

CHƯƠNG 1

KHÁI NIỆM CHUNG

1.1. THỰC CHẤT VÀ ĐẶC ĐIỂM

1.1.1. Thực chất

Gia công biến dạng là một trong những phương pháp cơ bản để chế tạo các chi tiết máy và các sản phẩm kim loại thay thế cho phương pháp đúc hoặc gia công cắt gọt.

Gia công biến dạng thực hiện bằng cách dùng ngoại lực tác dụng lên kim loại ở trạng thái nóng hoặc nguội làm cho kim loại đạt đến quá giới hạn đàn hồi, kết quả sẽ làm thay đổi hình dạng của vật thể kim loại mà không phá huỷ tính liên tục và độ bền của chúng.

1.1.2. Đặc điểm

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

GCBD là một quá trình sản xuất cao, nó cho phép ta nhận các chi tiết có kích thước chính xác, mặt chi tiết tốt, lượng phế liệu thấp và chúng có tính cơ học cao so với các vật đúc. Gia công biến dạng cho năng suất cao vì có khả năng cơ khí hoá và tự động hoá cao.

1.1.3. Các phương pháp gia công biến dạng

Các phương pháp GCBD : Cán, kéo sợi, ép kim loại, rèn tự do, rèn khuôn, dập tấm.

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

1.2. BIẾN DẠNG ĐÉO CỦA KIM LOẠI

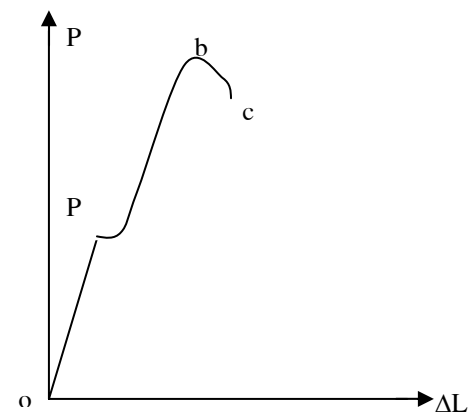
1.2.1. BIẾN DẠNG ĐÉO CỦA KIM LOẠI

a/ Khái niệm về biến dạng của kim loại

Dưới tác dụng của ngoại lực kim loại sẽ biến dạng theo 3 giai đoạn nối tiếp nhau:

Biến dạng đàn hồi: là biến dạng sau khi thôi lực tác dụng, vật trở về hình dáng ban đầu. Quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là tuyến tính tuân theo định luật Hooke. Trên đồ thị là đoạn OP.

Biến dạng dẻo là biến dạng sau khi thôi lực tác dụng không bị mất đi, nó tương ứng với giai đoạn chảy của kim loại.



H.1.1.1. Đồ thị quan hệ giữa lực và biến dạng

Biến dạng dẻo xảy ra khi ứng suất của lực tác dụng lớn hơn giới hạn đàn hồi. Đó là đoạn Pb.

Biến dạng phá huỷ: Khi ứng suất của lực tác dụng lớn hơn độ bền của kim loại thì kim loại bị phá huỷ (điểm c).

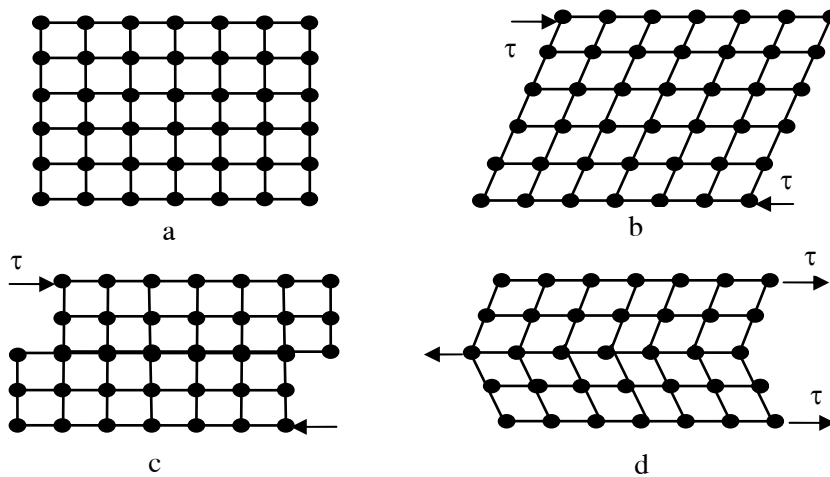
b/ Biến dạng dẻo trong đơn tinh thể

Như chúng ta đã biết, dưới tác dụng của ngoại lực, kim loại biến dạng theo các giai đoạn: biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và biến dạng phá huỷ. Tùy theo cấu trúc tinh thể của mỗi loại, các giai đoạn trên có thể xảy ra với các mức độ khác nhau. Dưới đây sẽ khảo sát cơ chế biến dạng trong đơn tinh thể kim loại, trên cơ sở đó nghiên cứu biến dạng dẻo của các kim loại và hợp kim. Trong đơn tinh thể kim loại, các nguyên tử sắp xếp theo một trật tự xác định, mỗi nguyên tử luôn dao động xung quanh một vị trí cân bằng của nó (a).

Biến dạng đàn hồi: dưới tác dụng của ngoại lực, mạng tinh thể bị biến dạng. Khi ứng suất sinh ra trong kim loại chưa vượt quá giới hạn đàn hồi, các nguyên tử kim loại dịch chuyển không quá một thông số mạng (b), nếu thôi tác dụng lực, mạng tinh thể lại trở về trạng thái ban đầu.

Biến dạng dẻo: khi ứng suất sinh ra trong kim loại vượt quá giới hạn đàn hồi, kim loại bị biến dạng dẻo do trượt và song tinh.

Theo hình thức trượt, một phần đơn tinh thể dịch chuyển song song với phần còn lại theo một mặt phẳng nhất định, mặt phẳng này gọi là mặt trượt (c). Trên mặt trượt, các nguyên tử kim loại dịch chuyển tương đối với nhau một khoảng đúng bằng số nguyên lần thông số mạng, sau dịch chuyển các nguyên tử kim loại ở vị trí cân bằng mới, bởi vậy sau khi thôi tác dụng lực kim loại không trở về trạng thái ban đầu.



H.1.2. Sơ đồ biến dạng trong đơn tinh thể

Theo hình thức song tinh, một phần tinh thể vừa trượt vừa quay đến một vị trí mới đối xứng với phần còn lại qua một mặt phẳng gọi là mặt song tinh (d). Các nguyên tử kim loại trên mỗi mặt di chuyển một khoảng tỉ lệ với khoảng cách đến mặt song tinh.

Các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm cho thấy trượt là hình thức chủ yếu gây ra biến dạng dẻo trong kim loại, các mặt trượt là các mặt phẳng có mật độ nguyên tử cao nhất. Biến dạng dẻo do song tinh gây ra rất bé, nhưng khi có song tinh trượt sẽ xảy ra thuận lợi hơn.

c/ Biến dạng dẻo của Đa tinh thể

Kim loại và hợp kim là tập hợp của nhiều đơn tinh thể (hạt tinh thể), cấu trúc của chúng được gọi là cấu trúc đa tinh thể. Trong đa tinh thể, biến dạng dẻo có hai dạng: biến dạng trong nội bộ hạt và biến dạng ở vùng tinh giới hạt. Sự biến dạng trong nội bộ hạt do trượt và song tinh. Đầu tiên sự trượt xảy ra ở các hạt có mặt trượt tạo với hướng của ứng suất chính một góc bằng hoặc xấp xỉ 45° , sau đó mới đến các mặt khác. Như vậy, biến dạng dẻo trong kim loại đa tinh thể xảy ra không đồng thời và không đồng đều.

Dưới tác dụng của ngoại lực, biên giới hạt của các tinh thể cũng bị biến dạng, khi đó các hạt trượt và quay tương đối với nhau. Do sự trượt và quay của các hạt, trong các hạt lại xuất hiện các mặt trượt thuận lợi mới, giúp cho biến dạng trong kim loại tiếp tục phát triển.

1.2.2. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH DẪO VÀ BIẾN DẠNG CỦA KIM LOẠI

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

a/ ảnh hưởng của thành phần và tổ chức kim loại

Các kim loại khác nhau có kiểu mạng tinh thể, lực liên kết giữa các nguyên tử khác nhau do đó tính dẻo của chúng cũng khác nhau, chẳng hạn đồng, nhôm dẻo hơn sắt. Đối với các hợp kim, kiểu mạng thường phức tạp, xô lệch mạng lớn, một số nguyên tố tạo các hạt cứng trong tổ chức cản trở sự biến dạng do đó tính dẻo giảm. Thông thường kim loại sạch và hợp kim có cấu trúc một pha dẻo hơn hợp kim có cấu trúc nhiều pha. Các tạp chất thường tập trung ở biên giới hạt, làm tăng xô lệch mạng cũng làm giảm tính dẻo của kim loại.

b/ ảnh hưởng của nhiệt độ

Tính dẻo của kim loại phụ thuộc rất lớn vào nhiệt độ, hầu hết kim loại khi tăng nhiệt độ, tính dẻo tăng. Khi tăng nhiệt độ, dao động nhiệt của các nguyên tử tăng, đồng thời xô lệch mạng giảm, khả năng khuếch tán của các nguyên tử tăng làm cho tổ chức đồng đều hơn. Một số kim loại và hợp kim ở nhiệt độ thường tồn tại ở pha kém dẻo, khi ở nhiệt độ cao chuyển biến thù hình thành pha có độ dẻo cao. Khi ta nung thép từ $20\div 100^\circ\text{C}$ thì độ dẻo tăng chậm nhưng từ $100\div 400^\circ\text{C}$ độ dẻo giảm nhanh, độ giòn tăng (đối với thép hợp kim độ dẻo giảm đến 600°C), quá nhiệt độ này thì độ dẻo tăng nhanh.

Ở nhiệt độ rèn nếu hàm lượng cacbon trong thép càng cao thì sức chống biến dạng càng

lớn.

c/ ảnh hưởng của ứng suất dư

Khi kim loại bị biến dạng nhiều, các hạt tinh thể bị vỡ vụn, xô lệch mạng tăng, ứng suất dư lớn làm cho tính dẻo kim loại giảm mạnh (hiện tượng biến cứng). Khi nhiệt độ kim loại đạt từ $0,25 - 0,30T_{nc}$ (nhiệt độ nóng chảy), ứng suất dư và xô lệch mạng giảm làm cho tính dẻo kim loại phục hồi trở lại (hiện tượng phục hồi). Nếu nhiệt độ nung đạt tới $0,4T_{nc}$ trong kim loại bắt đầu xuất hiện quá trình kết tinh lại, tổ chức kim loại sau kết tinh lại có hạt đồng đều và lớn hơn, mạng tinh thể hoàn thiện hơn nên độ dẻo tăng.

d/ ảnh hưởng của trạng thái ứng suất chính

Trạng thái ứng suất chính cũng ảnh hưởng đáng kể đến tính dẻo của kim loại. Qua thực nghiệm người ta thấy rằng kim loại chịu ứng suất nén khối có tính dẻo cao hơn khi chịu ứng suất nén mặt, nén đường hoặc chịu ứng suất kéo. Ứng suất dư, ma sát ngoài làm thay đổi trạng thái ứng suất chính trong kim loại nên tính dẻo của kim loại cũng giảm.

đ/ ảnh hưởng của tốc độ biến dạng

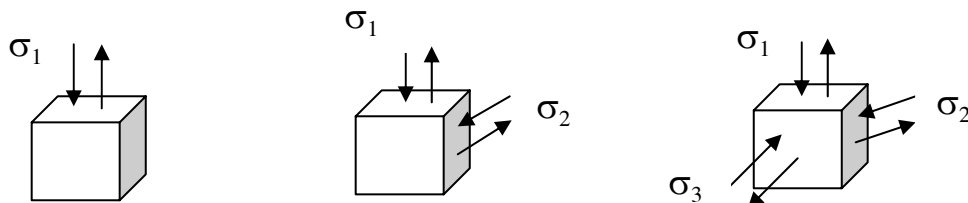
Sau khi rèn dập, các hạt kim loại bị biến dạng do chịu tác dụng mọi phía nên chai cứng hơn, sức chống lại sự biến dạng của kim loại sẽ lớn hơn, đồng thời khi nhiệt độ nguội dần sẽ kết tinh lại như cũ.

Nếu tốc độ biến dạng nhanh hơn tốc độ kết tinh lại thì các hạt kim loại bị chai chưa kịp trở lại trạng thái ban đầu mà lại tiếp tục biến dạng, do đó ứng suất trong khối kim loại sẽ lớn, hạt kim loại bị dòn và có thể bị nứt.

Nếu lấy 2 khối kim loại như nhau cùng nung đến nhiệt độ nhất định rồi rèn trên máy búa và máy ép, ta thấy tốc độ biến dạng trên máy búa lớn hơn nhưng độ biến dạng tổng cộng trên máy ép lớn hơn.

1.2.3. TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT VÀ PHƯƠNG TRÌNH DẪO

Giả sử trong vật hoàn toàn không có ứng suất tiếp thì vật thể chịu 3 ứng suất chính sau:



- Ứng suất đường: $\tau_{max} = \sigma_1/2$; - Ứng suất mặt: $\tau_{max} = (\sigma_1 - \sigma_2)/2$;
- Ứng suất khối: $\tau_{max} = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$; Nếu $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ thì $\tau = 0$ không có biến dạng, ứng suất chính để kim loại biến dạng dẻo là giới hạn chảy σ_{ch} .

Điều kiện biến dạng dẻo:

- Khi kim loại chịu ứng suất đường: $|\sigma_1| = \sigma_{ch}$ tức là $\sigma_{max} = \frac{\sigma_{ch}}{2}$.

- Khi kim loại chịu ứng suất mặt: $|\sigma_1 - \sigma_2| = \sigma_{ch}$.
- Khi kim loại chịu ứng suất khối: $|\sigma_{\max} - \sigma_{\min}| = \sigma_{ch}$.

Các phương trình trên gọi là phương trình dẻo.

Biến dạng dẻo chỉ bắt đầu sau khi biến dạng đàn hồi. Thế năng của biến dạng đàn hồi:

$$A = A_0 + A_h \quad (1.1).$$

Trong đó A_0 - thế năng để thay đổi thể tích vật thể

A_h - thế năng để thay đổi hình dáng vật thể.

Trong trạng thái ứng suất khối, thế năng biến dạng đàn hồi theo định luật Hooke được xác định:

$$A = \frac{\sigma_1 \varepsilon_1 + \sigma_2 \varepsilon_2 + \sigma_3 \varepsilon_3}{2} \quad (1.2)$$

Như vậy biến dạng tương đối theo định luật Hooke:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)] \\ \varepsilon_2 &= \frac{1}{E} [\sigma_2 - \mu(\sigma_1 + \sigma_3)] \\ \varepsilon_3 &= \frac{1}{E} [\sigma_3 - \mu(\sigma_2 + \sigma_1)] \end{aligned} \quad (1.3)$$

Theo (1.2) thế năng của toàn bộ biến dạng được biểu diễn:

$$A = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\mu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)] \quad (1.4)$$

Lượng tăng tương đối thể tích của vật trong biến dạng đàn hồi bằng tổng biến dạng trong 3 hướng vuông góc:

$$\frac{\Delta V}{V} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \frac{(1-2\mu)}{E} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (1.5)$$

Trong đó μ - hệ số Poisson tính đến vật liệu biến dạng; E - mô đun đàn hồi của vật liệu.

Thế năng để làm thay đổi thể tích là:

$$A_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3} = \frac{(1-2\mu)}{6E} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2 \quad (1.6)$$

Thế năng dùng để thay đổi hình dạng của vật thể:

$$A_h = A - A_0 = \frac{(1+\mu)}{6E} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2] \quad (1.7)$$

Vậy thế năng đơn vị để biến hình khi biến dạng đường sẽ là:

$$A_h = \frac{(1+\mu)}{6E} \cdot 2\sigma_{ch}^2 \quad (1.8)$$

Từ (1.7) và (1.8) ta có:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_{ch}^2 = const \quad (1.9)$$

Đây gọi là phương trình dẻo.

Khi cán kim loại dạng tấm, biến dạng ngang không đáng kể, theo (1.3) ta có thể viết:

$$\sigma_2 = \mu(\sigma_1 + \sigma_3) \quad (1.10)$$

Khi biến dạng dẻo (không tính đến đàn hồi) thể tích của vật thể không đổi, vậy: $\Delta V = 0$. Từ (1.6) ta có:

$$\frac{(1-2\mu)}{E}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = 0$$

$$\text{Từ đó: } 1-2\mu = 0 \text{ vậy } \mu = 0,5 \quad (1.11)$$

$$\text{Từ (1.10) và (1.11) ta có: } \sigma_2 = (\sigma_1 + \sigma_3)/2 \quad (1.12)$$

Vậy phương trình dẻo có thể viết:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{2}{\sqrt{3}}\sigma_{ch} \approx 1,15\sigma_{ch} \quad (1.13)$$

Trong trượt tinh khi $\sigma_1 = -\sigma_3$ trên mặt nghiêng ứng suất pháp bằng 0, ứng suất tiếp khi $\alpha = 45^\circ$:

$$\sigma_{\max} = (\sigma_1 + \sigma_3)/2 \quad (1.14)$$

$$\text{So sánh với (1.13) khi } \sigma_3 = -\sigma_1: \sigma_{\max} = \frac{\sigma_{ch}}{\sqrt{3}} = k \approx 0,58\sigma_{ch} \quad (1.15)$$

Vậy ứng suất tiếp lớn nhất là: $K = 0,58\sigma_{ch}$ gọi là hằng số dẻo ở trạng thái ứng suất khối, phương trình dẻo có thể viết:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = 2K = \text{const} = 1,15\sigma_{ch} \quad (1.16)$$

Phương trình dẻo (1.16) rất quan trọng để giải các bài toán trong GCBD.

Tính đến hướng của các ứng suất, phương trình dẻo (1.16) được viết:

$$(\pm\sigma_1) - (\pm\sigma_3) = 2K \quad (1.17)$$

1.3. MỘT SỐ ĐỊNH LUẬT ÁP DỤNG TRONG GIA CÔNG BIẾN DẠNG

1.3.1. Định luật biến dạng đàn hồi tồn tại khi biến dạng dẻo

Khi biến dạng dẻo của kim loại xảy ra đồng thời đã có biến dạng đàn hồi tồn tại. Quan hệ giữa chúng qua định luật Hooke. Khi biến dạng kích thước của kim loại so với kích thước sau khi thôi tác dụng lực khác nhau, nên kích thước của chi tiết sau khi gia công xong khác với kích thước của lỗ hình trong khuôn (vì có đàn hồi).

1.3.2. Định luật ứng suất dư

Trong quá trình biến dạng dẻo kim loại vì ảnh hưởng của các nhân tố như: nhiệt độ không đều, tổ chức kim loại không đều, lực biến dạng phân bố không đều, ma sát ngoài v.v... đều làm cho kim loại sinh ra ứng suất dư. "***Bên trong bất cứ kim loại biến dạng dẻo nào cũng đều sinh ra ứng suất dư cân bằng với nhau***"

Sau khi thôi lực tác dụng, ứng suất dư vẫn còn tồn tại. Khi phân tích trạng thái ứng suất chính cần phải tính đến ứng suất dư.

1.3.3. Định luật thể tích không đổi

" *Thể tích của vật thể trước khi biến dạng bằng thể tích sau khi biến dạng*"

$$H.B.L = h.b.l \rightarrow \ln \frac{H}{h} + \ln \frac{B}{b} + \ln \frac{L}{l} = 0 \rightarrow \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0$$

với: $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ - biến dạng thẳng hoặc ứng biến chính.

Từ các công thức trên ta có kết luận:

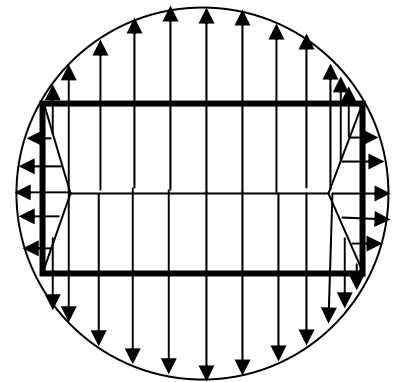
- Khi tồn tại cả 3 ứng biến chính thì dấu của 1 ứng biến chính phải khác dấu với dấu của 2 ứng biến chính kia, và trị số bằng tổng của 2 ứng biến chính kia.

- Khi có 1 ứng biến chính bằng 0, hai ứng biến chính còn lại phải ngược dấu và giá trị tuyệt đối của chúng bằng nhau.

ví dụ: Khi chôn 1 khối kim loại thì độ cao giảm đi ($\delta_1 < 0$) do đó: $\delta_2 + \delta_3 = \delta_1 \rightarrow \frac{\delta_2}{\delta_1} + \frac{\delta_3}{\delta_1} = 1$; Nếu $\frac{\delta_2}{\delta_1} = 0,6$ thì $\frac{\delta_3}{\delta_1} = 0,4$ nghĩa là sau khi chôn có 60% chuyển theo chiều rộng và 40% chuyển theo chiều dài.

1.3.4. Định luật trở lực bé nhất

Trong quá trình biến dạng, các chất điểm của vật thể sẽ di chuyển theo hướng nào có trở lực bé nhất. Khi ma sát ngoài trên các hướng của mặt tiếp xúc đều nhau thì một chất điểm nào đó trong vật thể biến dạng sẽ di chuyển theo hướng có pháp tuyến nhỏ nhất. Khi lượng biến dạng càng lớn tiết diện sẽ chuyển dần sang hình tròn làm cho chu vi của vật nhỏ nhất.



CHƯƠNG 2

NUNG NÓNG KIM LOẠI

2.1. MỤC ĐÍCH NUNG NÓNG

Nung nóng kim loại trước khi GCBD nhằm nâng cao tính dẻo và giảm khả năng chống biến dạng của chúng, tạo điều kiện thuận tiện cho quá trình biến dạng.

Nung nóng kim loại là một trong những khâu quan trọng ảnh hưởng đến tính kinh tế kỹ thuật của sản xuất. Chọn chế độ nung hợp lý sẽ làm tăng cao chất lượng sản phẩm, giảm hao phí kim loại, giảm sức lao động, giảm hao mòn thiết bị và giảm giá thành sản phẩm, nâng cao năng suất lao động.

2.2. MỘT SỐ VẤN ĐỀ XẢY RA KHI NUNG

2.2.1. Nứt nẻ

Hiện tượng nứt nẻ xuất hiện bên ngoài hoặc bên trong kim loại.

Nguyên nhân: Do ứng suất nhiệt sinh ra vì sự nung không đều, tốc độ nung không hợp lý v.v... ứng suất nhiệt này cùng với ứng suất dư sẵn có của phôi (cán, đúc) khi vượt qua giới hạn bền của kim loại sẽ gây ra nứt nẻ. (Đối với thép thường xảy ra nứt nẻ ở $t^0 < 800^0\text{C}$).

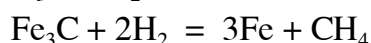
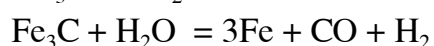
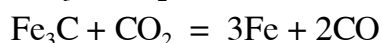
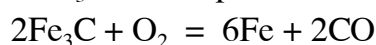
2.2.2. Hiện tượng ôxyhoá

Kim loại khi nung trong lò, do tiếp xúc với không khí, khí lò nên bề mặt nó dễ bị ôxyhoá và tạo nên lớp vảy sắt. Sự mất mát kim loại đến 4 ÷ 6%, còn làm hao mòn thiết bị, giảm chất lượng chi tiết v.v... Quá trình ôxy hoá xảy ra do sự khuyết tán của nguyên tử ôxy vào lớp kim loại và sự khuyết tán của nguyên tử kim loại qua lớp ôxyt ở mặt ngoài vật nung để tạo thành 3 lớp vảy sắt: FeO-Fe₃O₄-Fe₂O₃.

Nhiệt độ nung trên 570⁰c lớp vảy sắt tăng mạnh và trên 1000⁰c lớp vảy sắt dày đặc phủ kín mặt ngoài vật nung, nhiệt độ tiếp tục tăng lớp ôxyt này bị cháy, đồng thời tạo nên lớp ôxyt mới. Ôxyt hoá có thể do ôxy đưa vào, hoặc do khí CO₂, H₂O tách ra.

2.2.3. Hiện tượng mất cacbon

Hiện tượng mất cacbon của mặt ngoài vật nung làm thay đổi cơ tính của chi tiết, có khi tạo nên cong vênh, nứt nẻ khi tôi. Khí làm mất C là O₂, CO₂, H₂O, H₂... Chúng tác dụng với cacbít sắt Fe₃C của thép:



Tác dụng mạnh nhất là H₂O rồi đến CO₂, O₂, H₂...

Quá trình mất C ngược với quá trình ôxy hoá và xảy ra trên bề mặt kim loại cùng một lúc với ôxy hoá. Tốc độ của hai quá trình khác nhau. Bắt đầu nung tốc độ mất C nhanh sau đó giảm dần, còn tốc độ ôxy hoá thì ngược lại. Khi tốc độ ôxy hoá lớn hơn tốc độ mất C thì lớp mất C giảm đi.

Hợp lý nhất là cần tạo nên lớp ôxyhoá mạnh hơn lượng mất cacbon. Lớp mất cacbon bắt đầu phát triển khi $t^0 = 600 \div 800^0\text{C}$ và tăng khi nhiệt độ tăng. Lượng mất C tăng khi thời gian tăng nhưng tốc độ mất C giảm.

Để giảm sự mất C có thể dùng chất sơn phủ lên bề mặt vật nung. Hiện nay hay dùng chất sơn sau đây hoà với nước hoặc với cồn etyl: $60\% \text{SiO}_2 + 15\% \text{Al}_2\text{O}_3 + 11,2\% \text{CaO} + 4,4\% \text{MgO} + 5\% (\text{K}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}) + 0,8\% \text{Fe}_2\text{O}_3$.

