độ dẻo cao, nên năng suất cán tăng, nhưng kim loại bị oxi hoá nên độ chính xác và độ bóng bề mặt thấp.

b) *Cán nguội*. Cán ở nhiệt độ gia công nguội, kim loại cán có tính dẻo kém, nhưng độ bóng bề mặt và độ chính xác cao. Cán nguội thường dùng cán tấm mỏng và cán hình.

6.2.1.4. Phân loại sản phẩm cán

Sản phẩm sản xuất bằng phương pháp cán được dùng trong mọi ngành công nghiệp (cơ khí, xây dựng, giao thông vận tải v.v). Tùy theo hình dáng, sản phẩm cán có thể chia thành bốn nhóm chủ yếu : hình, tấm, ống và đặc biệt.

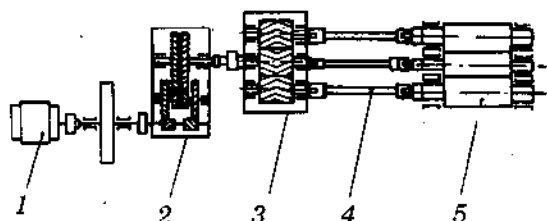
a) *Sản phẩm cán* (hình.6.7) : được chia thành hai nhóm :

– Nhóm thông dụng có profil đơn giản (tròn, vuông, hình chữ nhật, sáu cạnh, góc, chữ U, chữ T v.v).

– Nhóm đặc biệt có profil phức tạp, dùng cho những mục đích nhất định (đường ray, các profil đặc biệt dùng trong ôtô, máy kéo, trong ngành xây dựng v.v).

b) *Sản phẩm cán tấm* : được chia thành hai nhóm theo chiều dày :

– Tấm dày có chiều dày trên 4 mm.



Hình 6.8. Sơ đồ máy cán.

1. Động cơ ; 2. Hộp giảm tốc ; 3. Hộp bánh răng chữ V ;
4. Trục các dãn ; 5. Trục cán.

- Tấm mỏng có chiều dày dưới 4mm.

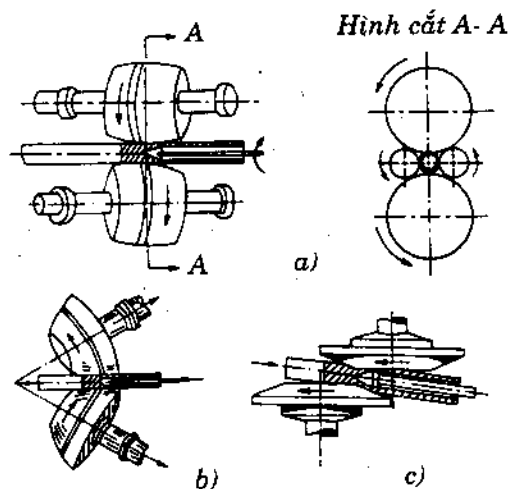
c) **Sản phẩm cán ống** : chia thành loại không có mối hàn và loại có mối hàn. Tỷ trọng của ống trong sản lượng chung của ngành cán ngày càng tăng. Trong những năm gần đây việc sản xuất ống hàn và ống cán nguội được phát triển khá rộng rãi ở nhiều nước công nghiệp phát triển.

d) **Sản phẩm cán đặc biệt** : gồm có các loại bánh xe, bánh răng, bi, vật cán có profil chu kỳ, v.v.

6.2.1.5. Cán ống

Tuỳ theo phương pháp sản xuất, ống được chia ra loại không có mối hàn và loại có mối hàn.

Ống không có mối hàn được cán trên các máy có trục cán dạng trống, dạng nắm và dạng đĩa (hình 6.9).



Hình 6.9. Các kiểu nguyên lý cán ống.

a) Trục dạng trống ; b) Trục dạng nắm ;

c) Trục dạng đĩa.

kính tương ứng với đường kính lỗ nhận được trong ống, trục này nằm trên đường ra sản phẩm ống. Bằng cách như vậy ta thu được những ống có bề mặt trong bằng phẳng.

Công việc cán để tạo cho ống có được hình dạng và kích thước nhất định được tiếp tục thực hiện trên các máy đặc biệt khác.

Hiện nay đại đa số ống không có mối hàn được cán trên máy cán ống liên tục.

- Ống hàn được chế tạo từ những băng rộng và mỏng. Quá trình công nghệ sản xuất ống hàn, gồm hai nguyên công : là cán cuộn ống và hàn ống bằng các phương pháp khác nhau : hàn ép, hàn hơi, hàn điện và hàn cao tần.

Hàn ép các ống được tiến hành bằng cách đốt nóng những băng thép trong lò và kéo qua một miệng phễu để tạo dạng ống.

Cạnh nối của ống được hàn bằng cách ép chặt lại với nhau. Sau đó ống được cắt thành từng đoạn, uốn nắn và tu sửa. Phương pháp này dùng để hàn các ống có đường kính từ 75 đến 100 mm.

Hàn hơi được dùng chủ yếu để hàn các ống có đường kính lớn. Mỗi nối được hàn bằng ngọn lửa hàn oxi – axetylen.

Hàn điện cho phép nhận được những ống có chất lượng cao hơn so với hàn ép, thường dùng với đường kính ống từ 6 đến 630 mm, thành ống dày từ 0,5 đến 20 mm.

Hàn điện có thể tiến hành bằng phương pháp hàn điện trở (hàn cao tần) và phương pháp hàn hồ quang.

Hiện nay người ta hay dùng các ống hàn có đường hàn xoắn ốc. Loại ống hàn này có độ bền và độ cứng vững cao hơn loại ống hàn có mối hàn theo đường sinh, mặt khác loại này còn có thể chế tạo được từ những băng thép hẹp mà vẫn đảm bảo được đường kính lớn.

Những ống có thành mỏng và đường kính nhỏ được chế tạo bằng phương pháp cán nguội trên các máy cán đặc biệt sau khi đã cán nóng.

6.2.2. Kéo kim loại

6.2.2.1. Khái niệm

Kéo là một quá trình gia công kim loại bằng áp lực, trong đó phôi được kéo dài qua lỗ khuôn kéo (hình 6.10).

Sau khi kéo, tiết diện vật liệu gia công bị giảm còn chiều dài thì tăng lên.

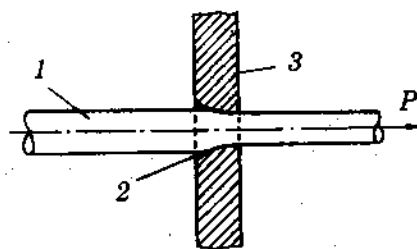
Bằng phương pháp kéo, người ta có thể chế tạo được các dây, ống và các thanh định hình có đường kính rất nhỏ ($\phi = 0,065 \text{ mm}$).

Phương pháp này đảm bảo độ chính xác cao, độ nhẵn bề mặt tốt và nâng cao độ bền của vật liệu.

Các kim loại và hợp kim màu, thép cacbon và thép hợp kim đều có thể kéo được bằng phương pháp nguội.

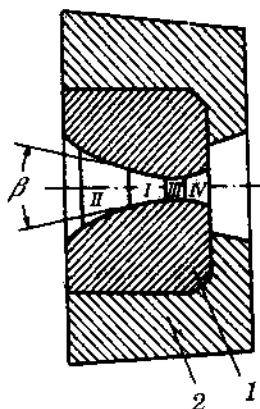
6.2.2.2. Khuôn kéo

Quá trình kéo được thực hiện trên máy kéo qua một dụng cụ có lỗ gọi là khuôn kéo (trong sản xuất gọi là mả). Khuôn kéo có 4 phần: phần vuốt nhỏ I để



Hình 6.10. Sơ đồ kéo kim loại.

1. Phôi; 2. Lỗ khuôn; 3. Khuôn kéo (mả)



Hình 6.11. Khuôn kéo (mà)

làm biến dạng phôi, phần làm tròn II, phần vuốt nhẵn III và phần thoát IV. Phần vuốt nhẵn thường là hình trụ, còn các phần khác đều là hình côn (hình 6.11).

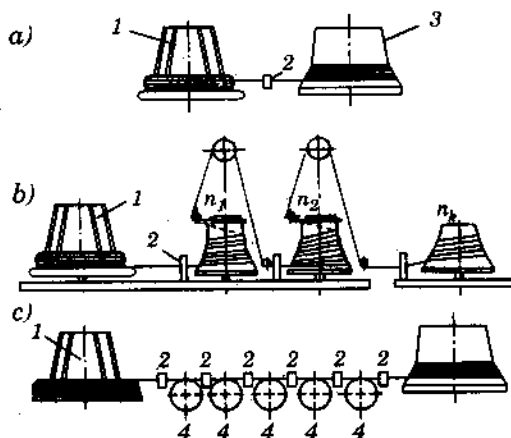
Khuôn kéo được chế tạo bằng hợp kim cứng (để kéo các dây có đường kính rất nhỏ) hoặc bằng thép dụng cụ (để kéo các thanh và ống có tiết diện lớn).

Để giảm bớt ma sát ở khuôn kéo người ta dùng các chất bôi trơn như dầu mỡ, bột xà phòng, graphit, đồng sunfat. Việc kéo được thực hiện ở trạng thái nguội, do đó kim loại càng bền thêm (tạo thành sự cứng nguội bề mặt). Khi phải kéo tiếp, cần làm mất hiện tượng cứng nguội của kim loại, người ta đem ủ kim loại. Sau khi ủ, kim loại trở nên mềm dẻo, do đó có thể kéo tiếp.

6.2.2.3. Máy kéo kim loại

Kéo kim loại có thể thực hiện trên máy kéo thẳng hoặc máy kéo có tang cuộn.

Hình 6.12 là sơ đồ máy kéo có tang cuộn, dùng khi kéo sợi dài. Loại máy này có thể chỉ một khuôn kéo (hình 6.12a), loại nhiều khuôn kéo không có trượt (hình 6.12b) và loại có nhiều khuôn có sự trượt (hình 6.12c)



Hình 6.12. Máy kéo sợi có tang kéo.

1 : Tang đỡ dây ; 2 : Khuôn kéo ; 3 : Tang kéo
4 : Con lăn trượt

6.2.3. Ép kim loại

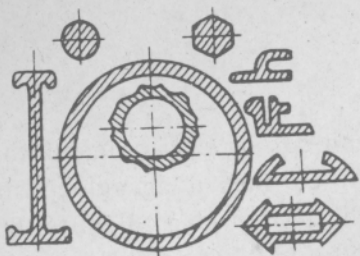
6.2.3.1. Khái niệm

Ép là một quá trình gia công kim loại bằng áp lực, trong đó phôi kim loại nóng được ép qua lỗ khuôn để có được hình dạng và kích thước yêu cầu cần thiết. Ưu điểm của phương pháp này là có khả năng tạo thành những sản phẩm có độ chính xác cao và năng suất cao.

Ép thường được dùng để gia công các kim loại màu và hợp kim màu, đôi khi nó cũng dùng để gia công thép và các hợp kim khác.

Phôi kim loại để ép có thể là phôi kim loại đúc hay phôi kim loại cán.

Bằng phương pháp ép người ta có thể nhận được những sản phẩm với profin



Hình 6.13. *Prôfin các sản phẩm ép.*

khác nhau (hình 6.13), trong đó có những thanh đường kính từ 5 tới 200 mm, ống có đường kính trong tới 800 mm và chiều dày thanh ống từ 1,5 đến 8 mm.

6.2.3.2. Các phương pháp ép

Có hai phương pháp ép : là ép thuận và ép nghịch.

a) Phương pháp thuận : phôi (1) được nung nóng tới nhiệt độ cần thiết và được đặt vào xilanh (2) (hình 6.14a). Khuôn (4) có lỗ ép được kẹp trong ống kẹp khuôn (3). Phía đầu xilanh có chày ép (5) với đầu chày (6) có thể di chuyển được ở bên trong xilanh. Khi máy ép làm việc, pittông truyền áp lực cho chày ép và qua đầu chày truyền tới phôi làm cho kim loại bị biến dạng dẻo và thoát ra khỏi lỗ khuôn.

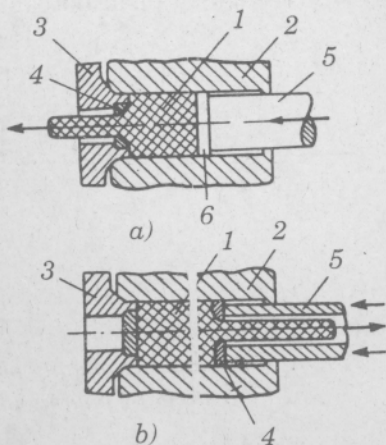
b) Phương pháp nghịch (hình 6.14b), chày rỗng giữa và đầu chày là khuôn ép (4) gắn vào. Khi chày ép vào phôi (1), kim loại biến dạng sẽ thoát qua lỗ khuôn (4) đi về phía ngược với phía chuyển động của chày. Phương pháp này có ưu điểm là giảm lượng hao phí kim loại xuống tới 5 – 6% so với khối lượng của phôi (ở phương pháp thuận là 18 – 20%) và giảm lực ép xuống 25–30%. Tuy nhiên nó không được áp dụng rộng rãi vì cấu trúc phức tạp.

Quá trình ép được phân thành những giai đoạn sau :

- Chuẩn bị phôi để ép (sửa các hư hỏng bên ngoài, cắt đoạn...);
- Nung nóng phôi tới nhiệt độ nhất định.
- Đặt kim loại nóng trong xilanh.
- Tiến hành ép kim loại.

– Tu sửa thành phẩm ; cắt phần kim loại chưa được ép ở đầu thành phẩm, cắt đoạn theo yêu cầu, uốn nắn, sửa các chỗ hư hỏng.

Máy ép kim loại thường dùng là loại máy ép thuỷ lực và máy ép cơ khí. Lực ép có thể theo chiều ngang hoặc theo chiều thẳng đứng. Phổ biến nhất là loại máy ép ngang.



Hình 6.14. *Các phương pháp ép*

a) Ép thuận ; b) Ép nghịch

1. Phôi ; 2. Xilanh ;

3. Ống kẹp khuôn ; 4. Khuôn ;

5. Chày ; 6. Đầu chày

6.3. CÔNG NGHỆ RÈN – DẬP KIM LOẠI

6.3.1. Công nghệ rèn tự do

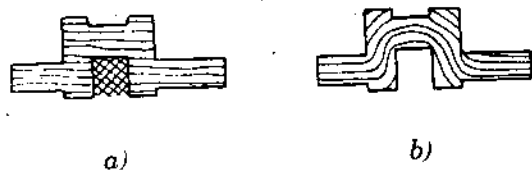
6.3.1.1. Khái niệm chung về rèn, dập

Rèn và dập được dùng rộng rãi trong ngành cơ khí và các ngành khác, nhất là trong các ngành chế tạo ô tô, máy công cụ, máy nông nghiệp, máy bay. Ví dụ như trong ngành chế tạo ô tô : số chi tiết rèn, dập chiếm tới 80% khối lượng, trong ngành chế tạo máy bay là 85%, máy kéo là 70%, tàu thủy là 60%.

Phương pháp rèn, dập hiện đại được phát triển theo hướng tận dụng sao cho phôi được rèn, dập có được hình thù gần giống chi tiết máy, nhờ đó mà giảm bớt được chi phí cho việc gia công cơ tiếp theo.

Cũng như các phương pháp gia công áp lực khác, rèn, dập làm thay đổi sự phân bố các thớ sợi của kim loại và thay đổi các kích thước các hạt kim loại.

Hình 6.15 nêu sự phân bố các thớ sợi của kim loại trong trục khuỷu gia công bằng phương pháp khác nhau. Trục khuỷu trong hình 6.15a được gia công trên máy tiện, trục khuỷu trong hình 6.15b được gia công trên máy rèn (dập). Rõ ràng là sự phân bố thớ sợi trong kim loại khi gia công rèn dập hợp lý hơn khi gia công tiện, nó tạo điều kiện để tăng độ bền của trục khuỷu.



Hình 6.15. Sơ đồ phân bố thớ sợi trong trục khuỷu :

- a) Chế tạo bằng phương pháp tiện ;
- b) Chế tạo bằng phương pháp rèn.

6.3.1.2. Rèn tự do

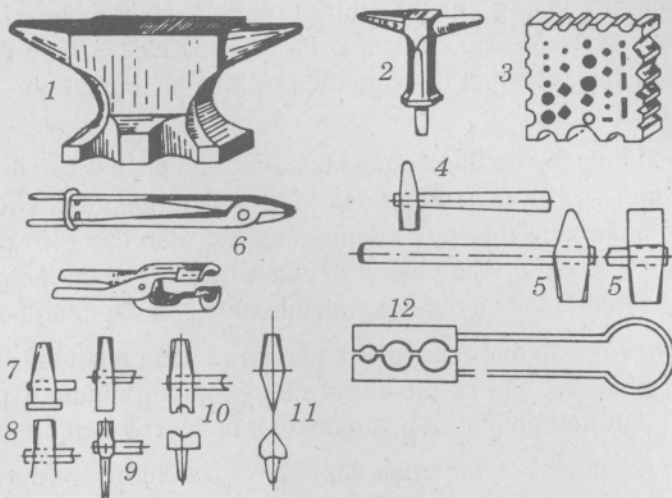
Rèn tự do là quá trình gia công kim loại bằng lực rèn (thông qua búa tay hoặc búa máy) để thay đổi hình dáng của phôi liệu.

Rèn là một phương pháp gia công được dùng từ lâu. Nội dung của nó là nung nóng phôi thép tới nhiệt độ trên 900°C để cho kim loại chuyển sang trạng thái dẻo rồi đặt lên đe và dùng búa đập để có được hình dáng cần thiết của sản phẩm.

Vật liệu để rèn tự do là các thỏi kim loại đúc và các phôi cán.

Rèn tự do có rèn bằng tay hay bằng máy.

Rèn tay dùng để rèn những vật có khối lượng không lớn lắm. Trên hình 6.16 là những dụng cụ dùng để rèn bằng tay.



Hình 6.16. Các dụng cụ dùng trong rèn tay.

1. Đe cố định ; 2. Đe nhỏ ; 3. Đe định hình ;
4. Búa nhỏ ; 5. Búa lớn ; 6. Kim ; 7. Búa là phẳng ;
8. Búa sắc ; 9. Búa đột ; 10. Búa là tròn ; 11. Búa chặt

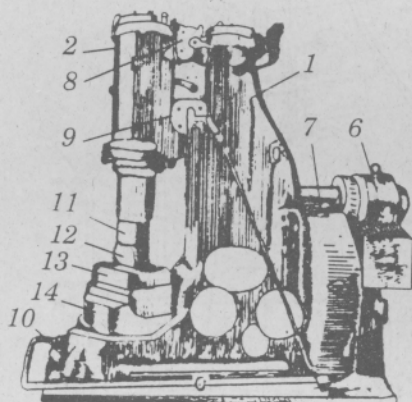
6.3.1.3. Thiết bị rèn tự do

Rèn máy có năng suất cao hơn rèn tay rất nhiều và có thể gia công được những vật lớn.

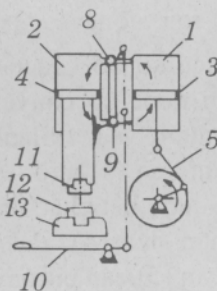
Rèn máy được tiến hành trên búa máy. Búa máy chia làm hai loại :

- Loại chạy bằng khí ép,
- Loại chạy bằng hơi nước.

Búa máy khí ép thường được dùng để rèn các chi tiết nhỏ. Máy có hai xilanh : xilanh ép (1) và xilanh công tác (2) (hình 6.17). Pittông (3) của xilanh



a)



b)

Hình 6.17. Búa máy khí ép.

a) Hình dáng bên ngoài ; b). Sơ đồ nguyên lý hoạt động.

ép (1) dùng để đẩy không khí làm cho pittông (4) di chuyển, pittông (4) này cũng đồng thời là phần đập của búa. Pittông (3) của xi lanh ép (2) chuyển động lên xuống được nhờ một động cơ điện (6) qua hệ thống biên – tay quay (5) và hộp giảm tốc (7).

Giữa các xilanh ép và xilanh công tác có một bộ phận điều chỉnh không khí gồm có các van (8), (9) và các ống dẫn luân phiên nhau đưa không khí bị ép vào phía dưới hoặc phía trên của xilanh công tác. Bàn đập (10) dùng để đóng mở các van đó. Khi khí đi vào phần trên của xilanh (2) sẽ đè lên phần trên của pittông (4), đẩy thân búa chuyển động nhanh xuống và đập lên phôi rèn.

Khi khí đi vào phần dưới của xilanh (2), nó sẽ nâng búa lên cao. Bằng cách phân phối khí như vậy, búa có thể chuyển động, không những đập liên tục mà còn đập từng nhát một, ép phôi rèn vào đe dưới hoặc treo ở trên.

Đầu búa (11) được bắt vào phần đập búa và đe dưới (12) được bắt vào bệ đe (13) bằng các chêm và các rãnh dạng đuôi cá. Bệ đe (13) được đặt trên thân đe (14), thân đe này tách riêng khỏi thân máy.

Búa máy khí ép có khối lượng phần đập (đầu búa) từ 50 kg đến 1 tấn. Trong một phút búa có thể đập khoảng 70 – 190 lần.

Để rèn các chi tiết lớn người ta thường dùng búa máy hơi nước. Búa máy hơi nước gồm hai loại : loại có chuyển động kép và loại chuyển động đơn.

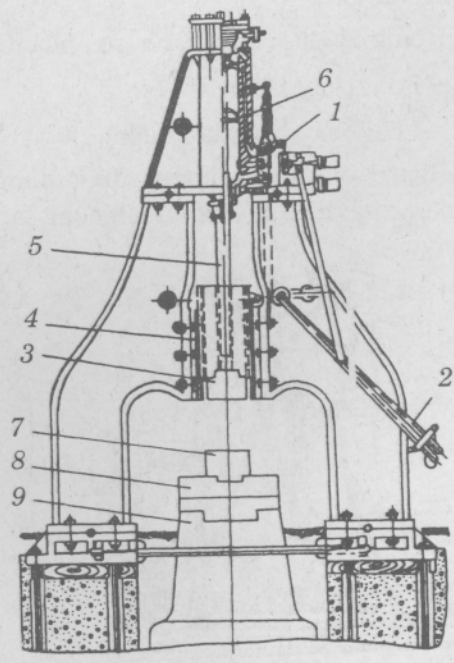
a) Búa có chuyển động đơn.

Hơi nước hoặc khí để nén chỉ dùng để nâng phần đập của thân búa lên rồi thoát ra ngoài xilanh để cho thân búa rơi xuống đập lên vật rèn. Loại này hiện nay ít dùng.

b) Búa có chuyển động kép.

Hơi nước dùng để nâng phần đập của thân búa lên, đồng thời dùng để làm tăng thêm năng lượng đập của thân búa khi rơi xuống.

Hình 6.18 nêu sơ đồ cấu tạo của búa máy hơi nước có chuyển động kép. Hơi nước vào xilanh công tác qua ngăn kéo (1) nhờ tay gạt (2). Đầu búa được bắt chặt vào phần đập của thân búa (4). Phần này nối liền với cân (5) của pittông (6) trong xilanh công tác. Đe dưới (7) được bắt vào giá đe (8), đe này được bắt vào thân đe (9).



Hình 6.18. Sơ đồ cấu tạo búa máy hơi nước có chuyển động kép.

Đầu búa có thể đập từng nhát một hoặc tự động đập lên vật rèn, nó cũng có thể ép phôi rèn vào đe dưới hoặc treo lưng chừng.

Khối lượng phần đập của búa máy hơi nước nặng từ 0,5 đến 5 tấn. áp suất của hơi nước hoặc khí nén từ 6 đến 8 atmôphe (at).

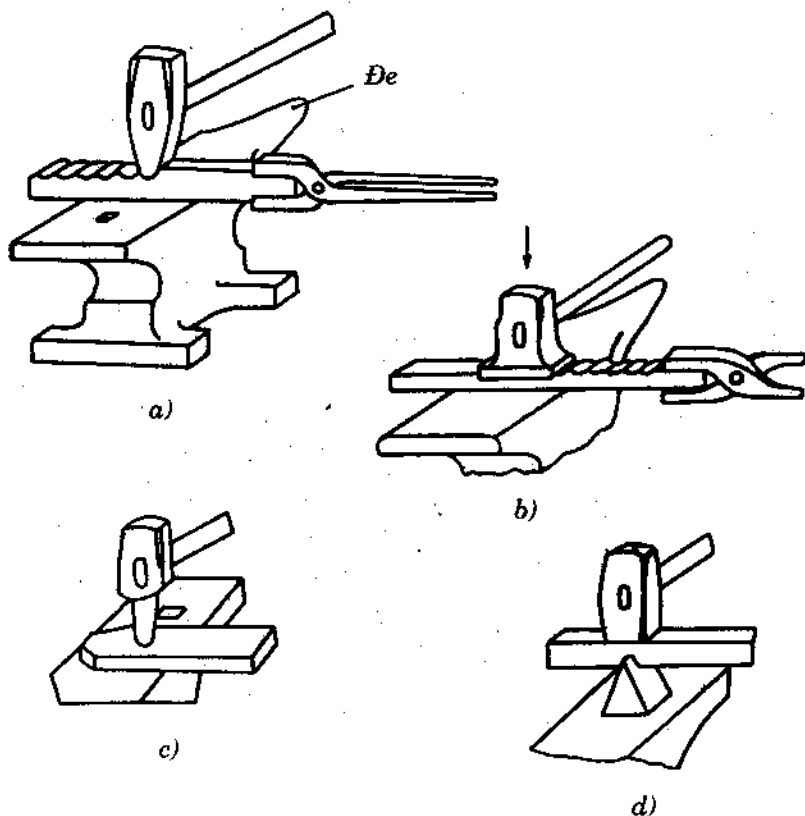
6.3.1.4. Kỹ thuật rèn tự do

Những nguyên công cơ bản về rèn khi rèn tự do là chôn, vuốt, đột, chặt, uốn, (hình 6.19).

* **Chôn** : là một nguyên công rèn làm cho tiết diện của phôi tăng lên do chiều cao giảm xuống. Có ba kiểu chôn : chôn toàn phần, chôn đầu và chôn giữa. Khi chôn đầu hay chôn giữa, chỉ cần nung nóng một phần của phôi (ở đầu hay ở giữa), phần đó sau khi chôn sẽ có tiết diện lớn hơn.

* **Vuốt** : là một nguyên công rèn để kéo dài phôi và làm cho diện tích mặt cắt ngang của nó nhỏ xuống. Những kiểu vuốt khác nhau là :

+ Vuốt phẳng (dàn phẳng) : là đập dẹp phôi bằng một dụng cụ dẹt phẳng làm cho chiều rộng của phôi lớn lên và chiều cao giảm xuống.



Hình 6.19. Các nguyên công của rèn tự do

+ Vuốt rộng lỗ : là nguyên công dùng trục gá để giảm chiều dày và tăng đường kính của ống.

+ Vuốt dài ống : là nguyên công dùng trục tâm làm tăng chiều dài của ống và làm giảm đường kính ngoài cùng chiều dày của ống.

* *Đột* : là một nguyên công rèn làm cho phôi có lỗ hoặc có chỗ lõm sâu xuống. Dụng cụ để tạo lỗ gọi là mũi đột.

* *Chặt* : là một nguyên công rèn dùng để cắt phôi liệu thành từng phần. Có thể tiến hành ở trạng thái nguội hoặc trạng thái nóng.

* *Uốn* : là một nguyên công rèn ở trạng thái nguội hay nóng để đổi hướng thớ của phôi.

6.3.2. Dập thể tích

6.3.2.1. Khái niệm, đặc điểm

Dập thể tích (còn gọi là rèn khuôn) là phương pháp gia công áp lực, trong đó kim loại được biến dạng hạn chế trong lòng khuôn dưới tác dụng của lực đập.

Kết cấu chung của khuôn dập được trình bày trên hình 6.20.

Trong khi dập nửa khuôn trên (1) và nửa khuôn dưới (2) được bắt chặt với đe trên và đe dưới của thiết bị. Phần kim loại thừa chảy vào rãnh tạo thành ba vĩa của vật rèn.

So với rèn tự do, rèn khuôn có đặc điểm :

- Độ chính xác và chất lượng vật rèn cao.
- Có khả năng chế tạo được những chi tiết phức tạp.
- Năng suất cao.
- Dễ cơ khí hoá và tự động hoá.

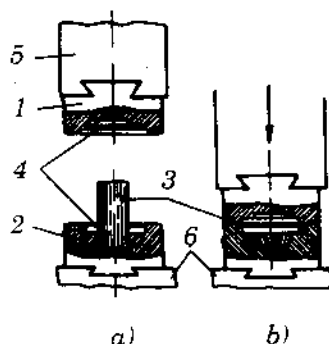
Nhưng giá thành chế tạo khuôn cao, khuôn chống mòn, vì vậy phương pháp dập khuôn chỉ thích hợp với sản xuất hàng loạt và hàng khối.

Để quyết định chọn phương pháp dập khuôn chúng ta có thể dùng công thức :

$$N_o \geq \frac{\sum G_{kh}}{(m_1 + n_1) - (m_2 + n_2)}$$

N_o - số chi tiết hợp lý để dập khuôn.

G_{kh} - tổng giá thành chế tạo khuôn.



Hình 6.20. Sơ đồ dập thể tích
a) Khi chưa dập, b) Khi dập.

1. Khuôn trên, 2. Khuôn dưới
3. Phôi, 4. Rãnh ba vĩa,
5. Đầu búa, 6. Đe dưới

m_1 – giá thành phôi thực hiện bằng rèn tự do.

n_1 – giá thành gia công cơ khí phôi rèn tự do.

m_2 – giá thành của phôi đó, nếu thực hiện bằng dập khuôn

n_2 – giá thành gia công cơ khí phôi khi dập khuôn

Nếu gọi N là số lượng chi tiết cần gia công ta có :

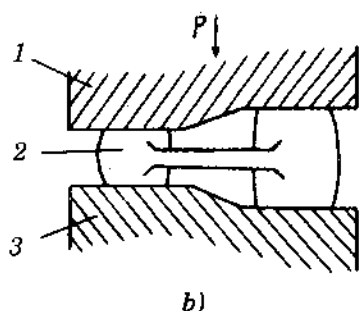
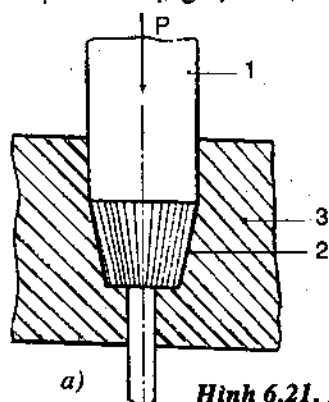
$N > N_0$: dập khuôn là hợp lý.

$N < N_0$: dập khuôn không kinh tế, ta nên chuyển qua rèn khuôn đơn giản hoặc rèn tự do.

6.3.2.2. Các phương pháp dập thể tích

Căn cứ vào lòng khuôn mà người ta phân ra các phương pháp dập khuôn khác nhau.

– Lòng khuôn hở : là lòng khuôn mà trong quá trình gia công có một phần kim loại được biến dạng tự do (hình 6.21a).



Hình 6.21. Lòng khuôn hở và kín
1. Nửa khuôn trên ; 2. Vật rèn ; 3. Nửa khuôn dưới

Lòng khuôn kín là lòng khuôn mà kim loại biến dạng trong lòng khuôn không có ba via tức là không cho ba via trên sản phẩm (hình 6.21b).

Đối với vật dập đơn giản hoặc không yêu cầu chính xác ta dùng khuôn hở. Với những chi tiết phức tạp, đòi hỏi chính xác người ta thường dùng khuôn kín. Khi dùng lòng khuôn kín đòi hỏi phải tính toán chính xác phôi ban đầu.

6.3.3. Dập tấm (dập nguội)

6.3.3.1. Khái niệm, đặc điểm

Dập tấm là một trong những phương pháp tiên tiến của gia công áp lực để chế tạo sản phẩm từ vật liệu tấm, thép bản hoặc dải cuộn.

Dập tấm có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc nguội, song chủ yếu gia công ở trạng thái nguội vì vậy còn gọi là dập "nguội".

Dập tấm được dùng rộng rãi trong tất cả các ngành công nghiệp, đặc biệt trong công nghiệp chế tạo ô tô, máy bay, tàu thủy, chế tạo thiết bị điện, các đồ dân dụng.

Ví dụ, tỷ lệ các chi tiết dập tấm trong một số ngành : máy điện 60 + 70%, ô tô máy kéo 60 + 95% ; đồ dùng dân dụng 95+98%.

Dập tấm có một số đặc điểm :

– Độ chính xác và chất lượng sản lượng cao : dập tấm cho ta khả năng lắp lẫn cao, độ bền, độ bóng của sản phẩm cao.