2.2.4. Hiện tượng quá nhiệt

Nếu nhiệt độ nung quá cao thì hạt ôstenit càng lớn làm cho tính dẻo của kim loại giảm nhiều, có thể tạo nên nứt nẻ khi gia công hoặc giảm tính dẻo của chi tiết sau này. Đối với thép cacbon nhiệt độ quá nhiệt dưới đường đặc khoảng 150^0 trở lên ($t^0_{\text{qn}} > t^0_{\text{đặc}} - 150^0\text{C}$). Nếu thời gian giữ ở nhiệt độ quá nhiệt càng lâu hạt ôstenit càng lớn thì kim loại càng kém dẻo. Hiện tượng này được khắc phục bằng phương pháp ủ. Ví dụ: Thép cacbon ủ ở $750 \div 900^0\text{C}$, nhưng với thép hợp kim thì rất khó khăn.

2.2.5. Hiện tượng cháy

Khi kim loại nung trên nhiệt độ quá nhiệt (gần đường đặc) vật nung bị phá huỷ tinh giới của các hạt do vùng tinh giới bị ôxy hoá mãnh liệt. Kết quả làm mất tính liên tục của kim loại, dẫn đến phá huỷ hoàn toàn độ bền và độ dẻo của kim loại. Khi cháy kim loại sẽ phát sáng và có nhiều tia lửa bắn ra. Sau khi bị cháy thì kim loại bị vứt đi hoặc chặt ra từng khúc để nấu lại.

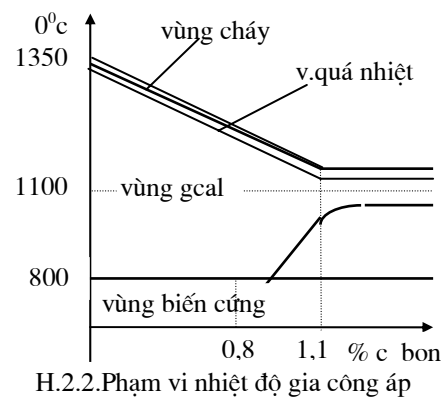
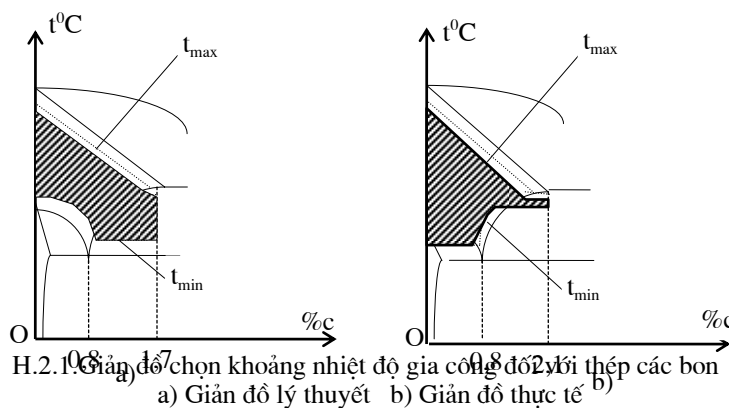
2.3. CHẾ ĐỘ NUNG KIM LOẠI

2.3.1. Chọn khoảng nhiệt độ nung

Yêu cầu:

- Đảm bảo kim loại dẻo nhất. Kim loại biến dạng tốt và hao phí ít nhất.
- Chất lượng vật nung phải được bảo đảm.

Đối với thép cacbon dựa trên giản đồ Fe-C để chọn khoảng nhiệt độ GCBD.



Trong thực tế có thể chọn nhiệt độ nung khi gia công áp lực theo phạm vi nhiệt độ như hình trên.

Trong sản xuất để xác định khoảng nhiệt độ của các kim loại và hợp kim thường dùng bảng. Đối với công nhân trong điều kiện thiếu dụng cụ đo có thể xác định nhiệt độ theo màu sắc khi nung.

Ví dụ: đối với thép khi nung màu sẽ sáng dần từ màu đỏ xẫm (500⁰c) đến sáng trắng (1250⁰c).

2.3.2. Thời gian nung

Chế độ nung hợp lý cần đảm bảo nung kim loại đến nhiệt độ cần thiết trong một thời gian cho phép nhỏ nhất. Nhiệt độ phải phân bố đều trên toàn bộ tiết diện phôi. Quá trình nung có 3 hình thức: Đối lưu (khi $t^0 < 600^0\text{c}$ thì đối lưu là chủ yếu), bức xạ (khi $t^0 > 600^0\text{c}$ thì bức xạ là chủ yếu), truyền nhiệt (cả quá trình nung). Thời gian nung từ nhiệt độ bình thường đến nhiệt độ ban đầu gia công có thể chia thành 2 giai đoạn:

Giai đoạn nhiệt độ thấp: Thời gian nung giai đoạn này cần dài, tốc độ nung chậm, nếu không kim loại dễ nứt nẻ hoặc biến dạng. Tốc độ nung này gọi là: “*tốc độ nung cho phép*” và có thể tính theo công thức:

$$K = \frac{5,6\lambda \cdot \sigma}{\beta E \cdot r^3} \quad (^\circ\text{c/giờ}).$$

K - Tốc độ nung σ - Giới hạn bền.. λ - Hệ số dẫn nhiệt.

E - Modul đàn hồi. β - Hệ số nở dài. r - Bán kính phôi hình trụ.

K chủ yếu phụ thuộc vào λ còn các thông số kia không đáng kể.

Giai đoạn nhiệt độ cao: (850⁰c đến nhiệt độ bắt đầu gia công)

Khi nhiệt độ vậ nung trên 850⁰c tính dẻo tăng, tốc độ oxy hoá mạnh. Tốc độ nung ở giai đoạn này không phụ thuộc nhiều vào hệ số dẫn nhiệt nữa, vì thế có thể tăng nhanh tốc độ nung nhằm tăng năng suất nung, giảm lượng oxy hoá và cháy cacbon, hạn chế sự lớn lên của các hạt kim loại, giảm hao phí nhiên liệu.vv...Tốc độ nung của giai đoạn này gọi là “*tốc độ nung kỹ thuật*”, nó phụ thuộc vào cách xếp phôi, độ dài phôi v.v...

2.4. THIẾT BỊ NUNG KIM LOẠI

Để nung kim loại khi gia công áp lực người ta sử dụng nhiều loại lò nung khác nhau. Chúng được phân loại theo nguồn cấp nhiệt (nhiên liệu hoặc điện năng), tính chất hoạt động (chu kỳ hoặc liên tục) và kết cấu lò (lò buồng, lò giếng ...).

2.4.1. Lò rèn thủ công

Lò rèn thủ công có kết cấu đơn giản nhưng nung nóng không đều, cháy hao lớn, khó khống chế nhiệt độ, năng suất và hiệu suất nhiệt thấp, chủ yếu dùng trong các phân xưởng nhỏ.

Không khí thổi theo cửa gió 1 theo ống dẫn qua ghi lò 5 để đốt cháy nhiên liệu 4 (than) trong buồng lò 3 (được cường lực nhờ vỏ lò bằng thép 2), bụi và khói theo nón 6 qua ống khói 7 ra ngoài. Lò này đơn giản, rẻ tiền nhưng không khống chế được nhiệt độ, năng suất nung thấp, hao tổn kim loại nhiều, nhiệt độ vật nung không đều v.v...chỉ dùng trong các phân xưởng sửa chữa để nung vật nhỏ.

2.4.2. Lò buồng (lò phản xạ)



Là lò có nhiệt độ khoảng không gian công tác của lò đồng nhất. Lò buồng là một buồng kín, khống chế được nhiệt độ nung, có thể xếp nhiều phôi, sự hao phí kim loại ít, phôi không trực tiếp tiếp xúc với nhiên liệu.

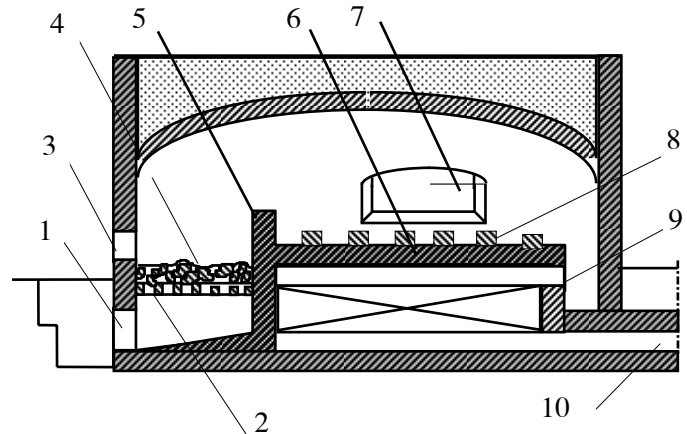
Lò buồng thuộc loại lò hoạt động chu kỳ, có thể dùng nhiên liệu (than đá, khí đốt, dầu) hoặc điện trở. Trên hình sau trình bày sơ đồ một lò buồng dùng nhiên liệu rắn.

Kim loại chất vào lò và lấy ra bằng cửa công tác 7. Nhiên liệu rắn đặt trên ghi lò 2 sau khi đốt nhiệt lượng nung nóng buồng đốt và vật nung 8.

Khí cháy sẽ theo kênh khói 9 và thoát qua cống khói 10 ra ngoài. Sự điều chỉnh nhiệt độ bằng cách điều chỉnh lượng nhiên liệu và lượng gió.

Ưu điểm của lò buồng: nhiệt độ nung khá đồng đều, kim loại không tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa nên cháy hao giảm, thao tác vận hành dễ.

Nhược điểm chủ yếu là lò làm việc theo chu kỳ, tổn thất nhiệt do tích nhiệt cao. Lò buồng thích hợp với các phân xưởng sản lượng tương đối lớn.

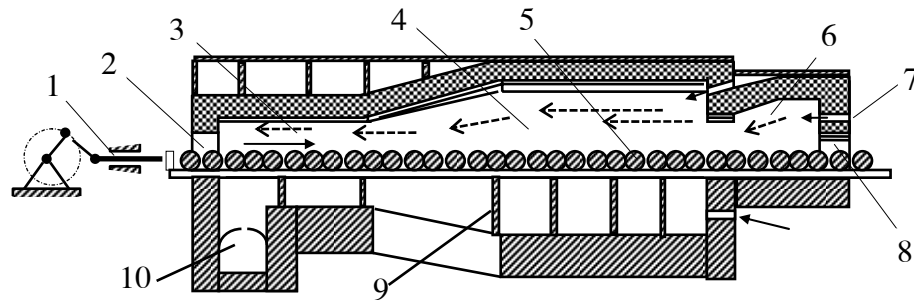


H.2.4. Lò buồng dùng nhiên liệu rắn
1- cửa lấy xỉ; 2- ghi lò; 3- cửa vào than; 4- than; 5- tường ngăn; 6- sàn lò; 7- cửa công tác; 8- phôi nung; 9- bộ thu hồi nhiệt; 10- cống khói.

2.4.3. Lò nung liên tục

Đó là loại lò mà nhiệt độ trong không gian làm việc của nó tăng dần từ cửa chất phôi đến cửa lấy phôi ra. Lò này thường dùng khí nung thép hợp kim, nung thép cán. Nhiên liệu thường dùng là khí đốt. Lò gồm hai buồng chính: Buồng nung sơ bộ và buồng nung đến nhiệt độ cần thiết. Kiểm tra và điều chỉnh nhiệt độ thực hiện từng buồng. Phôi di chuyển bằng băng truyền cơ khí phẳng, nghiêng hoặc là quay đáy lò. Phôi được chuyển vào buồng nung sơ bộ (300÷700°C) sau đó chuyển qua buồng nung

chính (1250÷1400°C) qua buồng giữ nhiệt và lấy ra theo cửa lò. Trên hình sau trình bày sơ đồ nguyên lý của một lò nung liên tục ba vùng.



H.2.5. Lò buồng liên tục

1-Cơ cấu đẩy phôi, 2-Cửa nạp phôi, 3-Vùng đồng nhiệt, 4- Vùng nung
5-Vật nung, 6-Vùng nung, 7- Mỏ phun, 8-Cửa ra, 9-Thanh đỡ, 10-Ống khói

Phôi nung được cấp vào qua cửa (2), nhờ cơ cấu đẩy (1) dịch chuyển dần ra phía cửa ra (8). Các mỏ đốt (7) đốt cháy nhiên liệu tạo thành khí lò chuyển động ngược chiều chuyển động của phôi nung. Trong vùng nung (6) phôi được nung nóng chậm, vùng (4) phôi được nung nóng nhanh, còn vùng (3) là vùng đồng nhiệt.

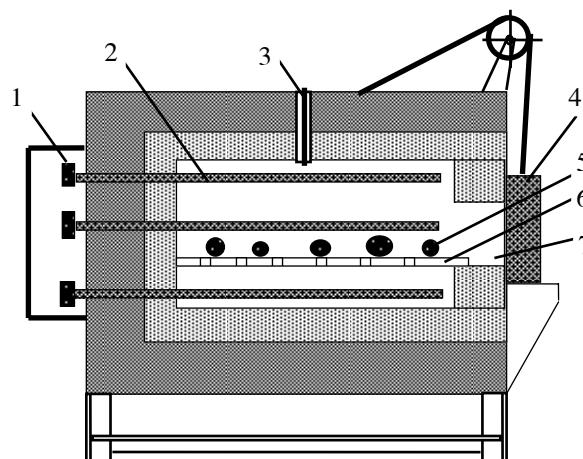
Ưu điểm cơ bản của lò nung liên tục là năng suất cao, hoạt động liên tục phù hợp với các dây chuyền sản xuất liên tục. Lò nung liên tục được sử dụng chủ yếu trong các xưởng sản lượng lớn, các nhà máy cán.

2.4.4. Lò dùng năng lượng Điện

Thường dùng để nung vật nhỏ, vật quan trọng bằng kim loại màu. Lò điện có ưu điểm là khống chế nhiệt độ nung chính xác (sai số: ±5°C), chất lượng vật nung cao, ít hao tổn kim loại, thời gian nung nhanh, nhưng đắt tiền do thiết bị phức tạp và tổn năng lượng điện. Vì thế nên chỉ dùng những vật nung yêu cầu kỹ thuật cao, nhất là các kim loại quý.

Lò điện trở:

Là loại lò thông dụng nhất. Có thể thay dây điện trở bằng các cực than.



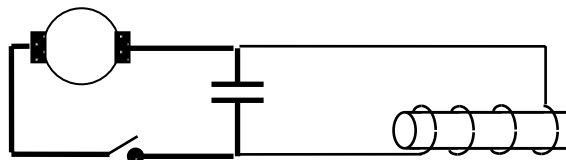
H.2.6. Lò điện trở

1- Đầu nối điện
2- dây điện trở
3- nhiệt kế
4- nắp đậy
5- phôi nung
6- ghi lò
7- cửa lò

Lò cảm ứng: Dùng trong sản xuất hàng loạt lớn. Chất lượng vật nung tốt nhất, dễ cơ khí hoá và tự động hoá. Cho dòng điện cao tần (được tạo nên bởi máy phát cao tần) thì trong vật nung sẽ phát sinh dòng điện cảm ứng và do hiệu ứng mặt ngoài nên dòng điện cảm ứng chủ yếu phân bố trên mặt ngoài và làm vật nóng lên. Chiều

dày được nung nóng của chi tiết được tính:
$$\Delta = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \text{ (mm).}$$

Trong đó: Δ - bề dày chi tiết được nung;
 ρ - điện trở riêng của vật nung (ôm.mm).
 μ - hệ số từ thẩm tương đối;
 f - tần số dòng điện (Hz).



Nung trực tiếp: Cho dòng điện cường độ lớn trực tiếp chạy qua vật nung. Chủ yếu dùng nung vật để uốn lò xo.

2.5. SỰ LÀM NGUỘI SAU KHI GIA CÔNG BIẾN DẠNG

Sau khi GCBD vật nguội dần có sự thay đổi thể tích, thay đổi thành phần cấu trúc, thay đổi độ hạt v.v...Mặt khác lớp kim loại ở ngoài nguội nhanh bên trong nên giảm thể tích nhanh hơn, do đó lớp ngoài bị kéo và lớp trong bị nén, gây nên ứng suất lớn dẫn đến nứt nẻ bên trong hoặc trên bề mặt vật gia công, cũng có thể gây nên biến dạng làm cho kích thước và hình dáng của vật thay đổi. Có 3 phương pháp làm nguội:

2.5.1. Làm nguội tự nhiên:

Khi làm nguội ngoài không khí tĩnh, chỗ đặt vật phải khô ráo, không có gió thổi. Tốc độ nguội tương đối nhanh nên thường dùng đối với thép carbon và hợp kim thấp có hình dáng đơn giản.

2.5.2. Làm nguội trong hòm chứa vôi, cát, xỉ, than vụn.v.v...:

Tốc độ làm nguội không cao, nhiệt độ vật trước khi đưa vào hòm khoảng 500÷750°C. Dùng để nung các loại thép cacbon và hợp kim thấp có hình dáng phức tạp.

2.5.3. Làm nguội trong lò:

Nhiệt độ lò được khống chế theo từng giai đoạn.

Ví dụ: Từ 900 đến 800°C cho nguội nhanh (25°C/giờ) để tránh phát triển hạt, sau đó cho nguội chậm hơn (15°C/giờ) đến nhiệt độ 100°C cho nguội ngoài không khí. Chủ yếu dùng thép công cụ, thép hợp kim cao và thép đặc biệt có hình dáng phức tạp.

Nhiệt độ của vật trước khi bỏ vào lò để làm nguội tối thiểu là 500÷700°C.

CHƯƠNG 3

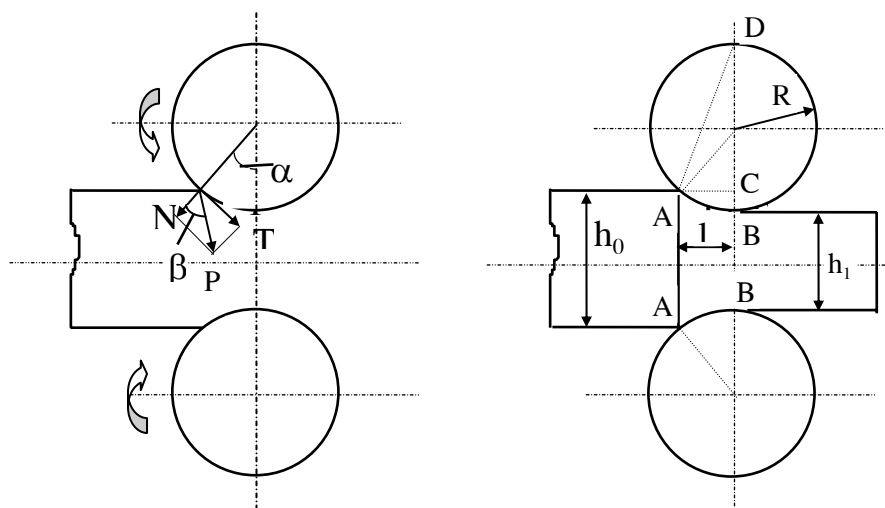
CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BIẾN DẠNG

3.1. CÁN KIM LOẠI

3.1.1. Thực chất của quá trình cán

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

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



H.3.1. Sơ đồ cán kim loại

Khi cán dùng các thông số sau để biểu thị:

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

$$\mu = \frac{l_1}{l_2} = \frac{F_0}{F_1}$$

- Lượng ép tuyệt đối: $\Delta h = (h_0 - h_1)$ (mm).
- Quan hệ giữa lượng ép và góc ăn:

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

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

$$\Delta l = l_1 - l_0$$

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

$$\Delta b = b_1 - b_0$$

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

Điều kiện để kim loại có thể cán được gọi là điều kiện cán vào. Khi kim loại tiếp xúc với trục cán thì chúng chịu hai lực: phản lực N và lực ma sát T, nếu hệ số ma sát giữa trục cán và phôi là f thì:

$$T = N \cdot f \Rightarrow f = \operatorname{tg}\beta.$$

Vì β là góc ma sát, nên: $T/N = \operatorname{tg}\beta = f$

Lực N và T có thể chia thành 2 thành phần: nằm ngang và thẳng đứng:

$$N_x = N \sin\alpha \quad T_x = T \cdot \cos\alpha = N \cdot f \cdot \cos\alpha$$

$$N_y = N \cdot \cos\alpha \quad T_y = T \cdot \sin\alpha$$

Thành phần lực thẳng đứng có tác dụng làm kim loại biến dạng, còn thành phần nằm ngang có tác dụng kéo vật cán vào hoặc đẩy ra.

Để có thể cán được, phải thoả mãn điều kiện:

$$T_x > N_x$$

$$f \cdot N \cdot \cos\alpha > N \cdot \sin\alpha ; \operatorname{tg}\beta > \operatorname{tg}\alpha \text{ hoặc } \beta > \alpha$$

Nghĩa là hệ số ma sát f phải lớn hơn tg của góc ăn α . Hoặc góc ma sát lớn hơn góc ăn. Khi vật cán đã vào giữa trục cán thì góc ăn nhỏ dần đến khi vật cán đã hoàn toàn vào giữa trục cán thì góc ăn chỉ còn bằng 1/2. Hiện tượng này gọi là ma sát thừa. Để đảm bảo điều kiện cán vào cần tăng hệ số ma sát trên bề mặt trục cán.

3.1.2. Sản phẩm cán

Sản phẩm cán được sử dụng rất rộng rãi trong tất cả các ngành kinh tế quốc dân như: ngành chế tạo máy, cầu đường, công nghiệp ô tô, máy điện, xây dựng, quốc phòng... bao gồm kim loại đen và kim loại màu. Sản phẩm cán có thể phân loại theo thành phần hoá học, theo công dụng của sản phẩm, theo vật liệu... Tuy nhiên, chủ yếu người ta phân loại dựa vào hình dáng, tiết diện ngang của sản phẩm và chúng được chia thành 4 loại chính sau:

a. Thép hình

Là loại thép đa hình được sử dụng rất nhiều trong ngành Chế tạo máy, xây dựng, cầu đường... và được phân thành 2 nhóm:

- Thép hình có tiết diện đơn giản

Bao gồm thép có tiết diện tròn, vuông, chữ nhật, dẹt, lục lăng, tam giác, góc..



① Thép tròn có đường kính $\phi = 8 - 200$ mm, có khi đến 350 mm.

② Thép dây có đường kính $\phi = 5 \div 9$ mm và được gọi là dây thép, sản phẩm được cuộn thành từng cuộn.

③ Thép vuông có cạnh $a = 5 \div 250$ mm.

④ Thép dẹt có cạnh của tiết diện: $h \times b = (4 \div 60) \times (12 \div 200)$ mm².

⑤ Thép tam giác có 2 loại: cạnh đều và không đều:

- Loại cạnh đều: $(20 \times 20 \times 20) \div (200 \times 200 \times 200)$.

- Loại cạnh không đều: $(30 \times 20 \times 20) \times (200 \times 150 \times 150)$

- **Thép hình có tiết diện phức tạp:** Đó là các loại thép có hình chữ I, U, T, thép đường ray, thép hình đặc biệt.



H.3.3. Các loại thép hình phức tạp

b. Thép tấm

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

- **Thép tấm dày:** $S = 4 \div 60$ mm; $B = 600 \div 5.000$ mm; $L = 4000 \div 12.000$ mm

- **Thép tấm mỏng:** $S = 0,2 \div 4$ mm; $B = 600 \div 2.200$ mm.

- **Thép tấm rất mỏng (thép lá cuộn):** $S = 0,001 \div 0,2$ mm; $B = 200 \div 1.500$ mm; $L = 4000 \div 60.000$ mm.

c. Thép ống

Được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp dầu khí, thủy lợi, xây dựng... Chúng được chia thành 2 nhóm:

- **Ống không hàn:** là loại ống được cán ra từ phôi thổi ban đầu có đường kính $\phi = 200 \div 350$ mm; chiều dài $L = 2.000 \div 4.000$ mm.

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

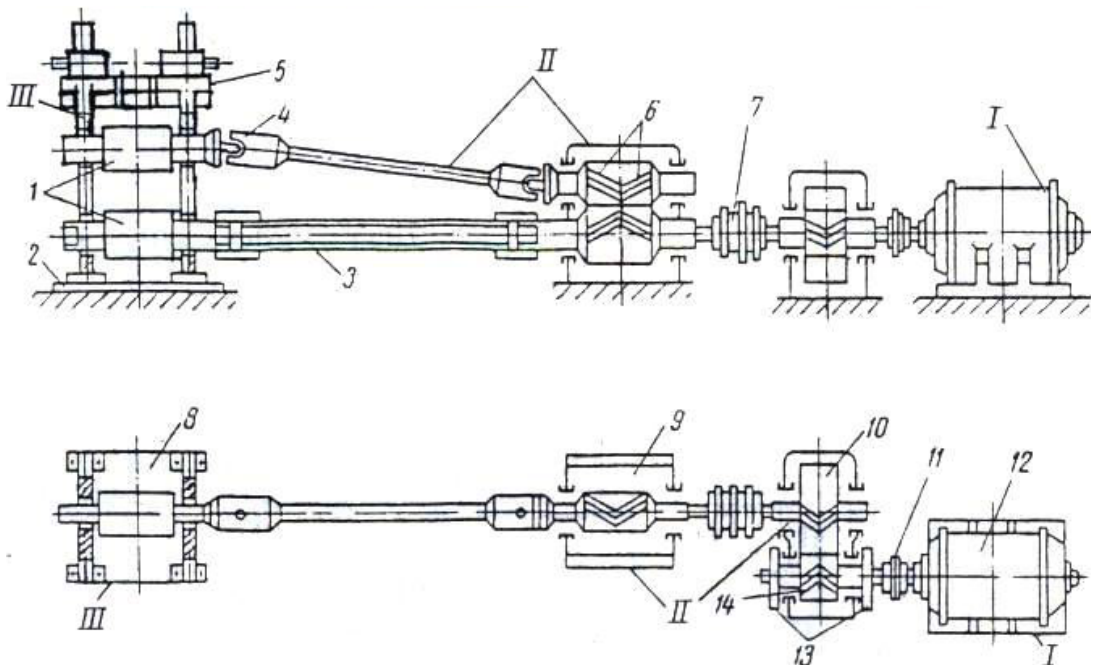
d. Thép có hình dáng đặc biệt

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



3.1.3. máy cán

a/ Các bộ phận chính của máy cán



H.3.5. Sơ đồ máy cán

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

Máy cán gồm 3 bộ phận chính dùng để thực hiện quá trình công nghệ cán.

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

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

- **Nguồn năng lượng:** là nơi cung cấp năng lượng cho máy, thường dùng các

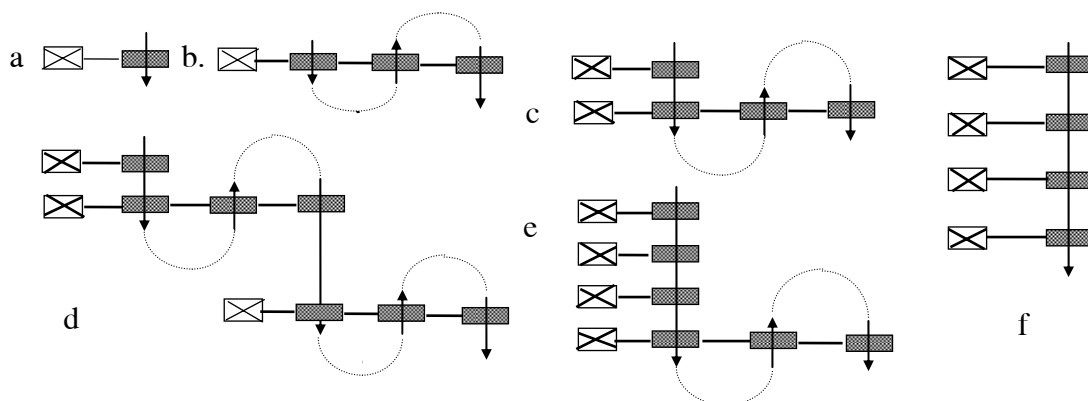
loại động cơ điện một chiều và xoay chiều hoặc các máy phát điện.

b/ Phân loại máy cán

- Phân loại theo công dụng:

- ① Máy cán phá: dùng để cán phá từ thép đúc gồm có máy cán phôi thổi Blumin và máy cán phôi tấm Slabin.
- ② Máy cán phôi: đặt sau máy cán phá và cung cấp phôi cho máy cán hình và máy cán khác.
- ③ Máy cán hình cỡ lớn: gồm có máy cán ray-dầm và máy cán hình cỡ lớn.
- ④ Máy cán hình cỡ trung.
- ⑤ Máy cán hình cỡ nhỏ (bao gồm cả máy cán dây thép).
- ⑥ Máy cán tấm (cán nóng và cán nguội).
- ⑦ Máy cán ống.
- ⑧ Máy cán đặc biệt.

- Phân loại theo cách bố trí giá cán



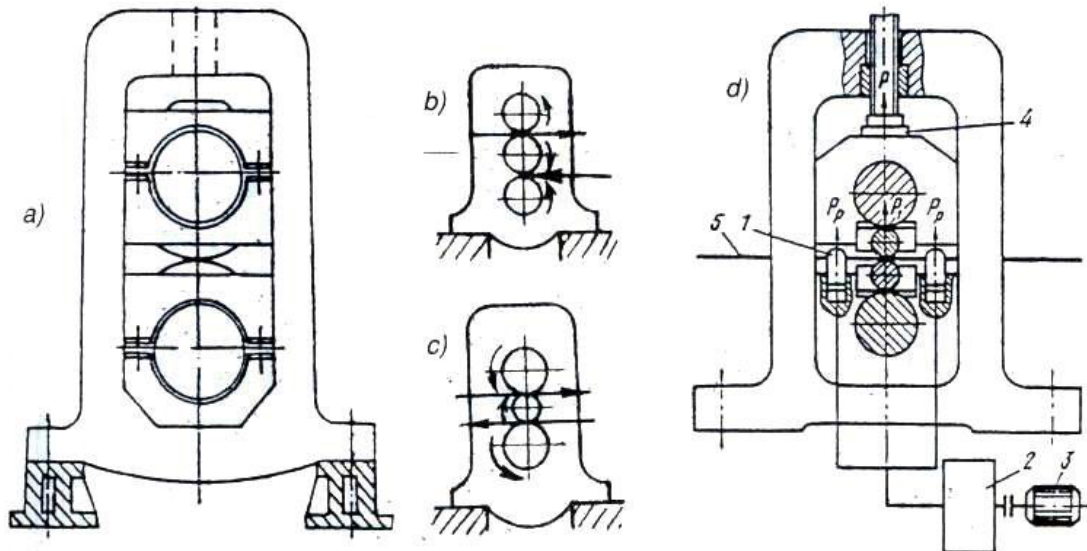
H.3.6- Phân loại máy cán theo cách bố trí giá cán

a-máy cán đơn, b-máy cán một hàng, c-máy cán hai cấp, d-máy cán nhiều cấp, e-máy cán bán liên tục, f-máy cán liên tục.

- ① Máy có một giá cán (máy cán đơn a): loại này chủ yếu là máy cán phôi thổi Blumin hoặc máy cán phôi 2 hoặc 3 trục.
- ② Máy cán bố trí một hàng (b) được bố trí nhiều lỗ hình hơn.
- ③ Máy cán bố trí 2 hay nhiều hàng (c, d) có ưu điểm là có thể tăng dần tốc độ cán ở các giá sau cùng với sự tăng chiều dài của vật cán.
- ④ Máy cán bán liên tục (e): nhóm giá cán thô được bố trí liên tục, nhóm giá cán tinh được bố trí theo hàng. Loại này thông dụng khi cán thép hình cỡ nhỏ.
- ⑤ Máy cán liên tục (f): các giá cán được bố trí liên tục, mỗi giá chỉ thực hiện một lần cán. Đây là loại máy có hiệu suất rất cao và ngày càng được sử dụng rộng rãi. Bộ truyền động của máy có thể tập trung, từng nhóm hay riêng lẻ. Trong máy cán liên tục phải luôn luôn đảm bảo mối quan hệ: $F_1 \cdot v_1 = F_2 \cdot v_2 = F_3 \cdot v_3 = F_4 \cdot v_4 \dots = F_n \cdot v_n$; trong đó F và v là tiết diện của vật cán và vận tốc cán của các giá cán tương ứng.

- Phân loại theo số lượng và sự bố trí trục cán

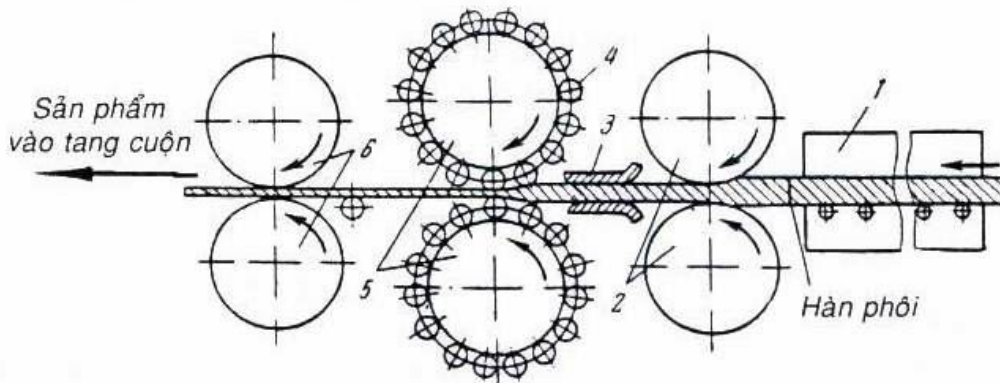
- ① Máy cán 2 trục đảo chiều: sau một lần cán thì chiều quay của trục lại được quay ngược lại. Loại này thường dùng khi cán phá, cán phôi, cán tấm dày.
- ② Máy cán 2 trục không đảo chiều: dùng trong cán liên tục, cán tấm mỏng.
- ③ Máy cán 3 trục: có loại 3 trục cán có đường kính bằng nhau và loại 3 trục thì 2 trục bằng nhau còn trục giữa nhỏ hơn gọi là máy cán Layma.
- ④ Máy cán 4 trục: gồm 2 trục nhỏ làm việc và 2 trục lớn dẫn động được dùng nhiều khi cán tấm nóng và nguội.



H.3.7. Các loại giá cán

a: Giá cán 2 trục; b: giá cán 3 trục; c: Giá cán 3 trục lauta; d: Giá cán 4 trục

- ⑤ Máy cán nhiều trục: Dùng để cán ra các loại thép tấm mỏng và cực mỏng. Máy có 6 trục, 12 trục, 20 trục v.v... có những máy đường kính công tác nhỏ đến 3,5 mm để cán ra thép mỏng đến 0,001 mm.
- ⑥ Máy cán hành tinh: Loại này có nhiều trục nhỏ tựa vào 2 trục to để làm biến dạng kim loại. Máy này có công dụng là cán ra thành phẩm có chiều dày rất mỏng từ phôi dày; Mỗi một cặp trục nhỏ sau mỗi lần quay làm chiều dày vật cán mỏng hơn một tí.



H.3.8. Sơ đồ máy cán hành tinh

1: Lò nung liên tục; 2: Trục cán phá (chủ động); 3: Máy dẫn phôi (dẫn hướng); 4: Trục cán hành tinh; 5: Trục tựa; 6: Trục là sản phẩm.

Vật cán đi qua nhiều cặp trục nhỏ thì chiều dày mỏng đi rất nhiều. Phôi ban

đầu có kích thước dày $S = 50 \div 125$ mm, sau khi qua máy cán hành tinh thì chiều dày sản phẩm có thể đạt tới $1 \div 2$ mm.

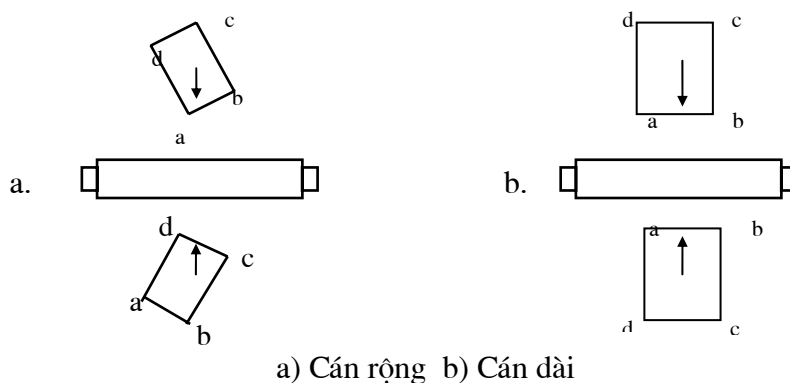
⑦ Máy cán vận năng: loại này trục cán vừa bố trí thẳng đứng vừa nằm ngang. Máy dùng khi cán dầm chữ I, máy cán phôi tấm ...

⑧ Máy cán trục nghiêng: dùng khi cán ống không hàn và máy ép đều ống

3.1.4. Công nghệ cán một số thép thông dụng

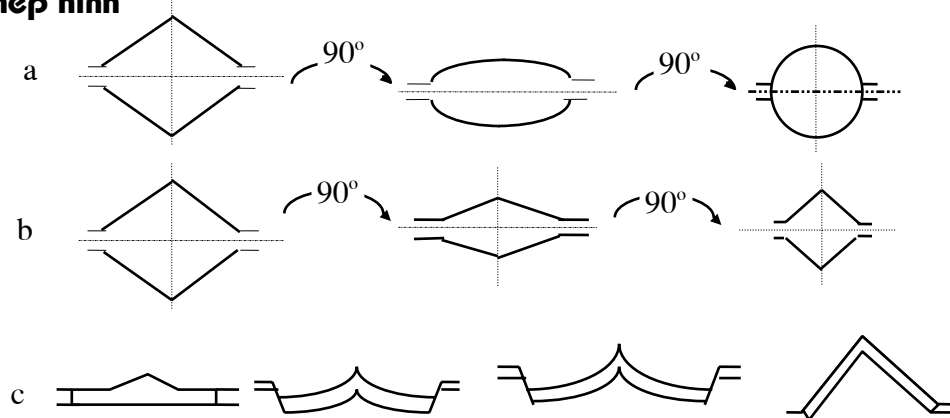
a/ Cán thép tấm:

Cán thép tấm dày: Khi cán thép tấm dùng trục cán tròn, thường qua hai công đoạn: đầu tiên là cán rộng (a), tiếp theo là cán dài (b). Khi cán rộng, phôi đưa vào theo góc nghiêng so với đường tâm trục cán, còn khi cán dài phôi được đưa vào thẳng góc. Cán thép tấm dày có thể dùng máy cán hai trục hoặc 3 trục.



Cán thép tấm mỏng: Có thể cán ở trạng thái nóng hoặc nguội. Cán nóng thường tiến hành trên máy cán liên tục hay bán liên tục có vận tốc đến 15 m/s. Kim loại sau khi cán nóng tiếp tục cán nguội để được chiều dày nhỏ hơn. Khi cán nguội thường dùng chất bôi trơn và cán trên máy 2, 3, 5 trục v.v... Vì cán nguội tồn tại hiện tượng biến cứng nên phải ủ trung gian giữa các lần cán trong lò có môi trường bảo vệ hoặc lò trung tính.

b/ Cán thép hình



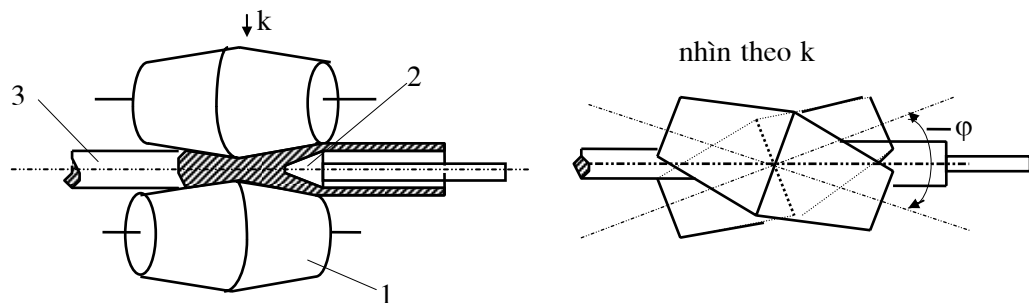
H.3.9. Sơ đồ cán một số thép hình thường qua nhiều lần cán với trục cán hình, các bước cán từ trái phải hình với các trục hình có biên

dạng khác nhau như: lỗ hình vuông, lỗ hình chữ nhật, lỗ hình thoi, lỗ hình ô-van,... còn cán tinh, lỗ hình có biên dạng của sản phẩm. Hình sau trình bày sơ đồ cán một số loại thép hình đơn giản.

c/ Cán ống:

Khi cán ống không có mối hàn (a), phôi ban đầu là thép tròn, máy cán có hai trục cán, mỗi trục có hai phần hình nón cụt ngược nhau, quay cùng chiều và đặt chéo nhau trong không gian một góc $\varphi = 4 \div 6^\circ$.

Trong quá trình cán, phôi vừa chuyển động quay, vừa chuyển động tịnh tiến dọc trục của nó. ở vùng biến dạng, tâm của phôi bị biến dạng nhiều và chịu ứng suất kéo nén thay đổi liên tục làm xuất hiện các vết nứt và tạo thành lỗ, sau đó lỗ được mũi xoáy sửa lại biên dạng. Sau khi cán thô, ống được đưa qua nguyên công tu chỉnh để sửa chính xác đường kính trong và ngoài.



H.3.10. Sơ đồ cán ống không có mối hàn

1) Trục cán 2) Mũi xoáy 3) Phôi

Khi cán ống có mối hàn, dùng thép tấm cắt thành dải sau đó cán để cuộn thành ống và hàn giáp mối cạnh dọc theo chiều trục của ống.

3.2. KÉO KIM LOẠI

3.2.1. Thực chất, Đặc điểm và công dụng

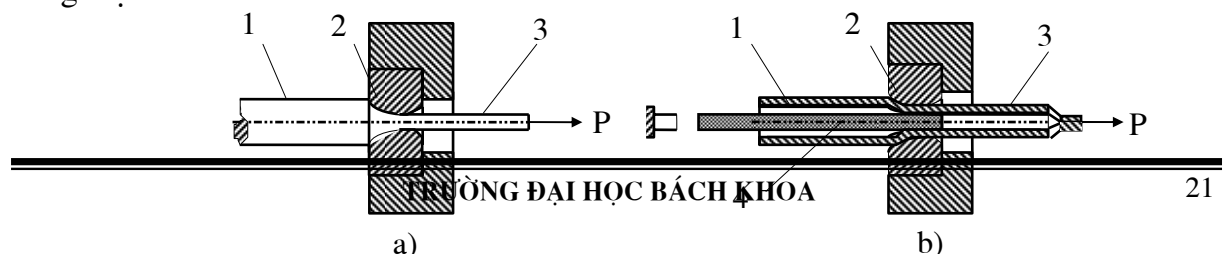
Thực chất: Kéo sợi là quá trình kéo phôi kim loại qua lỗ khuôn kéo làm cho tiết diện ngang của phôi giảm và chiều dài tăng. Hình dáng và kích thước của chi tiết giống lỗ khuôn kéo.

Đặc điểm:

- Kéo sợi có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc trạng thái nguội.
- Kéo sợi cho ta sản phẩm có độ chính xác cấp 2÷4 và độ bóng $\nabla 7 \div \nabla 9$.

Công dụng:

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



a)

b)

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

3.2.2. Quá trình kéo sợi

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

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

d_0, d_1 - đường kính sợi trước và sau khi kéo (mm).

σ - giới hạn bền của kim loại (N/mm²); α - góc nghiêng của lỗ khuôn.

p - áp lực của khuôn ép lên kim loại (N/mm²). f - hệ số ma sát.

Kéo sợi có thể kéo qua một hoặc nhiều lỗ khuôn kéo nếu tỷ số giữa đường kính phôi và đường kính sản phẩm vượt quá hệ số kéo cho phép. Số lượt kéo có thể được tính toán như sau:

$$d_1 = \frac{d_0}{k}; d_2 = \frac{d_1}{k} = \frac{d_0}{k^2}; d_n = \frac{d_{n-1}}{k} = \frac{d_0}{k^n}$$

$$k^n = \frac{d_0}{d_n} \Rightarrow n \lg k = \lg d_0 - \lg d_n; \text{ ta có: } n = \frac{\lg d_0 - \lg d_n}{\lg k}$$

Lực kéo sợi phải đảm bảo:- Đủ lớn để thắng lực ma sát giữa kim loại và thành khuôn, đồng thời để kim loại biến dạng.

- Ứng suất tại tiết diện đã ra khỏi khuôn phải nhỏ hơn giới hạn bền cho phép của vật liệu nếu không sợi sẽ bị đứt.

$$\text{Lực kéo sợi có thể xác định: } P = \sigma \cdot F_1 \cdot \lg \frac{F_0}{F_1} (1 + f \cot g \alpha) \quad (\text{N})$$

σ - Giới hạn bền của kim loại lấy bằng trị số trung bình giới hạn bền của vật liệu trước và sau khi kéo.

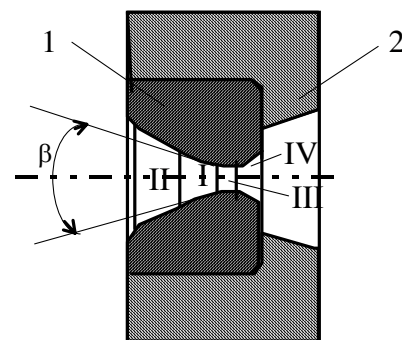
F_0, F_1 - tiết diện trước và sau khi kéo (mm²); f - hệ số ma sát giữa khuôn và vật liệu.

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

3.2.3. Dụng cụ và thiết bị kéo sợi

a/ Khuôn kéo:

Khuôn kéo sợi gồm khuôn (1) và đế khuôn (2), biên dạng lỗ hình của khuôn gồm 4 phần: đoạn côn (I) là phần làm việc chính của khuôn có góc côn $\beta = 24^\circ \div 36^\circ$ (thường dùng nhất là 26°), đoạn côn vào (II) có góc côn 90° là nơi để phôi vào và chứa chất bôi trơn, đoạn thẳng (III) có tác dụng định kính và đoạn côn thoát phôi (IV) có góc côn 60° để sợi ra dễ dàng không bị xước.



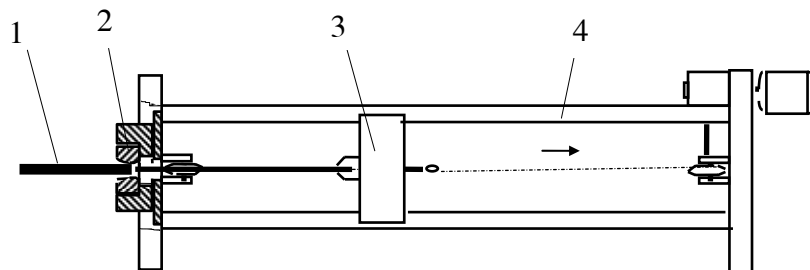
Khuôn kéo
1) Khuôn 2) Đế khuôn

Vật liệu chế tạo khuôn là thép các bon dụng cụ, thép hợp kim hoặc hợp kim cứng, thường dùng các loại sau: CD80, CD100, CD130, 30CrTiSiMo, Cr5Mo.

b/ Máy kéo sợi

Máy kéo sợi có nhiều loại, căn cứ vào phương pháp kéo có thể chia làm 2 loại: máy kéo thẳng hay máy kéo có tang cuộn. Cũng có thể được phân loại theo số lượng khuôn kéo, số sợi được kéo đồng thời.

Máy kéo thẳng dùng khi kéo các sợi hoặc ống có đường kính lớn không thể cuộn được ($\phi = 6 \div 10$ mm hoặc lớn hơn). Lực kéo của máy từ $0,2 \div 75$ tấn, tốc độ kéo $15 \div 45$ m/ph. tùy kết cấu của máy có thể kéo 1 hoặc 3 sản phẩm cùng một lúc. Để tạo chuyển động thẳng có thể dùng xích, vít và êcu, thanh răng và bánh răng, dầu ép v.v... Trên hình sau trình bày máy kéo sợi bằng xích sợi được kẹp chặt nhờ cơ cấu kẹp (3), được kéo nhờ hai xích kéo (4) nối chuyển động với hệ thống dẫn động.



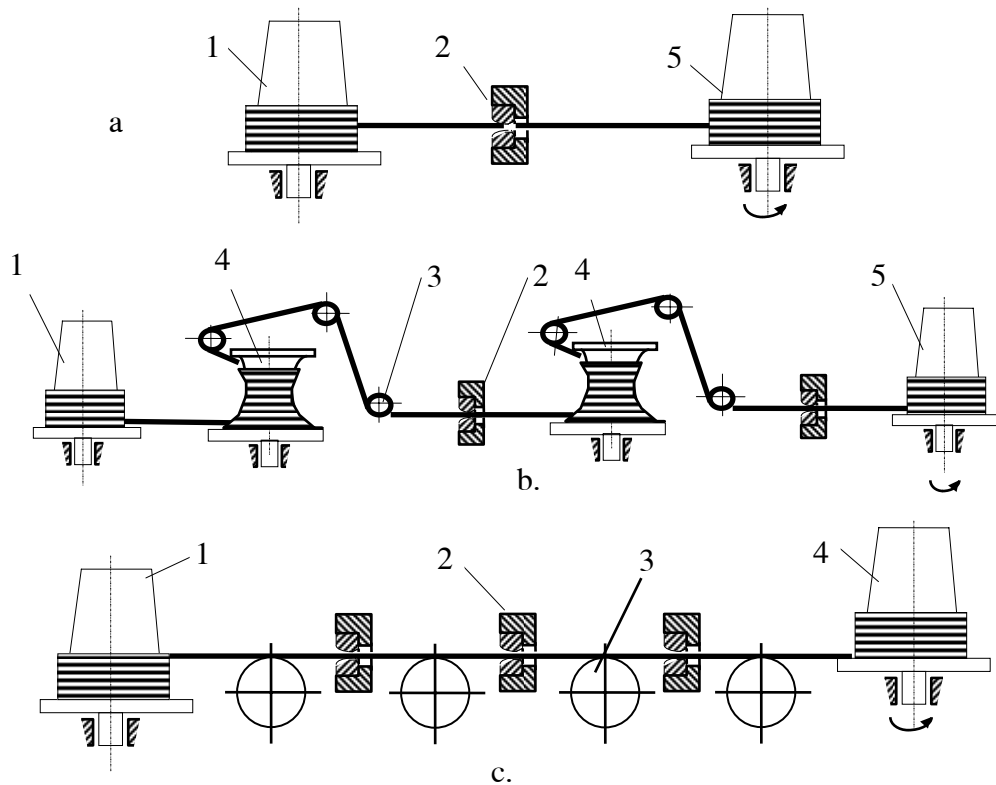
H.3.12. Sơ đồ máy kéo sợi kéo thẳng
1) Kim loại 2) Khuôn kéo 3) Cơ cấu kéo 4) Xích kéo

Máy kéo sợi có tang cuộn dùng khi kéo sợi dài có thể cuộn tròn được.

Trên máy kéo một khuôn (a) dùng kéo những sợi hoặc thỏi có $\phi = 6 \div 10$ mm. khi tang kéo (5) quay, sợi được kéo qua khuôn (2) đồng thời cuộn thành cuộn. Theo tốc độ kéo, tang cấp sợi (1) liên tục quay theo để cấp cho khuôn kéo.

Trên máy kéo nhiều khuôn (b), sợi được kéo lần lượt qua một số khuôn (5 đến 19 khuôn) và nhờ các tang kéo trung gian (4), các ròng rọc căng sợi (3) nên trong quá trình kéo không xảy ra hiện tượng trượt.

Máy kéo sợi nhiều khuôn kéo có sự trượt (c) thì các khuôn kéo có tiết diện giảm dần và giữa những khuôn kéo là những con lăn (3). Sự quay của trống (5) đồng thời tạo nên tổng lực kéo của các khuôn.