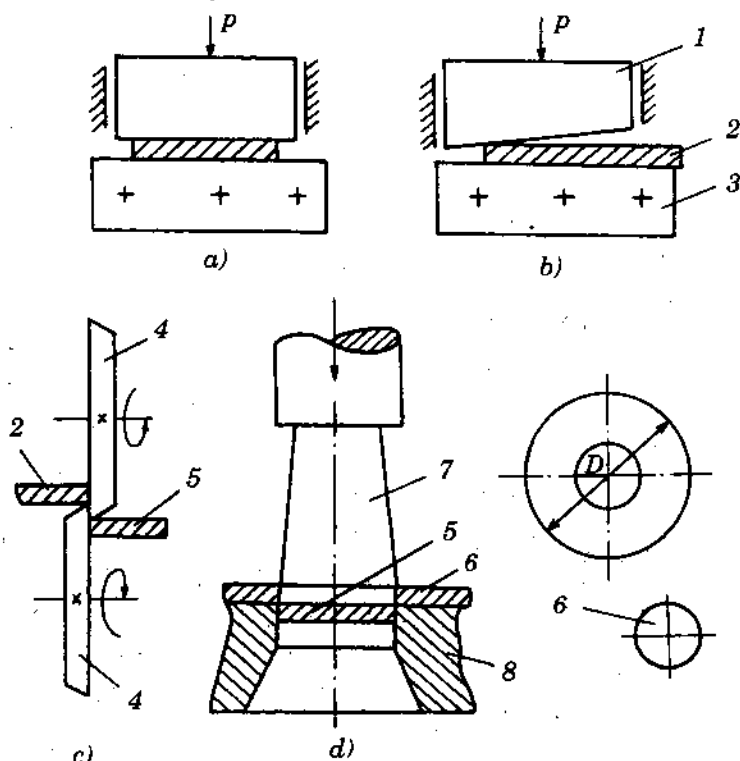
– Khả năng cơ khí hoá và tự động hoá cao.

– Năng suất cao

6.3.3.2. Các nguyên công của dập tấm

a) *Cắt phôi*. Cắt phôi là nguyên công chia phôi thành nhiều phần bằng nhau theo những đường cắt hở hoặc kín.

Cắt có thể được tiến hành trên máy cắt có lưỡi dao cắt song song, nghiêng hay lưỡi dao cắt hình đĩa (hình 6.22a, b, c).



Hình 6.22. Các phương pháp cắt phôi trong dập tấm.

a) Cắt bằng lưỡi cắt song song, b) Cắt bằng lưỡi cắt nghiêng,

c) Cắt bằng dao đĩa, d). Dập cắt :

1. Lưỡi cắt trên ; 2. Phôi ; 3. Lưỡi cắt dưới ; 4. Lưỡi cắt đĩa ;

5. Sản phẩm ; 6. Phế liệu ; 7. Chày dập ; 8. Cối dập.

Để cắt những đường khớp kín ta dùng dập cắt và đột lỗ. Về bản chất nguyên công dập cắt và đột lỗ hoàn toàn giống nhau chỉ khác nhau về công dụng. Ví dụ, trên hình (6.22d), khi dập cắt phôi có đường kính D , ta được sản phẩm 5, còn lại 6 là phế liệu. Ngược lại khi đột lỗ thì 5 lại là sản phẩm còn 6 trở thành phế liệu.

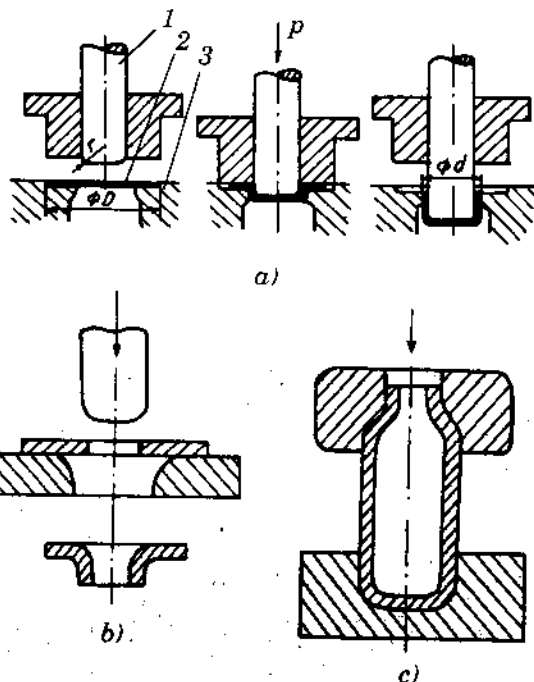
Khi cắt phôi cần bố trí hợp lý để hệ số sử dụng vật liệu cao nhất. Công thức đánh giá hệ số sử dụng nguyên vật liệu :

$$\eta = \frac{F_0}{F} \cdot 100\%$$

F_0 – tổng diện tích các phôi bố trí trên tấm cắt có diện tích F .

F – diện tích của tấm phôi ban đầu.

b) Các nguyên công tạo hình. Từ những phôi đã được tạo ra ở các nguyên công trước, ta tiến hành chế tạo các chi tiết dạng cốc, ca... Tùy theo yêu cầu cụ thể mà ta có các phương pháp tạo hình khác nhau. Trên hình 6.23 giới thiệu một số phương pháp tạo hình của dập tấm.



Hình 6.23. Các phương pháp tạo hình của dập tấm.

a) Dập sâu, b) Uốn vành, c) Tóp miệng.

1. Chày; 2. Vật liệu gia công; 3. Cối

Câu hỏi ôn tập :

1. Bản chất, đặc điểm và các phương pháp gia công áp lực.
2. Nêu các nhân tố ảnh hưởng đến tính dẻo của kim loại khi gia công bằng áp lực.
3. Trong kỹ thuật phân biệt gia công nóng và gia công nguội như thế nào ?
4. Bản chất của công nghệ cán, kéo, ép, rèn, dập và công dụng của chúng.

Chương VII

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO KẾT CẤU HÀN

7.1. KHÁI NIỆM CHUNG

7.1.1. Khái niệm

Hàn là phương pháp công nghệ nối các chi tiết máy bằng kim loại hoặc phi kim loại với nhau bằng cách nung nóng chỗ nối đến trạng thái hàn (chảy hoặc dẻo). Sau đó kim loại lỏng hoá rắn hoặc kim loại dẻo thông qua có lực ép, chỗ nối tạo thành mối liên kết bền vững gọi là mối hàn.

7.1.2. Đặc điểm

Phương pháp hàn ngày càng được phát triển và sử dụng rộng rãi trong các ngành kinh tế vì chúng có đặc điểm sau :

- Tiết kiệm nhiều kim loại, so với phương pháp nối khác như tán rivê, ghép bulông tiết kiệm từ 10–25% khối lượng kim loại, hoặc so với đúc thì hàn tiết kiệm 50%.

- Hàn có thể nối những kim loại có tính chất khác nhau. Ví dụ, kim loại đen với kim loại đen, kim loại với vật liệu phi kim loại v.v.

- Tạo được các chi tiết máy, các kết cấu phức tạp mà các phương pháp khác không làm được hoặc gặp khó khăn nhiều.

- Độ bền mối hàn cao, mối hàn kín.

Tuy nhiên hàn có nhược điểm : sau khi hàn vẫn tồn tại ứng suất dư, vật hàn dễ biến dạng (cong, vênh).

7.1.3. Phân loại các phương pháp hàn

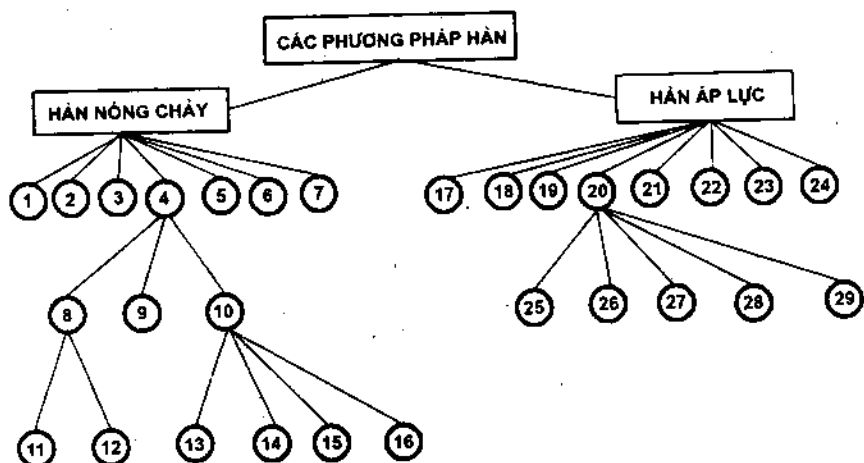
Căn cứ theo trạng thái kim loại mối hàn khi tiến hành nung nóng, người ta chia các phương pháp hàn ra thành hai nhóm sau :

- Hàn nóng chảy là chỗ hàn và que hàn bổ sung được nung đến trạng thái nóng chảy

- Hàn áp lực nếu chỗ nối của các chi tiết được nung nóng đến trạng thái dẻo thì phải dùng ngoại lực ép, ép lại mới có khả năng tạo ra mối hàn bền vững.

Ngày nay hàn đã có hàng trăm phương pháp khác nhau (hình 7.1).

Đối với phương pháp hàn nóng chảy yêu cầu nguồn nhiệt có công suất đủ lớn (ngọn lửa oxi- axetylen, hồ quang điện, ngọn lửa plasma v.v..) đảm bảo nung nóng cục bộ phần kim loại ở mép hàn của vật liệu cơ bản và que hàn (vật liệu bổ sung) tới nhiệt độ chảy.



Hình 7.1. Các phương pháp hàn.

1. Hàn lade, 2. Hàn hồ quang plasma, 3. Hàn chùm tia điện tử, 4. Hàn hồ quang điện, 5. Hàn điện xỉ, 6. Hàn khí, 7. Hàn nhiệt nhôm, 8. Hàn hồ quang tay, 9. Hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc, 10. Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ, 11. Hàn hồ quang điện cực nóng chảy, 12. Hàn hồ quang tay điện cực không nóng chảy, 13. Hàn trong môi trường khí argon, 14. Hàn trong môi trường khí heli, 15. Hàn trong môi trường khí nitơ, 16. Hàn trong môi trường khí CO_2 , 17. Hàn siêu âm, 18. Hàn nổ, 19. Hàn nguội, 20. Hàn điện tiếp xúc, 21. Hàn ma sát, 22. Hàn khuếch tán trong chân không, 23. Hàn cao tần, 24. Hàn rèn, 25. Hàn giáp mối, 26. Hàn điểm, 27. Hàn đường, 28. Hàn bằng điện cực giả, 29. Hàn điểm bằng tự.

Khi hàn nóng chảy, các khí xung quanh nguồn nhiệt có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình luyện kim và hình thành mối hàn. Do đó để điều chỉnh quá trình hàn theo chiều hướng tốt thì phải dùng các biện pháp công nghệ nhất định : dùng thuốc bảo vệ, khí bảo vệ, hàn trong chân không. v.v.

Trong nhóm hàn này, ta thường gặp các phương pháp hàn khí, hàn hồ quang tay, hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc, hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ, hàn điện xỉ, hàn plasma v.v...

Đối với hàn áp lực : phạm vi nguồn nhiệt tác động để hàn là rất lớn. Bằng nguồn nhiệt này, ở một số phương pháp hàn, kim loại cơ bản bị nung nóng đến nhiệt độ bắt đầu chảy (như hàn điểm, hàn đường).

Ở một số phương pháp khác, kim loại cơ bản chỉ đạt đến trạng thái dẻo (như hàn tiếp xúc điện trở hoặc ở công nghệ hàn khuếch tán) kim loại hoàn toàn không chảy, nhưng tất cả đều có sự liên kết hàn xảy ra là do khuếch tán ở trạng thái rắn có sự tác dụng của nhiệt và áp lực.

Ngoài ra còn có dạng hàn chỉ có tác dụng của áp lực, ở phương pháp này sự liên kết hàn chỉ do tác dụng lực mà hoàn toàn không có nguồn nhiệt cung cấp như hàn nguội.

Thực chất của một số phương pháp hàn khác nêu ở bảng 9.

Bảng 9. Tên và định nghĩa các phương pháp hàn

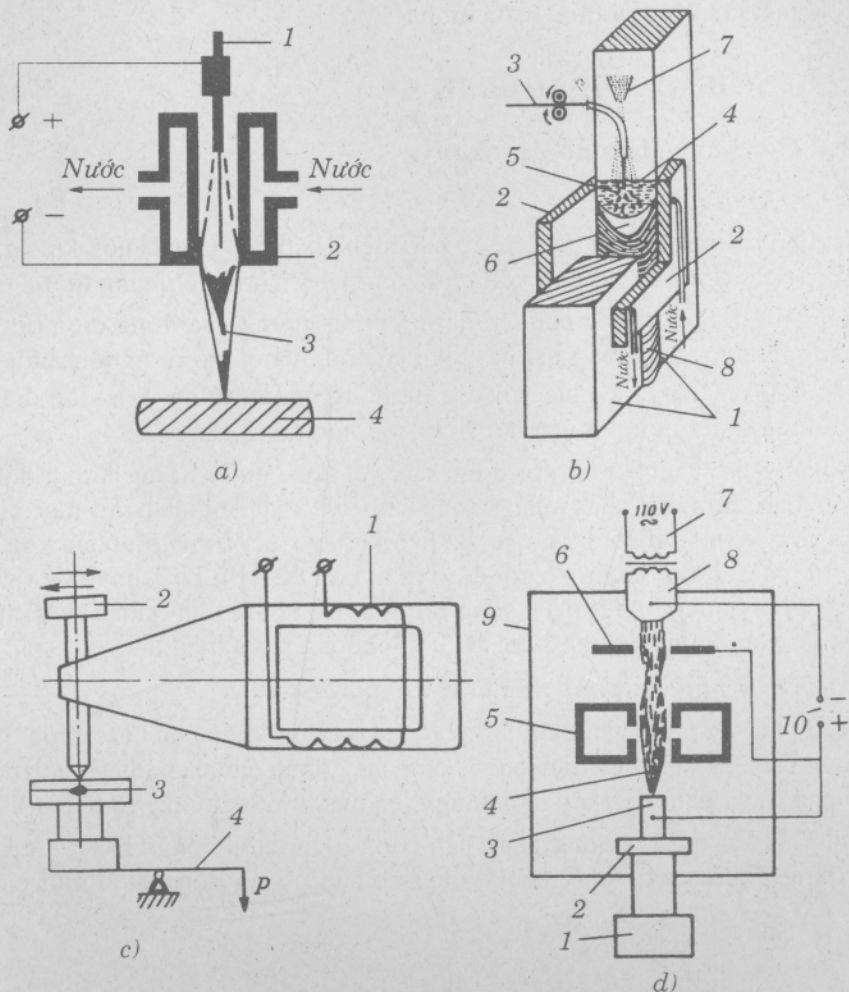
Tên	Định nghĩa
1. Hàn	Phương pháp nối các phần tử thành một khối liên kết không thể tháo rời bằng cách nung nóng chỗ nối đến trạng thái chảy hoặc dẻo, sau đó kim loại hoá rắn (hoặc chịu tác dụng lực) cho mối hàn.
2. Hàn đắp	Phủ lên bề mặt của chi tiết một lớp kim loại.
3. Hàn chảy	Phương pháp hàn mà tại chỗ hàn kim loại được làm chảy để nối các phần tử liên kết.
4. Hàn hồ quang bằng que hàn	Sử dụng nhiệt hồ quang để làm chảy kim loại phụ (điện cực nóng chảy – que hàn) và một phần kim loại cơ bản.
5. Hàn hồ quang hở.	Hàn hồ quang với điện cực nóng chảy có khí bảo vệ hàn, khi đó vùng hồ quang nhìn thấy được.
6. Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy	Phương pháp hàn hồ quang, nhưng điện cực là loại không nóng chảy (như điện cực vonfram). Điện cực này tác dụng để gây hồ quang và duy trì sự cháy của hồ quang trong quá trình hàn.
7. Hàn dưới lớp thuốc	Phương pháp hàn hồ quang mà hồ quang cháy trong lớp thuốc hàn (không nhìn thấy hồ quang – gọi là hàn hồ quang kín)
8. Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ	Phương pháp hàn hồ quang mà hồ quang cháy trong vùng khí bảo vệ (như khí argon) được đưa vào.
9. Hàn hồ quang argon	Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ là argon (TIG ; MIG)
10. Hàn trong khí CO ₂	Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ là CO ₂ – (MAG)
11. Hàn hồ quang tự động	Hàn hồ quang mà trong đó chuyển động của dây hàn (điện cực) và hồ quang hàn (được duy trì và dịch chuyển) được thực hiện bằng máy.
12. Hàn hai hồ quang	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời hai hồ quang bằng hai nguồn và dòng hàn riêng.
13. Hàn nhiều hồ quang	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời nhiều hồ quang (hơn 2) với nguồn hàn và dòng hàn riêng.
14. Hàn hai điện cực	Phương pháp hàn hồ quang tự động, thực hiện đồng thời hai điện cực hàn với dòng hàn truyền dẫn chung
15. Hàn hồ quang tay	Phương pháp hàn hồ quang có điện cực là que hàn. Trong quá trình hàn các chuyển động như gây hồ quang, dịch chuyển que, dịch chuyển hồ quang theo dọc mối hàn được thực hiện bằng tay

Căn cứ vào dạng năng lượng cung cấp cho quá trình hàn ta có các dạng sau đây :

– Hàn điện là phương pháp sử dụng điện năng biến thành nhiệt cung cấp cho quá trình nung nóng. Ví dụ : hàn hồ quang, hàn tiếp xúc v.v.

– Hàn hoá học là phương pháp sử dụng hoá năng (các phản ứng hoá học) biến thành nhiệt cung cấp cho quá trình hàn. Hàn khí, hàn nhiệt nhôm là dạng hàn hoá học.

– Hàn cơ học là sử dụng cơ năng biến thành nhiệt để làm dẻo chỗ hàn như hàn ma sát, hàn nguội, hàn nổ..



Hình 7.2. Các phương pháp hàn đặc biệt.

- a) Hàn plasma : 1. Anot ; 2. Catot ; 3. Hồ quang plasma ; 4. Chi tiết hàn
- b) Hàn điện xỉ : 1. Chi tiết hàn ; 2. Tấm trượt ; 3. Dây hàn ; 4. Thuốc hàn ; 5. Bể xỉ ; 6. Kim loại nóng chảy ; 7. Phễu thuốc ; 8. Mối hàn
- c) Hàn siêu âm : 1. Nguồn tạo dao động siêu âm ; 2. Điện cực hàn ; 3. Chi tiết hàn ; 4. Cần tạo lực ép.
- d) Hàn chùm tia điện tử : 1. Bàn máy ; 2. Giá kẹp chi tiết ; 3. Chi tiết hàn ; 4. Chùm tia điện tử ; 5. Buồng chứa chùm tia ; 6. Cực anot ; 7. Nguồn điện ; 8. Cực catot ; 9. Buồng hàn ; 10. Nguồn một chiều.

Người ta còn phân ra dạng hàn đặc biệt. Đó là các phương pháp dựa trên những nguyên lý đặc biệt để hàn các kết cấu có yêu cầu cao hoặc với dạng thường dùng. Có nhiều dạng hàn đặc biệt như : hàn xỉ điện để hàn nối các vật rất dày, lớn ; hàn bằng chùm tia điện tử với nhiệt độ rất cao trong buồng chân không ; hàn siêu âm sử dụng các dao động siêu âm với tần số cao ; hàn cảm ứng ; hàn laze ; hàn nổ v.v.

Các dạng hàn đó giới thiệu trên hình 7.2.

7.2. CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG

7.2.1. Công nghệ hàn hồ quang tay

7.2.1.1. Khái niệm

Hàn điện hồ quang là phương pháp phổ biến nhất hiện nay để nối, không tháo rời các chi tiết với nhau bằng nguồn nhiệt dùng để hàn là hồ quang điện.

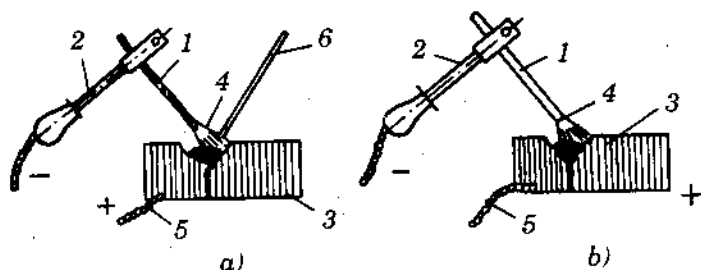
Hồ quang là hiện tượng chuyển động không ngừng của dòng điện tử trong môi trường đã được ion hóa giữa hai điện cực, hồ quang tạo ra nguồn nhiệt lớn (đạt được 6000°C và ánh sáng với các tia hồng ngoại, tử ngoại). Hàn điện hồ quang là dùng nhiệt lượng đó để nung cho vật hàn nóng chảy.

Hồ quang tập trung trên một điểm của vật hàn, nhiệt lượng tương đối tập trung, vật hàn dễ dàng nóng chảy trong khoảnh khắc, nhiệt năng này không truyền ra rộng nên sự biến dạng của vật hàn không trầm trọng như hàn khí. Tuy thao tác tương đối khó khăn, nhưng đối với nơi có điện thì khá thuận tiện và rẻ. Phương pháp này được phát triển rộng rãi nhất trong vài năm gần đây và trong tương lai nó còn được áp dụng rộng rãi hơn phương pháp hàn khí.

7.2.1.2. Các phương pháp hàn điện hồ quang tay

Có hai phương pháp hàn điện hồ quang : theo loại điện cực được chia thành hai phương pháp là hàn bằng điện cực không chảy (điện cực than, điện cực graphit hoặc vonfram) và phương pháp hàn bằng điện cực kim loại chảy (que hàn).

Hình 7.3a là sơ đồ phương pháp hàn bằng điện cực không chảy : điện cực thường dùng là điện cực than. Hàn được tiến hành bằng dòng điện một chiều,



Hình 7.3. Sơ đồ hàn điện hồ quang :

a) Hàn bằng điện cực không chảy ; b) Hàn bằng điện cực nóng chảy :

1. Điện cực, 2. Kim hàn, 3. Vật hàn, 4. Hồ quang điện, 5. Dây mát, 6. Que hàn.

điện cực không chảy nối với âm cực, còn vật hàn thì nối với dương cực của máy phát hàn. Hình 7.3b là sơ đồ phương pháp hàn bằng điện cực kim loại chảy. Phương pháp này dùng rất phổ biến trong các ngành chế tạo máy, xây dựng cũng như trong các công việc sửa chữa...

Hồ quang điện khi hàn kim loại có thể là hồ quang trực tiếp hay gián tiếp. *Hồ quang trực tiếp* cháy giữa điện cực và vật hàn. *Hồ quang gián tiếp* cháy giữa hai điện cực than và để gần chi tiết được hàn, kim loại được đốt nóng dưới tác động gián tiếp của hồ quang.

Môi trường xung quanh có tác động xấu tới chất lượng của mối hàn. Để ngăn chặn tác dụng xấu đó, người ta dùng nhiều phương pháp bảo vệ mối hàn khác nhau.

Có ba loại hồ quang hàn là *hồ quang kín*, *hồ quang được bảo vệ* và *hồ quang hở không được bảo vệ*.

- Hồ quang kín được tạo ra ở trong nước hay trong chất trợ dung nhằm bảo vệ kim loại khỏi bị ảnh hưởng của môi trường xung quanh tác động tới.

- Trong thực tế, người ta dùng hồ quang điện hở được bảo vệ khỏi tác động của môi trường xung quanh bằng khí bảo vệ (khí argon, CO_2).

- Đối với những sản phẩm không quan trọng, người ta thường dùng hồ quang hở trong trường hợp khi hàn bằng điện cực than.

7.2.1.3. Thiết bị và dụng cụ để hàn hồ quang tay

Khi hàn hồ quang có thể dùng dòng điện một chiều hay xoay chiều.

Ưu điểm của dòng điện một chiều là hồ quang có tính ổn định cao và có thể đổi cực để điều chỉnh mức độ đốt nóng vật hàn.

Tuy nhiên trong thực tế, người ta thường dùng hàn hồ quang với dòng điện xoay chiều. Ưu điểm của dòng điện xoay chiều là thiết bị rẻ hơn, nhỏ, nhẹ, cơ động hơn, vận hành cũng đơn giản, hiệu suất cao, tiêu hao điện năng ít hơn so với thiết bị dòng điện một chiều.

Nguồn điện hàn và máy hàn phải thoả mãn các yêu cầu sau :

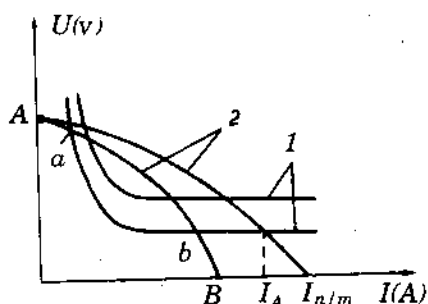
- + Điện áp không tải U_0 phải đủ lớn để gây hồ quang nhưng không gây nguy hiểm khi sử dụng.

Với dòng xoay chiều : $U_0 = 50 - 80\text{V}$

Với dòng một chiều : $35 - 55\text{V}$

Với các giá trị điện áp không tải trên, khi có tải (hồ quang cháy) điện áp hạ xuống tương ứng $25 - 40\text{V}$ với dòng xoay chiều và $15 - 25\text{V}$ với dòng một chiều.

Trên hình 7.4 : đường 1 biểu thị đặc tính tĩnh của hồ quang.



Hình 7.4. Đường biểu diễn quan hệ Von – Ampe (V – A).

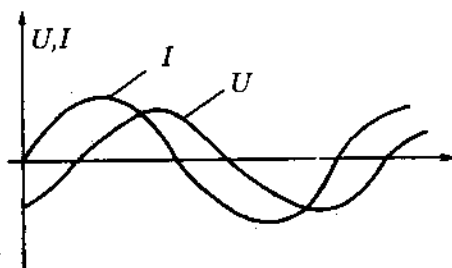
1. Đường đặc tính tĩnh của hồ quang ;
2. Đường đặc tính ngoài của máy hàn.

nguồn hàn có quan hệ giữa U và I (đặc tính ngoài) là ngược nhau. Nghĩa là quan hệ đó có dạng đường cong dốc liên tục.

+ Cường độ dòng điện hàn thay đổi được theo hai kiểu : Vô cấp và phân cấp.

+ Nguồn xoay chiều U và I phải lệch pha nhau (hình 7.5) tránh cả hai giá trị cùng một lúc đều bằng không để ổn định hồ quang.

+ Thiết bị hàn bảo đảm gọn nhẹ, cấu tạo đơn giản, dễ sử dụng, giá thành rẻ.



Hình 7.5. Biểu thị sự lệch pha của điện áp và dòng điện ($U - I$)

a) Máy hàn điện dùng điện một chiều :

là loại máy phát điện một chiều nhưng tính năng của nó không hoàn toàn giống máy phát điện. Vì khi hàn thường xảy ra hiện tượng ngắn mạch, cho nên nó phải có bộ phận ngăn ngừa cường độ ngắn mạch quá lớn. Muốn để tạo tia hồ quang thì điện áp gây tia hồ quang phải đủ lớn (80V), sau khi đã có tia hồ quang xuất hiện thì lập tức điện áp giảm ngay xuống điện áp hàn (15 – 45V). Mặt khác, do tính chất và điều kiện hàn khác nhau (nguyên liệu, chiều dày vật hàn, que hàn to hay nhỏ) nên cùng một điện áp hàn lại cần có những cường độ dòng điện hàn khác nhau, do đó cường độ hàn nên điều chỉnh trong phạm vi thích đáng. Ưu điểm khi dùng máy hàn điện một chiều so với phương pháp trực tiếp dùng điện một chiều là điện hàn được cung cấp độc lập, không bị hạn chế bởi sự ngừng trệ do những nguyên nhân khác, đồng thời có thể thường xuyên phối hợp với nhu cầu trong công tác hàn. Có thể thiết kế loại máy hàn có điện áp thấp và cường độ cao, khi

Điểm a là điểm gây hồ quang và b là điểm hồ quang cháy ổn định.

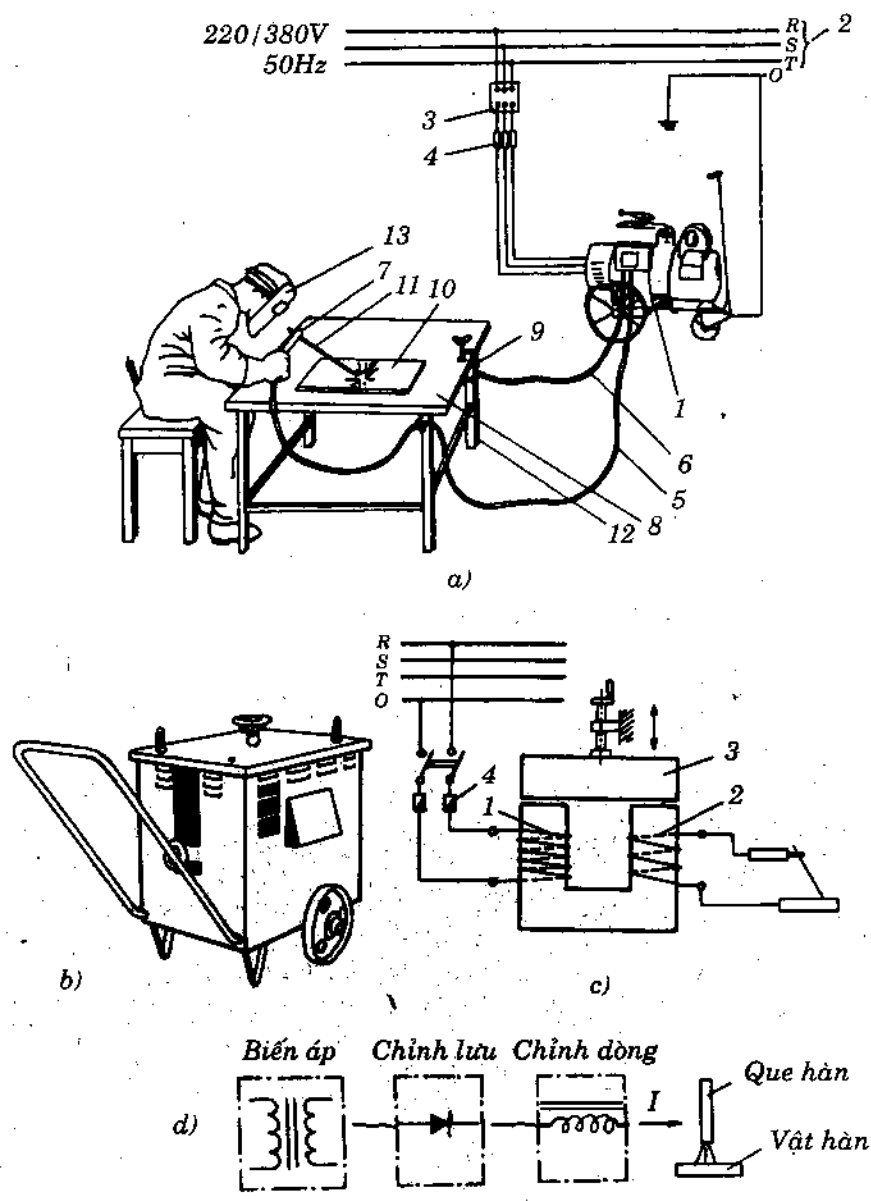
+ Cường độ dòng ngắn mạch phải nhỏ, nhằm nâng cao tuổi bền cho máy hàn :

$$I_{n/m} = (1,3 - 1,4)I_h$$

Ở đây I_h – cường độ dòng điện hàn (A).

+ Điện áp nguồn hàn phải thay đổi nhanh phù hợp với sự thay đổi điện trở hồ quang nhằm ổn định sự cháy của hồ quang. Thông thường

đó sẽ ít phí tổn trong khi sử dụng, máy móc lại gọn, nhẹ, có thể vận chuyển dễ dàng (hình 7.6a).



Hình 7.6. Các máy hàn tay :
 a) Máy hàn một chiều ; b) Máy hàn xoay chiều ;
 c) Sơ đồ máy hàn xoay chiều ; d) Máy hàn chỉnh lưu.

b) Máy hàn điện dùng điện xoay chiều : là máy biến áp giảm điện áp của nguồn điện xoay chiều xuống. Loại máy biến áp này cũng phải phù hợp với yêu cầu về quan hệ cường độ dòng điện và điện áp trong lúc hàn, nên cấu tạo của nó cũng khác với máy biến áp thông thường. Muốn thoả mãn điều kiện này, máy biến áp phải dùng các phương pháp dưới đây :

- + Điều chỉnh điện áp để điều chỉnh cường độ hàn.
- + Dùng cuộn dây cảm ứng để điều chỉnh cường độ hàn.

Hai phương pháp trên tương đối rẻ tiền. Cấu tạo của máy biến áp hàn điện có rất nhiều loại.

Hiệu suất của máy biến áp hàn (80 – 90%) so với máy hàn điện một chiều (50 – 70%), như vậy hiệu suất của máy biến áp hàn tốt hơn, tổn thất không tải chừng 2% cho nên dùng điện xoay chiều tương đối thuận lợi (hình 7.6b,c).

Dụng cụ để hàn điện hồ quang có những loại chủ yếu sau đây :

- Mặt nạ để bảo vệ da và mắt khỏi tác dụng có hại của tia tử ngoại (làm hại da) và tia hồng ngoại (làm hại mắt), đồng thời để chắn các tia lửa từ que hàn và vật hàn bắn ra.
- Găng tay và áo quần được làm bằng da hoặc vải amiang.
- Tấm chắn màu đen để tránh sự phản xạ quang tuyến gây ảnh hưởng tới sức khoẻ của những người ở gần nơi hàn..
- Thiết bị thông gió.
- Dây cáp dẫn điện.
- Kim hàn để cặp điện cực (que hàn).
- Đầu cặp nối với vật hàn để tiếp thông dòng điện với vật hàn (tiếp mát).
- Những phụ tùng khác như thùng đựng que hàn, ghế hàn, bàn chải sắt, đục và dụng cụ gá lắp.v.v..