H.3.13. Máy kéo có tang cuộn

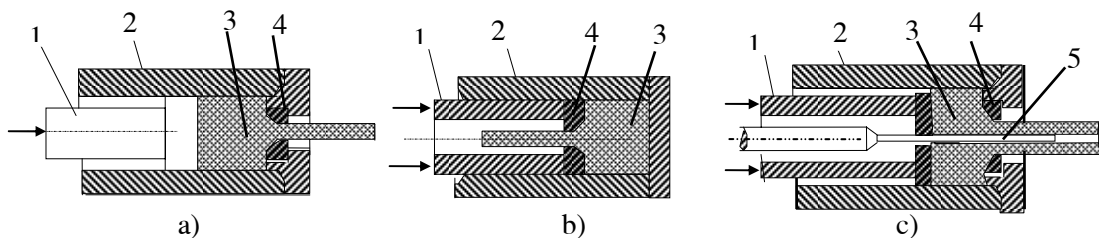
a- Máy kéo một khuôn; b- Máy kéo nhiều khuôn không trượt

c- Máy kéo nhiều khuôn có trượt

3.3. ÉP KIM LOẠI

3.3.1. Nguyên lý chung

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



H.3.14. Sơ đồ nguyên lý ép kim loại

a, b) ép sợi, thanh b) ép ống

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

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

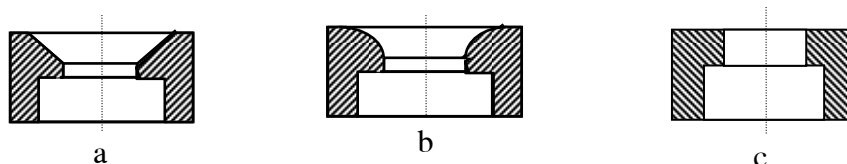
khuôn ép (4) chuyển động ra ngoài ngược chiều chuyển động của pistông ép. Với ép thuận kết cấu đơn giản, nhưng lực ép lớn vì ma sát giữa kim loại và thành xi lanh làm tăng lực ép cần thiết, đồng thời phần kim loại trong xi lanh không thể ép hết lớn (10÷12%). ép nghịch lực ép thấp hơn, lượng kim loại còn lại trong xi lanh ít hơn (6÷8%), nhưng kết cấu ép phức tạp.

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

$$\text{Hệ số ép: } \mu = \frac{S_0}{S_1}$$

Trong đó S_0, S_1 là tiết diện phôi trước và sau khi ép, thông thường $\mu = 8\div 50$.

3.3.2. Khuôn ép: Về kết cấu, khuôn ép có ba dạng: hình côn (a), hình phễu (b) và hình trụ (c).



H.3.15. Kết cấu khuôn ép

Khuôn ép dạng hình côn, có góc côn thành bên từ 20÷30°, chiều dài đoạn hình trụ từ 5÷8 mm, được sử dụng nhiều vì kết cấu tương đối đơn giản. Kết cấu hình phễu, kim loại biến dạng đều hơn nhưng gia công khó khăn, còn kết cấu hình trụ dễ gia công nhưng kim loại biến dạng qua khuôn khó hơn.

Vật liệu chế tạo khuôn là thép hợp kim chứa W, V, Mo, Cr v.v... hoặc hợp kim cứng.

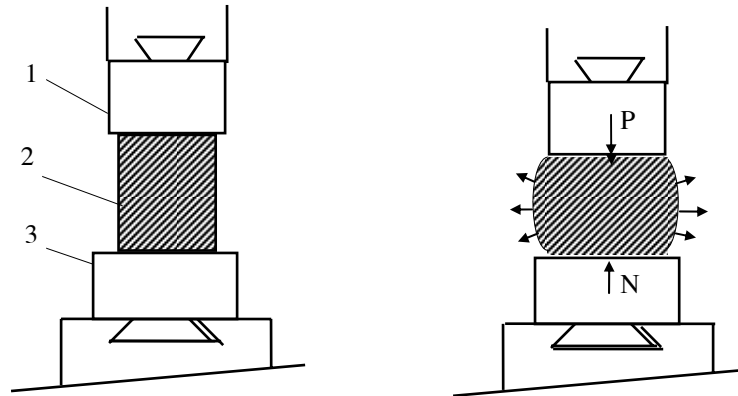
3.3.3. Đặc điểm và ứng dụng

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

3.4. RÈN TỰ DO

3.4.1. Thực chất, Đặc điểm và dụng cụ rèn tự do

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



H.3.16. Sơ đồ rèn tự do

a/ Đặc điểm

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

b/ Dụng cụ

Nhóm 1: Là những dụng cụ công nghệ cơ bản như các loại đe, búa, bàn là, bàn tót, sấn, chặt, mũi đột.

Nhóm 2: Là những dụng cụ kẹp chặt như các loại kềm, êtô và các cơ cấu kẹp chặt khác.

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

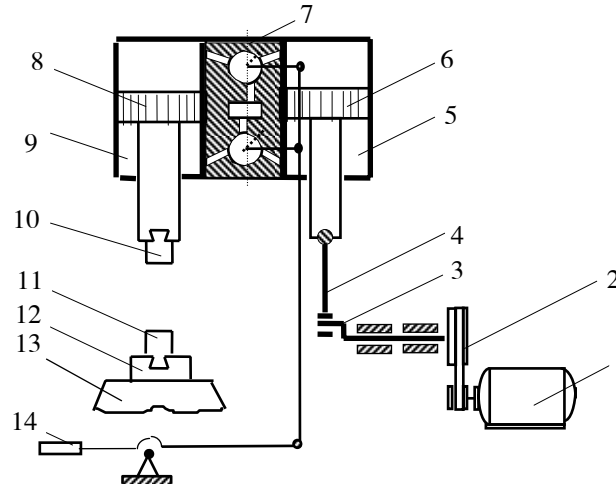
3.4.2. Thiết bị rèn tự do

Thiết bị rèn tự do bao gồm: Thiết bị gây lực, thiết bị nung, máy cắt phôi, máy nắn thẳng, máy vận chuyển.v.v...

Rèn tự do có thể tiến hành bằng tay hoặc bằng máy. Rèn tay chủ yếu dùng trong sản xuất sửa chữa, trong các phân xưởng cơ khí chủ yếu là rèn máy.

Theo đặc tính tác dụng lực, các máy dùng để rèn tự do được chia ra: máy tác dụng lực va đập (máy búa), máy tác dụng lực tĩnh (máy ép). Trong đó, máy búa hơi là thiết bị được sử dụng nhiều nhất.

Hình sau trình bày sơ đồ của một máy búa hơi. Máy búa hơi có hai xi lanh, một xi lanh khí (5) và một xi lanh búa (9). Giữa hai xi lanh có van phân phối khí (7) để điều khiển sự cấp khí nén từ xi lanh nén sang xi lanh đầu búa.



H.3.17. Sơ đồ nguyên lý máy búa hơi

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

Nguyên lý làm việc của máy búa: Động cơ 1 truyền động cho trục khuỷu 3 qua bộ truyền đai 2. Thông qua biên truyền động 4 làm cho pittông ép 6 chuyển động tịnh tiến tạo ra khí ép ở buồng trên hoặc buồng dưới trong xi lanh búa 9. Tùy theo vị trí của bàn đạp điều khiển 14 mà hệ thống van phân phối khí 7 sẽ tạo ra những đường dẫn khí khác nhau, làm cho pittông búa 8 có gắn thân pittông búa và đe trên 10 chuyển động hay đứng yên trong xi lanh búa 9. Đe dưới 11 được lắp vào gối đỡ đe 12, chúng được giữ chặt trên bệ đe 13.

Các bộ phận chính của máy búa hơi:

Khối lượng phần rơi: Bao gồm khối lượng của pittông búa, thân pittông búa và đe trên. Nó là phần quan trọng tạo ra năng lượng đập của búa. Thường dựa vào khối lượng phần rơi mà gọi tên kiểu búa ấy. Ví dụ: BH-50, BH-150, 250, 350, 400, 500, 560, 750 và 1000.

Pittông và thân pittông: Được chế tạo bằng thép tốt hay thép đúc. Pittông có nhiều rãnh vuông góc với trục để lắp các secmăng khí và dầu. Thân pittông búa có phay 2 mặt phẳng để chống xoay.

Xi lanh búa: Chứa khí áp suất cao: 1,5÷4 atmôtphe. Theo phương pháp tác dụng của hơi ép máy búa hơi phân ra:

Máy búa tác dụng đơn là loại máy búa mà xi lanh công tác chỉ có một đường dẫn khí áp suất cao vào buồng dưới của xi lanh để nâng đầu búa lên, còn hành trình đi xuống là do sự rơi tự do của khối lượng phân rơi, loại này hiện nay ít sử dụng.

Máy búa tác dụng kép có hành trình đi xuống ngoài trọng lượng của khối lượng phân rơi còn chủ yếu do áp suất khí nén ở buồng trên của xi lanh tác dụng. Loại máy này có tốc độ đập nhanh, năng lượng đập lớn, để điều chỉnh năng lượng đập, ở buồng trên và buồng dưới của xi lanh búa có những lỗ thông với van phân phối khí và được bố trí cách mặt đáy 1 khoảng để tạo ra một lớp khí đệm không cho mặt pittông đập vào mặt đáy của xi lanh. Cũng vì lớp khí đệm này mà phải đặt những van một chiều ở những đường khí mỗi tại các điểm chết của pittông.

Van phân phối khí: Điều khiển các trạng thái làm việc của máy và điều chỉnh năng lượng của búa khi đập:

- Trạng thái chạy không tải.
- Trạng thái búa đập liên tục: Chu kỳ đập của búa: $210 \div 95$ lần/phút.
- Trạng thái búa treo.
- Trạng thái búa làm việc từng nhát một.
- Trạng thái búa ép: ngược với trạng thái búa treo.

Xilanh và pittông khí: Cấu tạo giống như xilanh búa song thể tích làm việc lớn hơn. ở tại điểm chết của pittông khí, buồng xilanh thông với khí trời. Thân pittông có lỗ ốc để lắp chốt với biên truyền động.

Hệ thống truyền dẫn: Từ môơ đến tay biên nếu máy lớn thì qua hộp giảm tốc còn bình thường thì qua bộ truyền đai.

Thân máy: Là bộ phận quyết định độ cứng vững của máy, được chế tạo bằng gang. Máy búa có loại một thân và loại hai thân.

Bệ đe, đe trên, đe dưới: Bệ đe có khối lượng lớn (gấp $8 \div 30$ khối lượng phân rơi).

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

3.4.3. Những nguyên công cơ bản của rèn tự do

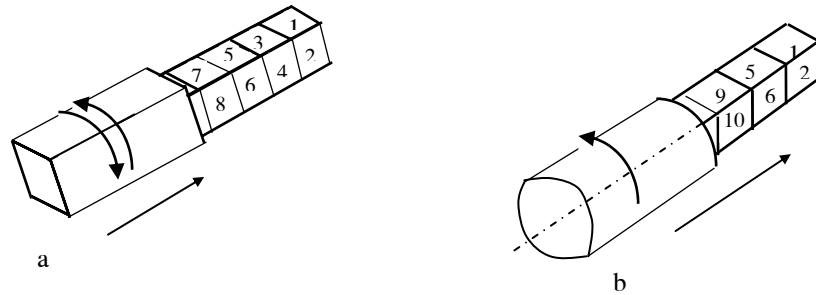
Công nghệ rèn tự do một sản phẩm nào đó thường bao gồm nhiều nguyên công khác nhau. Tùy theo yêu cầu về kỹ thuật, hình dáng của chi tiết gia công và dạng phôi ban đầu mà lựa chọn những nguyên công và thứ tự tiến hành khác nhau.

a/ nguyên công Vuốt

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

Phương pháp di chuyển phôi:

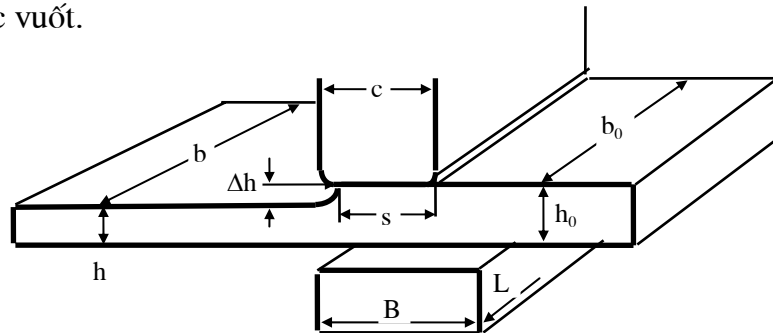
- **Lật phôi qua lại theo một góc 90⁰ hay 180⁰** đồng thời đẩy phần phôi theo chiều trục sau mỗi nhát đập (a). Cách này thuận tay và năng suất cao. Song kim loại biến dạng không đều, Bề mặt tiếp xúc với đe nguội nhanh.
- **Quay phôi một góc 90⁰ hay 60⁰** theo chiều xoắn ốc (b). Cách này không thuận tay, yêu cầu trình độ tay nghề cao, song khắc phục được các khuyết điểm của phương pháp trên.



H.3.18. Các phương pháp di chuyển phôi

Cần đảm bảo các thông số kỹ thuật hợp lý:

Kích thước chi tiết ban đầu là b_0, h_0 ; kích thước sau khi vuốt là b, h ; kích thước đe L, B . s - gọi là bước vuốt.



H.3.19. Sơ đồ vuốt

- Để tránh tạt gấp nếp cho sản phẩm thì: $s > \Delta h$ và cần đảm bảo thế nào để cho $\frac{b_0}{h} \leq 2 \div 2,5$. Để tăng năng suất vuốt thì: $s \ll b$.
- Để cho bề mặt sản phẩm được phẳng thì: $s \approx (0,4 \div 0,8)c$
- Khi vuốt phôi là thép đúc thì tiến hành vuốt từ giữa ra để dồn các khuyết tật ra hai đầu rồi cắt bỏ.
- Đối với thép cán thì vuốt từng đoạn một từ ngoài vào trong, vì hai đầu chóng nguội.
- Khi cần vuốt nhanh đến tiết diện nhỏ yêu cầu, thì trước tiên vuốt thành tiết diện chữ nhật hay vuông cho dễ, lúc gần đạt đến kích thước cần thiết người ta mới tu chỉnh cho đúng theo thành phẩm.
- Khi muốn chuyển đổi phôi có tiết diện vuông thành chi tiết có tiết diện tròn với chiều dài thay đổi không đáng kể thì chọn cạnh của phôi bé hơn đường kính của chi tiết $2 \div 3\%$.

- Khi phôi có tiết diện hình tròn mà chi tiết có tiết diện hình chữ nhật mà muốn chiều dài không thay đổi đáng kể thì đường kính của phôi D được tính:

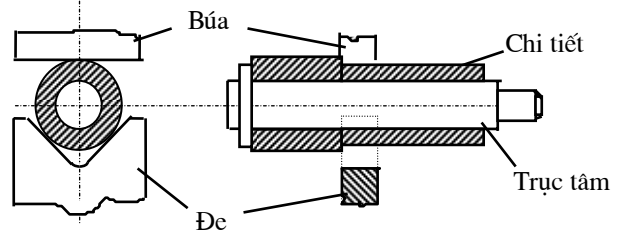
$$D = \frac{2a+b}{3} \quad \text{nếu } \frac{a}{b} \geq 2; \quad D = 1,3a \quad \text{nếu } \frac{a}{b} < 2$$

a, b - cạnh lớn và cạnh nhỏ của tiết diện chi tiết.

Một số phương pháp vuốt đặc biệt:

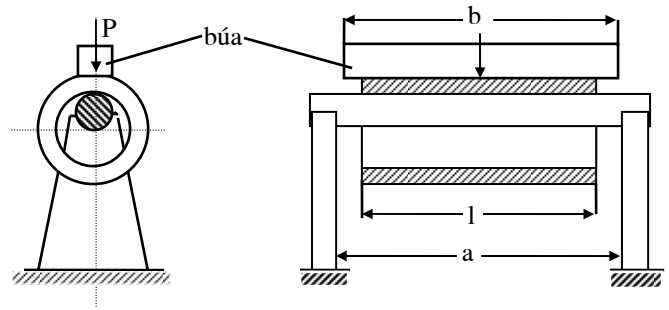
Vuốt trên trục tâm: Nhằm giảm chiều dày và tăng chiều dài chi tiết, đường kính trong của phôi hầu như không đổi.

Lồng phôi vào trục tâm (có $d = d$ trong của phôi có độ côn $3 \div 12$ mm/m) và tiến hành gia công trên đe dạng chữ V và búa phẳng. Nếu trục tâm lớn thì bên trong có lỗ rỗng dẫn nước làm nguội nếu là lần vuốt đầu thì trục tâm phải nung trước khoảng $150 \div 200^{\circ}\text{C}$. Khi vuốt thì vuốt dần từng đoạn từ 2 đầu vào giữa để lấy chi tiết ra khỏi trục tâm.



H.3.20. Sơ đồ vuốt trên trục tâm

Mở rộng đường kính trên trục tâm: dùng vuốt các chi tiết dạng ống nhằm tăng đường kính trong, đường kính ngoài, giảm chiều dày thành ống mà chiều dài hầu như không đổi. Trục tâm có đường kính nhỏ hơn lỗ phôi từ $50 \div 150$ mm, chiều dài công tác a lấy lớn hơn chiều dài phôi l khoảng $50 \div 100$ mm. Trục tâm càng bé thì năng suất vuốt càng cao nhưng độ cứng vững kém. Búa gia công có $b > l$.



H.3.21. Sơ đồ mở rộng lỗ trên trục tâm

Áp lực đơn vị trung bình khi vuốt:

$$K = \sigma_{ch} \left(1 + \frac{3b-s}{6b} * \frac{\mu s}{h} \right). \quad \text{Khi } s = b \text{ thì: } K = \sigma_{ch} \left(1 + \frac{\mu}{3} * \frac{s}{h} \right).$$

Trong trường hợp vuốt trên đe tròn đường kính d , chiều dài rãnh l_0 thì áp lực đơn vị trung bình là:

$$K = \sigma_{ch} \left(1 + \frac{2}{3} * \mu * \frac{l_0}{d} \right).$$

Công biến dạng được xác định:

$$A = K.V.(\ln h_0 - \ln h) \quad (\text{N.m})$$

Năng lượng va đập yêu cầu cho biến dạng:

$$E = \frac{A}{\eta} \text{ (N.m); } \eta = 0,8 \text{ - hiệu suất va đập.}$$

Trọng lượng rơi của máy búa:

$$G = \frac{E \cdot 2g}{v^2} \text{ (N).}$$

g - gia tốc trọng trường lấy $g = 9,81 \text{ m/s}$.

v - vận tốc rơi của đầu búa lúc đập $v = 6 \div 8 \text{ m/s}$.

b/ Nguyên công chôn

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

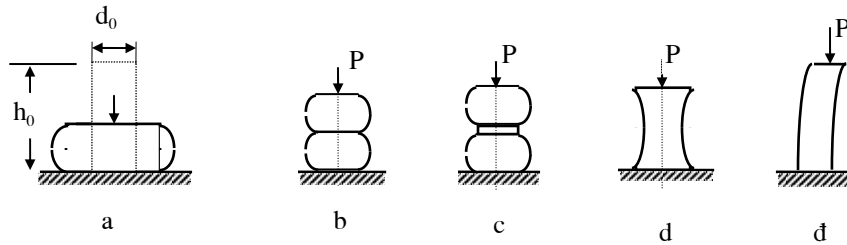
Chôn toàn bộ: là nung cả chiều dài phôi, khi chôn thường xảy ra các trường hợp sau:

Trường hợp 1: khi $\frac{h_0}{d_0} < 2$ thì vật chôn có dạng hình trống (a).

Trường hợp 2: khi $\frac{h_0}{d_0} \approx 2 \div 2,5$ có thể xảy ra các hiện tượng sau:

- Lực đập đủ lớn: vật chôn có dạng 2 hình trống chồng khít lên nhau (b).
- Lực đập trung bình: 2 hình trống kép không chồng khít lên nhau (c).
- Lực đập nhỏ và nhanh: vật chôn có 2 đầu loe ra (d).

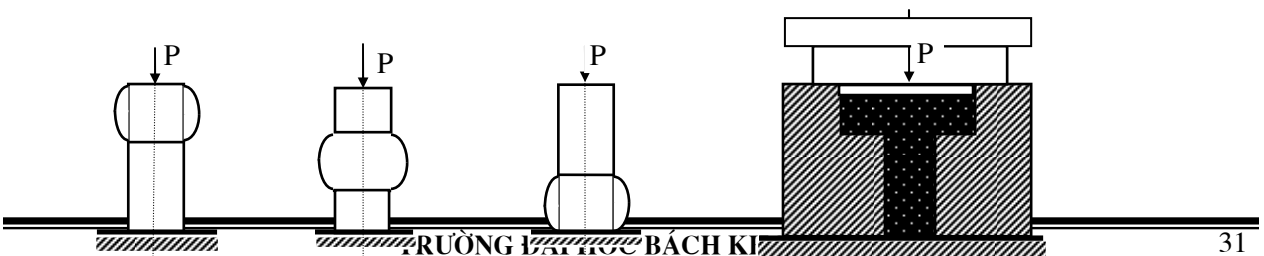
Trường hợp 3: khi $\frac{h_0}{d_0} > 2,5$ vật chôn dễ bị cong, cần nắn thẳng rồi chôn tiếp (đ).



H.3.22. Các trường hợp chôn toàn bộ

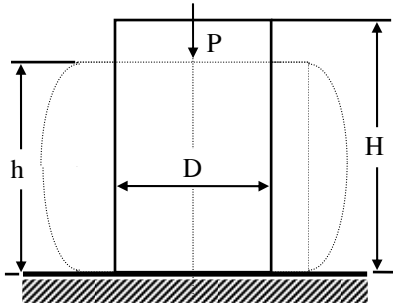
Chôn cục bộ

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



H.3.23. Các trường hợp chôn cục bộ

Áp lực đơn vị khi chôn



Giả sử chôn phôi hình trụ có đường kính D, chiều cao H, hệ số ma sát ngoài μ .

Sau khi tính toán ta có áp lực đơn vị trung bình khi chôn lấy đơn giản khi $d/h \geq 2$:

$$K = \sigma_{ch} \left[1 + \frac{\mu D}{3 H} \right].$$

Công biến dạng khi chôn

Khi chôn một vật thể hình trụ có độ cao x nào đó thì lực biến dạng cần thiết sẽ là:

$$P_x = k \cdot F_x$$

k - áp lực đơn vị trung bình; F_x - tiết diện vật chôn = $\frac{V}{x}$.

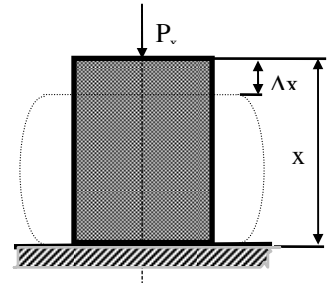
Nếu chôn xuống một đoạn Δx thì công biến dạng cần

thiết sẽ là: $\Delta A = P_x (-\Delta x) = -k \frac{V}{x} \Delta x$.

(Δx lấy dấu âm thì chiều cao vật chôn giảm)

Hoặc $dA = -kV \frac{dx}{x}$. Lấy tích phân ta được: $A = kV (\ln H - \ln h)$.

H - Độ cao trước khi chôn, h - độ cao sau khi chôn.



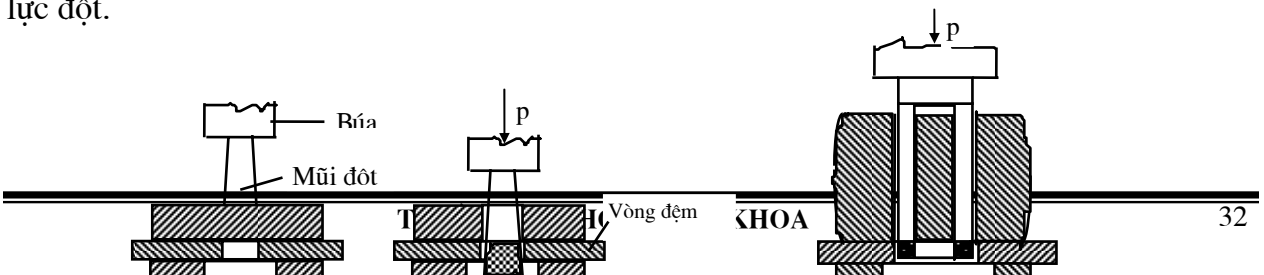
c/ Nguyên công Đốt lỗ

Đốt lỗ thông suốt:

- Nếu chi tiết đột mỏng và rộng thì không cần lật phôi trong quá trình đột. Cần phải có vòng đệm để dễ thoát phoi. Nếu chiều dày vật đột lớn thì đột đến 70÷80% chiều sâu lỗ, lật phôi 180° để đột phần còn lại.

- Nếu lỗ đột quá sâu ($\frac{h}{d} > 2,5$) thì khi hết mũi đột ta dùng các trụ đệm để đột đến chiều sâu yêu cầu.

- Nếu lỗ đột có đường kính quá lớn ($D > 50 \div 100 \text{mm}$) nên dùng mũi đột rộng để giảm lực đột.



Đốt lỗ không thông:

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

lưu ý: - Lưỡi cắt của mũi đốt phải phẳng, sắc đều, có độ cứng cao và nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục tâm của nó.

- Lực đập của búa phải phân bố đều và phải vuông góc với đường tâm trục.

- Khi đốt đến 10÷30mm thì nhắc mũi đốt lên và cho chất chống dính vào (bột than, bột grafit...) rồi mới đốt tiếp.

Áp lực đơn vị khi đốt

Khi đốt hở (a)

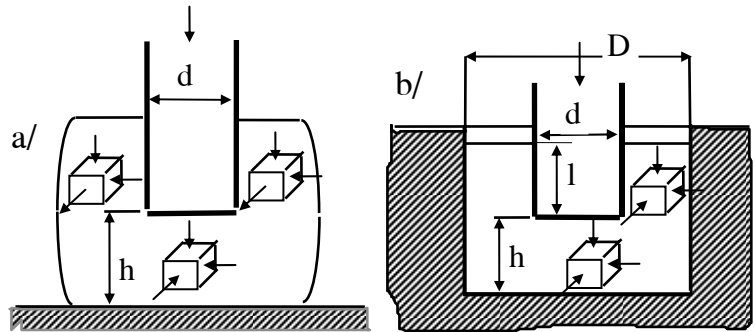
d - đường kính mũi đốt;

D - đường kính vật gia công.

h- độ dày còn lại không đốt.

Áp lực đơn vị trung bình là:

$$K = \sigma_{ch} \left(1 + \frac{\mu d}{3h} + \ln \frac{D}{d} \right).$$



Khi đốt kín (b): Đặt $A = D/d$. Khi $d/h \leq 6$, áp lực đơn vị trung bình là:

$$K = \sigma_{ch} \left[2 + (1 + A^2) \ln \frac{A^2}{A^2 - 1} \right].$$

Khi $d/h > 6$ thì áp lực đơn vị trung bình: $K = \sigma_{ch} \left[1 + \frac{d}{6h} + (1 + A^2) \ln \frac{A^2}{A^2 - 1} \right].$

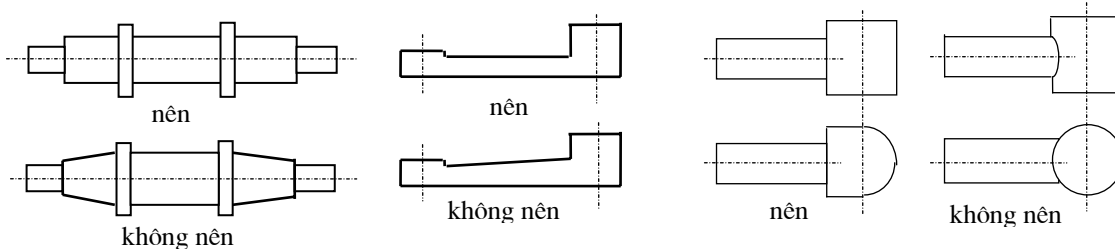
Ngoài ra còn một số nguyên công khác như: Xoắn, Uốn, Hàn rèn, Chặt, Dịch trượt v.v...

3.4.3. Thiết kế vật rèn tự do

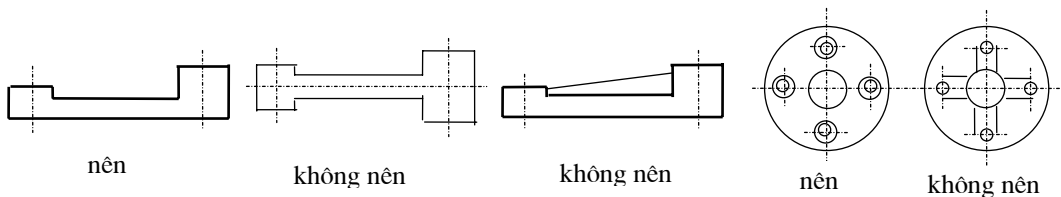
Quá trình chế tạo một vật rèn tự do tùy thuộc vào các yếu tố: hình dáng, kích thước, độ phức tạp của chi tiết gia công, dạng sản xuất, yêu cầu độ chính xác và trình độ lành nghề của công nhân. Khi thiết kế có nhiều phương án khác nhau nhưng nói chung thì theo các bước sau:

a/ Lựa chọn kết cấu và hình dáng và kết cấu hợp lý của vật rèn

- Nên tránh thiết kế những vật rèn tự do có mặt côn và hình chêm.
- Tránh những vật rèn có mặt hình trụ giao nhau.



- Nên tránh những bề mặt có nhiều bậc nếu được đưa phần nhỏ ở giữa về cùng một phía. Tránh thiết kế những vật rèn có gân mỏng.



- Không nên thiết kế những mặt bích có gờ lồi và những chỗ lồi nằm ở phần trong của chi tiết.

- Nếu vật đúc phức tạp thì có thể tách chúng ra nhiều vật rèn đơn giản hơn để rèn rồi sau đó nối chúng lại. Hoặc nếu vật rèn quá đơn giản thì có thể ghép nhiều vật rèn thành một rồi gia công sau đó tách chúng ra.

b/ Thành lập bản vẽ vật rèn:

Căn cứ vào bản vẽ chi tiết và các yêu cầu kỹ thuật trên bản vẽ, người thiết kế công nghệ tiến hành lập bản vẽ vật rèn gồm các bước sau:

- **Xác định lượng dư gia công cơ:** lượng dư gia công cơ là lượng dư cần thiết để gia công cắt gọt sau khi rèn. Căn cứ yêu cầu chất lượng bề mặt, kích thước, khối lượng phôi, tính chất vật liệu, phương pháp gia công, độ chính xác của đồ gá và máy ... tra lượng dư theo các sổ tay. Trong trường hợp đơn giản có thể tính theo công thức kinh nghiệm:

Khi rèn trên máy búa, có thể lấy:

+ Lượng dư theo đường kính hay chiều dày D:

$$\delta = 0,06D + 0,0017L + 2,8 \text{ mm.}$$

+ Lượng dư theo chiều dài L:

$$\delta = 0,08D + 0,002L + 10 \text{ mm.}$$

Khi rèn trên máy ép:

+ Lượng dư theo đường kính hay chiều dày D:

$$\delta = 0,06D + 0,002L + 2,3 \text{ mm.}$$

+ Lượng dư theo chiều dài L:

$$\delta = 0,05D + 0,05L + 26 \text{ mm.}$$

Trên cơ sở kích thước chi tiết và lượng dư gia công cơ ta xác định được kích thước danh nghĩa của vật rèn.

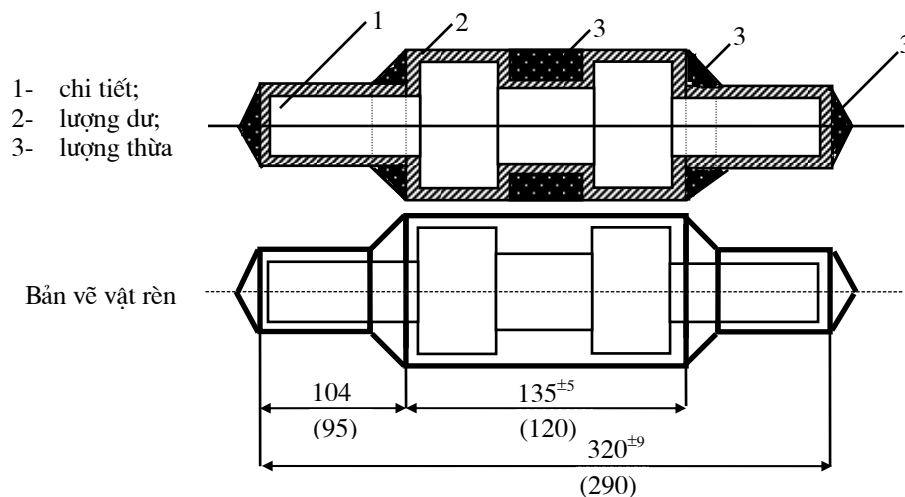
- **Xác định dung sai rèn (Δ)** : Dung sai rèn là sai lệch giữa kích thước thực tế và kích thước danh nghĩa của vật rèn.

Căn cứ vào kích thước, khối lượng vật rèn, trị số lượng dư, trình độ tay nghề công nhân, chất lượng và độ chính xác của dụng cụ và độ gá, yêu cầu độ chính xác của chi tiết và phương pháp gia công để chọn dung sai rèn theo các sổ tay công nghệ hoặc tính theo công thức kinh nghiệm.

- **Xác định lượng thừa:** Lượng dư thêm vào để đơn giản hoá kết cấu vật rèn, tạo điều kiện thuận lợi cho công nghệ rèn. Thông thường lượng thêm được đưa vào để lấp đầy các lỗ nhỏ, rãnh hẹp ...

- **Vẽ bản vẽ vật rèn:** Bản vẽ vật rèn trên đó thể hiện lượng dư gia công cơ, lượng thêm, góc lượn, kích thước danh nghĩa và dung sai của vật rèn ... Nét vẽ và cách ghi kích thước được quy ước như sau:

- Đường bao vật rèn vẽ theo kích thước danh nghĩa của vật rèn bằng nét đậm (nét b). Bên phải kích thước có ghi dung sai
- Hình dáng chi tiết vẽ bằng nét liền mảnh (b/2) hoặc nét đứt. Trường hợp đã có bản vẽ chi tiết thì không cần phải vẽ hình dáng chi tiết.



- Kích thước chi tiết viết trong ngoặc đơn và đặt ngay dưới kích thước tương ứng của vật rèn. Theo quy định đơn vị đo kích thước là (mm), vì vậy các kích thước trên bản vẽ không phải ghi đơn vị.
- Lượng thừa biểu diễn bằng gạch chéo. Ngoài ra cần phải ghi ký hiệu mác thép và các yêu cầu kỹ thuật.

Trường hợp kết cấu vật rèn phức tạp người ta lập bản vẽ vật rèn riêng và kèm theo bản vẽ chi tiết.

c/ Lập quy trình công nghệ rèn

Căn cứ kích thước phôi đã chọn, hình dáng, kích thước vật rèn xác định các nguyên công cần thiết và trình tự tiến hành hợp lý, phù hợp với trang thiết bị hiện có và trình độ tay nghề của công nhân và lập thành phiếu công nghệ.

Quá trình công nghệ tạo ra vật rèn tự do gồm các công việc chính sau: nung kim loại, rèn, làm nguội, nhiệt luyện, làm sạch, đóng dấu ký hiệu và kiểm tra. Gia công một vật rèn có thể bằng nhiều phương pháp khác nhau, trên nhiều thiết bị khác nhau và từ các kích thước phôi ban đầu khác nhau.

Khi chọn một phương pháp hợp lý nhất để rèn, phải dựa trên các yêu cầu sau: tốn thời gian ít nhất, tốn kim loại và nhiên liệu ít nhất, chất lượng vật rèn tốt nhất, tuyệt đối đảm bảo an toàn lao động. Khi lập quy trình công nghệ, phải dựa vào các loại máy, các loại lò và các trang bị cơ khí hiện có tại phân xưởng.

Trong bản quy trình công nghệ, cần ghi thứ tự các nguyên công chính và phụ, từng nguyên công có ghi rõ thiết bị, dụng cụ, khuôn hoặc đồ gá và dụng cụ kiểm tra.

Các yêu cầu chính của điều kiện kỹ thuật như xác định vật liệu, những đòi hỏi cơ lý tính của vật rèn, chế độ nhiệt luyện, yêu cầu về kiểm tra, thí nghiệm v.v...đều được ghi đầy đủ trong bản quy trình công nghệ hay trong bản vẽ vật rèn đi kèm.

d/ Xác định khối lượng và kích thước phôi ban đầu

- Xác định khối lượng phôi rèn:

$$+ \text{Phôi thép đúc } (G_{Pd}): G_{Pd} = G_{vr} + G_{đn} + G_d + G_{ch} + G_{dl} + G_{cb}$$

Trong đó:

G_{vr} - Khối lượng vật rèn được tính theo kích thước danh nghĩa vật rèn [kg].

$G_{đn}$ - Khối lượng phân đậu ngọt của thổi đúc cần cắt đi lấy 15÷25 % G_{Pd} .

G_d - Khối lượng phân đáy thổi đúc cần cắt bỏ. Nếu thép cacbon $G_d = 4÷7\% G_{Pd}$, còn thép hợp kim $G_d = 7÷10\% G_{Pd}$.

G_{ch} - Khối lượng kim loại cháy khi nung. Nung lần đầu $G_{ch} = 1,5÷2,5\% G_{Pd}$. Mỗi lần nung tiếp theo $G_{ch} = 1,5\% G_{Pd}$.

G_{cb} - Khối lượng cần cắt bỏ lần cuối trước khi hoàn thành chi tiết. Nó phụ thuộc vào khối lượng và tính chất phức tạp của chi tiết gia công. Khi vượt những vật dài thì $G_{cb} = 3÷10\% G_{vr}$. Với vật rèn phức tạp như trục khuỷu lượng cắt bỏ có thể đạt đến 30% G_{vr} .

G_{dl} - Khối lượng hao hụt vì đột lỗ (nếu có). Đối với các tấm mỏng đột lỗ một lần thì xong thì lượng kim loại hao hụt bằng 90÷95% khối lượng kim loại lỗ đột. Khi đột lỗ những vật rèn dày, phải đột từ 2 phía, thì lượng hao hụt bằng 1/3 khối lượng kim loại lỗ đột.

$$+ \text{Phôi thép cán } (G_{Pc}): G_{Pc} = G_{vr} + G_{ch} + G_{dl} + G_{cb}$$

Ký hiệu và trị số giống như khi tính đối với phôi thép đúc.

- Xác định thể tích phôi rèn (V_{Ph}):

$$V_{Ph} \frac{G_{Ph}}{\gamma}. \text{ Trong đó: } G_{Ph} - \text{Khối lượng phôi rèn.}$$

+ Nếu nguyên công rèn là vượt thì tiết diện phôi được tính: $F_{ph} = K \cdot F_{MAX}$

F_{MAX} - là diện tích tiết diện lớn nhất của vật rèn.

K - là tỉ số rèn yêu cầu, trong thực tế $K = 1,3 \div 1,5$ để đảm bảo độ biến dạng > 20%.

Sau khi tính được F_{ph} chọn tiết diện phôi theo tiết diện phôi tiêu chuẩn gần nhất

(F_{TC}). Tính chiều dài phôi theo công thức:
$$L_{ph} = \frac{V_{ph}}{F_{TC}}$$

Căn cứ vào L_{ph} ta chọn chiều dài thực của thép đúc hay chiều dài cắt hợp lý đối với thép cán.

+ Nếu nguyên công rèn là chôn thì chọn đường kính phôi:

$$D_{ph} = (0,8 \div 1,0) \sqrt[3]{V_{ph}}; \text{ hoặc cạnh vuông của phôi: } a = (0,75 \div 0,9) \sqrt[3]{V_{ph}}.$$

Sau đó tiếp tục chọn D_{ph} hay a theo quy chuẩn và tìm ra chiều dài phôi cần thiết sao cho $L_{ph} \leq 2,8D_{ph}$.

đ/ Tính chế độ nung và làm nguội

Căn cứ vật liệu, hình dáng, kích thước phôi, các nguyên công rèn, dạng sản xuất, nhiệt độ bắt đầu rèn (t_{BD}), nhiệt độ kết thúc rèn (t_{KT}) để chọn chế độ nung gồm: nhiệt độ nung, tốc độ nung, thời gian nung, thời gian giữ nhiệt, cách xếp phôi khi nung và chế độ làm nguội sau khi rèn. Tùy theo tốc độ nguội cần thiết có thể làm nguội trong không khí, ủ trong cát, vôi, nguội chậm cùng lò nung.

e/ Xác định khối lượng phân rơi và chọn máy để rèn tự do

Căn cứ khối lượng, kích thước vật rèn, năng suất yêu cầu, mức độ phức tạp của kết cấu vật rèn để chọn máy sao cho đảm bảo khối lượng phân rơi hoặc lực ép cần thiết.

- Khi rèn trên máy búa, khối lượng phân rơi cần thiết để vượt được xác định theo công thức kinh nghiệm:

$$G = 0,17 \cdot v \left(1 + 0,17 \frac{s}{h_0} \right) \sigma_s \cdot \varepsilon \cdot h_0 \cdot b_0 \cdot s \quad (\text{kG})$$

Trong đó: v - hệ số hình dạng đầu búa (búa phẳng $v = 1$; tròn $v = 1,25$)

ε - mức độ biến dạng sau một lần đập búa (đối với thép $\varepsilon \leq 0,3$).

h_0, b_0 - chiều cao và chiều rộng phôi (cm). Trường hợp vượt phôi tròn thì $h_0 = b_0 = d$ (đường kính phôi); s - bước vượt.

σ_s - giới hạn chảy của vật liệu ở nhiệt độ gia công (xem trong sổ tay kỹ thuật rèn và đập nóng).

Hoặc theo kích thước của phôi ban đầu và sau khi vượt tra theo bảng sau:

Khối lượng phân rơi (kg)	Thép cacbon		Thép hợp kim
	Kích thước ban đầu (mm)	Kích thước kết thúc (mm)	Kích thước ban đầu (mm)
50	55 x 55	-	40 x 40
100	105 x 105	-	75 x 75

150	135 x 135	-	90 x 90
250	170 x 170	40 x 40	130 x 130
400	200 x 200	50 x 50	140 x 140
1000	400 x 400	100 x 100	280 x 280

- Nếu nguyên công rèn là chôn thì có thể tích theo công thức thực nghiệm sau:

$$G = 0,17 \left(1 + 0,17 \frac{d_1}{h_1} \right) \sigma_s \cdot \varepsilon_k \cdot V \text{ (kG)}$$

Trong đó: d_1, h_1 - là đường kính, chiều cao vật rèn,

ε_k - độ biến dạng ở nhát đập cuối cùng lấy bằng 0,025 đối với vật rèn lớn, $\varepsilon_k = 0,06$ đối với vật rèn nhỏ; V - thể tích phôi, cm^3 .

Để chọn khối lượng phần rơi hoặc lực ép cần thiết của máy ta có thể dựa vào số liệu kinh nghiệm cho trong các sổ tay thiết kế công nghệ.

3.5. DẬP THỂ TÍCH

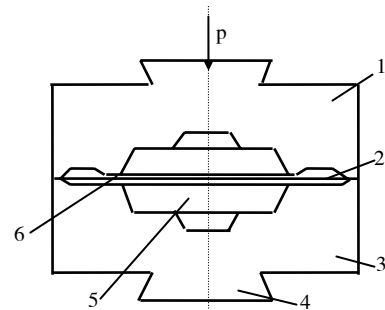
3.5.1. Khái niệm chung

a/ Định nghĩa và Đặc điểm

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

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

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



H.3.25. Sơ đồ kết cấu của một bộ khuôn rèn
1- khuôn trên; 2- rãnh chứa ba-via;
3- khuôn dưới; 4- chuỗi đuôi én;
5- lòng khuôn; 6- cửa ba-via

Ưu điểm của phương pháp dập thể tích:

- Chế tạo phôi có hình dạng phức tạp hơn rèn tự do.
- Năng suất cao, dễ cơ khí hoá và tự động hoá.
- Độ chính xác và độ bóng bề mặt phôi cao;
- Chất lượng sản phẩm đồng đều và cao, ít phụ thuộc tay nghề công nhân.

Nhược điểm của phương pháp dập thể tích:

- Thiết bị cần có công suất lớn, độ cứng vững và độ chính xác cao.
- Chi phí chế tạo khuôn cao, khuôn làm việc trong điều kiện nhiệt độ và áp lực cao. Bởi vậy dập thể tích chủ yếu dùng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.

b/ Phân loại các phương pháp dập thể tích

Căn cứ theo cách bố trí khuôn trên khối khuôn:

Rèn trong khuôn một lòng khuôn: phôi được rèn sơ bộ trước bằng rèn tự do hay thép định hình. Kết cấu khuôn đơn giản nên được dùng trong sản xuất trung bình.

Rèn trong khối khuôn nhiều lòng khuôn: phôi được đưa vào những lòng khuôn kế tiếp nhau trên cùng một khối khuôn. Phương pháp này chỉ dùng trên các máy có công suất lớn, dạng sản xuất trung bình lớn hay hàng khối.

Căn cứ theo trạng thái nhiệt của phôi:

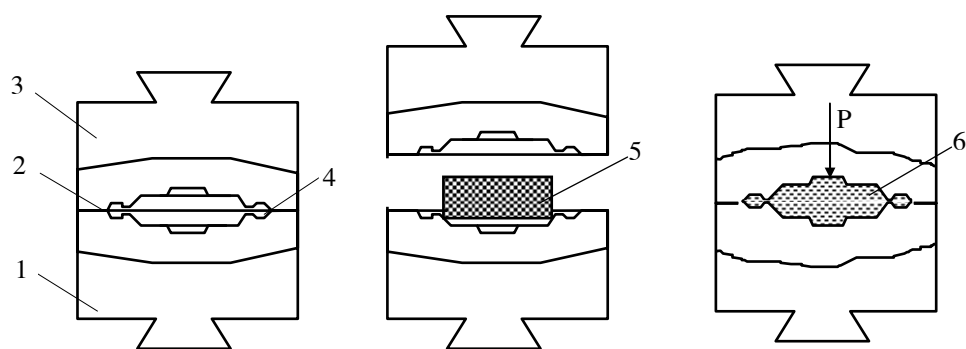
Rèn khuôn nóng: kim loại dễ biến dạng, khả năng điền đầy tốt, không cần thiết bị có công suất cao, khuôn ít mòn v.v... Song chất lượng bề mặt không cao, độ chính xác về

kích thước thấp, khuôn phải chịu nhiệt tốt. Vì vậy rèn khuôn nóng dùng khi rèn thô, rèn sơ bộ trước khi rèn tinh.

Rèn khuôn nguội: dùng khi rèn tinh, sửa đúng vào lần cuối cùng trước khi ra thành phẩm.

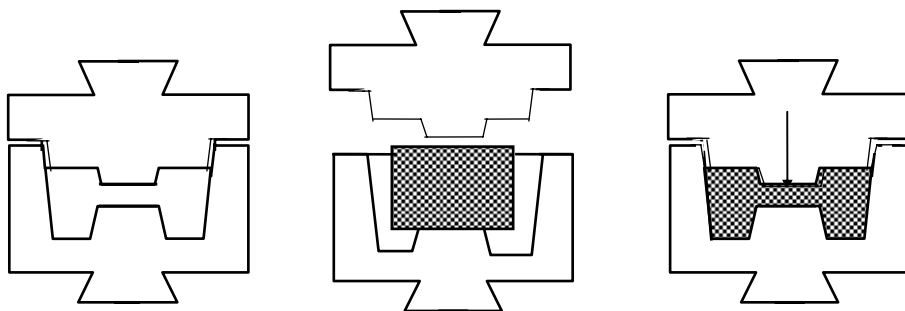
Căn cứ vào kết cấu của khuôn dập, người ta phân ra 2 loại sau:

Dập thể tích trong khuôn hở: là khuôn có mặt phân khuôn ở gần lòng khuôn vuông góc với phương của lực tác dụng. Dập thể tích trong khuôn hở, do có rãnh ba via, một phần kim loại có biến dạng tự do nên biến dạng kém, mức độ điền đầy khuôn không cao, tổn kim loại do tạo ba via, nhưng có ưu điểm là không cần định lượng kim loại chính xác.



H.3.26. Sơ đồ nguyên lý phương pháp dập trong khuôn hở
1) Nửa khuôn dưới 2) Mặt phân khuôn 3) Nửa khuôn trên 4) Rãnh ba via 5) phôi 6) sản phẩm

Dập thể tích trong khuôn kín: Khuôn có mặt phân khuôn ở gần lòng khuôn song song hoặc gần song song với phương của lực tác dụng.



H.3.27. Sơ đồ nguyên lý phương pháp dập trong khuôn kín

Dập trong khuôn kín có ưu điểm: khả năng điền thấu khuôn tốt, vật rèn không có ba via nên tiết kiệm kim loại, nhưng độ chính xác theo chiều cao thấp, đòi hỏi định lượng kim loại chính xác và chế tạo khuôn phức tạp.

3.5.2. Thiết bị dập thể tích

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

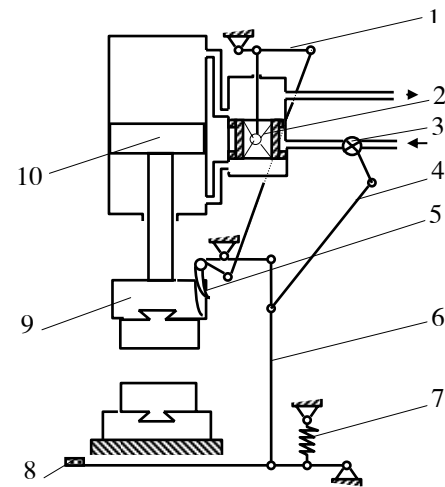
Dập thể tích đòi hỏi phải có lực dập lớn, bởi vậy các máy dập phải có công suất lớn, độ cứng vững của máy cao. Mặt khác, do yêu cầu khi dập khuôn trên và khuôn dưới phải định vị chính xác với nhau, chuyển động của đầu trượt máy dập phải chính xác, ít gây chấn động.

Trong dập thể tích thông dụng nhất là sử dụng các loại máy sau: máy búa hơi nước - không khí nén, máy ép trục khuỷu, máy ép thủy lực, máy ép ma sát trục vít.

a/ Máy búa hơi nước - không khí nén

Máy búa hơi nước-không khí nén làm việc với hơi nước áp suất 7 -9 at hoặc không khí nén có áp suất từ 6 - 8 at, trọng lượng phần rơi từ 500 kg đến 43 tấn.

Nguyên lý làm việc của máy như sau: Khi máy chưa làm việc, lò xo (7) thông qua hệ thống đòn bẩy giữ cho van phân phối (2) ở vị trí trung gian, khi nhấn bàn đạp (8), hệ thống đòn bẩy chung thông qua các đòn bẩy (6 và 4) mở van cấp (3) hơi nước theo đường dẫn trên vào ngăn trên của xi lanh và đẩy pistông búa (10) đi xuống, hơi ở ngăn dưới qua lỗ ở trục van trượt (2) đi ra ống thoát (b). Khi đầu búa đi xuống, thanh tì (5) trượt theo mặt vát đến một mức độ nào đó rãnh khuyết của van trượt sẽ hướng đường khí đưa từ ống (a) vào mặt dưới của pittông (10) đưa đầu búa đi lên. Đầu búa đi lên đến một hành trình xác định thì mặt vát của nó ép vào thanh tì (5) thông qua hệ thống đòn bẩy (1) nâng van trượt (2) lên chuẩn bị cho hành trình đi xuống.



H.3.28. Sơ đồ nguyên lý máy búa hơi nước
1) Đòn bẩy 2) Van phân phối 3) Van cấp
4) Đòn bẩy 5) Thanh tì 6) Đòn bẩy 7) Lò xo
8) Bàn đạp 9) Đầu búa 10) Pistông đầu búa

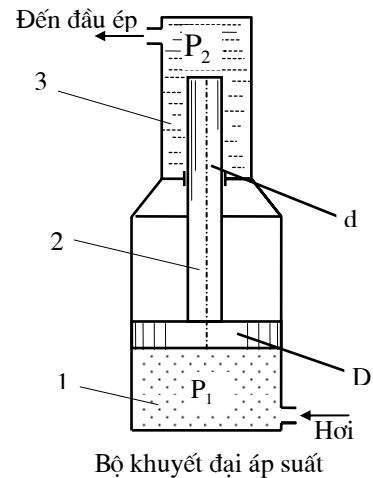
Máy có tốc độ chuyển động của đầu trượt lớn và không êm, biến dạng của kim loại không triệt để, va đập hai nửa khuôn lớn nên gia công kém chính xác.

b/ Máy ép thủy lực

Các máy ép thủy lực là các loại máy rền truyền dẫn bằng dòng chất lỏng (dầu hoặc nước) có áp suất cao. Máy được chế tạo với lực ép từ 300 - 7.000 tấn. Cấu tạo máy ép thủy lực có nhiều kiểu khác nhau.