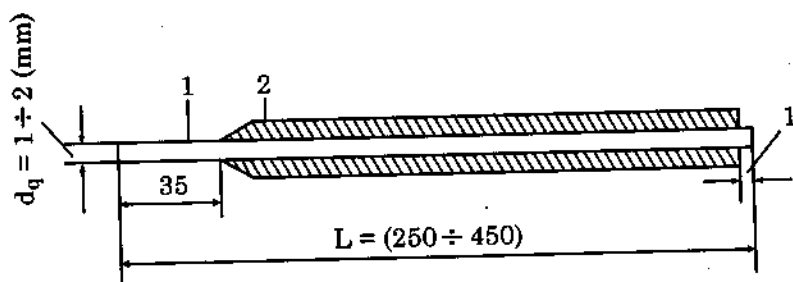
7.2.1.4. Điện cực

Điện cực dùng để hàn hồ quang được chia làm hai loại :

a) Điện cực không chảy : gồm điện cực than, điện cực grafit và điện cực vonfram. Điện cực than và điện cực grafit dùng khi hàn với dòng điện một chiều. Điện cực vonfram dùng hàn với dòng điện một chiều hay dòng điện xoay chiều trong môi trường khí bảo vệ argon.

b) Điện cực nóng chảy (hay còn gọi là que hàn) tùy theo công dụng của nó và thành phần hoá học của kim loại được hàn, người ta chế tạo các loại que hàn tương ứng như : que hàn thép, gang, đồng, nhôm v.v..

Mặt khác que hàn điện còn được chia ra hai loại : que hàn không thuốc (que hàn trần) và que hàn có thuốc bọc (hình 7.7)



Hình 7.7. Cấu tạo que hàn hồ quang.

1. Lõi que ; 2. Thuốc hàn.

Lớp thuốc bọc que hàn điện có khối lượng chiếm 1 – 5% khối lượng lõi kim loại (dq), đường kính ngoài que hàn $d_n \leq 1,2d_q$ (d_q được gọi là đường kính que hàn).

Lớp thuốc bọc mỏng : có tác dụng làm tăng tính ổn định của hồ quang. Thành phần thuốc bọc thường có : đá vôi, fenpat, bột tan... (chiếm 80–85% khối lượng) và thủy tinh lỏng (15–20% khối lượng). Lớp thuốc bọc loại này thường dùng hàn các kết cấu không quan trọng, vì mối hàn bằng que hàn này có cơ tính kém.

Lớp thuốc bọc loại dày ($d_n \geq 1,55d_q$) có tính ổn định hồ quang và tạo xung quanh hồ quang một lớp khí và xỉ bảo vệ kim loại khỏi bị tác dụng của oxi và nitơ ở môi trường. Trong trường hợp cần thiết người ta cho thêm vào lớp thuốc bọc những thành phần hợp kim (các fero hợp kim), những thành phần này sẽ tham gia vào thành phần của mối hàn và nâng cao cơ tính của mối hàn.

Thành phần của lớp bọc này bao gồm các chất ion hoá (phấn), chất tạo xỉ (cao lanh), chất tạo khí (tinh bột), chất khử oxi (nhôm, fero mangan...), các chất hợp kim và chất dính kết.

Hiện nay ở nước ta sử dụng rất nhiều loại que hàn của các nước khác nhau.

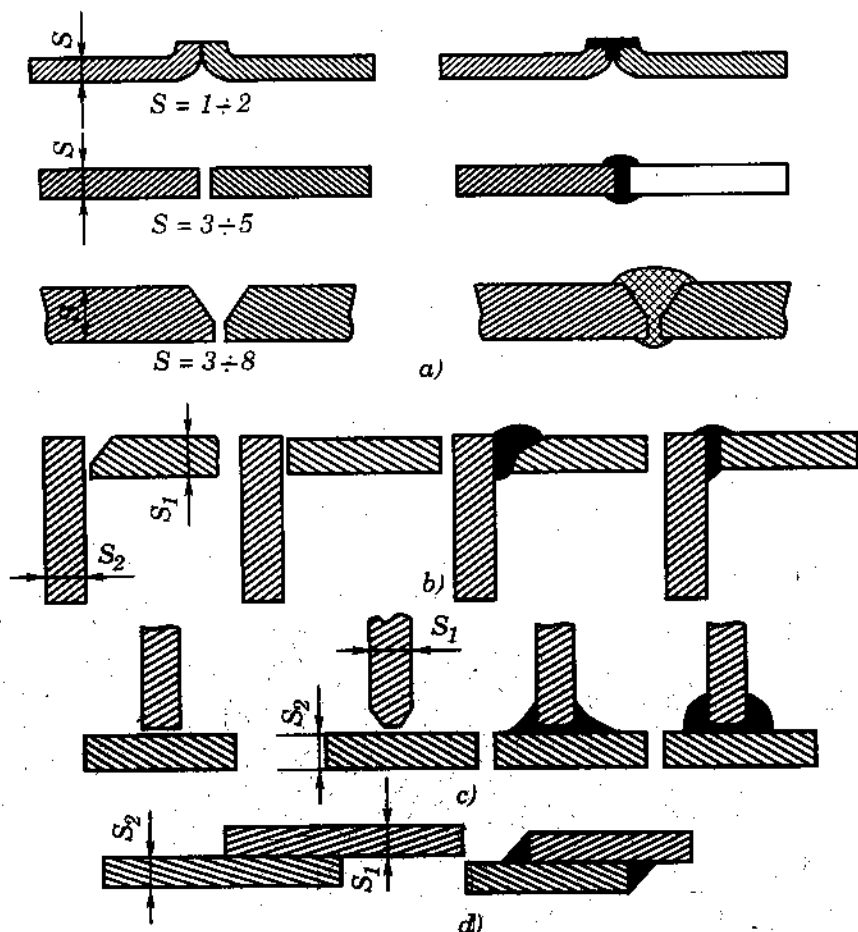
Bảng 10. Giới thiệu một số loại que hàn của một số nước :

Bảng 19. Một số loại que hàn cho thép cacbon và thép hợp kim thấp của các nước

Tên nước	Mác que hàn	Tiêu chuẩn	Thành phần hoá học %							Tính chất cơ học của lớp kim loại hàn			Ghi chú
			C	Mn	Si	S		P	σ_T kg/mm ²	σ_b kg/mm ²	δ (5 do)		
						Không	quá						
		[JIS]											
Nhật	B -14	D4301	0,07	0,4	0,12	0,15	0,019	0,016	40	46	30	Hãng Kobe steel	
-	TB32	D4303	0,07	0,38	0,13	0,013	0,016	0,016	45	49	27	-nt-	
-	LB26	D4316	0,06	0,88	0,43	0,01	0,015	0,015	47	55	33	-nt-	
	RB-26	D4313	0,08	0,38	0,26	0,012	0,012	0,012	44	51	25	Thái - Kobe	
Hà Lan	-	{NEN}											
	BL	EBa-123	0,06-0,09	0,9-1	0,2-0,4	$\geq 0,03$	$\geq 0,03$	$\geq 0,03$	46-51	52-55	26-28	Hãng VARIOS	
	STL	EBb-121	0,06-0,09	1,1-1,2	0,4-0,6	$\geq 0,03$	$\geq 0,03$	$\geq 0,03$	51-53	55-67	27-28	-nt-	
Pháp		{AF NOR}											
	Espadon 46	E245-826							36-44	45-53	15-19	Hãng CEM	
Tiếp		{CSN}											
	F24 - 16	05-5023	0,08	0,55	0,25	0,04	0,05	0,05	30-42	42-52	22-28		
Thụy Điển và Pháp		{AFNOR}											
	OK.43-32	E433R32	0,1	0,5	0,4	0,03	0,03	0,03	43-53	51-61	22-30	Hãng ESAB	
	OK.46.00	AS1553-1	0,08	0,40	0,30	0,03	0,03	0,03	38	47	28	Hãng ESAB	
Trung Quốc	J 421	GB/T5117	0,08	0,40	0,30	0,035	0,035	0,035		45	18		
Việt Nam	N46	TCVN 199	0,12	0,4	0,25	0,035	0,035	0,035		45	18		
	N50	-	0,12	0,4	0,25	0,035	0,035	0,035		49	16		
Tây Đức	ANKER	DIN 1913 E.4321R3	0,09	0,5	0,10	0,03	0,03	0,03	41	47-53	> 22	Hãng Kjellberg	

7.2.1.5. Công nghệ hàn hồ quang tay

a) Các loại liên kết hàn. Hàn hồ quang tay tuy năng suất thấp, chất lượng không cao, đòi hỏi phải có tay nghề cao, nhưng rất linh hoạt phù hợp với sản xuất nhỏ, với các kết cấu phức tạp. Các kết cấu hàn thường có các loại liên kết (Hình 7.8)

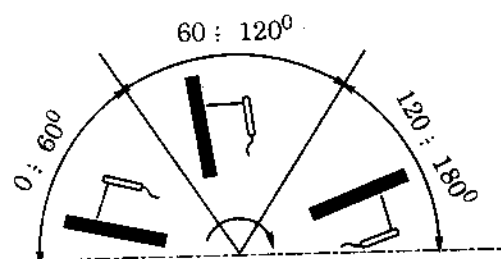


Hình 7.8. Các loại liên kết hàn :
a) Liên kết giáp mối ; b) Liên kết góc,
c) Liên kết chữ T ; d) Liên kết hàn chồng.

Công nghệ hàn hồ quang tay, được bắt đầu từ việc chuẩn bị mép hàn (bao gồm việc làm sạch và vát mép cạnh hàn). Trên hình 7.8 giới thiệu các loại chuẩn bị mép hàn tùy thuộc vào độ dày vật hàn.

b) Vị trí mối hàn trong không gian. Các mối hàn phân bố trong một kết cấu hàn theo vị trí không gian khác nhau. Chúng được chia làm 3 vị trí : sấp, đứng, trần. Xác định đúng vị trí trong không gian sẽ xác định được chế độ hàn và biện pháp kỹ thuật đúng đắn.

Hình 7.9 giới thiệu ba vị trí đó :



Hình 7.9. Các vị trí hàn trong không gian.

c) Chế độ hàn hồ quang tay. Thông số quan trọng cần được xác định khi hàn là đường kính que hàn (dq), cường độ dòng điện hàn (I_h)

Khi hàn mối hàn giáp mối (hình 7.10a), để đảm bảo chiều rộng và chiều cao mối hàn, dq phụ thuộc vào chiều dày vật hàn, người ta tính dq theo công thức sau :

$$dq = \frac{s}{2} + 1 \text{ (mm)}$$

Còn đối với liên kết hàn góc, chữ T (hình 7.10b) dq tính theo công thức sau :

$$dq = \frac{k}{2} + 2 \text{ (mm)}$$

Ở đây :

s – chiều dày vật hàn (mm).

k – cạnh mối hàn góc hay chữ T(mm).

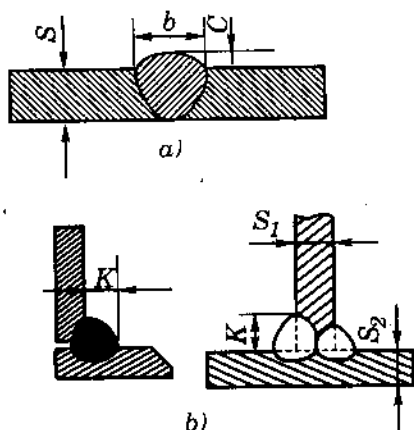
Cường độ dòng điện hàn hồ quang tay (I_h) phụ thuộc vào đường kính và kim loại vật hàn. Ngoài ra còn phụ thuộc vào vị trí mối hàn trong không gian.

Công thức kinh nghiệm sau đây tính cho vị trí hàn sấp của liên kết hàn thép cacbon :

– Xét trong mặt phẳng ngang các mối hàn phân bố từ 0–60° thuộc vị trí hàn sấp

Những vị trí nằm trong khoảng 60–120° gọi là vị trí đứng và ngang

Từ 120–180° các mối hàn ở vị trí hàn trần (ngửa). Trong các vị trí đó, vị trí hàn sấp là vị trí thuận tiện nhất.



Hình 7.10. Các thông số của mối hàn.

$$I_h = (20 + 6dq) dq \quad (A)$$

Trong đó : dq – đường kính que hàn (mm)

7.2.2. Hàn hồ quang tự động

Hàn hồ quang tay có năng suất thấp, chất lượng không đều, hao phí kim loại đầu mẩu que hàn cao, hiệu suất nhiệt kém.

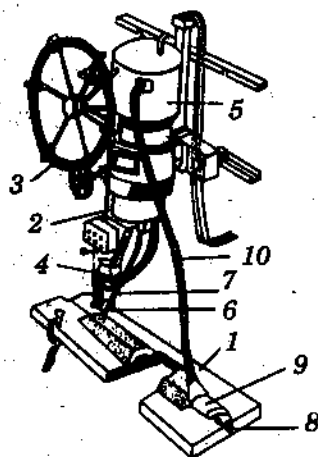
Hàn hồ quang tự động sẽ nâng cao năng suất và bảo đảm tính đồng nhất về chất lượng mối hàn. Năng suất được nâng cao chủ yếu là do dòng mật độ dòng điện cao và do que hàn chảy liên tục.

Hàn hồ quang tự động không mất thời gian để thay đổi que hàn như hàn tay. Hồ quang khi hàn tự động mạnh và làm cho kim loại chảy sâu hơn, vì thế những mối hàn có chiều dày hàn lớn cũng có thể chỉ hàn một lần. Tất cả những điều đó làm cho năng suất hàn được nâng cao so với hàn tay 5–10 lần.

Hàn tự động cũng không cần phải dùng kính bảo vệ mắt cho thợ hàn khi thực hiện hàn tự động hồ quang dưới lớp thuốc hàn.

Phương pháp hàn tự động này được dùng nhiều trong công nghiệp hiện nay. Mặt khác phương pháp này cũng có năng suất cao hơn phương pháp hàn tự động hồ quang hở (hàn tự động hồ quang trong môi trường khí bảo vệ). Kinh nghiệm sản xuất chứng tỏ rằng hàn tự động hồ quang kín dưới lớp thuốc đặc biệt sẽ rất tốt khi hàn những mối hàn thẳng và vòng. Phương pháp hàn hồ quang tự động được dùng nhiều trong sản xuất hàng loạt, thậm chí trong cả sản xuất đơn chiếc như hàn các bể chứa, nồi hơi, bình chứa chất lỏng, vỏ máy điện, ống v.v... Thời gian gần đây hàn tự động dưới lớp trợ dung còn được dùng trong việc xây dựng lò cao, cầu đường, chế tạo tàu thủy, toa xe, ô tô và các ngành chế tạo máy khác.

Hàn tự động dưới lớp trợ dung là quá trình sử dụng nhiệt hồ quang nung chảy dây hàn dưới lớp thuốc. Hình 7.11 biểu thị nguyên lý quá trình hàn tự động dưới lớp thuốc. Dây hàn (2) cuộn trong giá (3) đi qua đầu hàn đến chỗ hàn (1) nhờ đầu tự động (4). Đầu tự động này di động dọc theo đường hàn nhờ bộ truyền (7). Ở phía trước hồ quang, chất trợ dung từ máng (6) rơi xuống, chảy đều trên đường hàn và khi hàn, thuốc hàn bị chảy phủ trên kim loại nóng chảy để bảo vệ, sau khi đông cứng lại, tạo thành lớp xỉ cứng (9) bọc lấy mối hàn (8). Phần còn lại của chất



Hình 7.11. Sơ đồ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc.

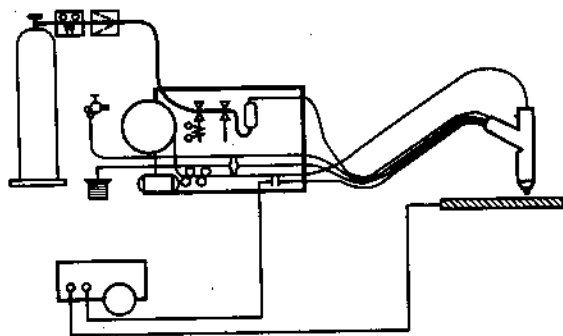
trợ dung chưa bị nung chảy thì theo ống cao su (10) bị hút trở về máng chứa (5) để dùng lại. Các máy hàn tự động SW - 101 Nhật ; máy MCH6 ; MCH7 của Pháp đang có ở Việt Nam.

Kim loại dây hàn và vật hàn được hồ quang nung nóng chảy trong điều kiện không có không khí nhờ lớp trợ dung nóng chảy cách ly nên kim loại hàn không bị oxi hoá.

7.2.3. Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

Trong phương pháp hàn điện hồ quang, ngoài việc dùng điện cực (que hàn), chất trợ dung còn có cách bảo vệ mối hàn khỏi bị oxi hoá và nitơ hoá bằng cách dùng những dòng khí bảo vệ đẩy không khí ra khỏi môi trường hồ quang và giữ cho kim loại nóng chảy không tiếp xúc với không khí bên ngoài. Các khí bảo vệ dùng để hàn là các khí khử oxi (hydro, cacbon v.v.), các khí trơ (argon, heli) và khí hoạt tính (cacbonic - CO_2).

Những phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ thường dùng nhất là dùng trong môi trường khí hydro, hàn trong khí argon và trong khí cacbonic (CO_2). Hàn trong môi trường khí CO_2 với dây hàn nóng chảy được gọi là hàn MAG (Metal-ActivGas), hàn trong môi trường khí argon với dây



Hình 7.12. Sơ đồ hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ.

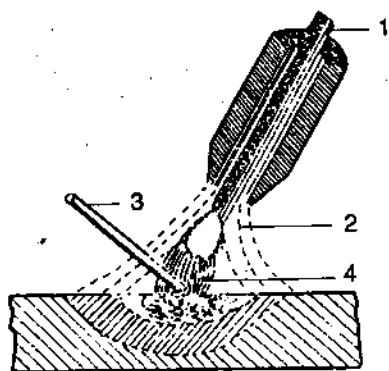
hàn nóng chảy được gọi là hàn MIG (Metal- Inert Gas).

Hình 7.12 là sơ đồ nguyên lý của phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ.

Những ưu điểm của phương pháp hàn hồ quang argon ;

- Năng suất cao ;
- Có thể cơ khí hoá trong khi hàn ;
- Có thể hàn một số lớn kim loại

mà không cần dùng chất trợ dung, đảm bảo mối hàn sạch, bỏ được nguyên công làm sạch xỉ hàn



Hình 7.13. Sơ đồ hàn hồ quang argon TIG.

1. Điện cực vonfram ; 2. Khí bảo vệ argon ;
3. Que hàn phụ ; 4. Hồ quang.

– Có tính linh hoạt khi hàn

Nung nóng tập trung nên kim loại hàn ngẫu hơn.

Hàn hồ quang argon có thể tiến hành với điện cực không nóng chảy (gọi là hàn TIG). Khi hàn TIG hồ quang cháy trong môi trường argon, lớp khí này bảo vệ kim loại nóng chảy khỏi bị oxy hoá – hình 7.13.

Hàn hồ quang argon dùng chủ yếu để hàn thép không gỉ các hợp kim nhôm và hợp kim magie, hợp kim titan.

7.3. CÔNG NGHỆ HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

7.3.1. Khái niệm

Phương pháp hàn điện tiếp xúc là một trong những phương pháp hàn tiên tiến không cần dùng que hàn hoặc chất trợ dung mà vẫn đảm bảo được mối hàn tốt. Phương pháp hàn này đã được cơ khí hoá và tự động hoá. Máy hàn tiếp xúc có thể đặt trực tiếp trong dây chuyền sản xuất. Vì thế trong sản xuất hàng loạt và sản xuất hàng khối, hàn tiếp xúc được dùng rất nhiều.

Phương pháp hàn điện tiếp xúc dựa trên nguyên lý : nhiệt sinh ra khi cho dòng điện hàn đi qua điện trở tại bề mặt tiếp xúc của hai chi tiết hàn (nguồn nhiệt Jun-lenxơ $Q = RI^2T$) nung nóng chỗ hàn đến trạng thái dẻo, sau đó ngắt dòng điện và ép một lực thích đáng để tạo mối hàn nối hai chi tiết cần hàn lại với nhau. Dòng điện dùng trong hàn điện tiếp xúc là điện xoay chiều, điện áp và cường độ dòng hàn sẽ điều chỉnh theo chiều dày vật hàn.

Đặc điểm của hàn điện tiếp xúc là thời gian đốt nóng chỗ hàn rất nhanh – vài phần trăm giây nhờ vào dòng điện có cường độ rất lớn.

Hàn điện tiếp xúc có năng suất rất cao, được dùng nhiều trong các ngành chế tạo ô tô, máy kéo, máy bay, chế tạo dụng cụ đo, dụng cụ cắt, hàn đường ray, toa xe lửa ; trong sản xuất hàng tiêu dùng (máy làm lạnh, xe đạp)... v.v. Gần đây phương pháp hàn điện tiếp xúc còn được dùng nhiều trong xây dựng (hàn cốt thép xây dựng).

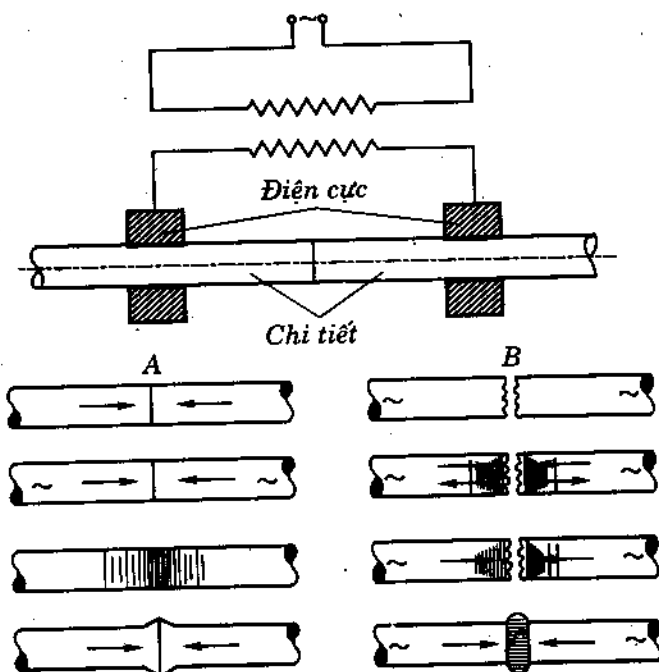
7.3.2. Các phương pháp

Hàn điện tiếp xúc có ba phương pháp chủ yếu : hàn đối đầu (hàn giáp mối), hàn điểm và hàn đường. Sơ đồ biểu diễn các dạng hàn đó cho trên hình 7.14.

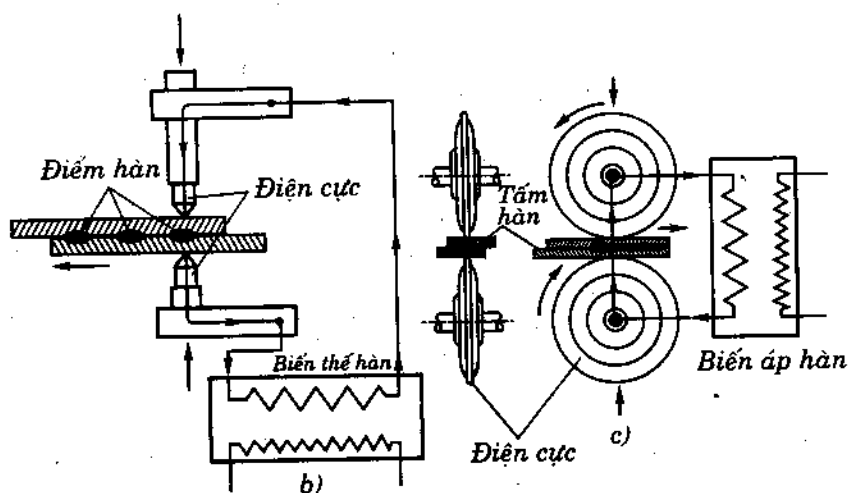
7.3.2.1. Hàn đối đầu (hàn giáp mối)

Phương pháp hàn đối đầu được chia thành phương pháp hàn điện trở (không chảy) và phương pháp hàn chảy.

a) *Phương pháp hàn điện trở.* Các đầu chi tiết hàn được tiếp xúc với nhau với một lực ép nhẹ và được nung nóng bằng dòng điện đi qua chỗ tiếp xúc và kim loại tại đây đạt tới trạng thái dẻo, sau đó ngắt dòng điện và ép cho hai chi tiết



a)



Hình 7.14. Các phương pháp hàn điện tiếp xúc.

a) Hàn giáp mối. A – Hàn điện trở. B – Hàn nóng chảy ; b) Hàn điểm ; c) Hàn đường.
 dính lại với nhau thành một khối (hình 7.14a-A). Phương pháp này dùng để hàn thép ít cacbon và kim loại màu có bề mặt phẳng và được làm sạch trước, diện tích bề mặt không quá 1000mm^2 . Khi hàn các mặt lớn bằng phương pháp này thì khó có được mối hàn tốt vì sự nung nóng chỉ tiết không đều trên bề mặt tiếp xúc quá lớn.

Nhược điểm của phương pháp này là năng suất tương đối thấp so với phương pháp hàn khác.

b) Phương pháp hàn chảy. Các mặt chi tiết hàn (thường không bằng phẳng), được áp lại gần nhau, khi đó trên bề mặt tiếp xúc chỉ có các nhấp nhô bề mặt tiếp xúc, do vậy khi dòng điện đi qua, ở đó sẽ có mật độ điện lớn mà diện tích tiếp xúc lại nhỏ nên chỗ hàn lập tức bị đốt nóng chảy. Kim loại nóng chảy sẽ loang ra, tạo nên những điểm tiếp xúc nhỏ khác (do tác dụng của lực ép ở đầu tác động) và để dòng điện lại chạy qua, kim loại được nóng chảy và chảy tán ra xung quanh. Cứ như thế diện tích nóng chảy sẽ to dần và trong một thời gian ngắn trên khắp mặt tiếp xúc mỗi hàn sẽ có một lớp kim loại lỏng mỏng bao phủ, sau đó dùng một lực lớn ép lại. Kim loại chảy, xỉ bắn sẽ được đẩy ra ngoài và vật hàn được gắn chắc lại (hình 7.14a,B)

Cường độ dòng điện dùng trong phương pháp hàn này tương đối nhỏ nên giá thành rẻ hơn so với hàn điện trở. Quá trình hàn cũng nhanh hơn hàn điện trở và không cần phải làm sạch trước các mặt hàn mà chất lượng mối hàn vẫn cao. Ngoài ra phương pháp hàn này có thể hàn được những loại thép đặc biệt trong khi phương pháp hàn điện trở không thực hiện được.

Phương pháp hàn chảy liên tục được dùng để hàn các thanh ray, ống mỏng, các dụng cụ và đồ dập bằng thép tấm cũng như để hàn các loại vật liệu khác nhau, ví dụ hàn thép với đồng v.v...

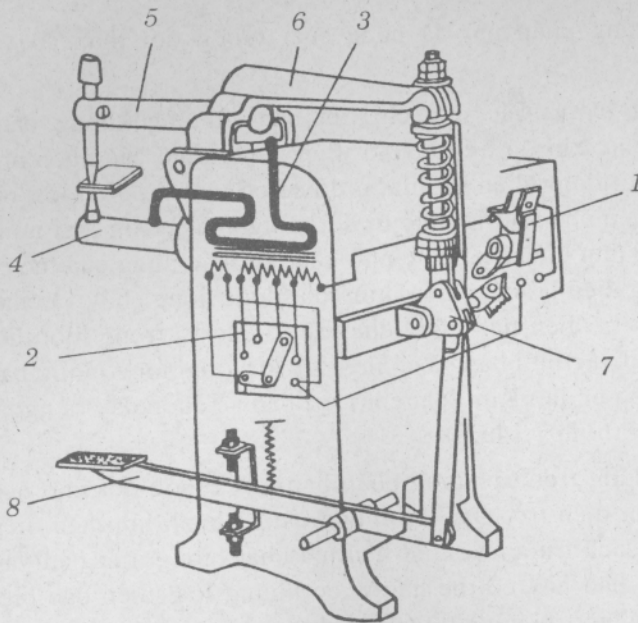
Trường hợp công suất của máy không đủ để hàn chảy liên tục thì dùng phương pháp hàn chảy gián đoạn.

Phương pháp này được tiến hành bằng cách lần lượt đưa các vật hàn tiếp xúc với nhau, sau đó tách chúng rời nhau một khoảng nhỏ rồi lại áp lại gần (mỗi lần làm như vậy, hồ quang hình thành). Cứ vậy độ vài lần cho tới khi đạt tới độ nóng chảy cần thiết sẽ ép nhanh các chi tiết đó lại với nhau, phần kim loại chảy bị đẩy ra ngoài tạo ra ba vĩa.

7.3.2.2. Hàn điểm

Hàn điểm là một dạng hàn phổ biến nhất của hàn điện tiếp xúc, trong đó các chi tiết hàn được ép chồng lên nhau và được hàn không phải trên toàn bề mặt tiếp xúc mà trên từng điểm riêng biệt (hình 7.14b). Các chi tiết hàn được ép lại với nhau bằng hai điện cực, nung nóng chỗ tiếp xúc của các chi tiết hàn đạt tới mức làm chảy một lớp mỏng trên bề mặt điểm tiếp xúc, còn khu vực gần đó thì nằm ở trạng thái dẻo, sau đó ngắt điện và ép hai điện cực lại, mối hàn hình thành.

Hàn điểm được thực hiện trên những máy hàn điểm chuyên dùng, chúng có thể là máy hàn một điểm hay nhiều điểm, máy hàn cố định hay di động, có truyền dẫn tạo lực bằng bàn đập hoặc cơ khí hoá, tự động hoá hoặc nửa tự động. Máy hàn điểm đơn giản nhất được giới thiệu trên hình 7.15.



Hình 7.15. Máy hàn điểm với bàn đạp tạo lực ép.

1. Công tắc mở biến thế ; 2. Bộ phận điều chỉnh công suất ;
3. Bản thứ cấp nối với điện cực ; 4. Dầm điện cực dưới ;
5. Dầm điện cực trên ; 6-7. Các cánh tay đòn ; 8. Bàn đạp.

các ngành chế tạo ô tô, máy bay, toa xe v. v.. chủ yếu cho các loại vật liệu tấm bằng thép ít cacbon, thép hợp kim thấp, thép không gỉ, các tấm thép bằng hợp kim đồng và nhôm.

7.3.2.3. Hàn đường

Hàn đường hay hàn lăn dùng để hàn các loại vật liệu tấm với chiều dày tổng cộng dưới 4mm. Phương pháp hàn này khác với hàn điểm ở chỗ người ta thay các điện cực thanh bằng các điện cực hình con lăn. Khi con lăn quay, vật hàn nằm giữa hai con lăn, nhờ thế mỗi hàn là một đường rất kín không cho các chất lỏng và chất khí lọt qua được (hình 7.14c).

Công suất khi hàn đường tùy theo loại kim loại, chiều dày của nó và tốc độ hàn. Lực ép không cần vượt qua 3000-5000 N vì lực ép lớn sẽ làm cho con lăn mòn nhiều. Vật liệu của con lăn để hàn đường như điện cực thanh trong hàn điểm.

Hàn đường được dùng để hàn các dầm, ống, bình chứa và các chi tiết khác cần có mối ghép kín, được làm bằng thép hoặc kim loại màu.

Khi hàn, công suất phụ thuộc vào chiều dày, hình thù của vật hàn và kim loại hàn. Muốn hàn cho tốt cần có một lực ép thích đáng. Lực ép phụ thuộc vào chiều dày của vật hàn và thành phần hoá học của kim loại.

Vật liệu dùng làm điện cực phải có tính dẫn điện và tính dẫn nhiệt cao, thường là đồng điện phân cán nguội, đồng đen có pha coban và catmi, hợp kim có chất chủ yếu là vonfram.

Hàn điểm được sử dụng rộng rãi trong

7.4. CÔNG NGHỆ HÀN KHÍ VÀ HÀN VÂY

7.4.1. Công nghệ hàn khí

7.4.1.1. Khái niệm

Hàn khí là một trong những phương pháp hàn hoá học trong đó dùng nhiệt lượng phản ứng cháy của khí đốt trong oxi, để nung nóng chảy các phần kim loại được hàn và que hàn bổ sung để tạo thành mối hàn.

Phương pháp hàn khí đã được áp dụng rộng rãi trong sản xuất từ đầu thế kỷ này. Lúc đầu khi phương pháp hồ quang còn chưa hoàn hảo, hàn khí là phương pháp hàn cơ bản trong gia công kim loại và cho các mối nối có độ bền cao.

Phương pháp hàn khí được dùng để hàn các tấm kim loại mỏng, kim loại và hợp kim màu.

7.4.1.2. Các loại khí dùng trong hàn khí

Khí dùng trong hàn khí có hai loại : khí oxi dùng để duy trì cho sự cháy và các loại khí cháy như axetylen (C_2H_2), hydro (H_2), khí than đá, hơi của xăng và benzen v.v... Trong thực tế, khí đốt chủ yếu dùng để hàn là axetylen vì khí này khi cháy trong oxi toả ra nhiệt lượng có ích cao nhất (11470 cal/m^3) và đưa nhiệt độ lên mức cao nhất (3150°C).

Khí hydro là một loại khí đốt không màu, không mùi. Hydro được điều chế bằng phương pháp điện phân hoặc bằng những phương pháp khác. Oxi và hydro được bán ngoài thị trường ở dạng bình chứa, thường có áp suất 150 at và dung tích tiêu chuẩn là 40l. Phương pháp hàn khí hydro được ứng dụng khá sớm nhưng vì nhiệt lượng của nó tương đối ít và nhiệt độ không cao nên chỉ được dùng để hàn kim loại màu như nhôm, chì và hàn những tấm thép mỏng hoặc để nung vật liệu khi cắt bằng oxi. Mặt khác vì nhiệt độ thấp nên khi hàn những tấm thép dày phải kéo dài thời gian đốt nóng chảy làm cho nhiệt lượng tổn thất rất nhiều, do đó giá thành cao. Cũng vì vậy nên khí axetylen được dùng nhiều trong kỹ thuật hàn khí, còn hàn hơi hydro ít được dùng.

Khí axetylen (còn gọi là hơi đất đèn) là một loại khí nhẹ hơn oxi và hydro, không màu và thoang thoảng mùi ete, bốc cháy ở nhiệt độ 420°C và dễ nổ khi áp suất lớn hơn 1,75 at hoặc tiếp xúc lâu với đồng và bạc. Hỗn hợp của không khí với axetylen khi nồng độ của nó trong hỗn hợp nằm trong giới hạn từ 2,8–65% có thể gây nổ.

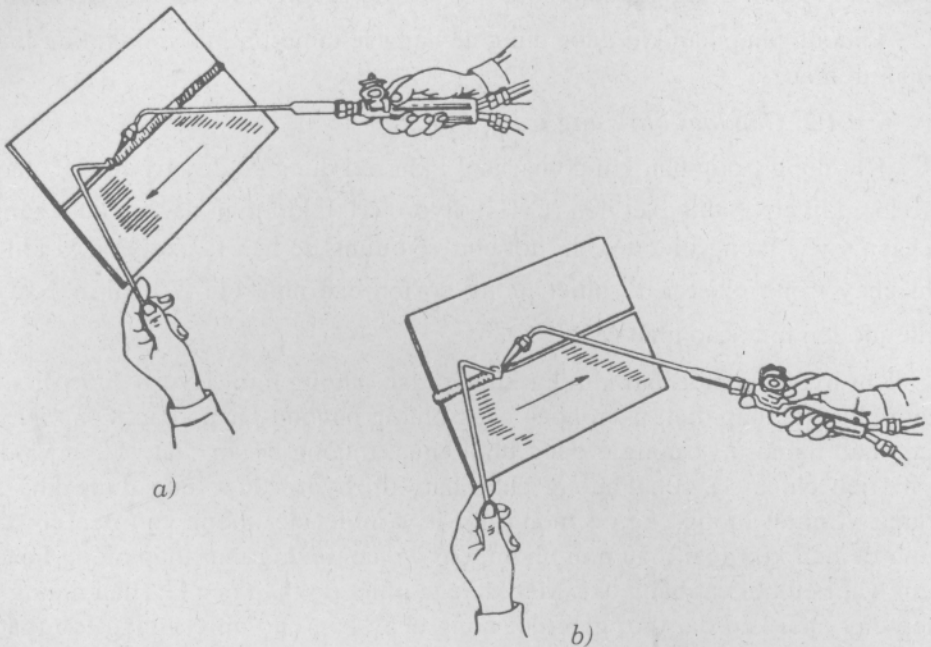
7.4.1.3. Công nghệ hàn khí

Chất lượng của mối hàn khí phụ thuộc vào cách chọn công suất của mỏ hàn, chất lượng que hàn, cách điều chỉnh ngọn lửa hàn, cách chọn phương pháp hàn và độ nghiêng của mỏ hàn.

a) *Phương pháp hàn.* Hàn khí gồm có hai phương pháp : hàn phải và hàn trái.

* *Hàn phải.* Người thợ hàn bắt đầu hàn từ bên trái sang bên phải (tức là mở hàn đi chuyển trước, que hàn đi chuyển sau) như hình 7.16b. Phương pháp này có năng suất cao và tiết kiệm được khí axetylen, đồng thời mối hàn sau khi hàn xong còn được ngọn lửa đốt nóng trong một thời gian nữa cho nên độ dẻo của mối hàn được tăng lên và ít bị nứt. Phương pháp này là phương pháp hàn chủ yếu trong công nghệ hàn khí.

* *Hàn trái.* Người thợ hàn bắt đầu hàn từ bên phải sang bên trái (que hàn đi trước mở hàn đi sau) hình 7.16a. Tốc độ hàn theo phương pháp này tương đối chậm (thường chậm hơn hàn phải 20–30%) và thường chỉ dùng hàn những vật mỏng (từ 3mm trở xuống), những kim loại màu như nhôm, kẽm...



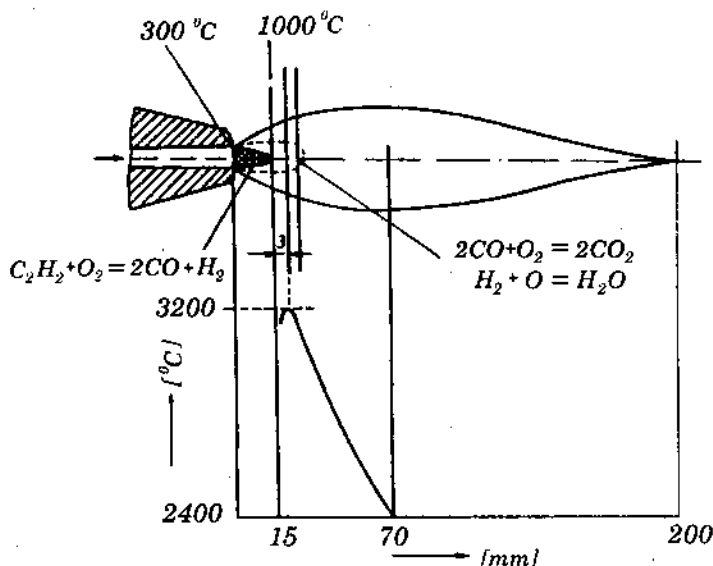
Hình 7.16. Các phương pháp hàn khí :
b) Hàn phải ; a) Hàn trái.

Que hàn dùng để hàn hơi thường có thành phần hoá học tương tự như thành phần hoá học của vật hàn (tức là hàn kim loại nào thì que hàn dùng vật liệu đó), gần đây người ta còn cho thêm vào que hàn chất crom, vanadi, niken, đồng.vv... để làm tăng thêm cường độ chịu lực của mối hàn.

b) Ngọn lửa hàn khí. Ngọn lửa cháy của axetylen và oxi cho nhiệt độ rất cao với tỷ lệ tương ứng

$$\beta = \frac{V_{O_2} \cdot (\text{Thể tích oxi})}{V_{C_2H_2} \cdot (\text{Thể tích axetylen})}$$

sẽ cho những ngọn lửa với những đặc điểm và công dụng khác nhau (hình 7.17)



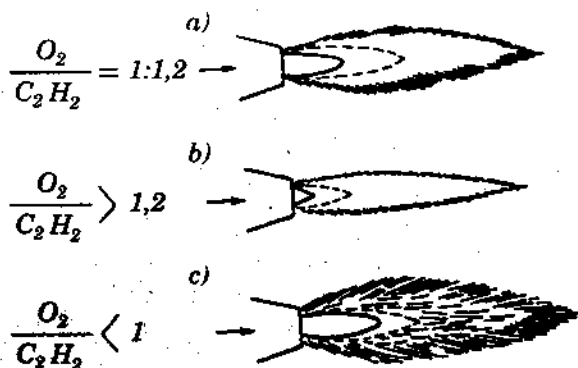
Hình 7.17. Cấu tạo ngọn lửa hàn khí.

Ngọn lửa $\beta = 1,0 - 1,2$ gọi là ngọn lửa trung hoà (hình 7.18a)

Ngọn lửa này dùng nhiều để hàn các loại thép.

Ngọn lửa $\beta > 1,2$ gọi là ngọn lửa thừa oxi hay còn gọi ngọn lửa oxi hoá. Ngọn lửa này thích hợp dùng để hàn đồng và hợp kim của chúng (hình 7.18b).

Ngọn lửa $\beta < 1,0$ gọi là ngọn lửa thừa cacbon hay còn gọi là ngọn lửa cacbon hoá. Nó dùng để hàn gang (hình 7.18c).



Hình 7.18. Các loại ngọn lửa hàn khí
a) Ngọn lửa trung hoà ; b) Ngọn lửa oxi hóa ;
c) Ngọn lửa cacbon hóa.

c) Chế độ hàn khí

Hàn khí để hàn kim loại có một số yếu tố cần thiết được tính toán thích ứng như sau :

+ Đường kính que hàn (d), tức là vật liệu kim loại bổ sung cho mối hàn, thông thường vật liệu que hàn giống với vật liệu hàn

* Dùng khí hàn phải : chọn $d = \frac{S}{2}$ (mm)

* *Dùng khí hàn trái* : chọn $d = \frac{S}{2} + 1$ (mm)

+ Công suất ngọn lửa hàn : đó là lượng tiêu hao khí oxi hoặc khí cháy trong một đơn vị thời gian :

$$A = k.S \text{ (lít/giờ)}$$

ở đây :

s— chiều dày vật hàn (mm)

k— hệ số phụ thuộc vào kim loại vật hàn và phương pháp hàn. Hàn thép

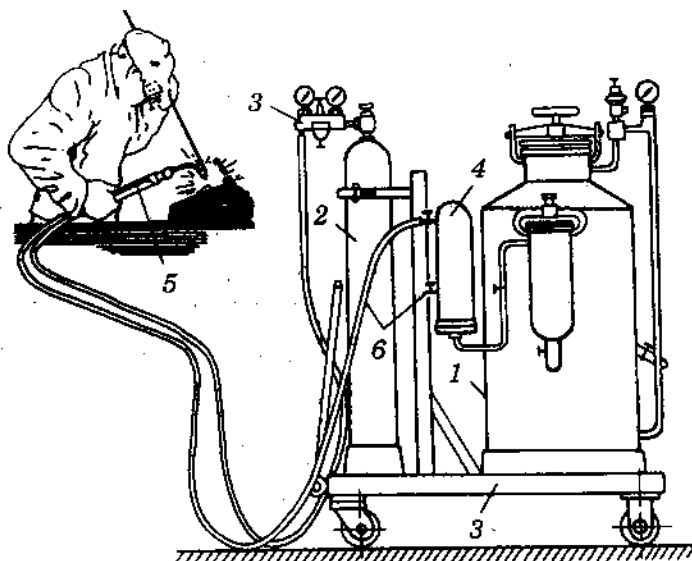
k = 100–120 ; hàn đồng k = 150–200.

7.4.1.4. Thiết bị dùng hàn khí

Gồm những bộ phận dưới đây (hình 7.19) :

1. Bình chế khí axetylen,
2. Bình chứa oxi
3. Van giảm áp
4. Van an toàn
5. Mô hàn
6. Ống dẫn khí

Các dụng cụ phụ, dụng cụ bảo vệ mắt v. v...



Hình 7.19. Sơ đồ trạm hàn khí

Axetylen được điều chế bằng cách cho đất đèn (cacbua canxi,) tác dụng với nước. Đất đèn được sản xuất bằng cách nung chảy đá vôi với than gỗ trong lò

điện. Đất đèn giống như đá có màu đen xám, rất cứng, khó tác dụng với axit, nhưng gặp nước và khí ẩm trong không khí sẽ sinh khí axetylen 0,3%. Để tránh hiện tượng nổ thùng chứa đất đèn, thùng phải hết sức kín, phải để ở nơi thoáng gió, khô ráo, kê cao trên mặt đất, nhất thiết không đặt ở nơi ẩm ướt và kín gió. Cần có buồng riêng biệt lập cho thùng chứa đất đèn.

Khí axetylen được đưa đến chỗ hàn từ bình chế khí axetylen hoặc từ những bình chứa khí axetylen trong dung dịch axeton dưới áp suất 16–22 at. Loại khí axetylen chứa trong bình này khi dùng rất thuận tiện, chỉ cần lắp thêm bộ van giảm áp là có thể sử dụng được, sau khi dùng hết vẫn có thể đưa bình về xưởng nạp khí vào.

Khí oxi là khí không màu, không mùi, không độc, không thể tự cháy, nhưng nó giúp cho sự cháy. Oxi có trong không khí chừng 21% (tính theo thể tích), oxi dùng khi hàn là oxi nguyên chất được điều chế từ không khí bằng cách : ép, làm lạnh, làm dần nở để cho không khí hoá thành thể lỏng, sau đó để bốc hơi ở nhiệt độ -183°C thu được oxi nguyên chất. Khí oxi đó được chứa trong bình thép (bình oxi) dung tích 40l với áp suất 150 at và được mang tới chỗ hàn.

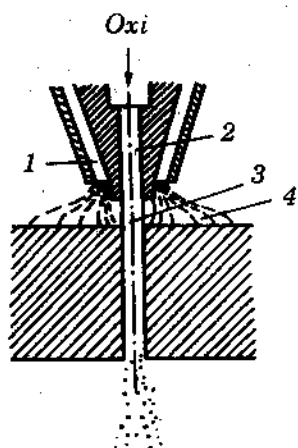
7.4.1.5. Cắt kim loại bằng nhiệt

Cắt đứt kim loại đen, kim loại màu và hợp kim bằng hồ quang hoặc bằng ngọn lửa khí đều là những phương pháp dùng nhiệt đốt nóng để làm cho vật kim loại cần cắt đạt tới điểm nóng chảy, sau khi chảy sẽ bị thổi ra khỏi rãnh cắt để hình thành rãnh cắt.

a) Cắt đứt bằng hồ quang điện : là quá trình nung chảy và cắt đứt kim loại bằng nhiệt lượng hồ quang điện. Điện cực của hồ quang có thể là điện cực than hoặc là điện cực kim loại. Phương pháp cắt đứt bằng hồ quang điện là phương pháp không kinh tế, khó thực hiện khi chiều dày cần cắt lớn và thường cho đường cắt không đều, do đó nó thường dùng để tháo rời các cơ cấu kim loại cũ và cắt đứt các hệ thống đọng ngót, hệ thống rót của các vật đúc. Ưu điểm cơ bản của phương pháp cắt đứt bằng hồ quang điện là : không chỉ dùng để cắt đứt được thép mà còn có thể cắt đứt được gang và kim loại màu.

b) Cắt bằng ngọn lửa khí và khí oxi : là quá trình nung chảy và cắt đứt kim loại bằng nhiệt của ngọn lửa khí và khí oxi

Cắt đứt bằng khí oxi dựa trên khả năng của một số kim loại, khi cháy trong khí oxi thì toả ra một nhiệt lượng lớn có thể làm chảy được kim loại và các oxit tạo thành. Kim loại được cắt đứt bằng một mỏ cắt (hình 7.20), có cấu tạo khác với mỏ hàn. Mỏ cắt có hai bộ phận : miệng cắt và miệng đốt. Miệng đốt (1) dùng để xì hỗn hợp cháy axetylen và oxi, tạo nên ngọn lửa (4) dùng để đốt nóng kim loại tới nhiệt độ chảy. Miệng cắt (2) dùng để xì khí oxi (3) có áp suất cao, giúp cho quá trình chảy được nhanh và thổi hết các oxit kim loại đi. Phương



Hình 7.20. Sơ đồ cắt kim loại bằng khí oxi :

1. Miệng đốt ; 2. Miệng cắt ;
3. Luồng khí oxi ; 4. Ngọn lửa.

trong oxi có chất trợ dung sẽ toả thêm nhiệt, làm cháy thêm các oxit kim loại khó chảy và đồng thời thổi chúng ra khỏi vùng cắt được dễ dàng. Phương pháp này dùng để cắt đứt các loại thép không gỉ, thép chịu nhiệt, gang và một số kim loại màu.

Chiều sâu cắt đứt bằng ngọn lửa khí và khí oxi có thể tới 1m và hơn nữa. Khe cắt không rộng quá và tương đối bằng phẳng

Ngoài phương pháp cắt đứt bằng ngọn lửa khí và oxi người ta còn dùng phương pháp phối hợp giữa hồ quang và ngọn lửa khí với nhau. Nội dung của phương pháp phối hợp này là : vật cắt được đốt nóng bằng hồ quang điện, điện cực là một ống thép để dẫn khí oxi dùng cho việc cắt kim loại.

Phương pháp cắt tiên tiến hiện nay là cắt bằng plasma không khí nén với máy cắt A70 ; PS-55 ; P100 (Nhật Bản) ; PLG50 (Thụy Điển) ; NERTAZIP215 (Pháp).

7.4.2. Công nghệ hàn vảy

7.4.2.1. Khái niệm và đặc điểm

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

pháp cắt đứt bằng khí oxi chỉ có thể dùng để cắt những kim loại có nhiệt độ chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ chảy của các oxit được tạo thành phải thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của bản thân kim loại đó. Mặt khác tính dẫn nhiệt của kim loại cắt phải thấp để tập trung được nhiệt năng. Do đó gang, nhôm, đồng và các hợp kim màu không thể cắt bằng khí oxi. Phương pháp này chỉ có thể dùng để cắt thép có lượng cacbon dưới 0,3% và thép kết cấu hợp kim thấp. Đối với thép hợp kim cao thì trước khi cắt phải đốt nóng tới 650 – 700°C.

c) Cắt kim loại bằng khí oxi có chất trợ dung : là phương pháp dùng thêm chất trợ dung (thành phần căn bản là bột sắt và một số ít các chất phụ thêm) được dẫn cùng với luồng khí oxi tới vùng cắt. Kim loại cháy

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

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

7.4.2.2. Vảy hàn và thuốc hàn

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

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

* *Vảy hàn mềm* có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn 450°C , có độ cứng nhỏ, tính chất cơ học thấp. Loại vảy hàn này dùng để hàn các chi tiết chịu lực nhỏ, làm việc ở điều kiện nhiệt độ thấp.

Ví dụ, vảy hàn Sn-Pb (thiếc - chì) với 61%Sn và 39%Pb ; vảy hàn Sn-Zn để hàn nhôm v.v...

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

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

Loại vảy hàn này thường dùng là đồng thau, bạc, niken v.v... Bảng 11 giới thiệu một số loại vảy hàn cứng.

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

Thuốc hàn gồm các loại :

- Các muối (clorua kẽm), axit photphoric... dùng cho vảy hàn mềm.
- Borat, clorua kẽm, muối kali dùng cho vảy hàn cứng - (bảng 12).

Bảng 11. Vảy hàn cứng

Vảy hàn	Thành phần hoá học%	Nhiệt độ nóng chảy °C	Công dụng
Đồng niken	Cu – 68,7% Ni – 27,5 Al – 0,8	1170	Hàn mảnh hợp kim cứng vào dụng cụ, khi hàn phải đốt nóng đến 900°C. Loại này chịu tải trọng lớn.
Đồng điện giải	Cu – 99,9 Tạp chất 0,1	1083	Hàn mảnh hợp kim cứng vào dụng cụ, khi hàn phải nung đến 700°C. Loại này chịu tải trung bình.
Đồng thau niken	Cu – 68,0 Zn – 27,0 Ni – 5,0	1000	Như trên
Đồng thau П162	Cu – 62,0 Zn – 38	900	Hàn mảnh hợp kim vào dụng cụ, khi hàn đốt nóng đến 600°C

Bảng 12. Các chất trợ dung khi hàn vảy.

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

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

7.5. KHUYẾT TẬT HÀN VÀ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA KHUYẾT TẬT MỐI HÀN

7.5.1. Các dạng khuyết tật

Những khuyết tật có thể có trong quá trình hàn chia ra làm hai nhóm : khuyết tật bên ngoài và bên trong.

a) *Khuyết tật bên ngoài gồm* : kích thước, tiết diện ngang của mối hàn không phù hợp với tính toán thiết kế ; mối hàn không đồng đều ; vết nứt ngoài ; rò rỉ hoặc rò khí bên ngoài v.v...

Ví dụ. Hàn điện tiếp xúc có các khuyết tật ngoài như : trục chỉ tiết sai lệch (hàn giáp nối), điểm hàn bị thùng nứt (hàn điểm và hàn đường).

b) **Khuyết tật bên trong gồm** : không ngấu, rỗ khí, rỗ co, rỗ xỉ, nứt, quá nhiệt, vùng ảnh hưởng nhiệt quá lớn, sai tổ chức v.v

Những khuyết tật kể trên do nhiều nguyên nhân xảy ra.

- Thợ hàn không đủ trình độ tay nghề ;
- Quá trình chuẩn bị mối hàn không tốt ;
- Que hàn không đúng chất lượng ;
- Chế độ hàn chưa hợp lí ;
- Kết cấu hàn không hợp lí.

7.5.2. Các phương pháp kiểm tra

Để kiểm tra chất lượng mối hàn và kết cấu hàn được tốt, cần thiết phải tìm hiểu được các nguyên nhân có thể gây ra các khuyết tật. Tiến hành kiểm tra bằng mắt thường và các dụng cụ kiểm tra tiên tiến.

Kiểm tra bằng mắt thường chỉ dùng khi kiểm tra khuyết tật bên ngoài..nhờ một số dụng cụ đo như : thước đo, dưỡng kiểm v.v..Các vết nứt bề mặt được kiểm tra bằng mắt thường, phương pháp từ tính, dùng chất hiện màu

Khi kiểm tra phải căn cứ vào bản vẽ thiết kế.

Kiểm tra khuyết tật bên trong khó khăn hơn. Người ta căn cứ vào yêu cầu làm việc của kết cấu có mối hàn để phân ra : kiểm tra độ bền cơ học, kiểm tra độ kín mối hàn, kiểm tra tổ chức kim loại mối hàn v.v.. Kiểm tra khuyết tật bên trong (rỗ, nứt) dùng phương pháp siêu âm, chụp tia X, tia rơnghen...

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa hàn kim loại. Nêu đặc điểm và phân loại hàn theo bản chất của nó.
2. Thế nào gọi là hàn hồ quang điện cực nóng chảy, hàn hồ quang điện cực không nóng chảy, hàn hồ quang trực tiếp, hàn hồ quang gián tiếp ?
3. Phân biệt hàn hồ quang tay, hàn hồ quang bán tự động, hàn hồ quang tự động.
4. Nguồn điện hàn hồ quang tay cần có các yêu cầu gì ?
5. Cấu tạo của que hàn và công dụng của từng bộ phận.
6. Giải thích ký hiệu : MAG, MIG, TIG.
7. Bản chất hàn điện tiếp xúc, đặc điểm và các phương pháp hàn điện tiếp xúc.
8. Các loại ngọn lửa hàn khí và công dụng của chúng.
9. Sự khác nhau giữa hàn phải và hàn trái trong hàn khí.
10. Bản chất hàn vảy, đặc điểm và công dụng của nó trong công nghiệp.

Phần III

CÔNG NGHỆ BỀ MẶT

Chương VIII

NHIỆT LUYỆN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

8.1. KHÁI NIỆM VỀ NHIỆT LUYỆN

Nhiệt luyện kim loại là quá trình thay đổi tính chất của kim loại bằng cách nung nóng nó tới một nhiệt độ nhất định, giữ ở nhiệt độ đó một thời gian và sau đó làm nguội theo một chế độ nhất định, nhờ vậy mà thay đổi tính chất của kim loại theo ý muốn. Tác dụng của quá trình nhiệt luyện là làm thay đổi cấu tạo mạng tinh thể bên trong của kim loại khiến cho những tính chất của nó như độ cứng, độ bền, tính dẻo, tính dai cũng thay đổi.

Khi nhiệt luyện, các kim loại đều có mức độ thay đổi tính chất khác nhau. Một số kim loại hầu như không thay đổi tính chất khi nhiệt luyện, một số thay đổi rất ít, một số khác lại thay đổi nhiều hơn. Loại thép ít cacbon (chứa dưới 0,3%C) ít thay đổi khi nhiệt luyện, loại thép cacbon trung bình thay đổi tính chất khá rõ rệt, còn loại thép dụng cụ thì thay đổi rõ rệt hẳn tính chất khi nhiệt luyện.

Nhiệt luyện còn được gọi là xử lý nhiệt, được dùng rất rộng rãi trong lĩnh vực chế tạo phôi như : gia công đúc, rèn, dập, cán, kéo, ép, hàn và sau khi gia công cắt gọt.

8.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NHIỆT LUYỆN

Những phương pháp thông dụng được dùng để nhiệt luyện là : ủ, thường hoá, tôi và ram. Dưới đây là các phương pháp nhiệt luyện thép.

8.2.1. Ủ

Là quá trình nung nóng vật phẩm thép lên tới nhiệt độ nhất định phù hợp với từng loại thép, giữ ở nhiệt độ đó một thời gian, sau đó làm nguội rất chậm trong vòng vài tiếng đồng hồ (thường làm nguội cùng với lò nung). Sau khi ủ sẽ đạt các mục đích : có thể khử được những ứng lực dư ở bên trong của kim loại (ứng lực này do việc làm nguội không đều của công nghệ trước đó gây ra, ví dụ như : đúc, rèn) ; làm giảm độ cứng của kim loại và làm tăng tính dẻo, tính dai của kim loại và cho hạt tinh thể nhỏ mịn.

Ủ là một phương pháp nhiệt luyện quan trọng và cần thiết vì trong quá trình đúc, cán và rèn, việc làm nguội các vật phẩm bằng thép thường không được đều

ở các lớp chiều dày của kim loại nên bề mặt của các vật phẩm đó thường cứng hơn và làm khó khăn cho việc gia công bằng cắt gọt kế tiếp.

Căn cứ vào nhiệt độ nung nóng và mức độ chuyển biến pha, người ta chia thành hai phương pháp ủ : có và không có chuyển biến pha.

a) *Các phương pháp ủ thép có chuyển biến pha gồm* : ủ hoàn toàn, ủ không hoàn toàn, ủ đẳng nhiệt và ủ khuếch tán.

Các phương pháp ủ nêu trên có nhiệt độ nung và giữ nhiệt ở trên giới hạn $A_{c1} = 727^{\circ}\text{C}$, nên có xảy ra chuyển biến pha khi nung nóng với hiệu ứng làm nhỏ hạt tinh thể, như vậy khi kim loại được làm nguội chậm cùng lò nung, cũng sẽ thu được sự chuyển biến pha mong muốn với các hạt tinh thể nhỏ mịn., do đó cũng sẽ thu được các tính chất theo yêu cầu.

b) *Các phương pháp ủ không có chuyển biến pha gồm có* : ủ thấp, ủ kết tinh lại.

Các phương pháp ủ này có nhiệt độ nung và giữ nhiệt ở nhiệt độ thấp (dưới giới hạn $A_{c1} = 727^{\circ}\text{C}$), nên không có chuyển biến pha khi nung, do đó cũng không làm thay đổi tổ chức của thép sau khi làm nguội. Vì vậy các phương pháp ủ này chỉ đạt mục đích làm mất ứng lực dư và hồi phục lại tính dẻo ban đầu (do kim loại bị biến cứng khi gia công làm mất tính dẻo).

8.2.2. Thường hoá

Thường hoá khác ủ ở chỗ vật phẩm sau khi được nung nóng thì được làm nguội tự nhiên (để nguội ở ngoài trời), do vậy thời gian để nguội cũng nhanh hơn so với khi ủ, mặc dù nhiệt độ đốt nóng vật phẩm cũng giống như nhiệt độ nung nóng khi ủ. Sau khi thường hoá, thép cũng có cấu trúc đồng nhất và nhỏ hạt tinh thể như sau khi ủ, nhưng độ bền, độ dai có phần cao hơn khi ủ.

Vì thường hoá đòi hỏi ít thời gian hơn ủ, nên người ta thường dùng nó thay cho ủ đối với thép ít cacbon và thép cacbon trung bình. Một số loại thép hợp kim sau khi gia công áp lực (cán, rèn, dập) cũng được thường hoá để cải thiện cấu trúc (ổn định các hạt và khử ứng lực có hại trong kim loại).

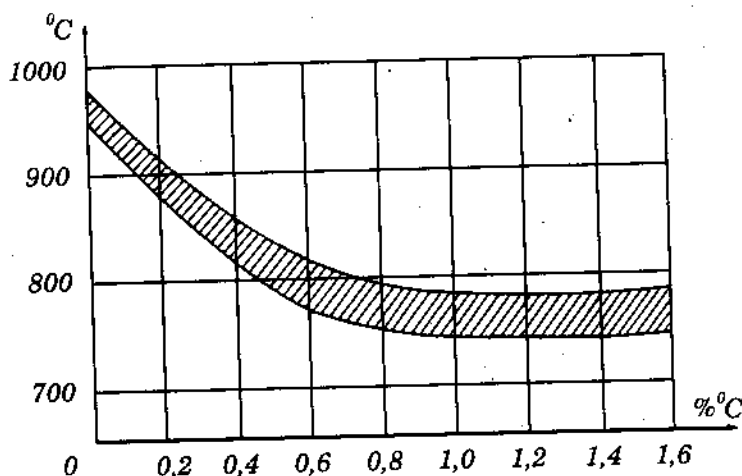
So với ủ, thường hoá là phương pháp kinh tế hơn vì không đòi hỏi phải làm nguội trong lò.

8.2.3. Tôi

Là quá trình nung nóng vật phẩm thép lên tới nhiệt độ nhất định tương ứng với từng loại thép, giữ ở nhiệt độ đó một thời gian để ổn định cấu trúc của kim loại và làm nguội đột ngột trong môi trường tôi tương ứng với từng loại thép. Sau khi tôi, thép rất cứng và bền, nhưng độ dai của nó bị giảm xuống, ứng lực dư bên trong của thép tăng lên và thép trở nên giòn. Muốn khử ứng lực bên trong và giảm tính giòn của thép sau khi tôi phải tiến hành ram.

Nhiều chi tiết máy quan trọng bằng thép đều tôi để nâng cao tính chất cơ học nhằm đáp ứng được yêu cầu sử dụng. Ví dụ : các loại trục khuỷu, ổ trục và hầu như tất cả các loại dụng cụ đều phải tôi và ram.

Khi tôi thép, nhiệt độ nung của thép phụ thuộc vào thành phần hoá học của thép. Hình 8.1 là biểu đồ biến đổi nhiệt độ nung (phần gạch chéo) đối với các loại thép có hàm lượng cacbon khác nhau.



Hình 8.1. Biểu đồ biến đổi nhiệt độ nung các loại thép khi tôi.

Vật cần tôi được nung nóng trong lò điện, lò than hay lò muối. Lò điện (lò múp) có ưu điểm là quá trình đốt nóng trong lò được đều, nhiệt độ đốt nóng dễ điều chỉnh, vật cần tôi không phải tiếp xúc với luồng khí được tạo thành khi nhiên liệu cháy.

Thời gian giữ vật cần tôi ở nhiệt độ nung nóng có thể từ vài phút tới nửa giờ tùy theo chiều dày của vật được tôi. Vật càng dày thì càng cần nhiều thời gian để cho nhiệt độ phân bố đều ở khắp chiều dày của kim loại.

Tiếp đó vật cần tôi được nhúng vào môi trường làm nguội. Môi trường đó có thể là nước, dầu hoặc dung dịch muối. Tốc độ làm nguội có một ý nghĩa quyết định trong quá trình tôi. Vật càng cần có độ cứng cao bao nhiêu thì càng cần làm nguội nhanh bấy nhiêu. Chất có khả năng làm nguội nhanh nhất là dung dịch muối 10% trong nước, khả năng làm nguội vừa là nước ở nhiệt độ bình thường và làm nguội chậm hơn là dầu.

Nếu theo yêu cầu vật chỉ cần có bề mặt cứng, còn bên trong mềm (răng của bánh răng, ngông trục khuỷu...) thì dùng phương pháp tôi bề mặt. Trong trường hợp này chỉ có một lớp mỏng bề mặt của vật được đốt nóng tới nhiệt độ tôi và khi làm nguội nhanh thì chỉ có lớp bề mặt này được tôi, còn lõi của vật thì vẫn giữ nguyên cấu tạo và tính chất như cũ. Muốn được như vậy có thể dùng ngọn lửa hàn, dòng điện cao tần. Phương pháp nung nóng cao tần cho phép điều chỉnh dễ dàng chiều sâu cần tôi, giữ được nhiệt độ đốt nóng đều, năng suất cao và khả năng cơ khí hoá và tự động hoá toàn bộ quá trình công nghệ dễ dàng.

8.2.4. Ram

Sau khi tôi, ứng lực dư bên trong của thép tăng lên, nên thép bị giòn. Để cải thiện tính chất và nâng cao tuổi thọ của thép, cần phải khử hoặc giảm những ứng lực dư bên trong. Muốn thế, sau khi tôi, vật lại được nung nóng lần nữa tới nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nung tới hạn (thường nung ở $150 - 680^{\circ}\text{C}$), giữ ở nhiệt độ đó một thời gian và để nguội. Phương pháp nhiệt luyện đó gọi là ram. Trong thực tế thường dùng 3 cách ram : ram ở nhiệt độ thấp (nung nóng tới nhiệt độ $150 - 300^{\circ}\text{C}$), ram ở nhiệt độ trung bình (nung nóng tới nhiệt độ $300 - 450^{\circ}\text{C}$) và ram ở nhiệt độ cao ($500 - 680^{\circ}\text{C}$).

Ram ở nhiệt độ thấp giảm bớt được ứng lực dư bên trong của vật cần nhiệt luyện, nâng cao độ dai, đồng thời hầu như không làm giảm độ cứng của kim loại. Do đó ram thường được dùng cho các loại dụng cụ cắt gọt kim loại (khoan, phay, calip, chày, cối).

Ram ở nhiệt độ trung bình làm giảm độ cứng và độ bền của kim loại xuống nhưng lại nâng cao độ dai, độ dẫn dài lên và giảm ứng lực dư bên trong của vật tôi nhiều hơn so với ram ở nhiệt độ thấp. Phương pháp ram này thường được dùng để nhiệt luyện lò xo.

Ram ở nhiệt độ cao khử được gần hết ứng lực dư bên trong và nâng cao độ bền, độ dai của kim loại. Hầu như tất cả các chi tiết máy quan trọng đều được ram ở nhiệt độ cao.