Để tạo áp lực ép lớn, trong các máy ép thủy lực thường dùng bộ khuếch đại áp suất với hai xi lanh: xi lanh hơi (1) và xi lanh dầu (3). Pittông (2) có hai phần đường kính khác nhau, phần nằm trong xi lanh hơi có đường kính lớn (D) và phần nằm trong xi lanh dầu có đường kính bé (d). Với áp suất hơi p_1 , áp suất dầu (p_2) được tính theo công thức sau:

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



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

c/ Máy ép trực khuỷu

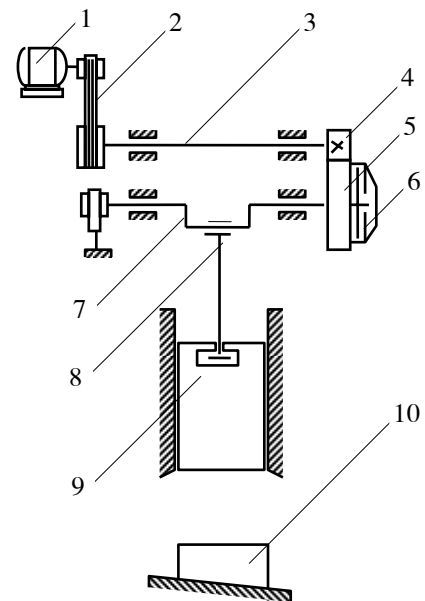
Máy ép trực khuỷu có lực ép từ 16÷10.000 tấn. Máy này có loại hành trình đầu con trượt cố định gọi là máy có hành trình cứng; có loại đầu con trượt có thể điều chỉnh được gọi là hành trình mềm. Nhìn chung các máy lớn đều có hành trình mềm. Trên máy ép cơ khí có thể làm được các công việc khác nhau: rèn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

Nguyên lý làm việc của máy như sau:

Động cơ (1) qua bộ truyền đai (2) truyền chuyển động cho trục (3), bánh răng (4) ăn khớp với bánh răng (7) lắp lồng không trên trục khuỷu (5).

Khi đóng li hợp (6), trục khuỷu (8) quay, thông qua tay biên (8) làm cho đầu trượt (9) chuyển động tịnh tiến lên xuống, thực hiện chu trình dập. Đe dưới (10) lắp trên bệ nghiêng có thể điều chỉnh được vị trí ăn khớp của khuôn trên và khuôn dưới.

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

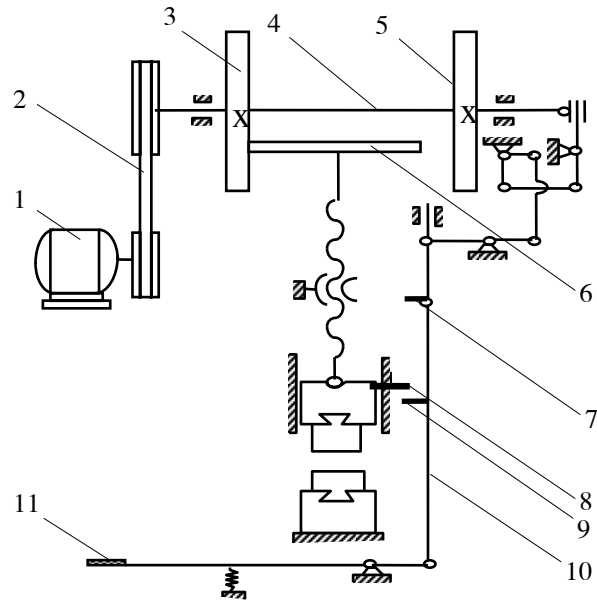


H.3.29. Sơ đồ nguyên lý máy ép trực khuỷu

d/ Máy ép ma sát trục vít

Các máy ép ma sát trục vít có lực ép từ 40÷630 tấn. Nguyên lý làm việc của máy như sau: Động cơ (1) truyền chuyển động qua bộ truyền đai (2) làm quay trục (4) trên đó có lắp các đĩa ma sát (3) và (5). Khi nhấn bàn đạp (11), cần điều khiển (10) đi lên, đẩy trục (4) dịch sang phải và đĩa ma sát (3) tiếp xúc với bánh ma sát (6) làm trục vít quay theo chiều

đưa đầu búa đi xuống. Khi đến vị trí cuối của hành trình ép, vấu (8) tì vào cỡ (9) làm cho cần điều khiển (10) đi xuống, đẩy trục (4) qua trái và đĩa ma sát (5) tì vào bánh ma sát (6) làm trục vít quay theo chiều ngược lại, đưa đầu trượt đi lên, đến cỡ hành trình (7), cần (10) lại được nhấc lên, trục (4) được đẩy sang phải, lặp lại quá trình trên. Máy ép ma sát có chuyển động đầu trượt êm, tốc độ ép không lớn nên kim loại biến dạng triệt để hơn so với máy búa, hành trình làm việc điều chỉnh trong phạm vi khá rộng.



H.3.30. Sơ đồ nguyên lý máy ép ma sát kiểu trục vít

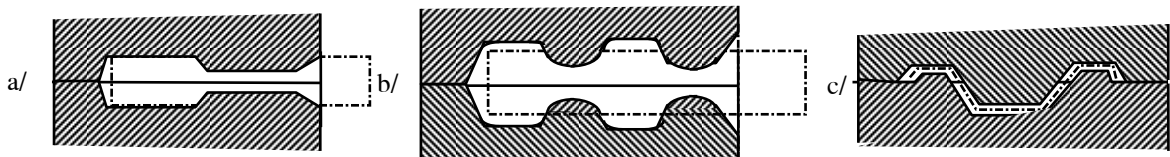
3.5.3. Công nghệ dập thể tích

Tùy thuộc vào mức độ phức tạp của kết cấu vật dập, quá trình dập có thể tiến hành qua một lòng khuôn hoặc qua nhiều lòng khuôn. Thông thường với các vật dập phức tạp, quá trình dập tiến hành qua các nguyên công dập sơ bộ, dập bán tinh và dập tinh.

a/ Khi dập sơ bộ

Quá trình dập được tiến hành với các lòng khuôn sau:

- **Lòng khuôn vuốt:** lòng khuôn làm giảm tiết diện ngang một phần phôi đồng thời làm tăng chiều dài phôi (H.a).
- **Lòng khuôn ép tụ:** lòng khuôn làm tăng tiết diện ngang của phôi ở một số chỗ nhờ giảm tiết diện ở các chỗ khác, chiều dài phôi được giữ nguyên (H.b).
- **Lòng khuôn uốn:** lòng khuôn làm thay đổi hướng trục của một phần phôi so với phần khác phù hợp với dạng của vật dập (H.c) .

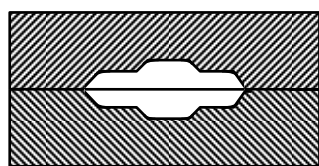


b/ Khi dập bán tinh

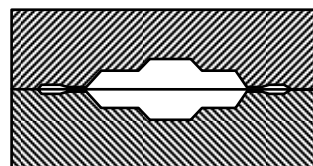
Sử dụng lòng khuôn thành hình: lòng khuôn tạo hình gần giống với hình dạng vật dập (H.d), nhưng độ côn, góc lượn lớn hơn khuôn dập tinh và không có rãnh bavia.

c/ Khi dập tinh

Sử dụng lòng khuôn tinh: lòng khuôn tạo hình chính xác vật dập có rãnh bavia (H.e).



d/



c/

3.5.4. Khuôn dập thể tích

Khuôn dập là một chi tiết rất quan trọng trong dây chuyền chế tạo các sản phẩm bằng rèn dập.

a/ Tài liệu ban đầu

Đó là bản vẽ vật dập với đầy đủ các điều kiện kỹ thuật và các quá trình công nghệ rèn, kích thước, hình dáng phôi, hồ sơ thiết bị gia công.

b/ Thiết kế lòng khuôn

Trên cơ sở các quá trình rèn chi tiết, ta tiến hành thiết kế lòng khuôn cho thích hợp.

Lòng khuôn tinh: Phụ thuộc vào trạng thái nhiệt độ để thiết kế hình dáng và kích thước cho thích hợp. Cần lưu ý đến lượng co rút kim loại (Thép 1,5%; Nhôm: 1%; với các chi tiết nguội nhanh, mỏng bằng 1-1,2%).

Ngoài ra còn lưu ý đến độ chính xác gia công, hình dáng, kích thước rãnh bavia v.v...

Lòng khuôn thô: dùng để đạt được hình dáng của vật dập gần giống với lòng khuôn tinh để nâng cao tuổi thọ và độ chính xác của lòng khuôn tinh. Lòng khuôn thô dùng cho những vật rèn phức tạp, kim loại biến dạng khó.

Về cơ bản lòng khuôn rèn thô gần giống như lòng khuôn tinh, chỉ khác là:

- Bán kính lượn (trong và ngoài) đều lớn hơn lòng khuôn tinh để kim loại dễ điền

đầy:

$$R_1 = R + C \text{ (mm);}$$

Ở đây R_1 , R - bán kính góc lượn lòng khuôn thô và tinh;

C - trị số lấy tăng thêm: vật nhỏ $C = 0,5 \div 1$ mm; trung bình $C = 2 \div 4$; lớn $C > 5$.

- Độ nghiêng thành khuôn rèn thô nói chung giống khuôn tinh, nhưng trường hợp khó điền đầy có thể lấy lớn hơn.

- Lòng khuôn rèn thô không có rãnh bavia.

c/ Hình dáng, kích thước khối khuôn

Bố trí lòng khuôn trên khối khuôn: trên khối khuôn có thể có một lòng khuôn hoặc nhiều lòng khuôn. Các lòng khuôn khi bố trí trên khối khuôn phải đảm bảo yêu cầu trung tâm lòng khuôn trùng với trung tâm khối khuôn và phải trùng với trung tâm đầu búa. Mặt khác phải đảm bảo khối khuôn nhỏ nhất (dùng hình thức bố trí song song hoặc so le), với các lòng khuôn chịu lực nhỏ (lòng khuôn chế tạo phôi) có thể bố trí xa trung tâm khuôn về 2 bên. Nói chung bố trí sao cho thao tác được dễ dàng.

Chiều dày thành khuôn và hình dạng, kích thước khối khuôn: Chiều dày thành khuôn S và S_1 được xác định theo các công thức và biểu đồ trong sổ tay rèn dập. Nhưng chúng không được nhỏ thua 10 mm.

Kích thước chiều dài và chiều rộng khối khuôn phải căn cứ vào số lượng lòng khuôn, sự bố trí lòng khuôn trên khối khuôn. Kích thước chiều cao khối khuôn phụ thuộc vào vật rèn và quy chuẩn đui é (xem hình sau).

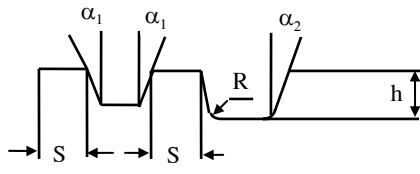
- Nếu vật rèn trên mặt phân khuôn là hình tròn thì:

$$H_{\min} = 0,9 \cdot D_{\max} + h_1 \text{ (mm).}$$

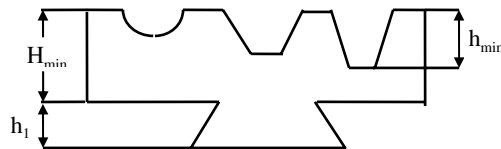
D_{\min} - đường kính lớn nhất của vật rèn trên mặt phân khuôn (mm).

h_1 - chiều cao đui é (mm).

- Nếu vật rèn không phải là hình tròn thì H_{\min} tra theo giản đồ trong các sổ tay rèn dập.



Chiều dày và độ nghiêng thành của khuôn rèn



Hình dáng của khuôn rèn trên máy búa

d/ Vật liệu làm khuôn

Khuôn dập làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao và áp lực lớn, chế tạo một bộ khuôn rất phức tạp cho nên yêu cầu vật liệu chế tạo khuôn phải có độ bền cao, chịu nhiệt, chịu mài mòn tốt. Thường sử dụng các loại hợp kim sau:

Loại nhẹ: 50CrNiMo, 50CrNiSiW, 50CrNiW, có độ cứng HB = 388÷444

Loại vừa: 50CrNiMo, 50CrSiW, có độ cứng HB = 352÷388

Loại nặng: 50CrNiMo, 50CrSiW, 50CrNiW, có độ cứng HB = 293÷321

3.6.1. Khái niệm chung

a/ Thực chất

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

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

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

b/ Đặc Điểm

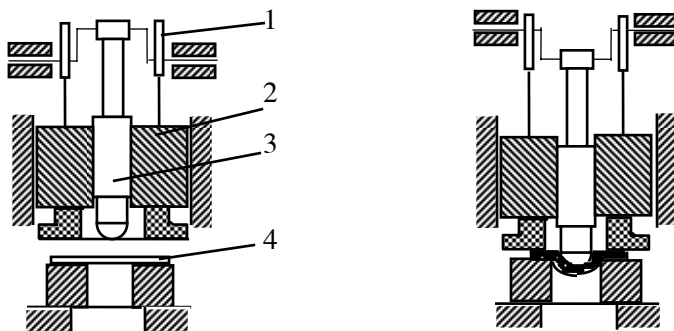
- Năng suất lao động cao do dễ tự động hoá và cơ khí hoá.
- Chuyển động của thiết bị đơn giản, công nhân không cần trình độ cao, đảm bảo độ chính xác cao.
- Có thể dập được những chi tiết phức tạp và đẹp, có độ bền cao..v.v...

c/ Công dụng

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

3.6.2.Thiết bị dập tấm

Thiết bị dập tấm thường có hai loại: máy ép trực khuỷu và máy ép thuỷ lực. Máy dập có thể tác dụng đơn (máy chỉ có một con trượt chính dùng để đột, cắt, tạo hình) tác dụng kép (máy có 2 con trượt: 1 con trượt dùng để ép phôi, con trượt kia dùng để dập sâu) 3 tác dụng (ngoài 2 con trượt như máy trên còn có bộ phận đẩy sản phẩm ra khỏi khuôn).



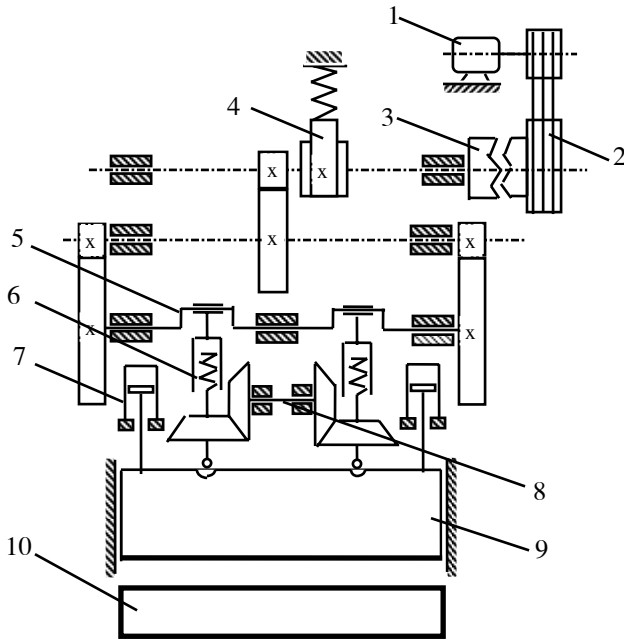
H.3.31. Máy ép tác dụng kép

- 1- cơ cấu cam
- 2- con trượt ngoài
- 3- con trượt trong
- 4- phôi kim loại

a/ Máy ép trực khuỷu

Truyền động của trực khuỷu là truyền động cứng, khoảng hành trình của máy không chế chính xác nên sản phẩm dập tấm có chất lượng cao và đồng đều. Khi động cơ quay, trực khuỷu có thể được điều khiển bằng bàn đạp, khi không làm việc con trượt ở vị trí cao nhất để dễ tháo sản phẩm và đưa phôi vào.

Phần lớn các máy ép trục khuỷu đều có thể điều chỉnh hành trình của con trượt để phù hợp với kích thước của chi tiết. Ngoài ra còn có nhiều cơ cấu cấp phôi và lấy sản phẩm tự động trong sản xuất hàng loạt.



H.3.32. Máy ép trục khuỷu K366

- 1- mô-tơ điện
- 2- bộ truyền đai
- 3- bộ ly hợp
- 4- phanh hãm
- 5- trục khuỷu
- 6- biên truyền động
- 7- bộ giảm chấn
- 8- bộ thay đổi hành trình và cân bằng con trượt.
- 9- con trượt công tác
- 10- bàn máy

b/ Máy ép thuỷ lực

Khác với máy ép trục khuỷu, máy ép thuỷ lực có tốc độ biến dạng kim loại không đổi, không gây quá tải v. v... Máy có cấu tạo phức tạp, lực ép có trị số lớn nên thường dùng để chế tạo các chi tiết lớn, phức tạp, yêu cầu chất lượng cao và hay dùng trong phòng thí nghiệm. Máy ép thuỷ lực có thể có cơ cấu dẫn động chất lỏng riêng từ máy bơm hoặc có thể dẫn chất lỏng có áp suất cao nhận được từ trạm bơm có bình trữ áp. Chất lỏng thường dùng: dầu khoáng vật, nhũ tương hay nước dưới áp suất 25÷400 at.

Máy ép thuỷ lực thường có loại một tác dụng, hai tác dụng và ba tác dụng và có lực ép từ vài chục tấn đến hàng trăm tấn.

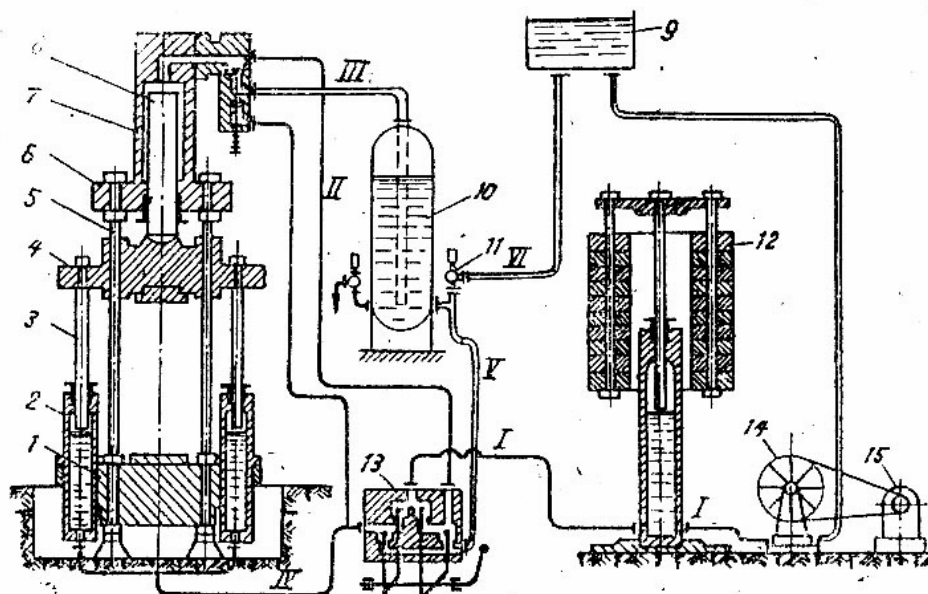
Máy ép thuỷ lực làm việc như sau: Động cơ 15 quay làm cho máy bơm 14 làm việc. Chất lỏng đi vào máy bơm từ thùng hở 9, được nén vào ống dẫn I đi qua bình trữ áp vào van phân phối 13 để điều khiển máy ép làm việc. Từ van phân phối, chất lỏng có áp suất cao theo ống II đi vào xilanh làm việc 7 và nén pittông 8. Khi kết thúc làm việc, ta dịch chuyển tay gạt của van phân phối. Chất lỏng có áp suất cao theo đường ống IV đi vào xilanh 2 đẩy pittông 3 và thanh ngang 4 đi lên. Trong khi đó, chất lỏng từ xilanh làm việc đi qua van và đường ống III vào bình chứa kín 10, máy ép ngừng làm việc. Chất lỏng chứa trong bình 10 có áp suất cao, đảm bảo cho hành trình không tải của thanh ngang 4 đi xuống được nhanh chóng.

Ở hành trình đi lên của xilanh làm việc 8, bình 10 chứa nhiều dung dịch lỏng hơn mức chi phí cho hành trình không tải khi thanh ngang 4 đi xuống. Lượng dung dịch thừa

đó chứa trong bình phụ 10 chảy theo van tháo 11 và đường ống VI vào bể hồ 9, cung cấp chất lỏng cho máy bơm.

Đường ống V nối van phân phối 13 với bình chứa 10. Bình trữ áp 12 dự trữ chất lỏng áp suất cao để chi phí cho máy ép làm việc, phần dự trữ này bù vào trong hành trình làm việc của máy ép.

Phụ thuộc vào kích thước và loại máy, máy ép thủy lực có thể có một hay nhiều xilanh làm việc.



H.3.33. Sơ đồ máy ép thủy lực có bình trữ áp

1. thanh ngang dưới; 2. xi lanh; 3. pittông; 4. thanh ngang di động
5. trụ dẫn; 6. thanh ngang cố định; 7. xilanh làm việc; 8. pittông
9. thùng hồ; 10. bình chứa kín; 11. van tháo; 12. bình trữ áp; 13. van phân phối; 14. máy bơm; 15. động cơ điện.

3.6.3. Nguyên lý thiết kế vật dập thể tích

Cơ sở để thiết lập nên bản vẽ vật dập thể tích là bản vẽ chi tiết và phải tiến hành xác định các yếu tố sau:

a/ Phân tích kết cấu chi tiết dập thể tích hợp lý

Để tạo phối bằng phương pháp dập thể tích, kết cấu chi tiết phải phù hợp với đặc điểm công nghệ dập. Khi thiết kế công nghệ, người thiết kế cần phân tích kỹ kết cấu của chi tiết, trên cơ sở đảm bảo tính năng làm việc của chi tiết, sửa đổi kết cấu sao cho càng đơn giản càng tốt. Mặt khác phải xét đến điều kiện thiết bị hiện tại của nhà máy. cần phân tích và lựa chọn kết cấu cho hợp lý theo các nguyên tắc sau:

- Sửa đổi kết cấu cho đơn giản để dễ gia công.

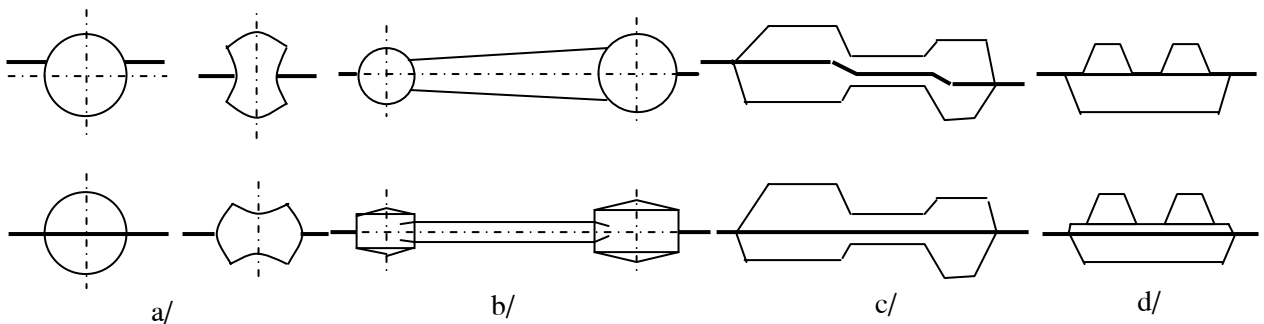
- Những chi tiết có hình dạng và kích thước gần giống nhau thì chỉ dùng một vật rèn điển hình.
- Chia chi tiết phức tạp ra hai hay nhiều vật rèn để dễ gia công sau đó nối ghép lại.
- Tổ hợp 2 hay nhiều chi tiết đơn giản thành một vật rèn sau đó tách chúng ra.
- Dùng các phôi thép cán định hình có hình dáng và kích thước gần giống vật rèn để công nghệ rèn dễ dàng.

b/ thành lập bản vẽ vật dập thể tích

❶ Xác định vị trí mặt phân khuôn:

Mặt phân khuôn là ranh giới của hai nửa khuôn trên và khuôn dưới. Khi xác định mặt phân khuôn nên theo các quy tắc sau:

- Phải đảm bảo lấy vật rèn ra khỏi khuôn dễ dàng (a).
- Lòng khuôn nên nông nhất và rộng nhất để kim loại dễ điền đầy (b).
- Nên chọn mặt phẳng đừng chọn mặt cong hay mặt bậc (c).
- Không nên chọn vị trí mặt phân khuôn tại nơi thay đổi tiết diện đột ngột để dễ phát hiện sự chênh lệch lòng khuôn (d).
- Phần phức tạp của vật rèn (gân mỏng, thành mỏng cao...) thường bố trí ở nửa khuôn trên vì kim loại dễ điền đầy.



❷ Xác định dung sai và lượng dư

Cần xác định lượng dư và dung sai cho hợp lý để tăng độ bóng và chính xác cho chi tiết. Lượng dư gia công cơ được xác định căn cứ vào vật liệu gia công, kích thước, khối lượng chi tiết, độ chính xác yêu cầu, thiết bị dập và được tra theo các sổ tay thiết kế công nghệ.

Dung sai của vật dập thể tích phụ thuộc vào kích thước vật dập, lượng dư gia công, độ chính xác yêu cầu và được chọn theo sổ tay thiết kế công nghệ.

❸ Độ nghiêng thành vật rèn

Khi thiết kế vật dập thể tích cần thiết phải thiết kế độ nghiêng tại các thành đứng, dọc theo phương tháo vật dập với mục đích là để kim loại dễ điền đầy khuôn và để lấy vật dập ra khỏi khuôn.

Theo kinh nghiệm thì nếu lấy độ nghiêng quá lớn sẽ lãng phí kim loại, khi lấy độ nghiêng phụ thuộc vào thành trong hay thành ngoài:

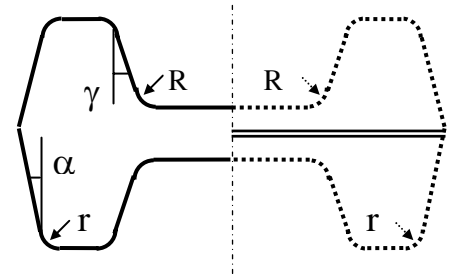
- Thành trong: $\gamma = 5 \div 15^{\circ}$ (thành ứng với phần lõm vào của chi tiết)
- Thành ngoài: $\alpha = 3 \div 13^{\circ}$ (thành ứng với phần lồi ra của chi tiết)

4 Bán kính góc lượn

Tại các phần chuyển tiếp của vật dập phải có góc lượn để cho kim loại dịch trượt trong lòng khuôn dễ dàng, tránh cho vật dập khỏi bị nứt, bị tật gấp nếp, nâng cao sức bền và tuổi thọ của khuôn. Theo kinh nghiệm được tính:

Bán kính lượn ngoài (r) là bán kính ứng với phần lồi ra của chi tiết. $r = 1 \div 6 \text{ mm}$.