Câu hỏi ôn tập :

1. Bản chất của nhiệt luyện và các phương pháp nhiệt luyện.
2. Phân biệt công nghệ ủ thép và thường hoá thép.
3. Mục đích của công nghệ tôi thép và ram thép.

Chương IX

HOÁ NHIỆT LUYỆN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

9.1. KHÁI NIỆM VỀ HOÁ NHIỆT LUYỆN

Hóa nhiệt luyện là phương pháp gia công nhiệt có thể làm thay đổi không những chỉ cấu tạo của kim loại mà còn cả thành phần hoá học của lớp bề mặt kim loại. Điều khác nhau cơ bản giữa phương pháp hoá nhiệt luyện và các phương pháp nhiệt luyện thông thường là với các phương pháp nhiệt luyện thông thường

thì sự thay đổi tính chất của kim loại chỉ dựa vào sự thay đổi về cấu tạo, còn thành phần hoá học thì không thay đổi.

Nhờ phương pháp hoá nhiệt luyện mà ở các lớp kim loại khác nhau có thành phần hoá học khác nhau, do đó tính chất của chúng cũng khác nhau.

Rất nhiều sản phẩm có yêu cầu tính năng bề mặt khác với tính năng của các phần bên trong. Ví dụ, răng của bánh răng trong quá trình làm việc bị ma sát nhiều nên yêu cầu phải cứng, nhưng ngược lại phần thân của bánh răng không yêu cầu có độ cứng cao, nhưng phải có độ dai cao để không bị vỡ khi va chạm, do đó bánh răng phải cứng ở ngoài, dai ở trong. Một ví dụ khác : nếu sản phẩm làm việc trong môi trường nước biển hoặc axit, kiềm thì bề mặt của nó phải có tính chống ăn mòn cao. Muốn nâng cao tính chống ăn mòn, lớp bề mặt đó cần phải có một thành phần hoá học nhất định. Trong khi đó thì phần bên trong của sản phẩm không phải tiếp xúc với các môi trường ăn mòn nên chỉ cần có thành phần hoá học thông thường, do đó thành phần hoá học của lớp bề mặt và của phần bên trong sản phẩm có thể khác nhau.

Muốn thay đổi thành phần hoá học của lớp bề mặt cần phải tăng cường cho nó những nguyên tố cần thiết bằng cách cho bề mặt đó tiếp xúc với môi trường có chứa nhiều lượng nguyên tố cần bổ sung. Sau một thời gian tiếp xúc lâu ở nhiệt độ cao, các nguyên tố sẽ khuếch tán vào bề mặt của sản phẩm ở một chiều sâu nhất định.

9.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP HOÁ NHIỆT LUYỆN KIM LOẠI

Hiện nay những phương pháp hoá nhiệt luyện thép thường dùng trong ngành cơ khí là : thấm cacbon, thấm nitơ, thấm nitơ và cacbon, thấm kim loại thể rắn, khí hoặc lỏng. Mục đích của các phương pháp này là để có được những bề mặt cứng hơn, có tính chống mài mòn cao, hoặc tính chống ăn mòn cao.

9.2.1. Thấm cacbon

Là quá trình tăng cường thêm cacbon vào lớp bề mặt của sản phẩm bằng thép. Thấm cacbon được dùng cho những sản phẩm hay bị va đập và ma sát nhiều trong quá trình làm việc. Những sản phẩm đó cần có bề mặt cứng để chống mòn và trong lõi dai để chống va đập. Thép dùng để thấm cacbon là loại thép ít cacbon (chứa 0,12 – 0,25% cacbon), do đó sau khi thấm cacbon xong, lớp bề mặt sẽ trở thành thép nhiều cacbon (hàm lượng cacbon tăng tới 0,9 – 1%) có đủ độ cứng cần thiết, trong khi đó bên trong sản phẩm vẫn là thép ít cacbon, mềm và dai.

Khi thấm cacbon sản phẩm được nung nóng tới nhiệt độ 850 – 950°C và giữ một thời gian lâu trong môi trường có chứa nhiều cacbon (ở thể rắn, thể lỏng hoặc thể khí) để cacbon khuếch tán vào kim loại với chiều sâu thường 0,5 – 2 mm.

9.2.2. Thấm nitơ

Là quá trình tăng cường thêm nitơ vào lớp bề mặt của sản phẩm bằng thép để lớp bề mặt đó có độ cứng cao và tính chống ăn mòn ở độ sâu không lớn

(0,1 – 0,5 mm). Thấm nito được dùng cho các chi tiết bằng thép hợp kim (chứa nhôm, crom, molipden...) hay bị va đập và ma sát nhiều trong quá trình làm việc và dùng cho các chi tiết bằng thép cacbon không cần độ cứng bề mặt cao nhưng lại cần tính chống ăn mòn bề mặt cao.

Khi thấm nito, sản phẩm được nung nóng tới nhiệt độ 500 – 600°C trong lò kín có khí amoniac (NH_3) đi qua. Dưới nhiệt độ đó, NH_3 phân huỷ thành nito và hydro. Nito khuếch tán vào mặt kim loại còn hydro thì theo khí amoniac chưa phân huỷ đi ra ngoài.

9.2.3. Thấm cacbon và thấm nito (xyanua)

Là quá trình tăng cường cả cacbon và nito vào lớp bề mặt của sản phẩm bằng thép để nâng cao độ cứng, tính chống mòn và giới hạn mỏi của lớp bề mặt. Chiều sâu thấm cacbon và nito không lớn (0,1 – 0,2 mm). Thấm cacbon và nito có hiệu quả nhất đối với những chi tiết cỡ nhỏ và cỡ trung bình.

Thấm cacbon và nito có thể tiến hành trong môi trường rắn dưới nhiệt độ 540 – 560°C, trong môi trường lỏng với nhiệt độ khác nhau (thấp : 550 – 600°C, trung bình : 800 – 850°C, cao : 900 – 950°C) và trong môi trường khí dưới nhiệt độ khoảng 850 – 930°C.

9.2.4. Thấm kim loại

Là quá trình tăng cường các nguyên tố nhôm, crom, silic, bo, beri... vào lớp bề mặt của sản phẩm bằng thép để làm cho thép có thêm những tính quý như chịu nhiệt, chống gỉ, chống mài mòn... Trong một số trường hợp có thể dùng thép thấm kim loại để thay thế cho những thép hợp kim cao.

Thấm kim loại được tiến hành bằng cách nung nóng sản phẩm thép đến nhiệt độ nhất định và giữ sản phẩm ở vị trí tiếp xúc với một trong các nguyên tố nêu trên, các nguyên tố này có thể ở dạng rắn, lỏng hoặc khí. Nhờ vậy các nguyên tố kim loại sẽ khuếch tán vào bề mặt sản phẩm.

9.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP CÔNG NGHỆ BỀ MẶT KHÁC

Công nghệ bề mặt là một lĩnh vực công nghệ quan trọng để đảm bảo chất lượng bề mặt sản phẩm, nâng cao tuổi thọ, tiết kiệm nguyên vật liệu (đặc biệt nguyên vật liệu quý hiếm) đồng thời để giảm giá thành.

Song song với 2 phương pháp xử lý bề mặt đã giới thiệu ở trên (nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện) thì xử lý bề mặt còn có rất nhiều phương pháp khác, như : công nghệ sơn, công nghệ mạ, công nghệ phun phủ nhiệt, công nghệ bốc bay trong chân không, công nghệ lăn ép... Dưới đây giới thiệu một vài phương pháp khác

9.3.1. Các phương pháp gia công tăng bền bề mặt bằng công nghệ biến dạng dẻo

Các phương pháp này dựa trên cơ sở biến dạng dẻo lớp kim loại bề mặt chi tiết ở trạng thái nguội. Ưu điểm của phương pháp này là tạo ra lớp bề mặt bền chắc

nờ chiều sâu lớp biến cứng, mặt khác tăng độ cứng tế vi, độ bóng bề mặt, tính chống mài mòn, tính chịu ăn mòn đều cao hơn so với bề mặt gia công bằng cắt gọt.

Bản chất các phương pháp này là : khi nén dụng cụ (viên bi, con lăn...) có độ cứng cao hơn độ cứng vật liệu gia công với một áp lực nhất định, sao cho áp lực tiếp xúc đặt trên bề mặt gia công vượt quá trị số giới hạn chảy của vật liệu, quá trình biến dạng dẻo sẽ xảy ra. Nhờ sự chảy dẻo của kim loại, làm các nhấp nhô trên bề mặt còn lại do nguyên công trước để lại, sẽ bị san từng phần và điền đầy các vết lõm trên bề mặt. Đồng thời quá trình biến cứng diễn ra do biến dạng dẻo. Kết quả là bề mặt sau khi gia công sẽ đạt được độ bóng và độ biến cứng bề mặt cao hơn.

9.3.2. Công nghệ tạo lớp phủ trong dung dịch nước

Các phương pháp nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện làm thay đổi tính chất cơ lý kim loại dựa trên cơ sở sử dụng nhiệt và môi trường hoá học để làm thay đổi cấu trúc và thành phần hoá học kim loại, mà không hề làm thay đổi kích thước.

Các phương pháp tạo lớp phủ trong dung dịch nước là tạo lên trên bề mặt kim loại một lớp phủ có tính chất đặc biệt yêu cầu, mà chỉ trong điều kiện nhiệt độ, áp suất thông thường (dưới 100°C và 1 at).

Trong dung dịch nước sự hình thành các nguyên tử hoạt tính cũng do các phản ứng oxi hoá khử :



Bằng cách này để tạo lớp phủ kim loại hoặc hợp kim.



Bằng cách này là để tạo lớp phủ là các hợp chất oxit, photphit..

Nguồn cung cấp và tiêu thụ electron cho các phản ứng có thể do dòng điện bên ngoài (trong mạ điện), hoặc do các phản ứng oxi hoá khử trong dung dịch (như nhuộm màu thép, anot hoá nhôm).

9.3.2.1. Tạo lớp oxi hoá và nhuộm đen bề mặt thép

Phương pháp thông thường là nung chi tiết thép tới $350 - 450^{\circ}\text{C}$ rồi làm nguội trong dầu khoáng vật. Bề mặt chi tiết được phủ một lớp oxit và hợp chất màu đen.

Công nghệ oxi hoá thép thực hiện nhanh là tiến hành trong hỗn hợp muối nóng chảy tỷ lệ 1 : 1 của $\text{KNO}_2 + \text{KNO}_3$ và 5% NaOH với nhiệt độ $310 - 350^{\circ}\text{C}$, sau đó làm sạch bằng nước lạnh, đến nước nóng có pha thêm 2% xà phòng để trung hoà.

9.3.2.2. Tạo lớp oxi hoá Al và hợp kim Al

Tác dụng bảo vệ của lớp oxit tự nhiên trên bề mặt chi tiết bằng Al hoặc hợp kim Al đã được sử dụng, tuy nhiên lớp này quá nhỏ (khoảng $0,02 - 0,1 \mu\text{m}$) do đó tác dụng bảo vệ bị hạn chế. Nếu tạo được lớp oxit hoá khoảng $3 - 5 \mu\text{m}$ thì tác dụng bảo vệ tốt hơn.

Để tạo lớp oxit lên Al hoặc hợp kim Al có chất lượng cao phải thực hiện như sau :

- Làm sạch dầu mỡ trong dung dịch $50\text{g/l Na}_3\text{PO}_4 + (5 - 10)\text{g/l NaOH} + (10 - 30)\text{g/l}$ thủy tinh lỏng ở nhiệt độ $50 - 60^\circ\text{C}$, thời gian 3 - 5 phút.
- Oxi hoá trong dung dịch : $(17 \div 20\text{ g/l}) \text{NaCrO}_4 + (57-60)\text{ g/l Na CO}_3 + (1- 1,5)\text{ g/l}$ thủy tinh lỏng ở nhiệt độ 85°C , thời gian 8 - 10 phút.
- Giữ màng oxit trên bề mặt trong dung dịch 20 g/l CrO_3 , đồng thời trung hoà kiềm thời gian 2 - 10 giây.

9.3.2.3. Công nghệ sơn

Sơn là hợp chất hoá học bao gồm : nhựa hoặc dầu chưng luyện, có chất màu hoặc không có chất màu. Khi sơn lên bề mặt kim loại (hoặc phi kim loại) ta được một lớp màng mỏng, có tác dụng cách ly với môi trường khí quyển, mục đích để bảo vệ và làm đẹp sản phẩm.

Thành phần cơ bản của sơn gồm :

- + Chất tạo màng (thường dùng dầu thực vật, dầu động vật, nhựa thiên nhiên, nhựa thông, cánh kiến, nhựa tổng hợp....) ;
- + Bột màu : bột kim loại (Al, Zn, Ni, Cu...), bột hữu cơ (azot) ;
- + Bột độn : bột talc, bột amiang, bột cao lanh,
- + Các loại dung môi, các loại cacbua hydro thơm (benzen, xylen, rượu etylic, metylic...)
- + Các chất làm khô : các loại muối kim loại (Co, Mn, Pb,...).

Sơn hiện nay thường dùng có 4 màu cơ bản : trắng, vàng, đỏ, xanh và từ các loại này có thể pha chế ra nhiều loại màu khác. Tùy theo môi trường cần sử dụng loại sơn phù hợp để phát huy tốt tác dụng bảo vệ của nó.

Hiện nay có nhiều loại sơn dùng cho các loại môi trường : môi trường khí quyển, môi trường hoá chất, môi trường chịu nhiệt, môi trường nước, môi trường cách điện... Đồng thời cũng có các phương pháp sơn sau : phương pháp quét, nhúng, phun, lăn, phun tĩnh điện, sơn điện phân, phun cao áp, phun gia nhiệt...

Câu hỏi ôn tập :

1. So sánh sự khác nhau giữa công nghệ nhiệt luyện và công nghệ hoá nhiệt luyện.
2. Nêu mục đích của công nghệ thấm cacbon, thấm nitơ và thấm xyanua.
3. Nêu các phương pháp tạo lớp phủ bề mặt và tác dụng của chúng.

Phần IV

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CẮT GỌT

Chương X CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TIỆN

10.1. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG TIỆN

Công nghệ gia công tiện được sử dụng rất rộng rãi trong các nhà máy, phân xưởng cơ khí, cơ điện, sửa chữa... Số máy tiện cũng chiếm tỷ lệ lớn (40 – 50 %), bởi vì máy tiện có thể gia công được nhiều dạng bề mặt : bề mặt tròn xoay đơn giản hay phức tạp, gia công các bề mặt tròn trong (lỗ), rãnh tròn, mặt phẳng đầu, mặt trụ bậc, mặt trụ lệch tâm, mặt định hình, mặt ren, mặt cam... với độ chính xác đạt đến cấp 2 và độ bóng đạt đến cấp 6 ($Ra = 2,5$), ngoài ra trên máy tiện còn có thể thực hiện khoan lỗ, khoét mở rộng lỗ, doa lỗ, ta rô ren lỗ, lăn khía bề mặt, ép vết, cuốn tròn tấm kim loại, cuốn lò xo, hàn đắp phục hồi, phun phủ...

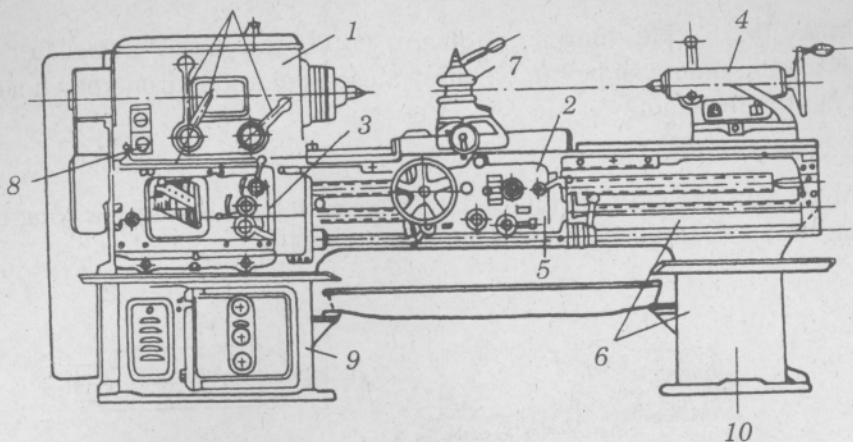
10.2. MÁY TIỆN VÀ DỤNG CỤ CẮT

10.2.1. Máy tiện

Máy tiện là máy có chuyển động chính là chuyển động quay tròn của trục chính (tức là quay tròn của chi tiết gia công) và chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến của bàn dao (tức là chuyển động tịnh tiến của dao tiện). Máy tiện được ký hiệu theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) là chữ T (tức là máy tiện) và các chữ số kèm theo, ví dụ : máy T616 có nghĩa là T - máy tiện ; số 6 - máy tiện vạn năng ; số 16 - khoảng cách từ tâm trục chính đến sống trượt bằng máy là 160mm (có nghĩa là máy tiện này chỉ có thể gia công được chi tiết có đường kính lớn nhất là 320mm).

Máy tiện có rất nhiều loại như : máy tiện vạn năng, máy tiện tự động và bán tự động, máy tiện chuyên môn hoá và chuyên dùng, máy tiện đứng, máy tiện cụt, máy tiện ronve... dưới đây giới thiệu một loại cơ bản thường dùng :

Máy tiện vạn năng. Hình 10.1 giới thiệu hình dáng bên ngoài máy tiện vạn năng. Ở trước (1) là một hộp kín có chứa bộ phận quan trọng là trục chính và



Hình 10.1. Hình dáng bên ngoài của máy tiện vạn năng.

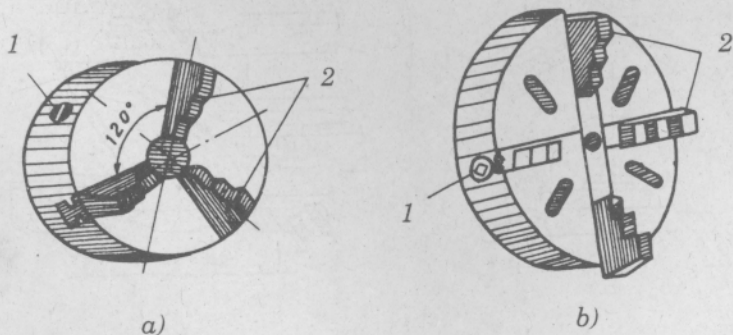
hộp tốc độ. Phía dưới hộp trục chính là bộ phận điều chỉnh lượng chạy dao (3) và hộp động cơ (9). Ủ sau (4) còn gọi là ủ động, nghĩa là nó có thể di động trên máy ra xa hoặc vào gần mâm cặp. Ủ sau có trục đồng tâm với tâm trục chính và nằm trên đường thẳng song song với băng máy. Hộp xe dao (5) là bộ phận mang dao có thể dịch chuyển theo hướng dọc hoặc ngang để tạo ra lượng chạy dao. Phía trên xe dao có bàn dao để kẹp chặt dao (7). Thân máy (10) có sống trượt (6) để gá đặt tất cả các bộ phận trên nó.

10.2.2. Phụ tùng

Để gia công thuận tiện, trên máy thường kèm theo các phụ tùng. Mâm cặp là bộ phận kẹp chặt phôi và truyền chuyển động quay cho phôi (hình 10.2).

10.2.2.1. Mâm cặp

Có loại tự định tâm cho phôi (gọi là mâm cặp 3 chấu— hình 10.2 a), khi dùng cờ lê quay ổ vít 1 thì 3 chấu (2) cùng dịch chuyển vào tâm, loại này dùng để cặp các chi tiết tròn xoay. Mâm cặp không tự định tâm (gọi là mâm cặp 4

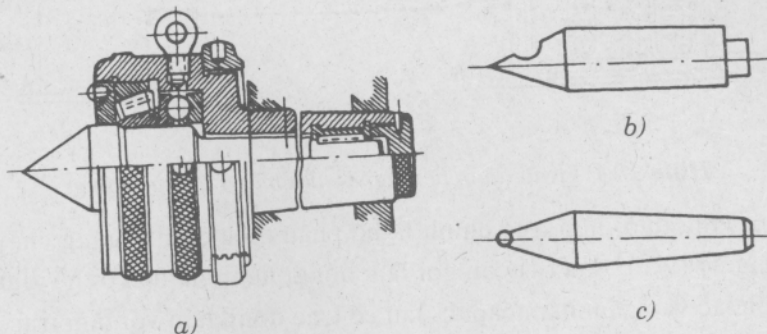


Hình 10.2. Các loại mâm cặp của máy tiện
a) Mâm cặp 3 chấu ; b). Mâm cặp 4 chấu.

chấu— hình 10.2 b), khi dùng cờ lê quay ổ vít (1) thì chỉ có một chấu đó di chuyển vào tâm, mâm cặp này thích hợp với các phôi không tròn xoay hoặc để kẹp các chi tiết lệch tâm.

10.2.2.2. Mũi tâm

Dùng đỡ tâm các chi tiết (hình 10.3), với chi tiết dài và cần gia công toàn bộ bề mặt trụ ngoài thì phải dùng 2 mũi tâm ở hai đầu.

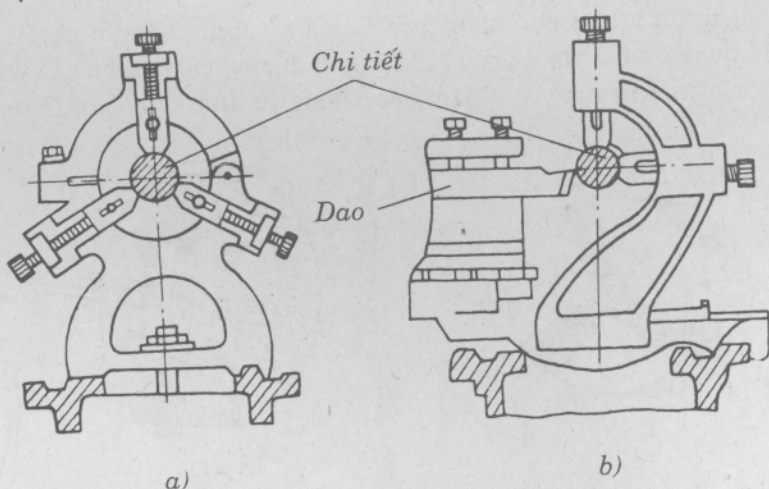


Hình 10.3. Các loại mũi tâm của máy tiện

a) Mũi tâm quay ; b) Mũi tâm có khoét ; c) Mũi tâm có hình cầu.

10.2.2.3. Giá đỡ (hay còn gọi là luynét) (hình 10.4).

Dùng để tăng độ cứng vững của các phôi dài khi gia công. Khi dùng giá đỡ sẽ hạn chế sai số hình dáng biến dạng do lực cắt của dao gây nên. Có hai loại giá đỡ : loại giá đỡ cố định (hình 10.4 a) được định vị tại một vị trí trên băng máy ; loại di động (hình 10.4b) được bắt trên xe dao, nên nó di chuyển cùng với dao, do vậy độ cứng vững tại mỗi điểm của chi tiết rất tốt nên gia công càng chính xác.



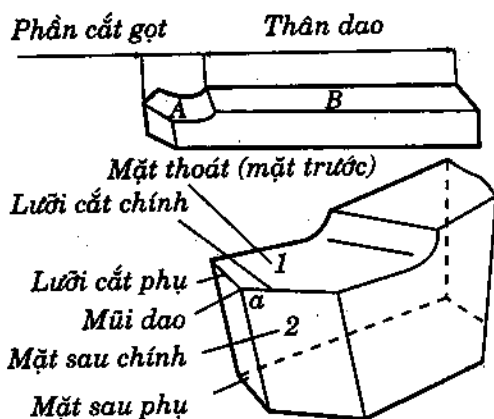
Hình 10.4. Các loại giá đỡ (Luynét)

a) Luynét cố định ; b) Luynét di động.

10.2.3. Dụng cụ cắt

Khi gia công cắt gọt kim loại trên các máy công cụ, ta có thể sử dụng nhiều loại dao cắt khác nhau như : dao tiện, dao phay, dao bào, dao khoan... Đối với các loại dao nói trên, nếu phân tích kỹ sẽ thấy chúng đều dựa trên cơ sở của dao tiện. Vì vậy chỉ cần giới thiệu về cấu tạo con dao tiện và từ đó có thể suy ra đối với tất cả các loại dao khác (như dao khoan là hai con dao tiện ghép ngược mặt, dao bào coi giống như dao tiện...)

a) *Về cấu tạo.* Dao tiện được chia ra hai phần chính : đầu dao (còn gọi là phần làm việc, phần cắt gọt hay phần công tác) và phần thân dao (hình 10.5).



Hình 10.5. Các bộ phận và các yếu tố cơ bản của dao.

* *Phần thân dao* dùng để gá kẹp lên bàn dao của máy hay trực gá, thông thường thân dao có tiết diện ngang là hình chữ nhật hoặc hình vuông và được làm bằng thép cacbon kết cấu. Phần đầu dao, tùy theo yêu cầu cắt gọt có thể thẳng, cong và được gắn thêm mảnh hợp kim cứng.

* *Phần đầu dao* được tạo nên bởi các mặt và các lưỡi dao sau :

– Mặt trước là mặt theo đó phoi thoát ra trong quá trình cắt nên còn gọi là mặt thoát phoi (1).

– Mặt sau chính là mặt dao đối diện với mặt đang gia công của chi tiết (2).

– Mặt sau phụ là mặt dao đối diện với mặt đã gia công của chi tiết (3).

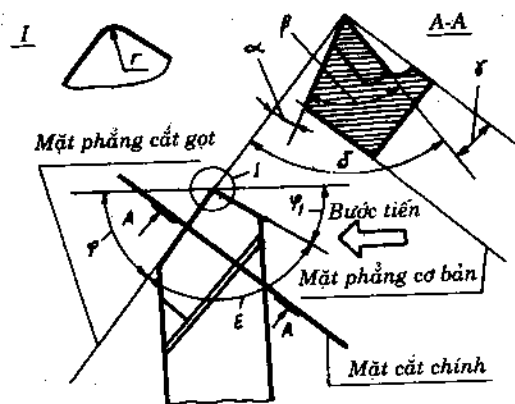
Các mặt dao nói trên nằm trên các phương khác nhau, nên giao tuyến của chúng tạo nên các lưỡi dao, đó là :

+ Lưỡi cắt chính là giao tuyến của mặt trước và mặt sau chính, nó làm nhiệm vụ cắt trong quá trình gia công cắt.

+ Lưỡi cắt phụ là giao tuyến của mặt trước và mặt sau phụ, nó chỉ tham gia cắt một phần nhỏ trong quá trình cắt.

+ Mũi dao là giao điểm của lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ. Mũi dao có thể nhọn hoặc có bán kính chuyển tiếp R (trị số R khoảng 0,1 – 0,2mm).

Đa số dao chỉ có một lưỡi cắt chính và một lưỡi cắt phụ, nhưng dao tiện rãnh, dao tiện cắt đứt có 2 lưỡi dao phụ ; dao tiện ren có 2 lưỡi cắt chính.



Hình 10.6. Các góc của dao.

Để bảo đảm năng suất cắt, chất lượng bề mặt cắt cũng như tuổi thọ của dao cắt, mỗi điểm trên lưỡi cắt phải tạo nên các góc cắt, đó là các góc trên hình 10.6 :

– Góc trước chính γ : là góc hình thành trên lưỡi cắt chính, góc γ có thể dương, âm hay bằng không. Góc này ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình cắt và độ bền của dao. Góc γ càng lớn thì dao càng sắc, công tiêu hao ít, nhưng dao sẽ yếu. Mài tạo góc trước chính, phụ thuộc vào vật liệu gia công, thường chọn $\gamma = 10-30^\circ$.

– Góc sau chính α còn gọi là góc ma sát, góc này trực tiếp ảnh hưởng đến sự ma sát giữa mặt sau chính và mặt đang gia công. Góc α càng lớn thì ma sát càng ít và lực cắt càng nhỏ, độ bóng gia công càng tăng, thường $\alpha = 3-15^\circ$.

– Góc sắc β biểu thị độ sắc, độ bền của điểm cắt trên lưỡi dao và có quan hệ : $\gamma + \beta + \alpha = 90^\circ$.

Trên hình chiếu bằng (tức là hình chiếu trên mặt đáy của dao) có các góc :

– Góc nghiêng chính ϕ : góc này ảnh hưởng trực tiếp đến chiều dày và chiều rộng lớp phoi cắt, do vậy ảnh hưởng đến lực cắt, thường $\phi = 30 - 70^\circ$.

– Góc nghiêng phụ ϕ' : góc này có ảnh hưởng đến ma sát giữa dao và mặt đã gia công, ảnh hưởng đến độ bóng bề mặt đã gia công, thường $\phi' = 10 - 15^\circ$.

– Góc mũi dao ϵ : góc này có ảnh hưởng đến độ bền và sự truyền nhiệt của dao khi cắt, có quan hệ : $\phi + \epsilon + \phi' = 180^\circ$.

Sau một quá trình gia công, các góc của dao bị thay đổi do dao bị mòn và phải mài lại góc độ hoặc đổi dao mới. Độ mài mòn dao phụ thuộc rất nhiều vào vật liệu làm dao, chế độ cắt gọt.

b) Về vật liệu. Đầu dao phải có độ cứng cao ($\geq 60\text{HRC}$), có độ bền cơ học và độ dẻo cần thiết để chịu được lực cắt, phải có độ bền nhiệt để giữ được tính chất cơ học và tuổi thọ của dao, phải có tính chống mài mòn tốt để tăng tuổi thọ của dao. Vật liệu làm đầu dao thường dùng là : thép cacbon dụng cụ, thép hợp kim dụng cụ, hợp kim cứng, vật liệu sứ, kim cương... Trong thực tế, dao cắt được dùng theo tuổi thọ của dao (tuổi thọ của dao là khoảng thời gian làm việc liên tục của dao. Ví dụ : tuổi thọ dao = T60 : có nghĩa là tổng thời gian dao trực tiếp cắt là 60 phút thì phải mài lại hoặc đổi dao mới).

10.3. CÁC CÔNG VIỆC THỰC HIỆN TRÊN MÁY TIỆN

10.3.1. Các thông số cắt gọt

Để thực hiện cắt gọt, trước tiên phải tính toán, lựa chọn các thông số cắt, bao gồm :

a) **Tốc độ cắt (V)** là khoảng dịch chuyển tương đối của một điểm trên lưỡi cắt đối với chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian. Đối với gia công tiện tốc độ cắt được tính theo công thức :

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

Ở đây : D - đường kính của chi tiết gia công (phôi) (mm),

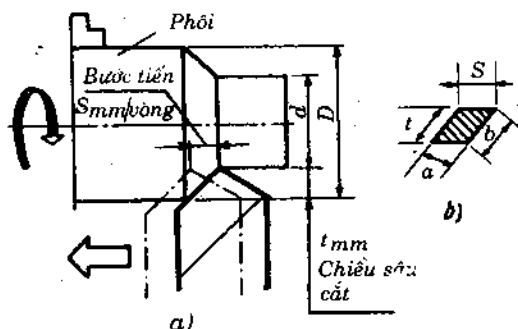
n - số vòng quay của phôi trong một phút (vòng/phút).

Trong thực tế khi gia công cắt gọt người ta lựa chọn tốc độ cắt rồi từ đó chọn số vòng quay tương ứng ở trên máy tiện.

b) **Lượng chạy dao (ký hiệu là S)** : là khoảng dịch chuyển tương đối của dao với phôi theo hướng chuyển động của dao sau một hành trình của chuyển động chính (tức là sau một vòng quay của phôi), được tính bằng mm/ vòng. Tùy theo hướng chuyển động của dao, ta có lượng chạy dao dọc (khi dao chạy dọc theo đường tâm của phôi), chạy dao ngang (khi dao chạy theo hướng thẳng góc với đường tâm của phôi) hình 10.7.

c) **Chiều sâu cắt (ký hiệu là t)** : là khoảng cách giữa bề mặt đã gia công và bề mặt chưa gia công (đo theo phương thẳng góc với đường tâm của phôi) - hình 10.7.

Trong thực tế chế độ cắt gọt phụ thuộc vào vật liệu gia công, loại dao cắt, kích thước đường kính phôi, ví dụ : dao tiện là hợp kim cứng.



Hình 10.7. Các yếu tố cắt gọt khi tiện.

Vật liệu gia công	V (m/ ph)	S (mm/ v)	t (mm)
+ Cắt thép C ₄₅	200	0,2 – 0,4	1 – 5
	150	0,4 – 0,5	2 – 3
+ Cắt hợp kim nhôm	600	0,01 – 0,05	0,05 – 0,10
+ Cắt thép đã tôi cứng	26	0,02	1 – 2

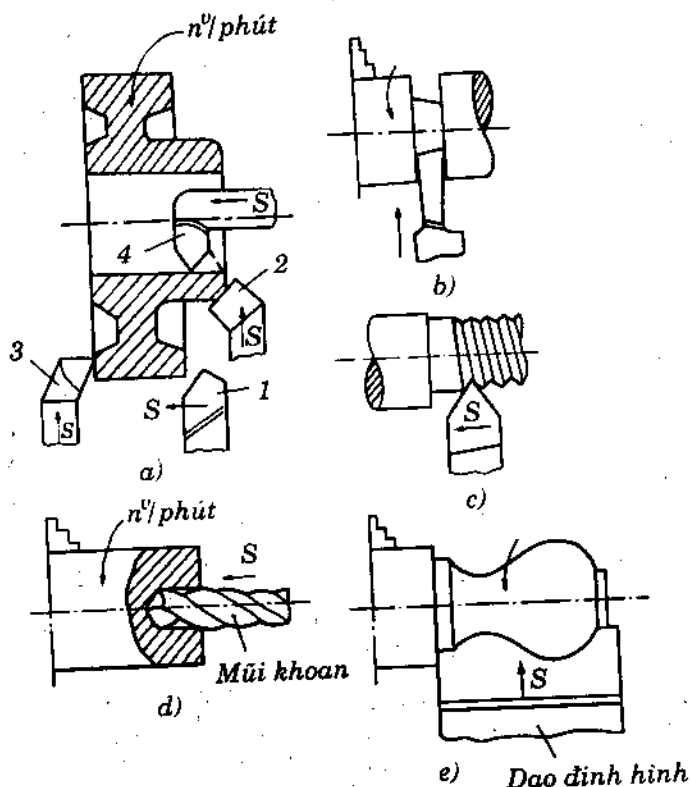
Tùy theo yêu cầu về chất lượng bề mặt, độ chính xác kích thước và lượng dư gia công, người ta chia thành các bước gia công tiện thô (thực hiện 1 – 2 lần), gia công tiện bán tinh (thực hiện 1 – 2 lần) và gia công tiện tinh (là bước cuối cùng) để bảo đảm độ bóng bề mặt và độ chính xác kích thước.

10.3.2. Bôi trơn và làm nguội khi tiện

Quá trình tiện đi một lớp phoi, nhiệt sinh ra rất lớn do có ma sát giữa phoi và dao, ma sát giữa phoi và dao, biến dạng của phoi. Nhiệt này ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của bề mặt gia công, tuổi thọ của dao và năng suất gia công. Vì vậy trong trường hợp gia công với chế độ cắt cao cho vật liệu dẻo (như thép), thường phải dùng dung dịch trơn nguội, để làm giảm ma sát và làm nguội. Ví dụ như dùng xút, nước xà phòng, emun xi... Tuy nhiên khi cắt vật liệu giòn (gang) thường không dùng dung dịch trơn nguội.

10.3.3. Các công việc tiến hành trên máy tiện

Máy tiện có thể hoàn thành nhiều công việc khác nhau. Hình 10.8. giới thiệu một số loại nguyên công tiện như : tiện mặt đầu, tiện mặt trụ, tiện rãnh, tiện lỗ, tiện định hình... Tuy nhiên một số dạng bề mặt như bề mặt côn, bề mặt ren... đòi hỏi phải có kỹ thuật riêng.



Hình 10.8. Các loại dao và các dạng bề mặt cắt trên máy tiện.

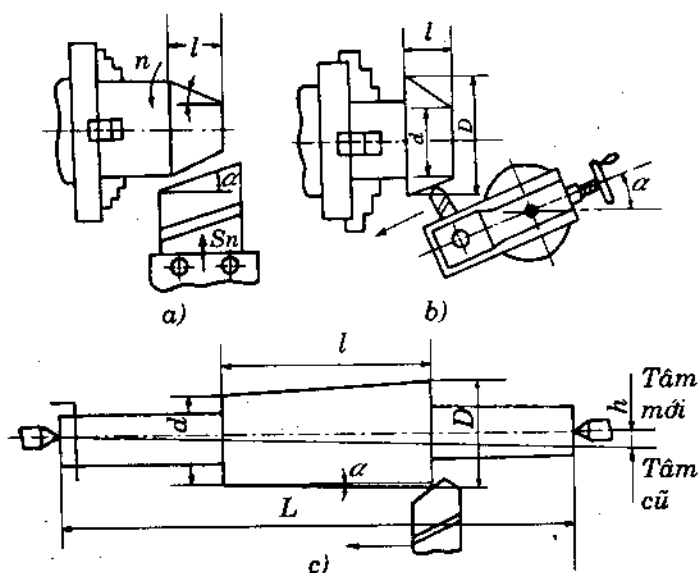
- a) Dao và các dạng bề mặt khi tiện : 1. Dao tiện thẳng ; 2. Dao tiện vát mép ;
3. Dao tiện mặt đầu ; 4. Dao tiện móc lỗ. b) Dao và bề mặt cắt đứt.
c) Dao và bề mặt ren ; d) Dao khoan và lỗ gia công. e) Dao và bề mặt định hình.

a) **Gia công mặt côn.** Hình 10.9. trình bày 3 phương pháp gia công mặt côn. Khi dùng dao rộng bản chỉ tiện được các chi tiết côn nhỏ ngắn với góc côn bất kỳ (hình 10.9a). Với chiều dài côn ngắn, góc côn nhỏ với chi tiết lớn, dùng phương pháp xoay bản dao (hình 10.9b). Góc xoay sẽ là :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$$

Với chi tiết côn dài, góc côn nhỏ ($< 8^\circ$), dùng phương pháp đánh lệch ụ sau (hình 10.9c). Độ lệch sẽ là :

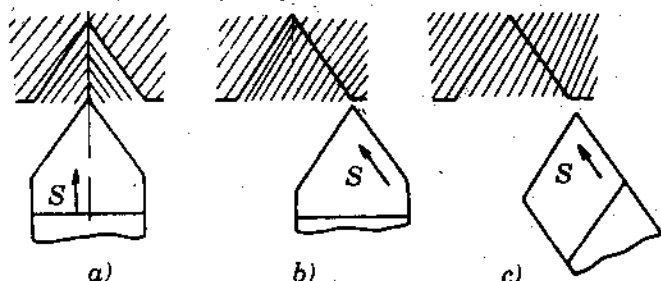
$$h = \frac{L(D-d)}{2l} \text{ (mm)}$$



Hình 10.9. Các phương pháp gia công bề mặt côn trên máy tiện.

a) Dùng dao rộng bản ; b) Xoay bản dao trên ; c) Đánh lệch ụ động.

b) **Gia công ren.** Sau khi chọn được chế độ tiện ren trên máy tiện, phương pháp ăn dao khi cắt ren có thể thực hiện theo 3 cách – (hình 10.10).



Hình 10.10. Sơ đồ các cách cắt ren tam giác.

a) Cắt hướng kính ; b và c : cắt tiếp tuyến

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa các chuyển động cơ bản của máy tiện và các yếu tố cắt khi tiện.
2. Giải thích ký hiệu T620 và nêu các bộ phận cơ bản của máy tiện.
3. Các trang bị phụ của máy tiện là gì? công dụng của chúng.
4. Cấu tạo của dao tiện và tác dụng của các góc dao. Nêu ví dụ 5 dạng bề mặt của chi tiết có thể gia công được trên máy tiện.

Chương XI

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG KHOAN - DOA

11.1. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG KHOAN - DOA

Khoan, doa là phương pháp gia công lỗ hình trụ bằng các dụng cụ cắt như dao khoan, dao khoét, dao doa... Gia công khoan trên máy khoan chỉ tạo ra lỗ thô với độ chính xác thấp, độ bóng đạt cấp 2 - 3 (Rz 100 - Rz 60). Để nâng cao độ chính xác và độ bóng bề mặt lỗ, phải dùng gia công khoét hoặc doa trên máy doa bằng dao khoan, dao doa. Sau khi doa, độ chính xác đạt cấp 1-2 và độ bóng có thể đạt cấp 7-8.

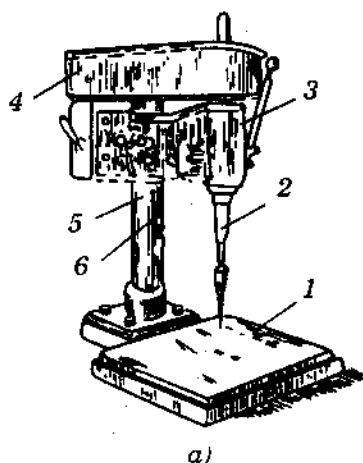
11.2. MÁY KHOAN - DOA VÀ DỤNG CỤ CẮT

11.2.1. Máy khoan và doa

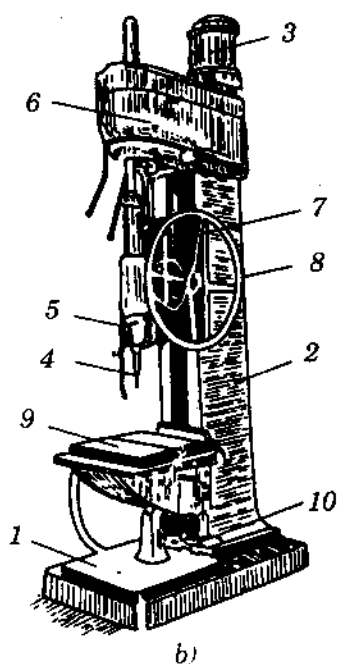
Có chuyển động chính là chuyển quay tròn của trục chính máy (nói cách khác là chuyển động quay tròn của dao khoan), chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến của dao. Như vậy khi khoan, lỗ định khoan phải được lấy dấu trước và đưa đến vị trí dao khoan. Máy khoan được ký hiệu theo tiêu chuẩn Việt Nam là chữ K và kèm theo các chữ số, ví dụ : K. 135 : có nghĩa là K - máy khoan ; 1 - nhóm máy khoan đứng ; 35 - đường kính lỗ lớn nhất có thể khoan được trên máy khoan này là 35 mm.

Máy khoan có nhiều loại khác nhau :

a) *Máy khoan bàn* : là loại máy nhỏ, đơn giản, thường đặt trên bàn nguội và chỉ khoan được đường kính lỗ lớn nhất là 10mm. Máy này thường có 3 cấp vòng quay với số vòng quay lớn, (hình 11.1 a).



a)



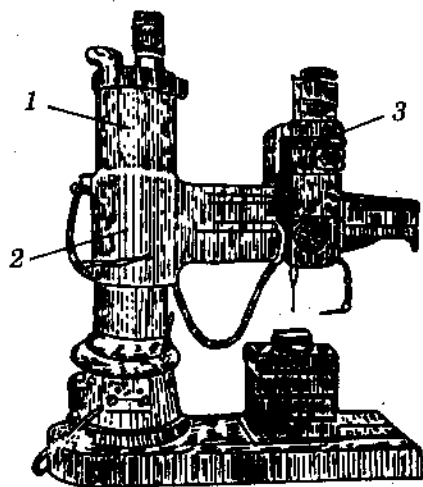
b)

Hình 11.1. Các loại máy khoan :

- a) Máy khoan bàn : 1. Bàn máy ; 2. Trục chính máy ; 3. Cán tạo lực khoan ; 4. Nắp dây bộ truyền đai ; 5. Trục chính máy ; 6. Thanh răng.
- b) Máy khoan đứng : 1. Đế máy ; 2. Thân máy ; 3. Động cơ điện ; 4. Mũi khoan ; 5. Trục chính máy ; 6. Hộp số tốc độ ; 7. Bộ phận điều chỉnh tự động ; 8. Vỏ lồng tay quay chạy dao khoan ; 9. Bàn đặt chi tiết.

b) Máy khoan đứng : dùng để gia công các lỗ có đường kính trung bình $\leq 50\text{mm}$ của các chi tiết không lớn lắm, đồng thời lỗ phải được lấy dấu trước và đưa vào vị trí trùng tâm với dao khoan, (hình 11.1b).

c) Máy khoan cân : để gia công đường kính lỗ lớn trên các phôi có khối lượng lớn không thể dịch chuyển thuận lợi được. Do vậy mà máy khoan có thể di chuyển đầu khoan đến mọi vị trí xung quanh trụ máy, (hình 11.2). Ngoài các loại máy khoan trên,



Hình 11.2. Máy khoan cân :

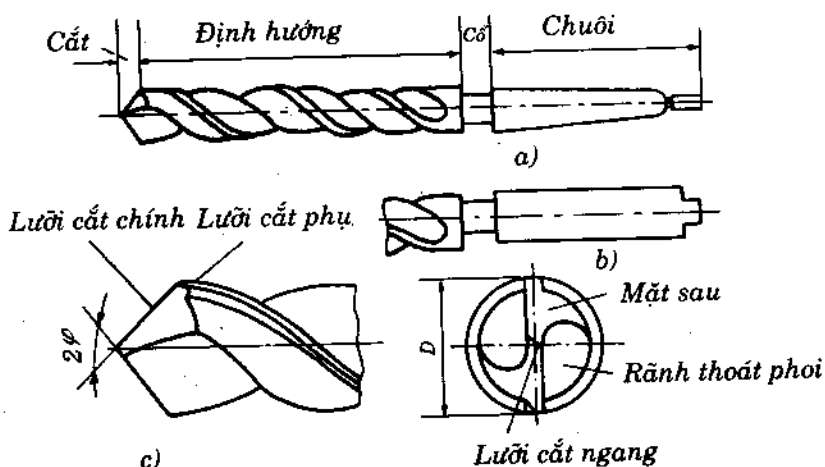
1. Trụ đứng ; 2. Cán ; 3. Đầu trục chính.

còn nhiều loại máy khoan khác : máy khoan nhiều trục chính, máy khoan lỗ sâu, máy khoan lỗ tâm...

11.2.2. Dụng cụ cắt

Dụng cụ cắt dùng trên máy khoan, doa thường có :

a) Dao khoan (còn gọi là mũi khoan) : dùng để khoan các lỗ chưa có sẵn. Tuỳ theo công dụng, có các loại mũi khoan khác nhau như : mũi khoan tâm dùng gia công lỗ tâm trên mặt đầu các trục ; mũi khoan sâu dùng khoan các lỗ dài (như lỗ nòng súng)... mũi khoan ruột gà là loại thường dùng hơn cả. Trên hình 11.3. là mũi khoan ruột gà. Cấu tạo phần cắt của mũi khoan có hai lưỡi cắt chính và hai lưỡi cắt phụ. Ngoài ra còn có phần lưỡi cắt ngang. Phần cổ dao để ghi đường kính mũi khoan. Chuôi hình trụ dùng cho mũi khoan lỗ nhỏ (<10mm), chuôi côn dùng cho loại khoan đường kính lớn.

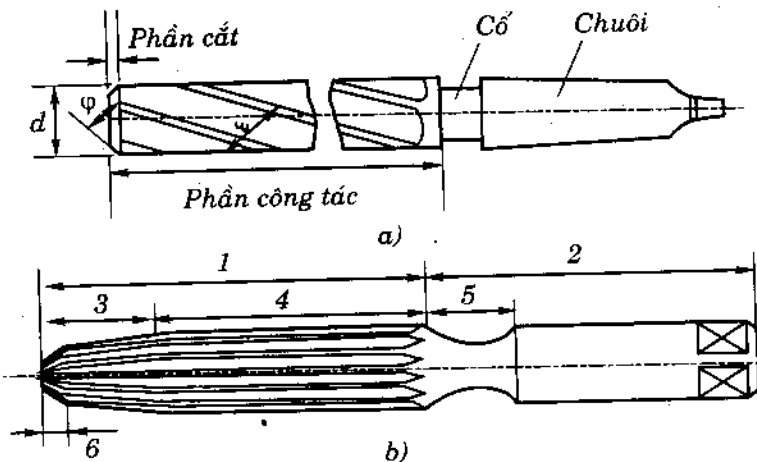


Hình 11.3. Mũi khoan ruột gà :
a) Chuôi côn ; b) Chuôi trụ ; c) Cấu tạo phần cắt.

b) Dao khoét (còn gọi mũi khoét) : dùng để mở rộng lỗ đã có sẵn. Mũi khoét khác với mũi khoan là số lưỡi cắt nhiều hơn 3-4 lưỡi cắt - (hình 11.4a), vì vậy sau khi lỗ được gia công khoét đạt độ chính xác cấp 3-4, độ bóng Rz40 - Rz20.

c) Dao doa (còn gọi mũi doa) dùng để gia công chính xác lỗ. Mũi doa thường có từ 6-12 lưỡi cắt, khi gia công doa đạt độ chính xác cao (cấp 1-2), độ bóng đạt cấp 7-8 (hình 11.4b).

d) Ta rô : là dụng cụ để gia công ren trong lỗ thông suốt hoặc không thông suốt. Khi lắp ta rô trên máy khoan, được gọi là ta rô máy. Để hoàn chỉnh kích thước ren, thường phải dùng cả bộ ta rô (bộ ta rô có từ 2 - 3 chiếc) (hình 11.5a).

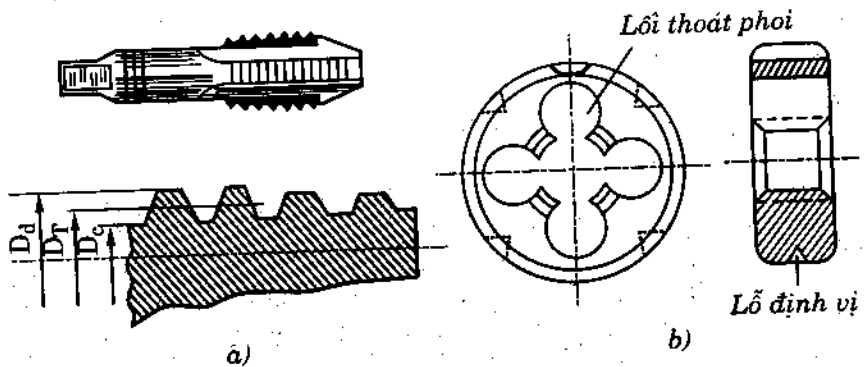


Hình 11.4. Mũi khoét và mũi doa.

a) Mũi khoét, b) Mũi doa :

1. Phần làm việc; 2. Phần chuôi; 3. Phần lưỡi cắt;
4. Phần sửa đúng; 5. Cổ dao; 6. Côn dẫn hướng.

e) **Bàn ren** : là dụng cụ để gia công ren ngoài (tức là trên mặt trụ ngoài) (hình 11.5b). Khi lắp bàn ren lên máy khoan, thường chỉ ren với các kích thước nhỏ.



Hình 11.5. Dụng cụ cắt ren
a) Ta rô; b) Bàn ren.

11.3. CÁC CÔNG VIỆC THỰC HIỆN TRÊN MÁY KHOAN

11.3.1. Chế độ cắt khi khoan.

Được biểu thị trên hình 11.6.

a) **Tốc độ cắt** : được tính theo công thức :

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

Ở đây : d— đường kính mũi khoan (hoặc đường kính lỗ) (mm)

n— số vòng quay của mũi khoan (v/ph). Số vòng quay n thường được chọn trên máy khoan.

b) Chiều sâu cắt t : khi khoan lỗ chưa có, ta có : $t = \frac{d}{2}$ (mm).

c) Lượng chạy dao S : phụ thuộc vào vật liệu gia công, loại dao khoan, đường kính lỗ. Ví dụ : khi khoan thép cacbon kết cấu, dùng dao thép gió, lỗ khoan $d = 6 - 10\text{mm}$, chọn $S = (0,18 - 0,28)$ mm/vg.

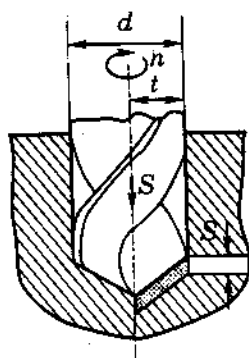
11.3.2. Các công việc thực hiện trên máy khoan và đặc điểm công nghệ khi khoan

Gia công trên máy khoan có thể thực hiện khoan các lỗ chưa có sẵn trên phôi bằng dao khoan, mở rộng lỗ đã có bằng dao khoét, gia công chính xác lỗ bằng dao doa, gia công ren trong lỗ bằng dao ta rô, gia công ren ngoài trên mặt trụ bằng bàn ren. Tuy nhiên khi gia công trên máy khoan cần chú ý các đặc điểm sau đây :

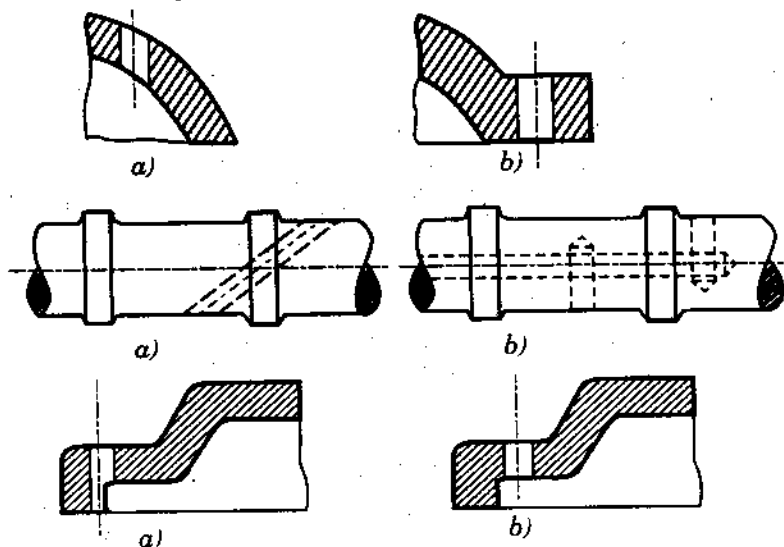
Người ta thiết kế máy khoan theo công suất tính toán, nghĩa là : mỗi loại máy chỉ khoan được một số đường kính lỗ nhất định. Mặt khác chế độ cắt của khoan cũng được hạn chế sao cho điều kiện làm việc của mũi khoan nằm trong phạm vi cho phép. Các máy khoan thường có số vòng quay không lớn, bước chạy dao nhỏ để tránh cho mũi khoan làm việc trong điều kiện quá nhiệt.

Khi khoan các lỗ có đường kính lớn phải thực hiện khoan nhiều lần và thực hiện khoét rộng lỗ.

Các lỗ phân bố trên một toạ độ nhất định, nên dùng gá khoan có toạ độ tương ứng, nhằm bảo đảm độ chính xác giữa các lỗ với nhau. Mặt khác tránh khoan các lỗ bố trí không hợp lý trên các bề mặt (hình 11.7).



Hình 11.6. Sơ đồ các thông số cắt khi khoan.



Hình 11.7. Kết cấu của lỗ khoan trên chi tiết.

a) Các kết cấu có lỗ khoan không hợp lý ; b) Các kết cấu có lỗ khoan hợp lý.

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa các chuyển động cơ bản của máy khoan và các yếu tố cắt khi khoan.
2. Giải thích ký hiệu K135, đặc điểm và công dụng của máy khoan bàn, máy khoan đứng, máy khoan cần.
3. Nêu các loại dụng cụ cắt dùng trên máy khoan và công dụng của chúng.
4. Nêu các công việc có thể thực hiện trên máy khoan.

Chương XII

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY BẢO - XOC

12.1. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG BẢO - XOC

Máy bảo - xọc là nhóm máy có chuyển động tịnh tiến khứ hồi, dùng để gia công các mặt phẳng, các loại rãnh. Máy cũng có thể gia công chép hình để tạo ra các mặt cong một chiều.

Chuyển động chính của máy là chuyển động tịnh tiến khứ hồi, trong đó một hành trình có tải và một hành trình chạy không. Chuyển động chạy dao thường là chuyển động gián đoạn, do vậy chuyển động thẳng này có quán tính lớn, nên tốc độ không cao, năng suất gia công thấp. Gia công trên máy bảo - xọc đạt độ chính xác thấp và độ bóng cũng thấp. Thực tế sử dụng máy bảo - xọc bị hạn chế, vì có thể thay bằng gia công phay hoặc chuốt có năng suất cao, độ bóng và độ chính xác cũng cao hơn.

Máy bảo thuận lợi khi gia công các bề mặt phẳng dài và hẹp ở phía ngoài, còn máy xọc chỉ dùng hạn chế trong gia công rãnh trong (rãnh then, rãnh răng trong).

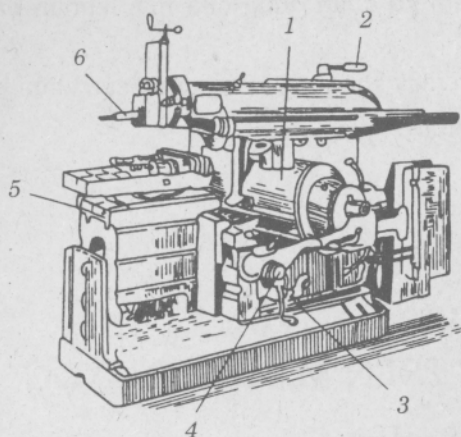
12.2. MÁY BẢO - XOC VÀ DỤNG CỤ CẮT

12.2.1. Máy bảo - xọc : là máy có chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến qua lại (khứ hồi) của đầu bảo mang dao bảo. Chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến gián đoạn của bàn máy mang chi tiết gia công. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, máy bảo được ký hiệu là chữ B và kèm theo các chữ số, ví dụ :

máy B 36, nghĩa là : chữ B - máy bào ; 3 - biểu thị nhóm máy bào ngang ; 6 - biểu thị máy bào này gia công được chi tiết có chiều dài lớn nhất là 600 mm.

Tuỳ theo những đặc trưng về công nghệ, máy bào được chia thành máy bào ngang, máy bào giường, máy xọc (khi chuyển động chính theo phương đứng được gọi là máy xọc) và các máy chuyên môn hoá khác.

Trong mỗi nhóm nêu trên lại có nhiều kiểu máy có cấu trúc khác nhau. Máy bào ngang có thể có cơ cấu culit, cơ cấu thuỷ lực... Máy xọc cũng tương tự như vậy. Máy bào giường có loại một trụ, loại hai trụ.



Hình 12.1. Máy bào ngang :

1. Vỏ của cơ cấu culit 2. Tay kẹp đầu trượt ;
3. Tay gạt của trục nâng bàn máy ; 4. Tay gạt tiến dao ngang ; 5. Bàn máy ; 6. Giá dao.

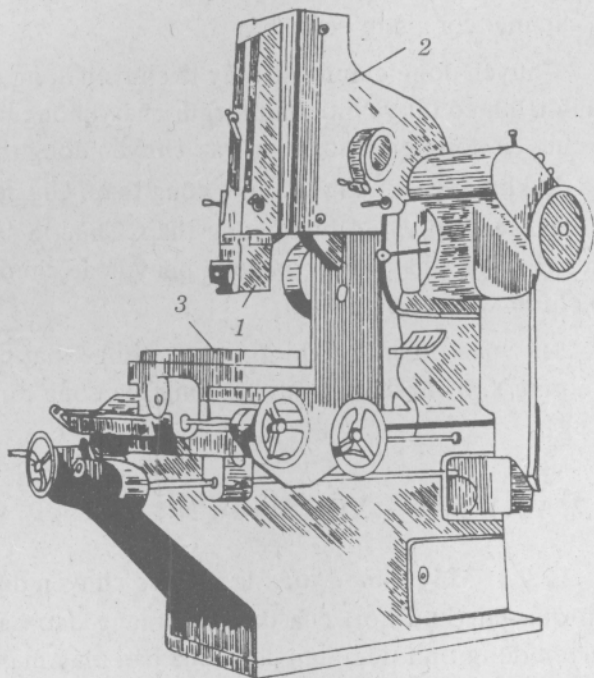
động qua lại nhờ hộp tốc độ và cơ cấu culit nằm trong vỏ hộp (1). Bàn máy (5) thực hiện chạy dao nhờ cơ cấu culit truyền qua tay gạt (4) của cơ cấu cóc, đồng thời bàn máy có thể nâng lên, hạ xuống nhờ tay gạt (3).

b) Máy xọc (hình 12.2) có thể coi như là máy bào theo phương đứng, vì đầu máy và dao xọc chuyển động theo phương đứng. Máy xọc được dùng để gia công các loại rãnh trong lỗ và các mặt phẳng đứng không lớn.

12.2.2. Dụng cụ cắt

Dao bào - xọc giống như dao tiện, tuy nhiên

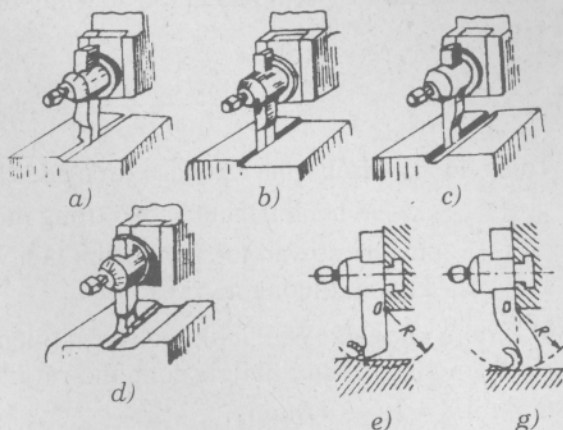
a) Máy bào ngang (hình 12.1) dùng để gia công các phôi không lớn (thường ≤ 1000 mm). Đầu trượt của máy cùng với giá dao (6) và dao bào chuyển động qua lại trong khoảng chiều dài điều chỉnh trước và được kẹp thông qua tay kẹp đầu trượt (2). Thực hiện chuyển



Hình 12.2. Máy xọc :

1. Giá dao ; 2. Thân máy ; 3. Bàn máy.

trong thực tế dao bào có nhiều loại : dao bào đầu thẳng, dao bào đầu cong, dao bào ngoài, dao bào rãnh, dao bào bậc, dao bào định hình... Vì có sự va đập khi bắt đầu hành trình bào, nên góc trước thường chọn $\gamma = 10 - 15^\circ$. Hình 12.3 giới thiệu một số dao bào – xọc : dao bào đầu thẳng (hình 12.3e) đơn giản, dễ chế tạo, nhưng khi bào, dao dễ bị uốn khi mũi dao gặp phải vật cứng, nên ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt đã gia công. Ngược lại dao bào thân cong (hình 12.3 g) do mũi dao và tâm quay nằm trên trục thẳng đứng nên khi lùi dao không gây ảnh hưởng đến bề mặt gia công, dao này dùng gia công thô, gia công tinh đều tốt, tuy nhiên chế tạo khó hơn.



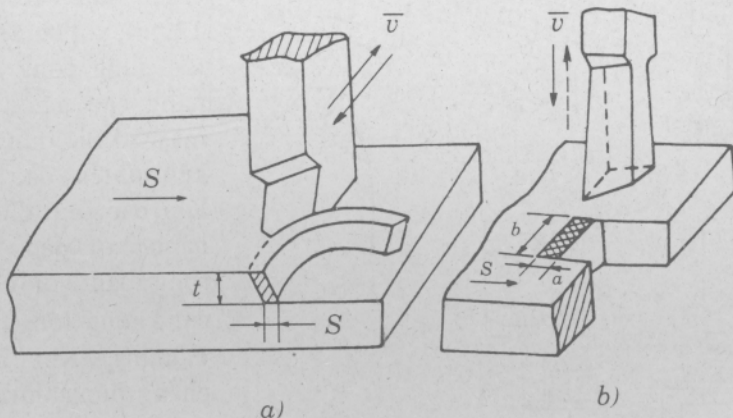
Hình 12.3. Các loại dao bào.

- a) Dao bào ngoài ; b) Dao bào mặt mút ;
c) Dao bào cắt ; d) Dao bào định hình
e) Dao bào thân thẳng ; g) Dao bào thân cong.

12.3. CÁC CÔNG VIỆC THỰC HIỆN TRÊN MÁY BÀO – XỌC

12.3.1. Chế độ cắt khi bào – xọc

Trên hình 12.4 biểu thị các yếu tố cắt khi bào – xọc.



Hình 12.4. Sơ đồ cắt khi bào.

- a) Sơ đồ bào ; b) Sơ đồ xọc.

a) Tốc độ cắt (V). Khi bào là tốc độ trung bình của cả hành trình, được tính như sau :

$$V = \frac{L \cdot k \cdot (1 + m)}{1000} \quad (\text{m/ph})$$

Trong đó : L - hành trình chạy dao (trong đó chứa chiều dài chi tiết bào) (mm).

k - số hành trình đầu bào trong một phút.

m - tỷ số vận tốc hành trình làm việc và vận tốc hành trình chạy không, thường $m = 0,75$.

b) Lượng chạy dao S. Phụ thuộc vào vật liệu gia công, loại dao, chiều rộng lưỡi cắt tham gia... Ví dụ : khi gia công thô vật liệu gang, đồng với chiều sâu cắt $t < 8\text{mm}$ thì $S = 1,6 - 4,0\text{mm}$.

c) Chiều sâu cắt t. Phụ thuộc vào vật liệu gia công, loại dao, tốc độ cắt, lượng chạy dao... ví dụ : khi gia công gang xám, dùng dao thép gió, tốc độ cắt $V = 45\text{m/ph}$, lượng chạy dao $S = 0,28 - 2,0\text{ mm/ht}$ kép thì $t = 1,1 - 2,7\text{ mm}$.

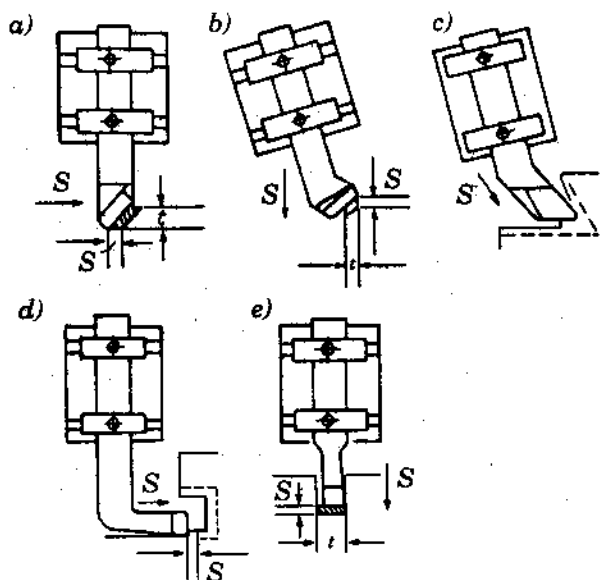
12.3.2. Các công việc thực hiện trên máy bào và đặc điểm khi bào

Bào là phương pháp gia công có tính vạn năng cao. Ngoài mặt phẳng ngang, mặt phẳng đứng, mặt phẳng nghiêng, mặt bậc, các loại rãnh (rãnh vuông, rãnh chữ T, rãnh đuôi én...). Bào được dùng nhiều trong sản xuất đơn chiếc, sửa chữa.