Bán kính lượn trong (R) là bán kính ứng với phần lõm vào của chi tiết, $R = 3 \div 5 \text{ mm}$



5 Xác định kích thước và hình dáng lớp chưa thấm

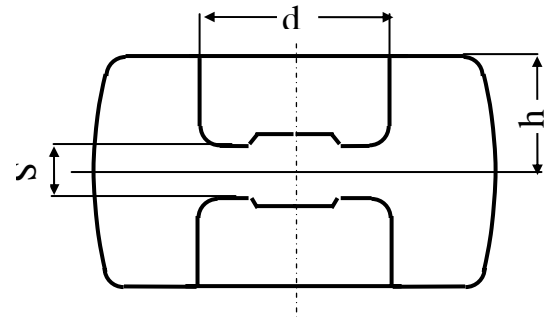
Để tránh quá tải, việc tạo lỗ khi dập thể tích chỉ thực hiện được dưới dạng lớp chưa thấm. Lớp kim loại này bảo vệ độ chính xác và độ bền của khuôn.

$$s = 0,45\sqrt{d} - 0,25h - 5 + 0,6\sqrt{h} \quad (\text{mm}).$$

S - Chiều dày lớp chưa thấm (mm)

h - Chiều cao một phía lỗ (mm).

d - Đường kính lỗ (mm).



6 Thiết kế rãnh bavia

Khi dập trong khuôn tinh cần thiết kế rãnh bavia. Rãnh bavia có các dạng khác nhau (như hình vẽ)

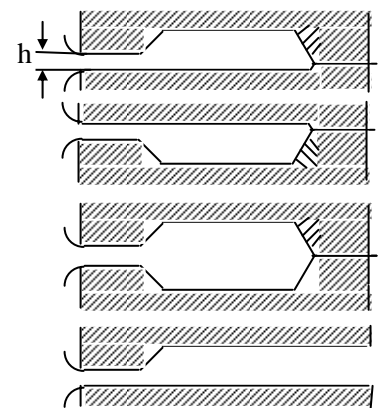
Chiều cao khe hở của rãnh bavia được xác định theo công thức:

$$h = 0,015\sqrt{F_{VD}}$$

Trong đó, F_{VD} là diện tích tiết diện vật dập trên bề mặt phân khuôn (mm).

Sau khi xác định được kích thước h, các kích thước khác có thể tra trong sổ tay công nghệ.

Chú ý: lượng bavia chỉ chứa trong khoảng 30 - 70% thể tích rãnh bavia. chỉ có khuôn tinh mới có rãnh bavia.



7 Quy tắc vẽ bản vẽ vật rèn khuôn

Bản vẽ vật dập thể tích được vẽ theo quy ước tương tự khi lập bản vẽ vật rèn tự do:

- Quy ước hình bao vật dập vẽ bằng nét cơ bản (nét đậm), chi tiết vẽ nét đứt hoặc nét mảnh.

- Kích thước vật dập ghi trên, kích thước chi tiết ghi bên dưới kích thước vật dập và để trong ngoặc đơn.

- Các yêu cầu kỹ thuật trên bản vẽ vật dập gồm: lượng bavaria cho phép, phương pháp làm sạch bề mặt, sai lệch cho phép về hình dạng ...

- Bản vẽ vật dập theo tỷ lệ 1:1, nếu lớn quá vẽ tỷ lệ 1:2.

c/ Xác định khối lượng và kích thước phôi

Tính khối lượng phôi

$$G_{PH} = G_{VD} + G_{BV} + G_{CT} + G_{CH}$$

Trong đó, G_{VD} là khối lượng vật dập được xác định theo bản vẽ chi tiết kể cả lượng dư và dung sai.

G_{BV} là khối lượng bavaria mà sau khi dập xong phải cắt bỏ đi, được tính theo kết cấu và kích thước rãnh bavaria.

G_{CT} là khối lượng lớp chưa thấu trong trường hợp chi tiết có lỗ.

G_{CH} là khối lượng cháy hao khi nung, có thể lấy bằng $3 \div 4\%G_{VD}$.

Tính kích thước phôi

- Trường hợp tiết diện ngang của vật dập thay đổi ít, chọn chiều dài phôi L_{PH} , sau đó tính tiết diện phôi theo công thức:

$$F_{PH} = (1,05 \div 1,3) \frac{V_{PH}}{L_{PH}}; \text{ mà } V_{PH} = \frac{G_{PH}}{\gamma}$$

Trong đó, G_{PH} là khối lượng phôi; γ là khối lượng riêng của vật liệu dập.

- Với vật dập có tiết diện ngang thay đổi nhiều, tiết diện phôi được tính theo công thức:

$$F_{PH} = (0,6 \div 1,0).F_{MAX} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Trong đó F_{MAX} là tiết diện ngang lớn nhất của vật dập. Sau đó xác định chiều dài phôi cần thiết.

d/ Lập quy trình công nghệ dập thể tích

Sau khi tính và chọn phôi, căn cứ vào hình dạng, kích thước vật dập, số lượng cần sản xuất để định ra các bước gia công cần thiết với trình tự gia công hợp lý và lập phiếu công nghệ.

Sơ đồ các giai đoạn của quá trình dập thể tích có thể biểu diễn như sau:



đ/ Chọn máy gia công

Để chọn máy gia công, cần thiết phải dựa vào công biến dạng để chọn lực ép danh nghĩa của máy. Các thông số cần thiết dựa vào sổ tay rèn dập để chọn máy hợp lý.

3.6.4. Công nghệ dập tấm

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

α/ Nhóm nguyên công cắt

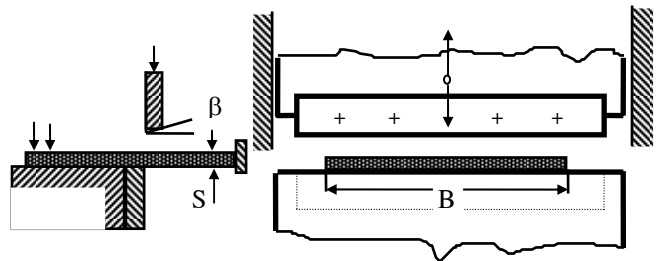
Cắt phôi là nguyên công tách một phần của phôi khỏi phần kim loại chung. Nguyên công này có 3 loại: cắt đứt, cắt phôi, đột lỗ.

❶ Nguyên công cắt đứt

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

Máy cắt lưỡi dao song song:

- Góc trước $\beta = 2 \div 3^\circ$
- Cắt được các tấm rộng $B \geq 3200$ mm, chiều dày S đến 60 mm.
- Chỉ cắt được đường thẳng, chiều rộng tấm cắt phải nhỏ hơn chiều dài dao.
- Đường cắt thẳng, đẹp, hành trình dao nhỏ; Lực cắt tương đối lớn:



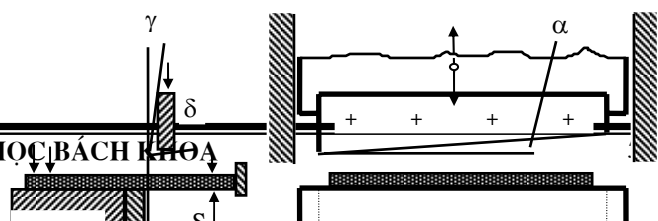
H.3.34. Máy cắt lưỡi dao song song

$$P = 1,3.B.S.\sigma_c \quad (\text{N}).$$

B - chiều rộng cắt của phôi (mm); S - chiều dày phôi cắt (mm).

σ_c - Giới hạn bền cắt của phôi $\sigma_c = (0,6 \div 0,8)\sigma_b$ (N/mm²).

Máy cắt dao nghiêng:

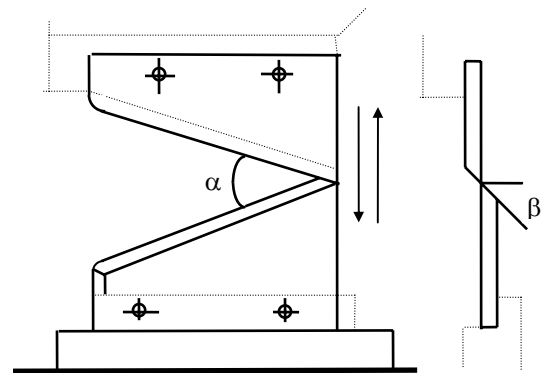


- Lưỡi dao dưới nằm ngang, lưỡi dao trên nghiêng một góc $\alpha = 2 \div 6^\circ$.
- Góc cắt $\delta = 75 \div 85^\circ$; góc sau $\gamma = 2 \div 3^\circ$. Để đơn giản khi mài dao cho phép $\delta = 90^\circ$; góc sau $\gamma = 0$.
- Độ hở giữa 2 dao $Z = 0,05 \div 0,2 \text{ mm}$
- Lực cắt không lớn, cắt được các tấm dày; Cắt được các đường cong; Đường cắt không thẳng và nhẵn. Hành trình của dao lớn.

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

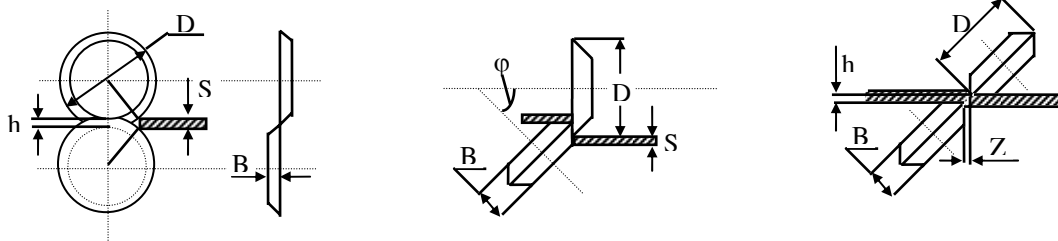
Máy cắt chấn động:

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



H.3.36. Máy cắt chấn động

Máy cắt dao đĩa một cặp dao



H.3.37. Máy cắt dao đĩa một cặp dao

a/ Dao đĩa có tâm trục song song

- Góc ăn dao $\alpha < 14^\circ$; $h = (0,2 \div 0,3)S$
- Nếu $S > 10 \text{ mm}$: $D = (25 \div 30)S$, $B = (50 \div 90) \text{ mm}$
- Nếu $S < 3 \text{ mm}$: $D = (35 \div 50)S$, $B = (20 \div 25) \text{ mm}$
- Lực cắt: $P = 0,5 \frac{bS}{\text{tg} \alpha} \sigma_c$.

b - Chiều sâu ăn dao lúc bắt đầu cắt

b/ Máy cắt dao dưới nghiêng

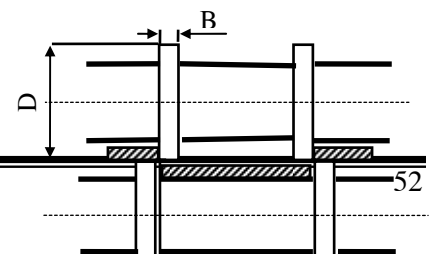
- góc nghiêng $\phi = 30 \div 40^\circ$
- Nếu $S > 10 \text{ mm}$:
 $D = 20S$; $B = 50 \div 80 \text{ mm}$
- Nếu $S < 3 \text{ mm}$:
 $D = 28S$; $B = 15 \div 20 \text{ mm}$

c/ Hai dao nghiêng

- Độ hở $Z \leq 0,2S$; $h \leq 0,3S$
- Nếu $S > 10 \text{ mm}$:
 $D = 12S$; $B = 40 \div 60 \text{ mm}$
- Nếu $S < 5 \text{ mm}$:
 $D = 20S$; $B = 10 \div 15 \text{ mm}$

Máy cắt nhiều dao đĩa.

- Lưỡi cắt là 2 đĩa tròn quay ngược chiều nhau; máy có thể có hai hoặc nhiều cặp đĩa cắt.



- Góc cắt 90^0 ; $Z = (0,1 \div 0,2)S$
- Đường kính dao đĩa: $D = (40 \div 125)S$ (mm).
- Chiều dày dao: $B = 15 \div 30$ (mm)
- Vận tốc cắt: $v = 1 \div 5$ m/s; Vật liệu làm dao: 5XBC

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

❷ Nguyên công dập cắt và đột lỗ

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

Đột lỗ là quá trình tạo nên lỗ rỗng trên phôi, phần vật liệu tách khỏi phôi gọi là phế liệu, phần còn lại là phôi để đi qua nguyên công tạo hình. Đối với dập cắt thì phần cắt rời là phôi phần còn lại là phế liệu .

Một số thông số kỹ thuật cần lưu ý:

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

- Khi đường cắt tròn: $P = 1,25\pi.d.s.\tau_{cp}$ (N).

- Khi đường cắt bất kỳ: $P = 1,25L.s.\tau_{cp}$ (N).

s - chiều dày phôi (mm); d - đường kính phôi hoặc lỗ đột (mm).

L - chu vi đường cắt (mm); τ_{cp} - giới hạn bền cắt (N/mm^2).

Lưu ý: Cần bố trí quá trình cắt phôi hợp lý để hệ số sử dụng nguyên vật liệu cao nhất. Có thể dùng hệ số sử dụng nguyên vật liệu η để đánh giá mức độ sử dụng chúng:

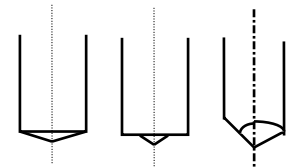
$$\eta = \frac{F_0}{F} 100\%$$

F_0 - là tổng diện tích các phôi bố trí trên tấm cắt có diện tích F , nếu mỗi chi tiết có diện tích f và trên tấm cắt bố trí được n chi tiết thì: $F_0 = n.f$ và: $\eta = \frac{n.f}{F} 100\%$

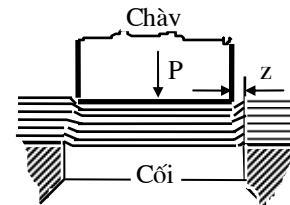
b/ Nhóm các nguyên công tạo hình

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

❶ Nguyên công uốn:



H.3.39. Các loại đầu chày



H.3.40. Sơ đồ dập cắt

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

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

r - bán kính uốn trong; S - chiều dày phôi (mm);

ρ - bán kính lớp trung hoà; r - bán kính uốn trong.

$\alpha = \frac{S_1}{S}$ - hệ số biến mỏng; $\alpha = \frac{B_{tb}}{B}$ - hệ số nở rộng.

$B_{tb} = \frac{B_1 + B_2}{2}$ - chiều rộng trung bình tiết diện uốn.

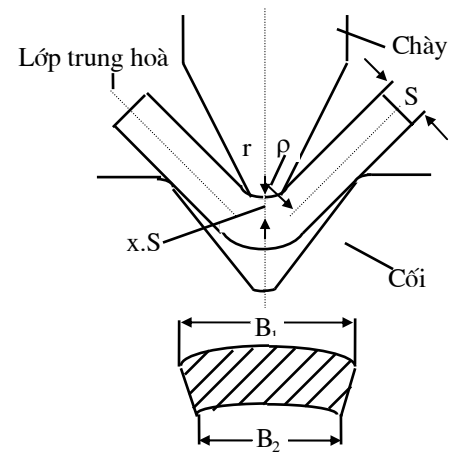
S_1 - chiều dày vật liệu tại điểm giữa cung uốn.

Trong thực tế có thể xác định theo công thức gần đúng sau: $\rho = r + x \cdot S$ và có thể tính:

$$x = \frac{\rho - r}{S} = \frac{x^2}{2} - \frac{r}{S}(1 - \alpha).$$

Trong thực tế x lấy theo bảng sau:

Tỷ số r/S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Hệ số x	0,3	0,33	0,36	0,37	0,38	0,39	0,4	0,42	0,45	0,46	0,47	0,475	0,48



H.3.41. Sơ đồ uốn

Bán kính uốn cho phép: Khi uốn bán kính uốn phía trong được giới hạn nhất định. Nếu quá lớn, vật uốn sẽ không có khả năng giữ được hình dạng sau khi uốn vì chưa đến mức biến dạng dẻo. Ngược lại nếu quá nhỏ thì có thể làm đứt vật liệu ở tiết diện uốn.

- Bán kính uốn lớn nhất cho phép được xác định theo công thức:

$$r_{\max} = \frac{\varepsilon S}{2\sigma_c}.$$

ε - môđun đàn hồi khi kéo (N/mm^2); σ_c - giới hạn chảy của vật liệu, (N/mm^2).

- Bán kính uốn nhỏ nhất cho phép được xác định theo “kỹ thuật dập nguội” hoặc theo công thức kinh nghiệm sau: $r_{\min} = (0,25 \div 0,3)S$ (mm).

Sự đàn hồi khi uốn cong: Sau khi thôi lực tác dụng, do có sự đàn hồi nên vật uốn có xu hướng giãn ra. Để có được góc uốn của chi tiết φ_0 , người ta phải uốn với góc là φ , và góc đàn hồi được biểu thị là:

$$\gamma = \frac{\varphi_0 - \varphi}{2}. \text{ Trong thực tế } \gamma = 0 \div 12^\circ.$$

Lực uốn cong: Lực uốn trong khuôn dập bao gồm lực uốn tự do và lực là phẳng (tính chỉnh) vật liệu. Trị số lực là phẳng lớn hơn rất nhiều so với lực uốn tự do.

- Lực uốn tự do tính theo công thức:

$$P = \frac{BS^2 \sigma_b \cdot n}{l} = k_1 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_b \quad \text{ở đây } k_1 = n \cdot S/l$$

- Lực uốn hình chữ U có tấm chặn tính theo công thức:

$$P = 2k_1 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_b + P_{ch} \approx 2,5k_1 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_b \text{ (N)}.$$

- Lực uốn góc có tính chỉnh tính theo công thức:

$$P = q \cdot F \text{ (N)}.$$

Trong đó: P_{ch} - lực chặn (N); l - khoảng cách giữa các điểm tựa (mm);

n - hệ số đặc trưng ảnh hưởng của biến cứng $n = 1,6 \div 1,8$.

k_1 - Hệ số uốn tự do phụ thuộc vào vật liệu và tỷ số l/S , $k_1 = 0,05 \div 0,7$.

B - chiều rộng phôi (mm); σ_b - giới hạn bền của kim loại (N/mm²).

F - diện tích phôi được tính chỉnh (mm²).

q - áp lực tính chỉnh (N/mm²) lấy theo “kỹ thuật dập nguội”

Chú ý: - Nếu trên phôi uốn có đột lỗ thì lỗ đột phải nằm ngoài bán kính uốn r ; Khoảng cách từ tâm lỗ đến thành trong vật uốn phải thỏa mãn yêu cầu: $m > 0,5d + r$.

- Khi vật uốn cong có cạnh mép, thì khoảng cách từ cạnh mép đến thành trong của vật uốn: $y > r$

② Nguyên công dập vuốt

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

Dập vuốt không làm mỏng thành

- **Xác định hình dáng và kích thước phôi cho những chi tiết đơn giản:**

Hình dạng tấm phôi: Nếu chi tiết là hình hộp đáy chữ nhật thì phôi có dạng hình bầu dục hay elíp, còn nếu chi tiết là hình hộp đáy vuông hoặc hình trụ đáy tròn thì phôi là miếng cắt tròn.

Kích thước phôi: Nếu $S < 0,5$ mm thì diện tích phôi bằng diện tích mặt trong hoặc diện tích mặt ngoài của chi tiết, còn nếu $S > 0,5$ mm thì lấy bằng diện tích lớp trung hoà của chi tiết (kể cả đáy). Trong thực tế diện tích phôi (kể cả lượng dư để cắt mép) được tính: $D = 1,13\sqrt{F} = 1,13\sqrt{\sum f}$ (mm); Trong đó: F - diện tích bề mặt của chi tiết, mm²; $\sum f$ - tổng diện tích các phần tử riêng của bề mặt chi tiết, mm².

- **Xác định số lần dập vuốt:**

Khi dập vuốt tùy theo tính dẻo của vật liệu mỗi lần dập cho phép dập thành chi tiết có đường kính nhất định. Hệ số dập cho phép được tính như sau:

$$m = \frac{d_{ct}}{D_{ph}}$$

Trường hợp muốn chế tạo một chi tiết dập giãn có chiều sâu lớn, đường kính nhỏ thì phải dập một số lần, mỗi lần dập chỉ giảm đường kính đáy theo hệ số cho phép $m = 0,55 \div 0,95$. Hệ số dập giãn lần thứ nhất $m_1 < m_2, m_3, m_4, \dots, m_n$. vì các lần dập sau vật đã sinh ra hiện tượng biến cứng và điều kiện biến dạng khó hơn. Số lần dập n của phôi có đường kính D thành chi tiết có đường kính d_n :

$$m_1 = \frac{d_1}{D} \Rightarrow d_1 = m_1 \cdot D$$

$$m_2 = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_2 = m_2 \cdot d_1 = m_1 \cdot m_2 \cdot D$$

$$m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}} \Rightarrow d_n = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \dots m_n \cdot D$$

Để đơn giản tính toán ta lấy giá trị trung bình:

$$m_{tb} = \sqrt[n]{m_2 \cdot m_3 \dots m_n}$$

Ta có thể viết: $d_n = m_1 \cdot m_{tb}^{(n-1)} \cdot D$

Lấy lg cả hai vế ta sẽ được :

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

Ứng với mỗi lần dập có một bộ khuôn tương ứng.

Khi dập vuốt các chi tiết hình trụ có vành rộng, mức độ biến dạng không những phụ thuộc vào h/d mà còn phụ thuộc vào tỷ số d_v/d . Khi đã tạo nên vành rộng thì phần kim loại ở vành hầu như không tham gia vào quá trình biến dạng ở các lần dập sau. Vì vậy cần chú ý:

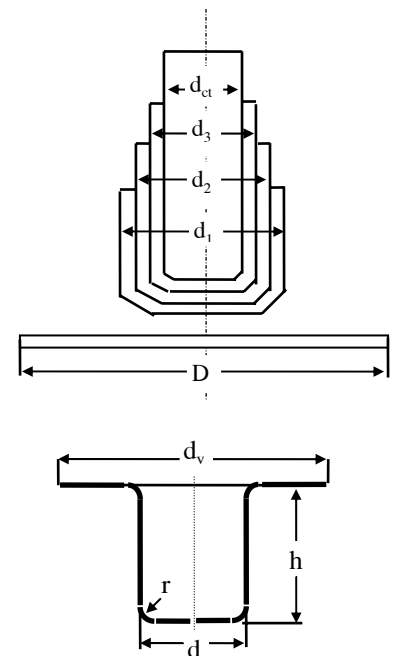
- Sau khi dập lần đầu, đường kính của vành phải bằng đường kính yêu cầu, kể cả lượng dư cắt mép. ở các lần dập sau, đường kính vành thay đổi không đáng kể.

- Khi dập những chi tiết lớn có vành rộng thì chiều cao qua các lần dập thay đổi không nhiều lắm, mà chỉ thay đổi đường kính và bán kính lượn. Khi dập những chi tiết nhỏ và trung bình thì chiều cao vật dập dần dần tăng lên còn bán kính lượn thay đổi không đáng kể.

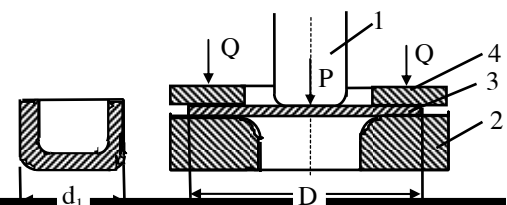
- Khi chế tạo chi tiết có vành $d_v/d = 1,1-1,4$ và $h/d > 1$ tức là vành không lớn thì lần dập đầu tiên tạo chi tiết hình trụ không có vành, ở các lần dập sau tạo thành vành còn lớn dần và cuối cùng thì phẳng.

- Quá trình dập vuốt:

Những chi tiết có phôi là tấm dày thì tiến hành trên khuôn không cần vành ép, nhưng nếu



H.3.42. Dập vuốt có vành rộng



H.3.43. Sơ đồ dập vuốt
1 - chày ép; 2 - khuôn ép

phôi là tấm mỏng sẽ xảy ra hiện tượng nhăn xếp ở thành sản phẩm nên dùng thêm vành ép.

- Lực dập vuốt:

Lực dập vuốt bao gồm nhiều lực: lực để biến dạng kim loại, lực của vành ép, lực để thắng lực ma sát giữa vật liệu và chày, cối... Trong thực tế có thể tính:

- Lực dập gần đúng R: $R = P + Q$ (P- lực biến dạng; Q - lực ép phôi)

- Lực biến dạng chi tiết hình trụ: $P = k_1 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot S \cdot \sigma_b$ (N).

k_1 - hệ số điều chỉnh lần dập giãn đều, phụ thuộc m_1 :

m_1	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,80
k_1	1,00	0,93	0,80	0,79	0,72	0,66	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40

Các nguyên công tiếp theo k_1 phụ thuộc m_{tb} :

m_i	0,70	0,72	0,75	0,77	0,80	0,85	0,90	0,95
k_i	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70	0,60	0,50

- Trị số lực ép của vành được tính: $Q = F \cdot q$ (N)

F - diện tích vành ép tiếp xúc với chi tiết (mm^2)

q - áp suất ép phụ thuộc vào vật liệu (N/mm^2)

<i>Vật liệu</i>	<i>Áp suất ép q, N/mm²</i>	<i>Vật liệu</i>	<i>Áp suất ép q, N/mm²</i>
Thép $s < 0,5$	2,5 - 3,0	Đồng đỏ	1,2 - 1,8
Thép $s > 0,5$	2,0 - 2,5	Nhôm	0,8 - 1,2
Đồng thau	1,5 - 2,0	Đuara mềm	1,5 - 2,0

- Khi dập giãn những chi tiết hình hộp đáy chữ nhật:

$$P = (2\pi \cdot r_y \cdot C_1 + L_B \cdot C_2) S \cdot \sigma_b$$

r_y - bán kính lượn giữa 2 cạnh thành hộp (mm); $C_2 = 0,2 \div 0,3$.