Khi bào thô, đạt độ chính xác cấp 7 - 8, độ bóng đạt cấp 3 - 4.

Bào tinh đạt độ chính xác cấp 4 - 5, độ bóng đạt cấp 4.

Kỹ thuật khi bào cần chú ý : khi bào thô có thể chọn lượng chạy dao và chiều sâu cắt lớn (hình 12.5a), với chi tiết lớn, để tận dụng công suất máy nâng cao năng suất của máy có thể dùng giá dao kẹp nhiều dao để bào. Khi bào tinh thường tiến hành với dao bào tinh rộng bản với chiều sâu cắt không lớn ($t = 0,5 - 1,0\text{mm}$). Khi bào mặt phẳng đứng thường dùng dao bào mặt đầu và đặt nghiêng một góc so với mặt gia công (12.5b). Khi



Hình 12.5. Các phương pháp bào mặt phẳng và bào rãnh.

bào các mặt phẳng nghiêng phải dùng dao bào mặt mút có dạng đặc biệt, hoặc nghiêng bàn dao đi một góc (hình 12.5c). Các rãnh được gia công bằng dao bào cắt dứt đầu cong với bước chạy dao ngang hoặc thẳng đứng (hình 12.5d, e).

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa các chuyển động cơ bản của máy bào – xọc và các yếu tố cắt khi bào.
2. Nêu sự khác nhau giữa máy bào và máy xọc. Công dụng của chúng.
3. Nêu các loại dao bào và công dụng của chúng.

Chương XIII

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY PHAY

13.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GIA CÔNG PHAY

Máy phay có tỷ lệ tương đối lớn trong các nhà máy cơ khí và cũng là loại máy có nhiều chủng loại.

Gia công phay là phương pháp không chỉ đạt năng suất cao mà còn đạt được độ nhẵn bóng, độ chính xác tương đương với gia công tiện (độ chính xác đạt cấp 3– 4, độ bóng đạt cấp 5–6)

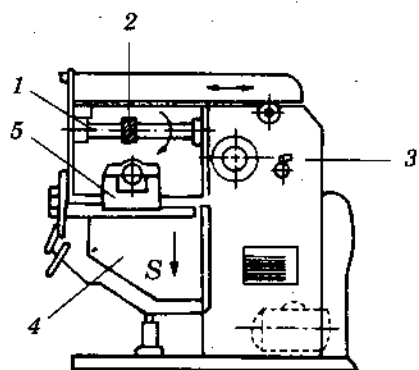
Gia công phay thường dùng gia công các mặt phẳng, các loại rãnh, các dạng bề mặt định hình, một số máy phay chuyên để gia công bánh răng.

13.2. MÁY PHAY VÀ DỤNG CỤ CẮT

13.2.1. Máy phay

Máy phay có chuyển động chính là chuyển động quay của trục chính mang dao phay, chuyển động chạy dao là chuyển tịnh tiến của bàn máy mang chi tiết. Theo tiêu chuẩn Việt Nam máy phay được ký hiệu là chữ P và kèm theo các chữ số, ví dụ : máy phay P82, có nghĩa là : P – máy phay, 8 – nhóm máy phay công xôn nằm ngang, 2 – đặc tính kỹ thuật của máy (có kích thước bàn máy 250×1250).

Máy phay có nhiều loại : máy phay vạn năng, máy phay có công dụng chung, máy phay chép hình, máy phay tổ hợp... Dưới đây giới thiệu một số loại máy phay thông thường :



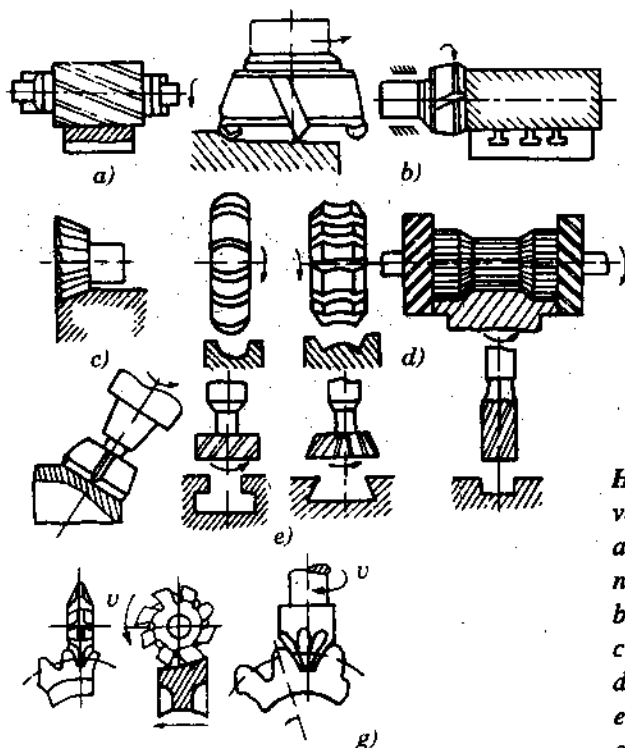
Hình 13.1. Máy phay ngang vạn năng.

Máy phay ngang vạn năng (hình 13.1) : trục chính máy 1 nằm ngang có lắp dao phay (2), thân máy (3) có chứa hộp tốc độ và bộ tay gạt điều khiển, phía dưới có hộp chạy dao (4), bàn máy (5) được trượt trên sòng trượt tạo chạy dao thẳng đứng. Bàn máy được gá đặt chi tiết gia công, có chuyển động chạy dao dọc và chuyển động chạy dao ngang.

Máy phay đứng có trục chính theo phương đứng, do vậy sẽ phải lắp các loại dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay định hình... Máy phay đứng dùng gia công các mặt phẳng ngang lớn, các loại rãnh... Một số máy phay đứng có bàn máy tròn lớn, trên đó có các đồ gá tác dụng nhanh để phay liên tục - khi một vị trí làm việc thì vị trí khác tháo và gá chi tiết.

13.2.2. Dụng cụ cắt

Được gọi là dao phay, hình 13.2, giới thiệu một số loại dao phay và dạng bề mặt chi tiết phay. Dao phay có nhiều loại, như dao phay hình trụ răng thẳng, dao phay trụ răng nghiêng, dao phay trụ răng liến, dao phay đĩa, dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay định hình...



Hình 13.2. Các loại dao phay và sơ đồ cắt.

- a) Dao phay hình trụ răng nghiêng ;
- b) Dao phay mặt đầu răng ghép ;
- c) Dao phay mặt đầu răng liến ;
- d) Dao phay định hình ;
- e) Dao phay ngón phay rãnh ;
- g) Dao phay bánh răng.

13.3. CÁC CÔNG VIỆC THỰC HIỆN TRÊN MÁY PHAY

13.3.1. Chế độ cắt khi phay

a) **Tốc độ cắt V** : là tốc độ vòng của lưỡi cắt, đo theo đường kính ngoài của dao phay và được tính theo công thức :

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

Trong đó : D - đường kính ngoài của dao phay (mm).

n - số vòng quay của dao phay (v/ph).

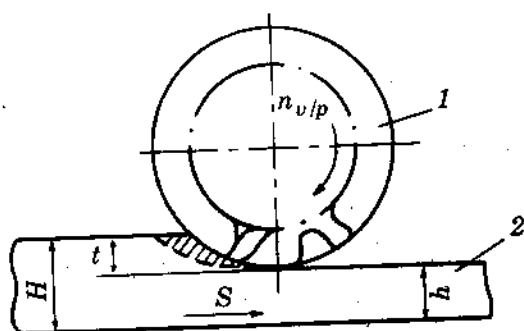
b) **Lượng chạy dao S** : có lượng chạy dao dọc (S_d), chạy dao ngang (S_n) và chạy dao đứng (S_d).

Vì dao phay có nhiều lưỡi cắt nên có thể tính lượng chạy dao cho một răng (S_z), lượng chạy dao vòng (S_v), lượng chạy dao phút (S_{ph}), ta có :

$$S_{ph} = S_v \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n.$$

Trong đó Z là số răng của dao phay, n là số vòng quay/phút

c) **Chiều sâu cắt t** : là khoảng cách giữa bề mặt chưa gia công và bề mặt đã gia công cho một lần chuyển dao, đo theo phương vuông góc với bề mặt đã gia công (hình 13.3).



Hình 13.3. Sơ đồ cắt khi phay :
1. Dao phay ; 2. Chi tiết gia công.

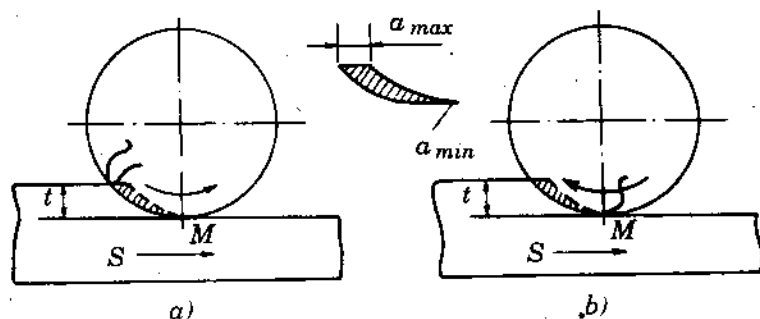
13.3.2. Các phương pháp phay

Khi phay bằng dao phay hình trụ, tùy theo chiều quay của dao và phương dịch chuyển của bàn máy gá đặt phôi (hướng chạy dao), ta có 2 phương pháp phay là phay thuận, phay nghịch.

a) **Phay thuận** (hình 13.4a) : là phương pháp mà tại điểm tiếp xúc M giữa dao và phôi, vectơ vận tốc cắt và phương chạy dao trùng nhau, nghĩa là chiều quay của dao cùng chiều với hướng tiến của phôi tại M . Đặc điểm của phương pháp này là thành phần lực cắt theo phương thẳng đứng sẽ ép phôi xuống bàn máy, nên chi tiết ổn định và bớt rung động trong quá trình cắt. Vì vậy phay thuận dùng cho gia công tinh, nhằm nâng cao năng suất và độ bóng bề mặt gia công. Tuy nhiên khi phay, nếu trên bề mặt phôi có lớp vỏ cứng thì dao dễ bị mẻ vì sự va đập tức thời của dao.

b) **Phay nghịch** (hình 13.4b) : là phương pháp phay có các chuyển động ngược lại với phay thuận. Phay nghịch có đặc điểm : khử được độ rơ giữa bàn

máy với trục vít me, dao ít bị mẻ vì dao cắt từ dưới lên, nên tránh được sự va chạm tức thời của dao. Tuy nhiên, lực cắt gây nên sự mất ổn định của phôi, nên phôi phải được kẹp chặt hơn. Phay nghịch dùng để phay thô, khi đó trên bề mặt phôi thường có lớp vỏ cứng.



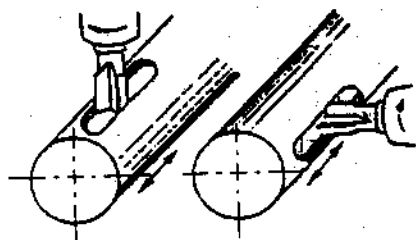
Hình 13.4. Các phương pháp phay :

a) Phay thuận ; b) Phay nghịch.

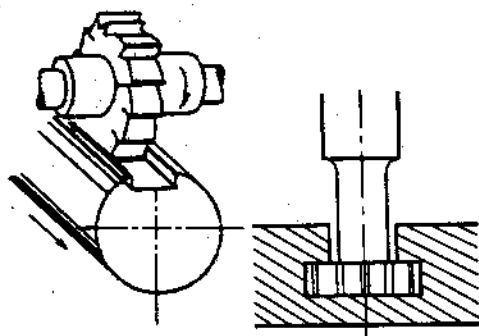
13.3.3. Các công việc hoàn thành trên máy phay

Phay dùng gia công các mặt phẳng ngang, mặt phẳng nghiêng, các loại rãnh mặt định hình...với độ chính xác, độ bóng cao hơn so với bào. Vì vậy trong sản xuất hàng loạt, hàng khối, gia công phay có thể thay thế gia công bào và một phần lớn thay thế cho xọc. Nhìn chung gia công phay, dao cắt liên tục, tốc độ cắt cao và có nhiều biện pháp công nghệ, nên năng suất của phay cao.

Để phay các mặt phẳng, dùng dao phay trụ, dao phay mặt đầu. Khi phay rãnh then bán nguyệt thường dùng dao phay ngón ba mặt (hình 13.5). Phay rãnh chữ nhật, dùng dao phay rãnh chuyên dùng (hình 13.6).



Hình 13.5. Phay rãnh then bán nguyệt.



Hình 13.6. Phay rãnh chữ nhật.

Phay định hình được thực hiện bằng dao định hình. Thông thường trên máy phay ngang dùng phương pháp này để gia công bánh răng hình trụ, răng thẳng bằng dao phay đĩa mô đun hoặc dao phay ngón mô đun.

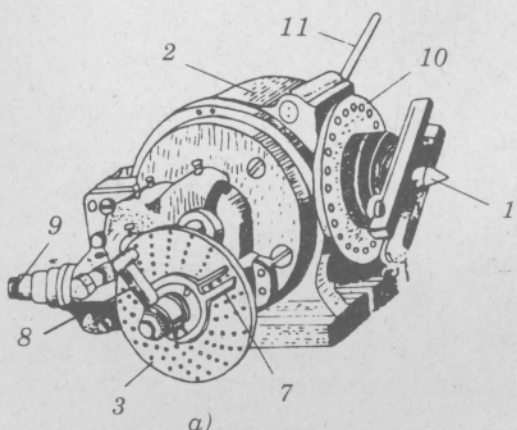
13.4. ĐẦU PHÂN ĐỘ

Đầu phân độ là một đồ gá đặc biệt của máy phay vạn năng, chức năng của nó là chia đều hoặc chia không đều các rãnh gia công trên phôi hình trụ. Do vậy đầu phân độ dùng để phân độ gia công bánh răng, có nghĩa là sau khi gia công xong một rãnh răng, đầu phân độ sẽ thực hiện quay phôi đi một góc răng chính xác, để dao phay mô đun tiếp tục gia công rãnh khác.

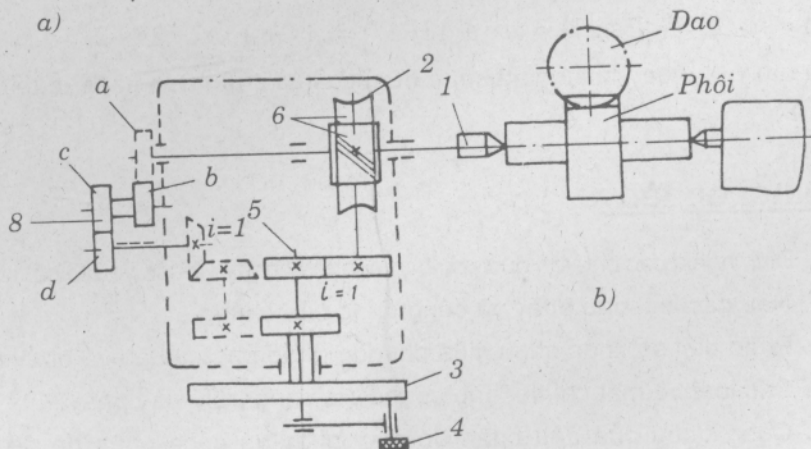
Đầu phân độ có loại đơn giản, có loại vạn năng,... Hình 13.7 giới thiệu hình dáng bên ngoài của đầu phân độ vạn năng và sơ đồ nguyên lý của nó. Trục chính (1) lắp trong vỏ (2), nó có thể quay quanh trục nằm ngang hoặc hướng lên trên 90° và xuống dưới 10° để phân độ các bề mặt côn (như bánh răng côn). Tay quay (4) có chốt để định vị trí trục, đĩa phân độ (3) lồng không trên trục tay quay. Đĩa phân độ là một đĩa tròn, trên hai mặt đĩa có khoan các vòng lỗ cách đều nhau và đồng tâm, ví dụ :

Mặt 1 : có các hàng lỗ : 24, 25, 28, 29, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43.

Mặt 2 : có các hàng lỗ : 46, 47, 49, 50, 54, 57, 58, 59, 62, 66.



- a) Hình dáng bên ngoài đầu phân độ ;
 b) Sơ đồ nguyên lý truyền động của đầu phân độ : 1. Trục chính ; 2. Vỏ ; 3. Đĩa phân độ ; 4. Tay quay ; 5. Bộ truyền bánh răng ; 6. Bộ truyền trục vít - bánh vít ; 7. Nan hoa định vị ; 8. Bộ bánh răng thay thế $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$; 9. Trục bánh răng ; 10. Đĩa chia góc ; 11. Cần hãm.



Hình 13.7. Đầu phân độ trên máy phay.

Trên cơ sở nguyên lý hoạt động của đầu phân độ, phương trình xích truyền động, tính từ tay quay đến trục chính đầu phân độ (tức là đến phôi bánh răng) là :

$$Nt \cdot i_{cd} \cdot K/Z = Nc.$$

Trong đó : Nt - số vòng quay của trục tay quay (4),

Nc - số vòng quay của trục chính mang phôi (1),

i_{cd} - tỷ số truyền của các khâu cố định trong ụ phân độ,

K - số đầu mối của trục vít,

Z - số răng bánh vít.

Từ đó, có khái niệm về đặc tính đầu phân độ, ký hiệu N : là tỷ số truyền giữa số vòng quay của tay quay và số vòng quay của trục chính mang phôi $N = Z/K$. Thông thường các đầu phân độ dùng thực tế có $N = 40, 60$, sẽ hiểu đầu phân độ có $N = 40$, có nghĩa là trục chính của đầu phân độ quay 01 vòng (ứng với 01 vòng bánh răng), thì tay quay phải quay N vòng (tức là 40 vòng). Nhờ vậy dùng đầu phân độ để phân độ đơn giản cho việc gia công bánh răng trên máy phay. Giả sử gia công bánh răng có số răng Z bằng đầu phân độ đặc tính N . Khi phân độ đơn giản, ta phải tìm số vòng tay quay n sau mỗi lần phay xong một răng :

$$n = \frac{N}{Z} = A + \frac{b}{c} = A + \frac{b.m}{c.m} \text{ (vòng)}$$

Trong đó : A - số nguyên vòng chẵn.

b/c - số dư không chia hết,

m - số nguyên chọn sao cho $c.m$ có giá trị đúng bằng số lỗ có trên đĩa phân độ.

Do vậy sau mỗi lần phay xong một răng, ta phải quay tay quay A vòng chẵn và $b.m$ lỗ trên hàng lỗ $c.m$.

Ví dụ. Cần gia công bánh răng có $Z = 27$, dùng đầu phân độ có đặc tính $N = 40$. Số vòng tay quay sau mỗi lần gia công xong một răng là :

$$n = N/Z = (40/27) = (1v + 13/27) = (1v + 13 \times 2 / 27 \times 2) = (1v + 26/54)$$

tức là quay 01 vòng chẵn và thêm một góc chứa 26 lỗ trên hàng lỗ 54 lỗ của đĩa phân độ.

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa các chuyển động cơ bản của máy phay và các yếu tố cắt khi phay.
2. Nêu các loại dao phay và công dụng của chúng.
3. Phân biệt sự khác nhau giữa phương pháp phay thuận và phay nghịch.
4. Các loại bề mặt chi tiết nào có thể gia công trên máy phay ?
5. Công dụng của đầu phân độ máy phay và cách phân độ để gia công bánh răng.

Chương XIV

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG MÀI

14.1. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG MÀI

Mài là phương pháp công nghệ gia công tinh với lượng dư gia công nhỏ. Thường bề mặt các chi tiết trước khi mài đã được gia công thô hoặc bán tinh trên các máy gia công khác, như tiện, phay, bào, khoan... Cũng có thể dùng máy mài để gia công thô, như mài các ba via trên các phôi đúc, phôi rèn, kết cấu hàn...

Khác với các phương pháp gia công cắt gọt đã trình bày ở trên, gia công mài dùng đá mài có cấu tạo đặc biệt nên gia công mài có các đặc trưng riêng sau đây :

Đá mài có nhiều hạt mài, nên trên bề mặt của nó có nhiều lưỡi cắt với hình dạng khác nhau, góc cắt khác nhau (phần lớn các hạt có góc $\gamma < 0$) nên có lực hướng kính lớn.

Vì gia công tinh, nên chiều sâu cắt t rất nhỏ, khi cắt có hiện tượng trượt trên bề mặt, do vậy làm ảnh hưởng đến tính chất của lớp vật liệu bề mặt gia công.

Tốc độ cắt của đá mài có thể thực hiện với giá trị rất lớn (30– 50 m/s).

Hạt mài có khả năng tự bong để tạo ra lưỡi cắt mới sắc hơn và dễ cắt hơn.

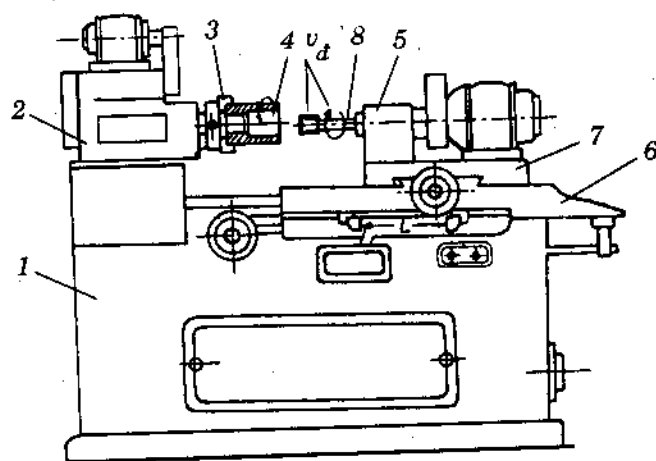
Do có sự trượt của đá mài trên bề mặt khi cắt, nên nhiệt cắt sinh ra lớn (khoảng 1500°C).

Mài là phương pháp gia công làm tăng độ bóng, độ chính xác (độ bóng đạt cấp 8 – 10 ; độ chính xác đạt cấp 2). Mặt khác mài có thể cắt được các bề mặt đã tôi cứng, các loại thép dụng cụ.

14.2. MÁY MÀI VÀ DỤNG CỤ CẮT

14.2.1. Máy mài

Máy mài có chuyển động chính là chuyển động quay của trục chính có lắp đá mài (tức là chuyển động quay của đá mài), chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến của bàn máy gá chi tiết (tức là chuyển động tịnh tiến của chi tiết). Đối với máy mài tròn còn có chuyển động chạy dao vòng (vòng tròn) của chi tiết. Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) máy mài được ký hiệu bằng chữ M và kèm theo các chữ số. Ví dụ : Máy mài M 1.3. có nghĩa là : M- máy mài, số 1- biểu thị nhóm máy mài tròn, số 3- biểu thị đặc tính kỹ thuật của máy.



Hình 14.1. Máy mài tròn trong.

ụ có các cơ cấu truyền động và trục bắt mâm cặp 3 để kẹp chi tiết mài 4; 5 là ụ mài có trục chính 8 lắp đá mài, bàn máy 6 để thực hiện chạy dao dọc, đồng thời trên bàn máy còn có bàn dao ngang 7 để thực hiện chạy dao ngang của đá mài.

14.2.2. Dụng cụ cắt

Dụng cụ cắt của phương pháp mài chính là đá mài, bao gồm các thành phần sau :

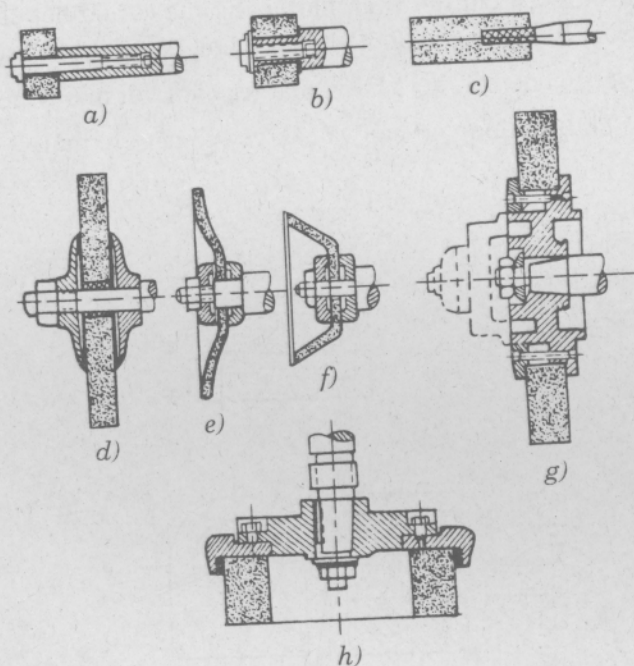
a) **Vật liệu mài** (còn được gọi là hạt mài). Vật liệu mài là thành phần chính của đá mài, đóng vai trò như là những lưỡi dao, làm nhiệm vụ cắt, do đó hạt mài cần có độ cứng, độ bền, độ chịu nhiệt cao. Hạt mài thường dùng loại vật liệu thiên nhiên, như : hạt kim cương, oxit nhôm, cacborun, thạch anh... Tính chất của loại này thường không ổn định, quý hiếm, giá thành cao, nên hiện nay ít sử dụng. Loại vật liệu nhân tạo, như : kim cương nhân tạo, oxit nhôm-điện, cacbit silic, cacbit bo-silic...

b) **Chất dính kết**. Chất dính kết có tác dụng liên kết các hạt mài lại với nhau và định hình dáng đá mài, đồng thời quyết định độ bền, chịu va đập, chịu nhiệt... của đá mài. Chất dính kết thường dùng để chế tạo đá mài là : chất dính kết vô cơ, như keramit, nước silicat..., chất dính kết hữu cơ, như bakelit, vunganhit.

Do được định hình từ hai loại vật liệu trên, nên tổ chức của đá mài là sự tương quan giữa lượng hạt mài, lượng chất dính kết và khoảng rỗng của đá. Độ chính là độ chặt hoặc độ xốp của đá. Đá mài càng chặt thì lượng hạt mài càng lớn. Còn chất dính kết và lỗ rỗng bên trong càng ít và ngược lại. Căn cứ vào tổ chức của đá mài, người ta chia đá mài thành loại đá chặt, đá mài vừa, đá mài xốp.

Máy mài có nhiều loại, các loại thường dùng là : máy mài tròn ngoài, máy mài tròn trong (máy mài lỗ), máy mài phẳng, máy mài không tâm, máy mài dụng cụ cắt, máy mài chuyên dùng... Hình 14.1. là hình dáng bên ngoài của máy mài tròn trong được sử dụng để mài lỗ. Máy gồm các bộ phận chính : 1 - thân máy, 2 - ụ trước, trong

Từ đặc điểm tổ chức của đá mài, mà có khái niệm về độ cứng của đá mài. Độ cứng của đá là đặc tính quan trọng, nó thể hiện khả năng tách (bong) của các hạt mài ra khỏi đá dễ hay khó dưới tác dụng của lực mài. Khi lớp hạt mài ở phía ngoài của đá bị cùn mà không bong ra khỏi đá để nhường cho lớp hạt mài mới ở phía trong ra mài thì gọi là đá mài cứng. Ngược lại, khi hạt mài chưa mòn hết mà đã bong để lớp hạt mài mới làm việc thì gọi là đá mài mềm. Độ cứng của đá mài được chia ra các loại sau : loại đặc biệt mềm, rất mềm, mềm, mềm vừa, cứng vừa, cứng, rất cứng...



Hình 14.2. Các loại đá mài :

- a, b) Đá mài hình trụ mài tròn ngoài ; c) Đá mài lỗ;
d, g) Đá mài hình trụ mài chi tiết lớn ; e) Đá mài hình đĩa
f) Đá mài côn ; h) Đá mài mặt đầu.

14.3. CÁC CÔNG VIỆC THỰC HIỆN TRÊN MÁY MÀI

14.3.1. Chế độ cắt khi mài

Bao gồm các yếu tố sau :

a) **Tốc độ cắt** là tốc độ quay của đá mài trong một đơn vị thời gian, được ký hiệu là V (đặc trưng cho chuyển động chính của máy mài), được tính theo công thức sau :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

c) Hình dáng đá mài :

Thường dùng là hình trụ, hình côn, hình cốc, hình bát, hình đĩa... (hình 14.2). Trên bề mặt của đá có ghi các thông số cơ bản của đá, như : đường kính, tốc độ mài cho phép, kích thước hạt mài, chất dính kết, độ cứng, độ xốp của đá...

Do đá quay với tốc độ rất cao, nên để bảo đảm an toàn thì khi lắp, đá phải được cân bằng và cho quay với tốc độ gấp rưỡi tốc độ lớn nhất cho phép trong thời gian 10 phút, nếu không có sự cố là đạt yêu cầu.

Trong đó D - đường kính ngoài của đá mài (mm),

n - số vòng quay của đá mài trong một phút (vòng/ phút- v/ph).

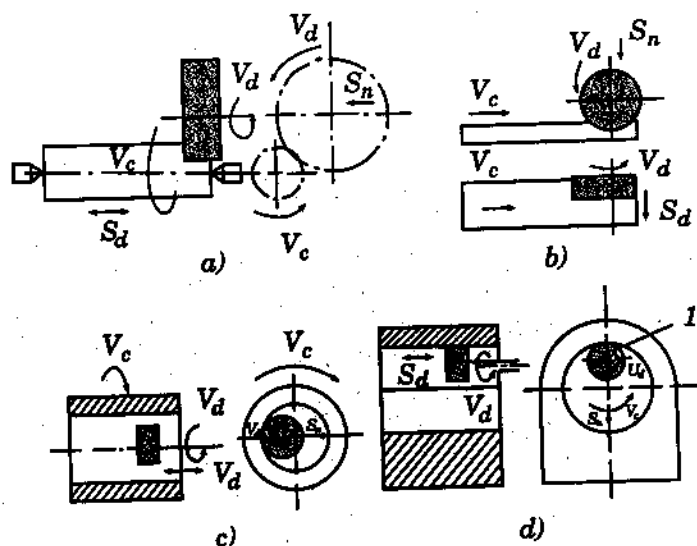
b) Lượng chạy dao : được ký hiệu là S . Trong gia công mài có ba lượng chạy dao :

+ Lượng chạy dao dọc (S_d) được thực hiện do bàn máy mang phôi chuyển động, để mài hết chiều dài chi tiết,

+ Lượng chạy dao ngang (S_n) (với máy mài tròn gọi là lượng chạy dao hướng kính S_k) để mài hết chiều rộng của chi tiết (khi mài phẳng) hoặc mài hết chiều sâu của chi tiết (khi mài tròn, lượng chạy dao này do bộ mang đá mài thực hiện).

+ Lượng chạy dao vòng (S_v) để mài hết chu vi mặt trụ (đối với mài tròn).

Hình 14.3 biểu thị các chuyển động cơ bản và các yếu tố cắt khi mài.

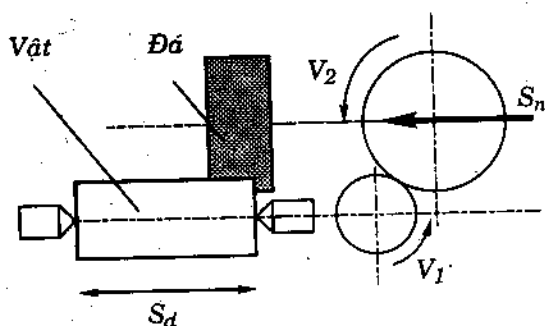


Hình 14.3. Các chuyển động cơ bản và các yếu tố cắt khi mài.

14.3.2. Các phương pháp mài

Khi mài tròn có hai phương pháp mài cơ bản : mài chạy dao dọc (còn gọi chạy dao hướng kính gián đoạn) và mài chạy dao ngang :

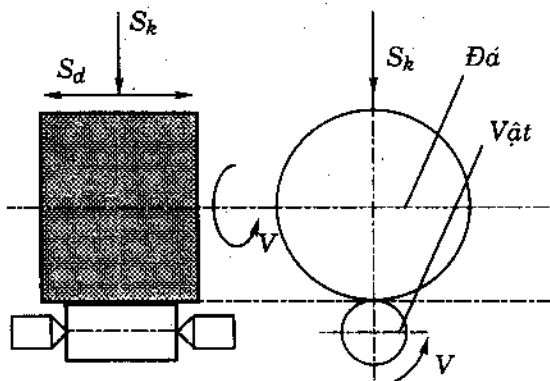
Hình 14.4 biểu thị phương pháp mài có chạy dao dọc hay chạy dao hướng kính gián đoạn. Trong phương pháp này chuyển động chạy



Hình 14.4. Mài có chạy dao dọc

dao hướng kính chỉ được thực hiện ở cuối hành trình sang trái hoặc sang phải sau một hành trình kép của bàn máy mang chi tiết.

Hình 14.5. biểu thị phương pháp mài có lượng chạy dao ngang hay còn gọi là chạy dao hướng kính. Phương pháp này dùng để mài tròn các chi tiết có chiều dài ngắn hơn chiều rộng của đá mài (ví dụ như mài các bậc của các trục bậc, cổ trục của các ổ bi).



Hình 14.5. Mài có chạy dao ngang (chạy dao hướng kính)

Mài là công nghệ gia công chủ yếu để gia công tinh bề mặt kim loại với lượng dư nhỏ, cũng có thể gia công thô, cắt rãnh, cắt đứt, làm sạch, sửa ba via,... có thể gia công vật liệu rất cứng mà các phương pháp khác khó thực hiện.

Mài dùng để gia công các bề mặt trụ, côn, lô, rãnh, góc, mặt phẳng, mặt định hình...

Tùy theo tính chất của nguyên công mài mà độ bóng, độ chính xác gia công khác nhau : Mài thô đạt độ chính xác cấp 4, độ bóng cấp 6, mài tinh đạt độ chính xác cấp 2- 3, với độ bóng cấp 7- 8, mài tinh mỏng có thể đạt độ chính xác cấp 1 và độ bóng cấp 10 - 11.

Câu hỏi ôn tập :

1. Định nghĩa các chuyển động cơ bản của máy mài và các yếu tố cắt khi mài.
2. Các loại đá mài và công dụng của chúng.
3. Đặc điểm của gia công mài so với các công nghệ gia công khác.
4. Các loại máy mài và công dụng của chúng.

Phần V

CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ VỀ KINH TẾ - KỸ THUẬT

Chương XV

CHẤT LƯỢNG CỦA SẢN PHẨM CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

15.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CHẤT LƯỢNG

Trong sản xuất cơ khí, việc quy định chất lượng sản phẩm cơ khí (máy móc, chi tiết máy...) là một công việc rất khó khăn, phức tạp. Trong thực tế, yêu cầu về chất lượng của người tiêu dùng thường rất cao và rất khác nhau, người sản xuất lại thường có khuynh hướng tùy tiện và chạy theo số lượng nên ít chú ý bảo đảm và nâng cao chất lượng. Mặt khác chất lượng sản phẩm cơ khí phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố chủ quan và khách quan như : chất lượng vật liệu, chất lượng máy móc, dụng cụ gia công, phương pháp công nghệ gia công lựa chọn, trình độ tay nghề thợ, phương pháp đo lường đánh giá... Do đó cần phải nghiên cứu để điều hoà những yêu cầu khác nhau của người tiêu dùng với khả năng tối đa của sản xuất mà chọn ra những giải pháp hợp lý nhất về chất lượng cho từng loại sản phẩm trong từng giai đoạn phát triển của nền kinh tế quốc dân và sự phát triển khoa học công nghệ của thế giới. Nhiệm vụ đó phải được giải quyết bằng biện pháp tiêu chuẩn hoá.

Tiêu chuẩn hoá được đánh giá trên nhiều phương diện như : vật liệu, máy gia công, dụng cụ gia công, dụng cụ đo lường....Dưới đây ta đề cập đến các tiêu chuẩn kỹ thuật để đánh giá chất lượng.

15.2. CÁC TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT ĐÁNH GIÁ

Khi vật liệu sản phẩm và phương pháp công nghệ đã được chọn hợp lý, chất lượng sản phẩm cơ khí (chi tiết máy) được đánh giá vào hai yếu tố chủ yếu sau :

15.2.1. Chất lượng bề mặt sản phẩm

Trong thực tế chất lượng bề mặt của chi tiết máy có một ý nghĩa đặc biệt quan trọng để bảo đảm tuổi thọ của chúng. Chất lượng bề mặt chi tiết máy được đánh giá trên các yếu tố sau :

+ Độ nhám bề mặt (còn gọi độ bóng bề mặt),

+ Tính chất cơ lý của lớp bề mặt.

15.2.1.1. Độ nhám bề mặt

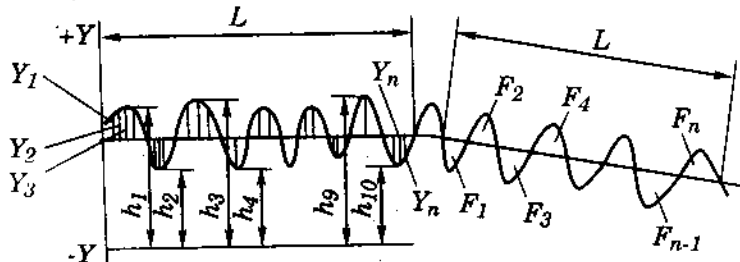
Bề mặt chi tiết sau khi gia công thường không bằng phẳng một cách lý tưởng như trên bản vẽ mà có những nhấp nhô. Những nhấp nhô này là hậu quả của vết dao cắt, của rung động trong quá trình cắt và của nhiều nguyên nhân khác nữa... Để hiểu về độ nhám, cần biết một vài định nghĩa sau :

Bề mặt hình học là bề mặt được xác định bởi các kích thước trên bản vẽ không có nhấp nhô và sai lệch về hình dáng.

Bề mặt thực là bề mặt giới hạn của vật thể, ngăn cách nó với môi trường xung quanh.

Bề mặt đo được là bề mặt nhận được khi đo bề mặt thực bằng các dụng cụ đo lường.

Chiều dài đo chuẩn L là chiều dài phần bề mặt được chọn để đánh giá độ nhấp nhô bề mặt - (hình 15.1).



Hình 15.1. Các thông số của profin bề mặt thực tế.

Độ nhám bề mặt là tập hợp những nhấp nhô có bước tương đối nhỏ trên bề mặt thực, được xét trong phạm vi chiều dài chuẩn L . Chiều dài đo là chiều dài tối thiểu của phần bề mặt cần thiết để xác định một cách tin cậy nhấp nhô bề mặt. Nó bao gồm một số chiều dài chuẩn.

Đường trung bình của profin là đường chia profin đo được sao cho tổng bình phương khoảng cách từ các điểm của profin đến đường đó ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) là nhỏ nhất trong giới hạn chiều dài chuẩn. Đường trung bình của profin được dùng làm chuẩn để xác định các trị số nhấp nhô bề mặt.

Vị trí đường trung bình xác định trên biểu đồ profin đo được như sau : đường trung bình phải chia profin sao cho tổng diện tích các phần nằm giữa profin đo được và đường trung bình là bằng nhau ở 2 phía của đường trung bình trong phạm vi chiều dài chuẩn :

$$F_1 + F_3 + \dots + F_{n-1} = F_2 + F_4 + \dots + F_n.$$

- Sai lệch trung bình số học R_a là trị số trung bình các khoảng cách từ những điểm của profin đo được đến đường trung bình của nó, trong giới hạn chiều dài chuẩn

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx.$$

Tính gần đúng :

$$R_a = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n |Y_i|.$$

Chiều cao nhấp mô trung bình R_z là trị số trung bình của các khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của profin đo được trong giới hạn chiều dài chuẩn :

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

Trong đó $h_1, h_3, \dots, h_9$ và $h_2, h_4, \dots, h_{10}$ là khoảng cách từ các đỉnh cao nhất và các đáy thấp nhất của profin đến một đường bất kỳ song song với đường trung bình.

Tóm lại : độ nhám bề mặt được xác định bằng 1 trong 2 chỉ tiêu sau :

Sai lệch trung bình số học R_a ,

Chiều cao nhấp mô trung bình R_z .

Tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam TCVN 2511-78 quy định 14 cấp độ nhám bề mặt.

Đối với cấp 6 ÷ 12, chủ yếu dùng thông số R_a , còn đối với cấp 13, 14 và cấp 1 ÷ 5 chủ yếu dùng thông số R_z . $R_{a2,5}$; $R_z 20$

Để ký hiệu độ nhám của bề mặt quy định ký hiệu trên bề mặt đó như sau :

✓ , ví dụ $R_{a20}\sqrt{}$, chữ số được tính theo μm .

Ví dụ : khi gia công mặt trụ ngoài bằng phương pháp tiện, đạt độ nhám bề mặt như sau : khi tiện thô đạt độ nhám cấp 2-3 (tương ứng $R_z = 320 \div 160$) ; khi tiện bán tinh đạt độ nhám cấp 3 - 5 (tương ứng $R_z = 80 \div 20$) ; khi tiện tinh đạt độ nhám cấp 6 (tương ứng $R_a = 2,5$).

15.2.1.2. Tính chất cơ lý lớp bề mặt

Nếu chỉ đánh giá chất lượng bề mặt chỉ tiết qua độ nhám bề mặt thì chưa đủ. Trong thực tế đã chứng minh rằng tính chất cơ lý của lớp bề mặt ảnh hưởng đáng kể đến tuổi thọ của chi tiết máy. Sau khi gia công cơ khí, cấu trúc của lớp bề mặt kim loại bao gồm các lớp sau :

a) **Lớp thứ nhất** (lớp ngoài cùng) : là lớp màng mỏng, đó là một màng khí hấp thụ trên bề mặt, lớp này tạo thành rất nhanh chóng khi tiếp xúc với không khí và cũng rất dễ mất đi khi đốt nóng.

b) **Lớp thứ hai** : là lớp bị oxi hoá. Lớp này hình thành do kim loại tiếp xúc với môi trường, bị oxi hoá. Lớp này càng tăng khi bề mặt chi tiết để lâu trong môi trường.

c) *Lớp thứ ba* : là lớp kim loại bị biến dạng, lớp này có chiều dày khá lớn và có độ cứng khá cao. Độ cứng của lớp này càng tăng khi độ biến dạng càng tăng, do vậy lớp này còn gọi là lớp cứng nguội

15.2.2. Chất lượng về độ chính xác gia công

15.2.2.1. Khái niệm về tính lắp lẫn và dung sai

Trong các ngành công nghiệp nói chung và ngành cơ khí nói riêng ngày càng sử dụng nhiều những dây chuyền sản xuất chuyên dùng. Như vậy kỹ thuật và con người mong muốn có năng suất cao, nhưng cũng cần có các chi tiết cùng loại phải có khả năng thay thế cho nhau. Do đó các chi tiết cùng loại phải đạt hai yêu cầu :

+ Khi thay thế cho nhau không cần lựa chọn mà lấy một chi tiết bất kỳ trong các chi tiết cùng loại.

+ Khi thay thế không cần sửa chữa hay gia công gì thêm.

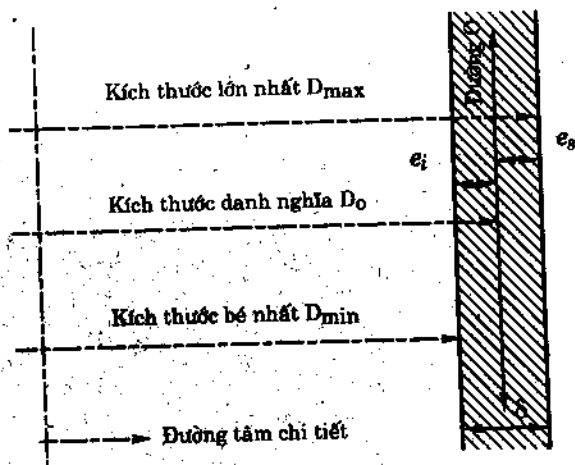
Những chi tiết đạt hai yêu cầu trên là chi tiết có tính lắp lẫn.

Vậy tính lắp lẫn của chi tiết máy hay bộ phận máy là khả năng thay thế cho nhau không cần lựa chọn và sửa chữa mà vẫn bảo đảm được các điều kiện kỹ thuật và kinh tế hợp lý.

Các chi tiết máy có tính lắp lẫn phải bảo đảm yêu cầu kỹ thuật trong bản thiết kế, nói cách khác thực tế hơn là chỉ được sai phạm trong phạm vi cho phép nào đó. Phạm vi cho phép đó gọi là dung sai, ký hiệu là δ (đen ta) – Hình 15.2.

Để đảm bảo yêu cầu làm việc, kích thước của sản phẩm phải nằm giữa hai kích thước giới hạn cho phép (kích thước lớn nhất và kích

thước bé nhất), hiệu hai kích thước này gọi là dung sai : $\delta = D_{\max} - D_{\min}$, hoặc có thể viết $IT = ES(es) + EI(ei)$. ở đây theo tiêu chuẩn Quốc tế (ISO) biểu thị IT, ES, (es), EI, (ei) là ký hiệu cho : dung sai, sai lệch trên, sai lệch dưới và ES, EI biểu thị cho sai lệch kích thước của lỗ, es, ei biểu thị cho sai lệch kích thước của trục.



Hình 15.2. Sơ đồ biểu diễn kích thước và dung sai.

Để thuận tiện cho sử dụng, trên các bản vẽ kỹ thuật, các tài liệu kỹ thuật thường ghi kích thước danh nghĩa của chi tiết có kèm theo dung sai. Ví dụ : đường kính chế tạo của viên bi nghiêng $\phi 60 \pm 0,5$ (có nghĩa là : đường kính danh

nghĩa của viên bi là 60mm, dung sai kích thước đường kính viên bi $\delta = 1,0 \text{ mm}$, tức là $\delta = es + ei = 0,5 + 0,5 = 1,0 \text{ mm}$.

Dung sai có trị số phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa, theo tiêu chuẩn Việt Nam – TCVN 2244– 91, với các kích thước bề mặt tròn đến 3150mm có 19 cấp chính xác, được ký hiệu theo mức chính xác giảm dần là : 01 ; 0 ; 1 ; 2 ; ..., 17.

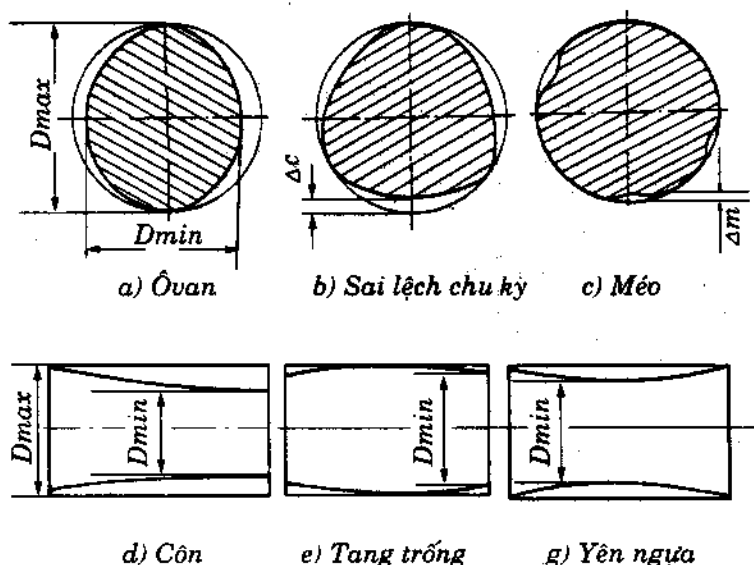
15.2.2.2. Độ chính xác gia công

Độ chính xác gia công của chi tiết là một đặc tính cơ bản của công nghệ chế tạo cơ khí, nhằm đáp ứng yêu cầu đòi hỏi của máy móc là cần độ chính xác để chịu được tải trọng lớn, tốc độ cao, áp lực và nhiệt độ lớn, v.v... Muốn máy móc chính xác trước hết việc gia công từng chi tiết máy phải đạt được độ chính xác thiết kế đề ra.

Độ chính xác gia công là mức độ đạt được khi gia công các chi tiết thực so với độ chính xác thiết kế đề ra. Trong thực tế độ chính xác gia công được biểu thị bằng sai lệch về kích thước và sai lệch về hình dáng. Sai lệch gia công càng lớn tức là độ chính xác gia công càng kém. Độ chính xác gia công được biểu thị bởi 3 yếu tố :

+ Sai lệch về kích thước được biểu thị bằng dung sai,

+ Sai lệch về hình dáng hình học thường chia làm 3 loại : độ phẳng, độ tròn, độ oval – hình 15.3.



Hình 15.3. Các dạng sai số hình học khi gia công.

+ Sai lệch vị trí tương quan giữa các yếu tố hình học của chi tiết. Ví dụ, độ song song giữa bề mặt của hai đường tâm, độ thẳng góc giữa mặt đầu và đường tâm, v.v... hình 15.4 giới thiệu các ký hiệu quy ước và cách ghi trên bản vẽ.

thể đạt được yêu cầu lý tưởng. Hình dáng kích thước thực so với yêu cầu thiết kế có những sai lệch nhất định.

15.2.2.3. Dụng cụ đo lường

Độ chính xác của kích thước trên sản phẩm được đo bằng các dụng cụ đo khác nhau và các phương pháp khác nhau. Những dụng cụ đo lường thường dùng là : thước cặp, thước mét, đường đo, pan me, đồng hồ đo, calip, ... Trong công nghệ tiên tiến còn dùng các dụng cụ đo khác, như đầu đo khí nén, đầu đo quang học, đầu đo siêu âm, lade, v.v.,...

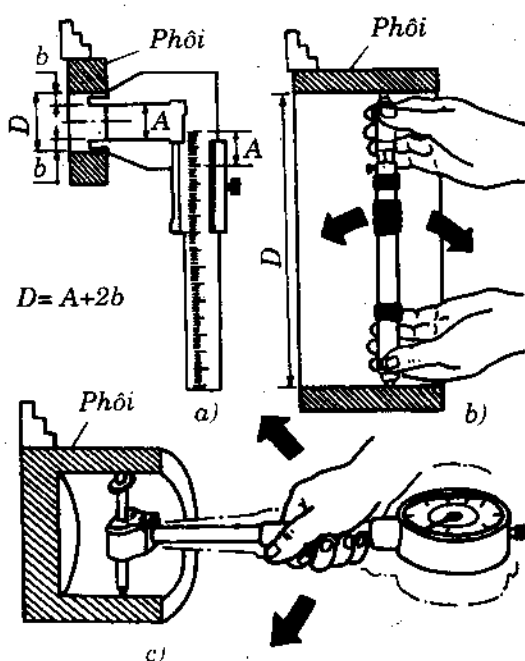
Độ chính xác kích thước đo phụ thuộc vào độ chính xác của dụng cụ đo.

Bằng thước mét dùng đo các chiều dài lớn, như độ dài của trục, khoảng cách các lỗ, v.v...

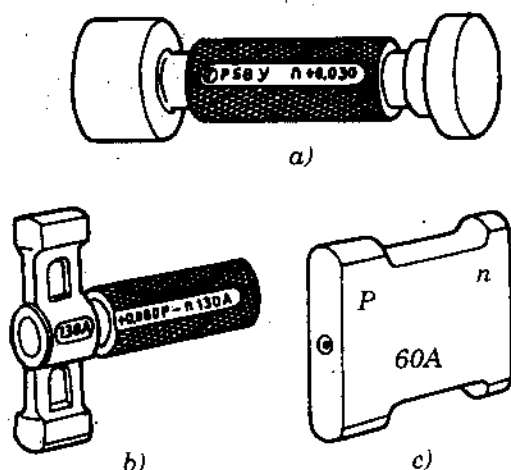
Đo các kích thước không lớn, như đo đường kính các trục, các lỗ người ta dùng thước cặp (hình 15.5), độ chính xác của dụng cụ này khoảng 0,02 – 0,1 mm.

Một loại dụng cụ đo tương đối chính xác để đo các mặt trụ ngoài hoặc các khoảng cách hẹp, đó là pan me. Độ chính xác của pan me là 0,002 – 0,01 mm.

Trong sản xuất hàng loạt lớn trở lên, dùng calip giới hạn để kiểm tra kích thước đường kính lỗ hoặc trục. Calip để đo lỗ gọi là calip nút, đo kích thước ngoài gọi



Hình 15.5. Các dụng cụ kiểm tra kích thước.
a) Thước cặp chính xác 0,05mm; b) Pan me đo lỗ chính xác 0,01mm; c) Đồng hồ đo lỗ chính xác 0,01mm.



Hình 15.6. Các loại calip giới hạn :
a) Calip trục 2 đầu; b) Calip một phía ;
c) Calip phẳng hai đầu.

là calip hàm. Trên mỗi calip giới hạn có hai đầu đo : một đầu là giới hạn kích thước nhỏ nhất cho phép, một đầu là giới hạn kích thước lớn nhất cho phép (hình 15.6). Khoảng giới hạn giữa hai kích thước, đó là dung sai cho phép của kích thước.

Một phương pháp đo có độ nhạy cao và độ chính xác đến 0,01mm, đó là đo bằng đồng hồ so. Bằng dụng cụ đồng hồ đo trên bàn chuẩn có thể đo được nhiều dạng bề mặt, các sai số đo so với chuẩn (hình 15.5c). Đo bằng đồng hồ có thể xác định độ không song song, độ không tròn (ôvan, méo...), độ không đồng tâm v.v...

Câu hỏi ôn tập :

1. Chất lượng bề mặt của chi tiết gia công là gì? Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng bề mặt chi tiết máy.
2. Giải thích ký hiệu Ra20, Rz200 và nêu cách ghi trên bản vẽ chi tiết máy.
3. Định nghĩa dung sai kích thước. Giải thích kích thước sau : $100 \pm 0,2$.
4. So sánh độ chính xác các kích thước sau : $50 \pm 0,1$ và $50 \pm 0,05$.
5. Nêu tên dụng cụ dùng để đo kích thước chiều dài và kích thước đường kính bề mặt chi tiết trục.

Chương XVI

CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ VỀ KINH TẾ KỸ THUẬT

16.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ KỸ THUẬT

Muốn phát triển nhanh nền kinh tế thì phải tăng năng suất lao động và hạ giá thành sản phẩm. Có nhiều biện pháp và phương hướng tăng năng suất lao động và hạ giá thành sản phẩm. Nhưng muốn chọn đúng biện pháp, nhằm đúng hướng thì trước tiên phải có những chỉ tiêu để đánh giá, phân tích năng suất và giá thành, sau đó trên cơ sở phân tích các chỉ tiêu năng suất cũ để đề ra phương hướng tăng năng suất mới và phải có chỉ tiêu để đánh giá năng suất mới. Như vậy chúng ta cần phải hiểu khái niệm về chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và vấn đề năng suất lao động.

Chỉ tiêu về định mức là một chỉ tiêu kinh tế, có ý nghĩa rất lớn đối với việc sử dụng thiết bị một cách có hiệu lực, chống thời gian lãng phí và áp dụng các công nghệ tiên tiến.

Nhiệm vụ căn bản của việc định mức chỉ tiêu kỹ thuật là tìm ra trong hệ thống công việc những nguyên nhân có thể nâng cao năng suất lao động, giảm thời gian chế tạo sản phẩm, do vậy sẽ hạ giá thành sản phẩm.

16.2. CÁC YẾU TỐ ĐÁNH GIÁ VỀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

Qua khái niệm trên, chúng ta thấy : năng suất lao động mới chỉ nói lên được khả năng tạo ra của cải vật chất của những người trực tiếp thực hiện. Nhưng để có được sản phẩm cần có sự đóng góp của rất nhiều người khác, như cán bộ lãnh đạo, cán bộ kỹ thuật, người phục vụ, v.v....

Để tính được sự đóng góp của tất cả mọi người tham gia vào công việc tạo ra sản phẩm, người ta đánh giá qua giá thành.

Giá thành sản phẩm cũng có thể nói là năng suất lao động xã hội, là tất cả chi phí bằng tiền của xã hội trong một đơn vị sản xuất.

Giá thành bao gồm tiền vật liệu, tiền lương công nhân, tiền khấu hao công cụ lao động và tất cả các chi phí khác, như thuế đất, tiền nhà cửa, tiền lương quản lý vật tư, quản lý sản xuất, v.v....

16.3. CÁC BIỆN PHÁP GIẢM GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

Muốn có giá thành sản phẩm thấp (có nghĩa là rẻ) thì trước tiên phải có năng suất lao động cao, nhưng mặt khác phải biết tiết kiệm nguyên vật liệu, sức lao động trực tiếp, gián tiếp, biết sử dụng các thành tựu khoa học kỹ thuật mới, biết tổ chức, quản lý tốt, v.v....

Có hai yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến giá thành ;

Chỉ tiêu về thời gian sản xuất T ; Chỉ tiêu về năng suất N .

16.3.1. Chỉ tiêu về thời gian (T)

Biểu thị thời gian cần thiết và hoàn toàn vừa đủ để hoàn thành một việc nhất định trong những điều kiện sản xuất bình thường của nhà máy, có tính đến kinh nghiệm tiên tiến và nhờ thành tựu mới về khoa học, về tổ chức sản xuất.

Thời gian để hoàn thành việc gia công hàng loạt chi tiết n , có thể viết như sau :

$$T_{ht} = T_{cbkt} + T_{tc} \cdot n \text{ (h, s)}$$

Trong đó : T_{ht} – thời gian hoàn thành cho loạt sản phẩm.

T_{cbkt} – thời gian chuẩn bị kết thúc cho mỗi loạt.

T_{tc} – thời gian gia công từng chiếc cho mỗi nguyên công.

$T_{tc} = T_o + T_p + T_{pv} + T_k$.

T_o – thời gian cơ bản,

T_p – thời gian phụ,

T_{pv} – thời gian phục vụ,

T_k – thời gian nghỉ ngơi và làm những việc sinh lý tự nhiên,

n – số chi tiết gia công / chiếc, cái.

16.3.2. Chỉ tiêu năng suất

Năng suất lao động là số sản phẩm được tính bằng chiếc hoặc quy ra bằng tiền, quy bằng khối lượng sản phẩm mà một công nhân làm việc trên một hoặc một số công cụ nhất định để tạo ra được sản phẩm trong một đơn vị thời gian (giờ, ngày, tháng), ký hiệu là N_c.

Thời gian lao động mà một công nhân với một hoặc một số công cụ lao động cần bỏ ra để tạo một đơn vị sản phẩm tính bằng chiếc, khối lượng (kg, tấn) hay quy đổi thành tiền thì gọi là khối lượng lao động, ký hiệu là T_c.

Ta có :
$$N_c = \frac{1}{T_c}$$

Năng suất lao động đạt được cao trong ngành cơ khí là nhờ các cán bộ kỹ thuật biết sử dụng tốt thành tựu khoa học mới, hiểu biết các phương pháp công nghệ, công cụ..., biết chọn quy trình công nghệ đúng đắn, hiểu rõ công việc mình phụ trách, mà còn hiểu rõ tính chất nguyên vật liệu, hiểu rõ các khâu khác, nhờ trình độ tay nghề của người công nhân, nhờ tổ chức quản lý tốt, nhờ sử dụng công cụ lao động tiến tiến, nhờ mức độ cơ khí hoá và tự động hoá cao.

Câu hỏi ôn tập :

1. Nêu các yếu tố ảnh hưởng đến giá thành của sản phẩm gia công cơ khí.
2. Nêu các biện pháp nâng cao năng suất gia công cơ khí.
3. Cách đánh giá chỉ tiêu năng suất trong gia công cơ khí như thế nào ?

MỤC LỤC

	Trang
Lời giới thiệu	3
Lời nói đầu	4
Bài mở đầu	5
Phần I - VẬT LIỆU DÙNG TRONG CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ	
Chương I. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	3 tiết
1.1. Tính chất chung của kim loại và hợp kim	7
1.2. Cấu tạo của kim loại và hợp kim	10
1.3. Các phương pháp đánh giá tính chất của kim loại và hợp kim	13
Câu hỏi ôn tập	17
Chương II. HỢP KIM SẮT - CACBON	5 tiết
2.1. Khái niệm cơ bản về hợp kim	17
2.2. Các tổ chức của hợp kim Fe-C	18
2.3. Thép cacbon	19
2.4. Gang	21
2.5. Thép hợp kim	24
2.6. Hợp kim cứng	26
Câu hỏi ôn tập	27
Chương III. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MÀU	3 tiết
3.1. Tính chất chung của kim loại màu	28
3.2. Nhôm và hợp kim nhôm	28
3.3. Đồng và hợp kim đồng	31
3.4. Các loại kim loại và hợp kim màu khác	33
Câu hỏi ôn tập	35
Chương IV. VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI	3 tiết
4.1. Chất dẻo	35
4.2. Cao su	36
4.3. Vật liệu Compozit	37
4.4. Dầu - mỡ	38
4.5. Gỗ	39
Câu hỏi ôn tập	40

Phần II - CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI

Chương V. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI ĐÚC	4 tiết
5.1. Khái niệm về quá trình sản xuất đúc	41

5.2. Các phương pháp làm khuôn	42
5.3. Nấu chảy và rót hợp kim đúc	53
5.4. Đặc điểm công nghệ đúc một số hợp kim	57
5.5. Các phương pháp đúc đặc biệt	59
Câu hỏi ôn tập	64
Chương VI. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI BẰNG GIA CÔNG ÁP LỰC	4 tiết
6.1. Khái niệm chung	64
6.2. Công nghệ cán, kéo, ép kim loại	70
6.3. Công nghệ rèn - dập kim loại	76
Câu hỏi ôn tập	83
Chương VII. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO KẾT CẤU HÀN	6 tiết
7.1. Khái niệm chung	84
7.2. Công nghệ hàn hồ quang	88
7.3. Công nghệ hàn điện tiếp xúc	99
7.4. Công nghệ hàn khí và hàn vảy	103
7.5. Khuyết tật hàn và phương pháp kiểm tra khuyết tật mối hàn	110
Câu hỏi ôn tập	111
Phần III - CÔNG NGHỆ BỀ MẶT	
Chương VIII. NHIỆT LUYỆN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	3 tiết
8.1. Khái niệm về nhiệt luyện	112
8.2. Các phương pháp nhiệt luyện	112
Câu hỏi ôn tập	115
Chương IX. HÓA NHIỆT LUYỆN KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	3 tiết
9.1. Khái niệm về hóa nhiệt luyện	115
9.2. Các phương pháp hóa nhiệt luyện kim loại	116
9.3. Các phương pháp công nghệ bề mặt khác	117
Câu hỏi ôn tập	119
Phần IV - CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CẮT GỌT	
Chương X. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TIỆN	5 tiết
10.1. Khái niệm về gia công tiện	120
10.2. Máy tiện và dụng cụ cắt	120
10.3. Các công việc thực hiện trên máy tiện	125
Câu hỏi ôn tập	128
Chương XI. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG KHOAN - DOA	2 tiết
11.1. Khái niệm về gia công khoan - doa	128

11.2. Máy khoan - doa và dụng cụ cắt	128
11.3. Các công việc thực hiện trên máy khoan	131
Câu hỏi ôn tập	133
Chương XII. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY BÀO - XOC	2 tiết
12.1. Khái niệm về gia công bào - xọc	133
12.2. Máy bào - xọc và dụng cụ cắt	133
12.3. Các công việc thực hiện trên máy bào - xọc	135
Câu hỏi ôn tập	137
Chương XIII. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY PHAY	4 tiết
13.1. Khái niệm chung về gia công phay	137
13.2. Máy phay và dụng cụ cắt	137
13.3. Các công việc thực hiện trên máy phay	139
13.4. Đầu phân độ	141
Câu hỏi ôn tập	142
Chương XIV. CÔNG NGHỆ GIA CÔNG MÀI	3 tiết
14.1. Khái niệm về gia công mài	143
14.2. Máy mài và dụng cụ cắt	143
14.3. Các công việc thực hiện trên máy mài	145
Câu hỏi ôn tập	147
Phần V - CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ VỀ KINH TẾ - KỸ THUẬT	
Chương XV. CHẤT LƯỢNG CỦA SẢN PHẨM CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ	3 tiết
15.1. Khái niệm chung về chất lượng	148
15.2. Các tiêu chuẩn kỹ thuật đánh giá	148
Câu hỏi ôn tập	155
Chương XVI. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ VỀ KINH TẾ KỸ THUẬT	3 tiết
16.1. Khái niệm chung về các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật	155
16.2. Các yếu tố đánh giá về giá thành sản phẩm	156
16.3. Các biện pháp giảm giá thành sản phẩm	156
Câu hỏi ôn tập	157

GIÁO TRÌNH VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

Mã số : 7K567T6 - DAI

In 1.500 cuốn khổ 16cm x 24cm. Tại CÔNG TY CỔ PHẦN IN ANH VIỆT
Số 74 ngõ 310 đường Nghi Tàm - Tây Hồ - Hà Nội.
Giấy phép xuất bản : 04 - 2006/CXB/152 - 1860/GD.
In xong và nộp lưu chiểu Quý I năm 2006.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ

HEVOBCO

Địa chỉ : 25 Hàn Thuyên, Hà Nội

**TÌM ĐỌC GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ
TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

1. An toàn điện
2. Kỹ thuật điện
3. Máy điện
4. Kỹ thuật lắp đặt điện
5. Điện dân dụng và công nghiệp
6. Cung cấp điện
7. Đo lường các đại lượng điện và không điện
8. Kỹ thuật điều khiển động cơ điện
9. Điện tử công suất
10. Linh kiện điện tử và ứng dụng
11. Điện tử dân dụng
12. Kỹ thuật số
13. Kỹ thuật mạch điện tử
14. Cơ kỹ thuật
15. An toàn lao động
16. Vẽ kỹ thuật
17. Vật liệu và công nghệ cơ khí
18. Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường
19. Kỹ thuật sửa chữa ô tô, máy nổ
20. Công nghệ hàn (lí thuyết và ứng dụng)
21. Cơ sở kỹ thuật cắt gọt kim loại

Nguyễn Đình Thắng
Đặng Văn Đào
Nguyễn Hồng Thanh
Phan Đăng Khải
Vũ Văn Tâm
Ngô Hồng Quang
Nguyễn Văn Hoà
Vũ Quang Hối
Trần Trọng Minh
Nguyễn Viết Nguyên
Nguyễn Thanh Trà, Thái Vinh Hiến
Nguyễn Viết Nguyên
Đặng Văn Chuyết
Đỗ Sanh
Nguyễn Thế Đạt
Trần Hữu Quế
Hoàng Tùng
Ninh Đức Tồn, Nguyễn Thị Xuân Bảy
Nguyễn Tất Tiến, Đỗ Xuân Kinh
Nguyễn Thúc Hà
Nguyễn Tiến Lương

*Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ty sách - thiết bị trường học
ở địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục :*

**81 Trần Hưng Đạo, 57 Găng Vô, 23 Tràng Tiền, 25 Hàn Thuyên,
210, 237 Tây Sơn - TP. Hà Nội; 15 Nguyễn Chí Thanh - TP. Đà Nẵng;
231 Nguyễn Văn Cừ - Quận 5 - TP. Hồ Chí Minh.**



Giá: 13.200^d