L_B - chiều dài chu vi tiết diện hộp; $C_1 = 0,2 \div 0,5$ (dập càng sâu C_1 lấy lớn).

- **Tốc độ dập tối hạn:** $V_{max} = 3,33(1 + m_1) \sqrt{D_f - d_1}$ (mm/s)

Đối với máy lớn: $V_{max} = 150 \div 270$ (mm/s); Với máy nhỏ: $V_{max} = 280 \div 350$ (mm/s).

- **Số hành trình kép lớn nhất:** $n_{max} = \frac{30 \cdot V_{max}}{H}$ (vòng/ph)

H- hành trình của máy (mm).

h- chiều sâu chi tiết dập vuốt, $H = (1,75 \div 2,5)h$. Trong tính toán thường lấy $H = 2h$ từ đó suy ra:

$$n_{max} = \frac{30 \cdot V_{max}}{2h} = \frac{15 \cdot V_{max}}{h} \text{ (vòng/phút).}$$

- Công cần thiết để dập vuốt: $A = k \frac{R \cdot h}{1000}$ (N.m).

k - hệ số phụ thuộc vào m

m	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80
k	0,80	0,77	0,70	0,67	0,64

R- Lực dập vuốt (N).

h- chiều sâu chi tiết dập vuốt.

- Công suất cần thiết để dập vuốt: $N_{\max} = \frac{A \cdot n_{\max}}{6.75 \cdot 10^2}$ (mã lực).

- Công suất của máy: $N = \frac{a_0 \cdot N_{\max}}{\eta}$ (mã lực).

η - hệ số hữu ích của máy lấy bằng 0,5÷0,7; $a_0 = 1,1 \div 1,4$ - hệ số tải trọng không đều.

- Công suất động cơ điện: $N_{\text{đc}} = \frac{N}{\eta_{\text{đc}} \cdot 1,36}$ (kw).

$\eta_{\text{đc}}$ - hiệu suất của động cơ.

- **Khuôn dập vuốt:**

Bán kính lượn của chày và cối: Để giảm ứng suất tập trung tại cạnh của chày và cối dễ gây nên rách đứt phôi, thì cạnh của chày và cối phải làm bán kính góc lượn. Bán kính lượn cạnh cối lớn thì sự biến dạng càng dễ, nhưng nếu lớn quá dễ tạo thành nếp nhăn ở thành và nhất là ở mép sản phẩm. Bán kính lượn nhỏ quá phôi hay bị rách trong quá trình dập.

Bởi vậy bán kính lượn của cối phải chọn trong giới hạn cho phép phụ thuộc vào chiều dày vật liệu, loại vật liệu và mức độ thu nhỏ đường kính qua các bước. Trị số bán kính lượn của cối có thể xác định theo bảng (trong sổ tay dập nguội) hoặc tính theo công thức sau:

$$R_c = 0,8 \sqrt{(D-d)S}$$

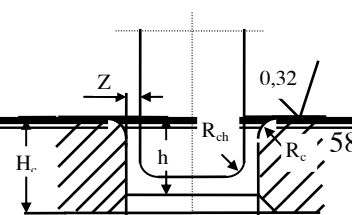
D- đường kính phôi hoặc đường kính bước trước

d- đường kính bước tiếp theo sau; S - chiều dày tấm phôi (mm).

Bán kính lượn cạnh chày của tất cả các nguyên công trừ nguyên công cuối cùng, nên lấy $R_{\text{ch}} = R_c$ hoặc bé hơn một chút.

Bán kính lượn cạnh chày của nguyên công cuối cùng lấy bằng bán kính lượn trong của sản phẩm nhưng không nên nhỏ hơn $(2 \div 3)S$ đối với $S \leq 6$ mm và nhỏ hơn $(1,5 \div 2)S$ đối với $S > 6$ mm. Khi tinh chỉnh có thể giảm bán kính chày, cối 2÷5 lần nhưng không nhỏ hơn 0,5S .

Chiều cao phần làm việc: $h = (0,3 \div 2)D_c$.



Khe hở giữa chày và cối: Z để chứa chiều dày thành phẩm được xác định:

- Khi dập vuốt chi tiết tròn xoay: $Z_{\min} = (1,0 \div 1,3)S$
- Khi dập vuốt chi tiết hình hộp và hình phức tạp:
 - + ở phần góc lượn: $Z_{\min} = (1,0 \div 1,3)S$
 - + ở phần thẳng: $Z_{\min} = S$; (S - chiều dày phôi, mm).

Khi thiết kế và chế tạo khuôn cần chú ý:

- Bước dập vuốt đầu cần phải có chặn phôi để tránh nếp nhăn.
- Để phôi được cấp tốt, cần phải có các chốt xoay.
- Để đảm bảo sự trùng khớp giữa chày và cối, ta lắp 3 hay 4 trụ dẫn hướng.
- Chày, cối và tấm ép được chế tạo bằng thép CD100A tôi đạt độ cứng 58÷60HRC và mạ crôm dày 0,015 - 0,02 mm, đánh bóng đến Ra = 0,63 - 0,32.

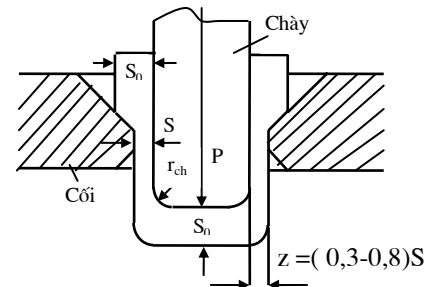
Dập vuốt làm mỏng thành

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

Đặc điểm:

- Không cần vành ép để chống nhăn.
- Không cần thiết bị dẫn hướng.
- Chỉ cần dập trên máy tác dụng đơn .
- Khi dập nhiều lần phải qua ủ trung gian.
- Sự giảm chiều dày cho phép trong giới hạn:

$$\frac{S_0 - S}{S_0} 100\% = (40 \div 60)\%$$



H.3.45. Sơ đồ dập vuốt không làm mỏng thành

⊗ Uốn vành

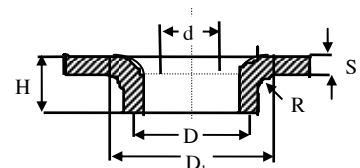
Là phương pháp chế tạo các chi tiết có gờ, đường kính D chiều cao H, đáy chi tiết rỗng. Phôi uốn vành phải đột lỗ với d trước, sau đó dùng chày và khuôn để tạo vành.

- Quá trình công nghệ uốn vành

Những kích thước hình học khi uốn vành được xác định xuất phát từ sự cân bằng thể tích của phôi và chi tiết.

- Đường kính lỗ khi dập một lần được tính gần đúng:

$$d = D - 2(H - 0,43R - 0,72S)$$
- Chiều cao của vành khi dập một lần:



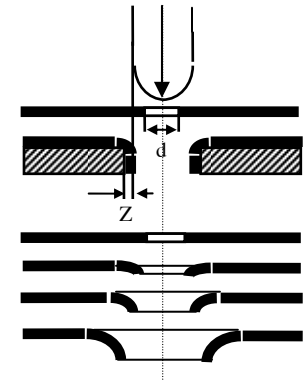
$$H = \frac{D-d}{2} + 0,43R + 0,72S$$

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

$$K_u = d/D = 0,62 \div 0,78$$

- Chiều cao uốn vành tới hạn khi uốn một lần:

$$H_{\max} = D \frac{1 - K_u}{2} + 0,43R \quad (\text{mm}).$$

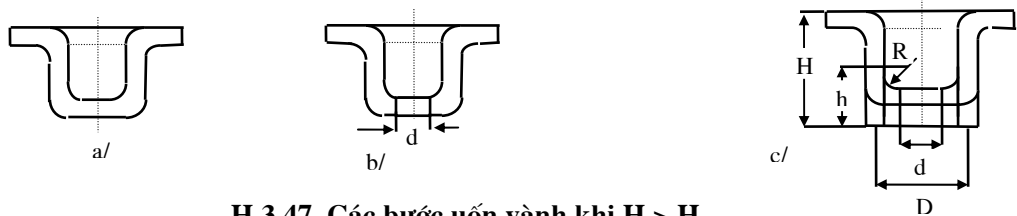


H.3.46. Quá trình uốn vành

D - đường kính chi tiết tính theo đường trung hoà (mm).

R - bán kính vành uốn (mm); K_u - hệ số uốn vành, $K_u = 0,62 \div 0,72$

Nếu chiều cao chi tiết không thể uốn một lần ($H > H_{\max}$) thì quá trình uốn vành qua một số nguyên công:



H.3.47. Các bước uốn vành khi $H > H_{\max}$

- Chiều cao phần vuốt được tính: $h = D \frac{1 - K_u}{2} + 0,57R$ (mm).
- Đường kính lỗ đột: $d = D + 1,14R - 2h$ (mm).

R - bán kính lượn của đáy trụ;

- Các phương pháp uốn vành

Uốn vành không biến mỏng thành: trong quá trình uốn vành bao giờ chi tiết cũng bị biến mỏng thành, nhưng do biến mỏng ít nên coi như không biến mỏng thành:

$$S_1 = S \sqrt{\frac{d}{D}}$$

S_1 - Chiều dày phiê ở thành sau khi uốn vành (mm).

S - Chiều dày phiê ở thành trước khi uốn vành (mm); d - Đường kính lỗ đột (mm).

D - đường kính trung bình của thành sau khi uốn vành (mm).

Đường kính lỗ d cũng có thể tính theo công thức:

$$d = D_1 - \left[\pi \left(R + \frac{S}{2} \right) + 2h \right] \quad (\text{mm}).$$

Uốn vành cũng có thể thực hiện với lỗ hình chữ nhật và ôvan. Lúc đó hình dạng lỗ và chiều cao lỗ sau một nguyên công thường được xác định bằng thực nghiệm.

- Hệ số uốn vành trung bình K_{tb} của lỗ uốn vành hình chữ nhật: $K_{tb} = (0,9 \div 0,95) K_u$.

- Chiều cao lớn nhất của vành uốn hình chữ nhật:

$$H = R_c - R_0 + 0,43R + 0,72S.$$

- Lực uốn vành hình chữ nhật:

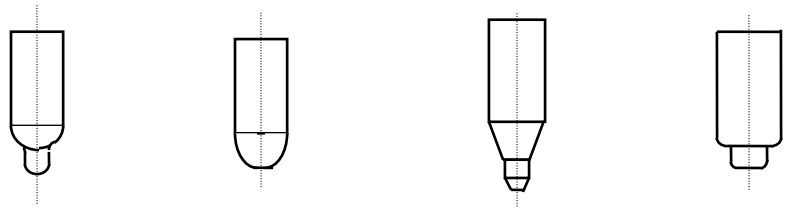
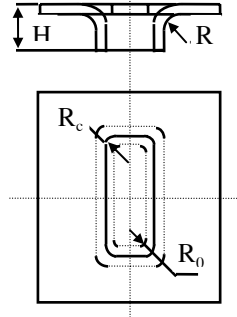
$$P = S \cdot \sigma_c \left[6,28R_c \left(1 - \frac{R}{R_c} \right) + (a + b - 0,9R_c) \frac{S}{R + S} \right] \text{ (N)}.$$

a, b - Kích thước lỗ theo trục đối xứng (mm).

R_c - bán kính lượn ở thành (mm); R - bán kính lượn ở chày (mm).

σ_c - giới hạn chảy của vật liệu (N/mm²).

- Các dạng cơ bản của chày dùng trong uốn vành không biến mỏng:



Uốn vành có biến mỏng: là bước tiếp theo của uốn vành không biến mỏng thành. Các bước này tiến hành kế tiếp nhau bằng chày nhiều bậc.

- Mức độ biến mỏng cho phép sau một nguyên công: $\frac{S}{S_1} = 2,2 \div 2,5$.

- Chiều cao của vành uốn được tính: $H_m = H + \frac{1}{2} \left(\frac{S}{Z} - 1 \right) (H - h_x)$.

H - chiều cao của vành uốn không biến mỏng (mm).

Z - khe hở giữa chày và cối (mm).

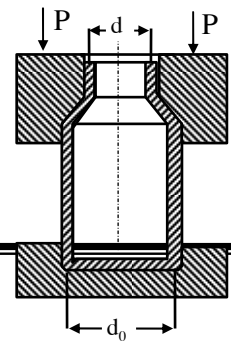
$h_x = \frac{Z - S_1}{S - S_1} H$ - phần chiều cao của vành uốn không bị biến mỏng (mm).

- Lực để uốn vành có biến mỏng:

$$P = 3,45 \cdot \frac{S^2}{S_1} \sigma_c (D - d) \text{ (N)}.$$

④ Tóp miệng

Là nguyên công làm cho miệng của phôi rộng (thường là hình trụ) thu nhỏ lại. Phân tóp nhỏ lại có thể là hình côn, côn và trụ, nửa hình cầu v.v...



Khuôn dưới làm nhiệm vụ định vị chi tiết, khuôn trên có lỗ hình côn đường kính giảm dần, phần cuối của khuôn trên là hình trụ. Để tránh xảy ra hiện tượng xếp ở miệng tóp thì:

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

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

⊗ **Giãn rộng**

Là nguyên công kéo vật liệu của phôi ống từ trong ra ngoài theo hướng đường kính, đồng thời làm thay đổi chiều dày phôi. Mức độ giãn rộng có thể biểu thị bằng hệ số giãn rộng:

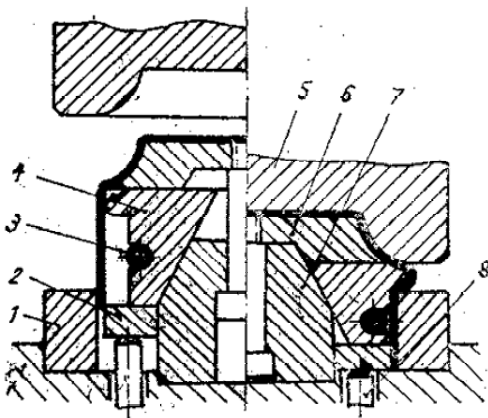
$$m = \frac{d_{ct}}{d_0} = 1,1 \div 1,25$$

Trong đó d_1 -đường kính lớn nhất sau khi bị giãn phồng, d_0 - đường kính phôi.

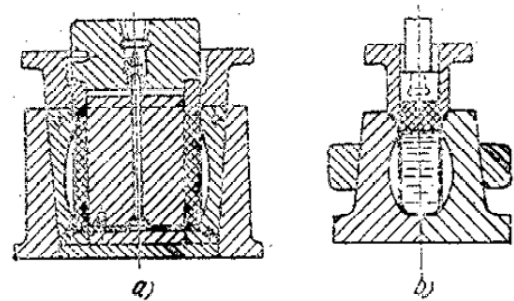
Tạo hình bằng phương pháp giãn rộng được thực hiện trên máy ép thuỷ lực, máy ép trục khuỷu một tác dụng và 2 tác dụng và các cơ cấu chuyên dùng mà không cần máy ép.

Khi dập, thường dùng những bộ khuôn mà chày ghép bằng nhiều mảnh lõi côn, chày bằng cao su hoặc chất lỏng.

Ví dụ: khuôn gồm có chày ghép bằng nhiều mảnh 4, các mảnh được ôm bằng lò xo kín 3. Cối 5 đóng vai trò của tấm ép và lắp lên đế khuôn trên. Phôi úp lên nắp chày 6 và trong cỡ 1. Khi đầu trượt máy đi xuống, cối đè trên nắp chày và chày ghép, các mảnh ghép của chày trượt theo lõi côn 7, làm giãn rộng phôi và tạo thành vành ngắn.



H.3.49. Khuôn dập giãn bằng chày ghép
1. cỡ; 2. vành đáy; 3. lò xo vòng; 4. chày ghép; 5. cối; 6. nắp chày; 7. lõi côn; 8. các tỳ đẩy



H.3.50. Khuôn dập giãn
a/ chày bằng cao su; b/ chày bằng chất lỏng

Khi đầu trượt đi lên, tấm đỡ 2 được các tỳ đẩy 8 đẩy lên, chày ghép lại trượt theo lõi côn và thu nhỏ lại nhờ có lò xo vòng 3. Sản phẩm được lấy ra ngoài. Chày thường ghép từ 8 đến 12 mảnh.

Người ta còn dập với chày bằng cao su (H.3.50a) hoặc chày bằng chất lỏng (H.3.50b).

Lực để dập giãn khi ứng dụng khuôn ghép nhiều mảnh tính theo công thức:

$$P = 2k \cdot \pi \cdot L \cdot S \cdot \sigma_b \quad (N)$$

Lực dập giãn bằng chày cao su:

$$P = 50\pi \cdot \sigma_b \cdot S \cdot D \quad (N)$$

trong đó k - hệ số tính đến ảnh hưởng của góc côn và hệ số ma sát:

$$k = \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \sin \alpha - \mu^2 \cos \alpha}$$

α - góc phía trong chày ghép; μ - hệ số ma sát giữa chày và lõi côn.

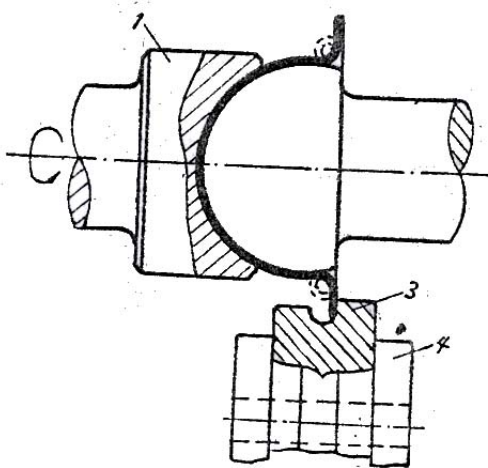
L - chiều dài phần phôi giãn rộng (mm); S - chiều dày thành phôi, mm.

D_p - đường kính phôi (mm); Lực này chọn 2 lần lớn hơn so với tính toán.

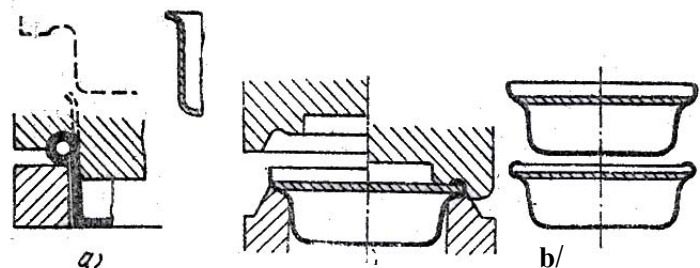
⊗ Viên mép

Để tăng thêm độ cứng vững của các chi tiết rỗng dập vuốt từ kim loại tấm mỏng, người ta viên mép chi tiết sau khi dập.

Có thể viên ép con lăn trên máy tiện, viên mép trên máy chuyên dùng hoặc bằng khuôn dập trên máy ép. Viên ép trên máy tiện được thực hiện như sau: Trục chính 1 quay nhờ mô tơ điện, trục tựa 2 có thể quay và chuyển động qua lại dọc theo trục. Con lăn tiến vào và cuộn mép phôi theo bán kính cong của nó. Con lăn 3 có thể quay quanh trục của đồ gá trên bàn dao máy tiện, bán kính uốn của con lăn $r \geq 3S$.



H.3.51a. Gá viên mép bằng con lăn trên máy tiện
1. trục chính; 2. trục tựa; 3. con lăn; 4. trục của gá lắp trên bàn dao máy tiện



H.3.51b. Sơ đồ khuôn viên mép

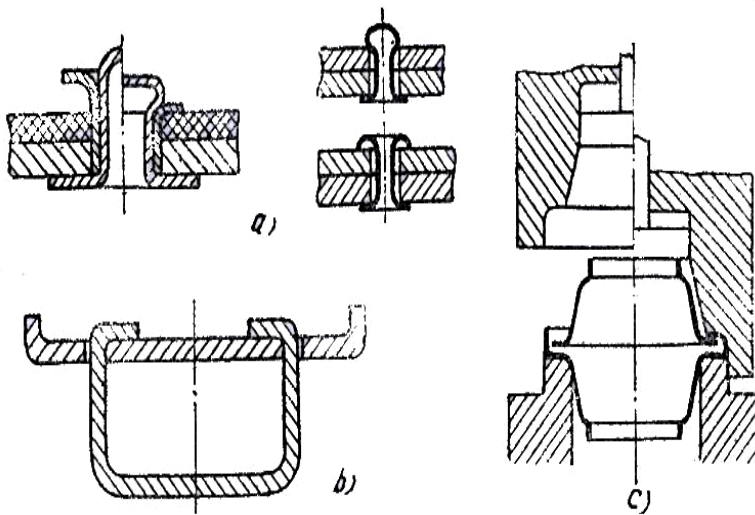
Con lăn được chế tạo từ thép CD80 - CD100 hoặc từ thép hợp kim dụng cụ, tôi đạt 58 - 62 HRC. Tốc độ quay trục chính: $n = 400 - 600$ v/ph.

Hình (a) giới thiệu khuôn viên mép phôi rỗng, viên theo miệng ngoài chi tiết, còn trên hình (b) là khuôn cuộn mép phía trong ghép liền với nắp.

7 Ghép mối

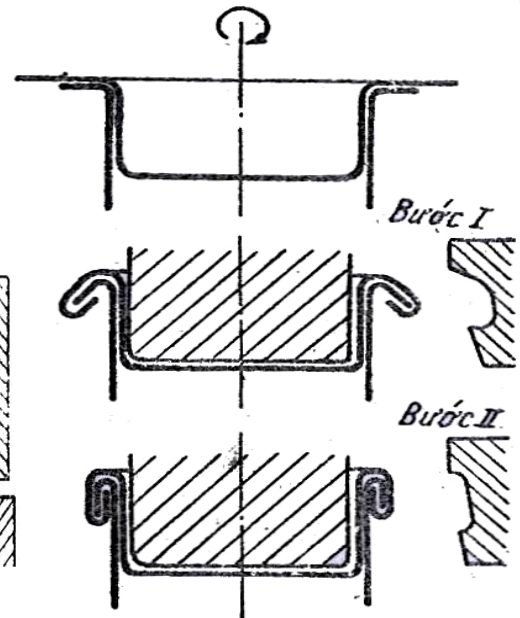
Lắp ghép các chi tiết từ vật liệu tấm bằng phương pháp dập với sự phối hợp các nguyên công uốn, tóp, nong, giãn rộng vv... để các chi tiết nối lại với nhau thành sản phẩm hay cụm chi tiết gọi là ghép mối.

Ghép mối phần lớn dùng cho mối ghép không tháo rời và đơn giản. Hình sau trình bày một số phương pháp ghép mối:



H.3.52. Các phương pháp ghép mối

a/ Ghép bằng chốt rỗng; b/ ghép uốn vấu; c/ Ghép uốn vành

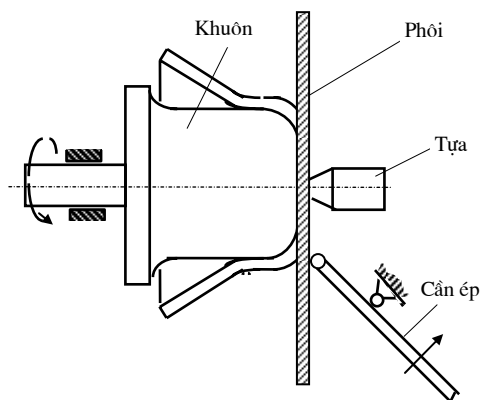


H.3.53. Ghép mối bằng con lăn ống

8 Miết

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

Công nghệ miết được ứng dụng đối với các chi tiết bằng thép mềm hay kim loại màu. Miết không biến mỏng thành đối với thép chiều dày không quá 1,5mm, đối với kim loại màu không quá 2mm, còn miết mỏng thành thì ứng dụng với vật liệu có chiều dày lớn hơn (20mm).

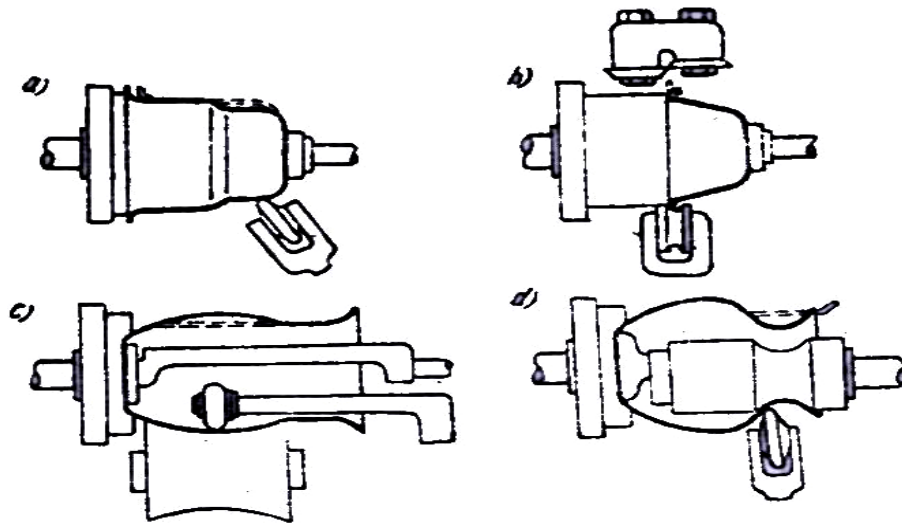


H.3.52. Sơ đồ miết

Số vòng quay của trục chính phụ thuộc vào vật liệu: thép mềm 400 - 600 v/ph; nhôm 800 - 1200 v/ph; đũa 500 - 900 v/ph; đồng đỏ 600 - 800 v/ph.

Miét chi tiết hình côn thì tỷ số miết lấy: $\frac{d_{\min}}{D} = 0,2 \div 0,3$ (d_{\min} - đường kính nhỏ nhất của hình côn); miết những chi tiết hình trụ: $\frac{d}{D} = 0,6 \div 0,8$.

Với những chi tiết không thể miết một lần thì phải miết bằng một số nguyên công nối tiếp nhau trên các lỗ khác nhau nhưng đường kính chỗ nhỏ nhất phải bằng nhau.



H.3.53. Một số phương pháp vuốt chi tiết