

CHƯƠNG 2 GIA CÔNG ÁP LỰC

2.1 Phương pháp cán

2.1.1 Định nghĩa

Cán kim loại là phương pháp gia công kim loại bằng áp lực, trong đó kim loại được biến dạng qua khe hở của các trục cán quay ngược chiều nhau.

- Cán là phương pháp sản xuất ra 75% sản phẩm gia công bằng áp lực
- Có hai phương pháp cán là cán nguội và cán nóng
- Cán nóng: cán có gia nhiệt $> 800^{\circ}\text{C}$ làm tăng khả năng biến dạng dẻo, giảm lực cản
- Cán nguội: cán không gia nhiệt, chỉ dùng cho tấm mỏng

ThS. LÊ VŨ HẢI

2.1.2 Phân loại cán

1- Cán hình

- Cán hình có profile đơn giản: tròn, vuông, nhật, sợi, góc, T, U
- Cán hình có profile phức tạp: ray, ...

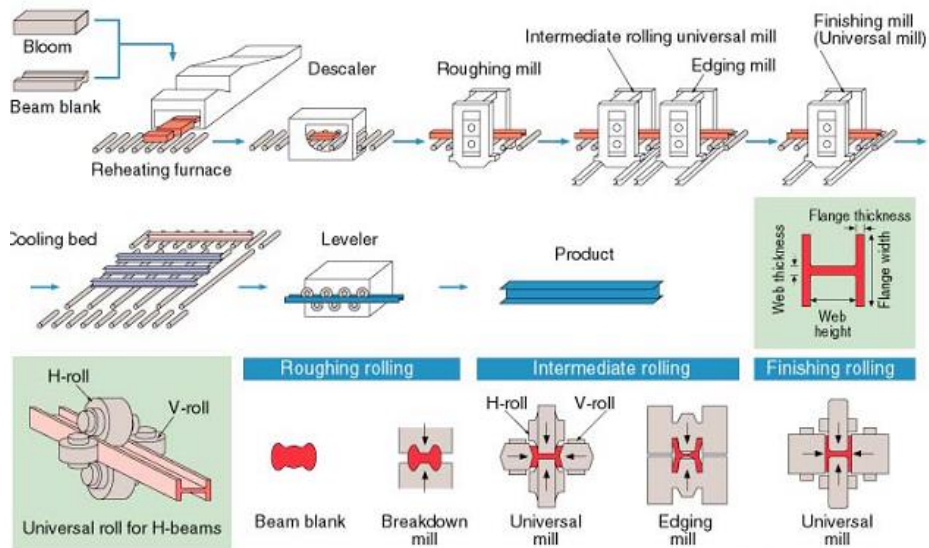
ThS. LÊ VŨ HẢI



Sản phẩm cán hình

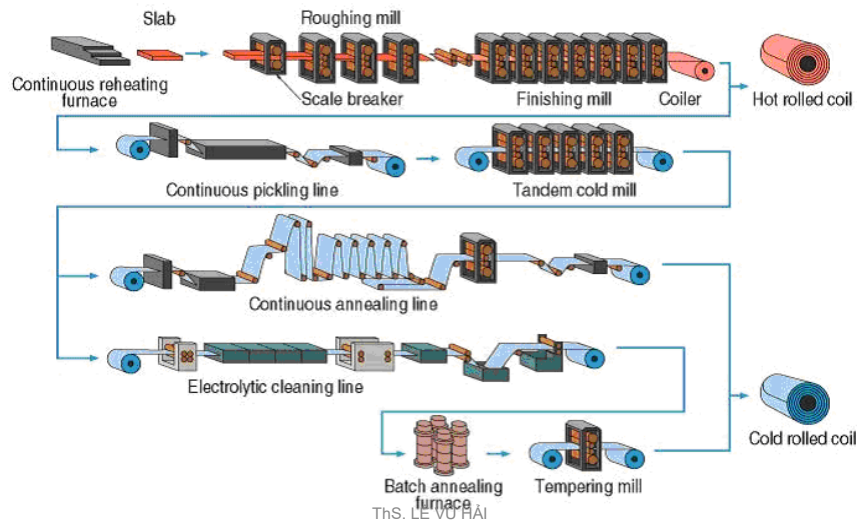
ThS. LÊ VŨ HẢI

Sơ đồ án định hình



2- Sản phẩm cán tấm chia thành hai nhóm:

- Nhóm có chiều dày trên 4 mm;
- Nhóm có chiều dày dưới 4mm.

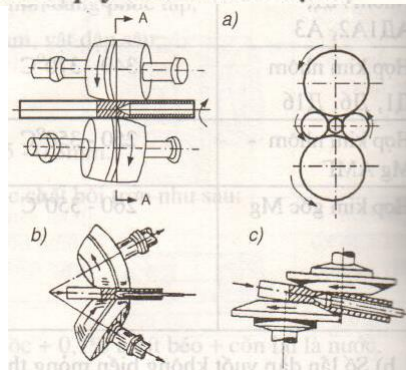


ThS. LÊ VŨ HẢI

3- Sản phẩm cán ống chia ra: ống hàn và ống không hàn

Ống không hàn được sản xuất trên máy có trục cán dạng trống, dạng nắm, và dạng đĩa (như hình bên).

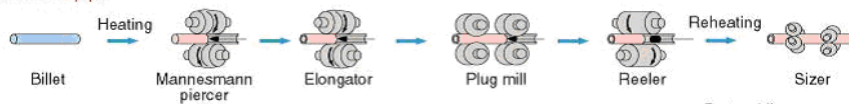
Phôi được cán thành ống rỗng, sau đó mới được dàn thành các ống theo quy cách nhất định.



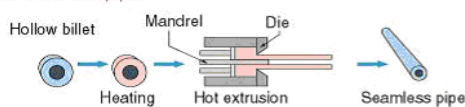
ThS. LÊ VŨ HẢI

Sơ đồ cán ống

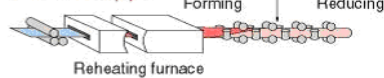
Seamless pipe



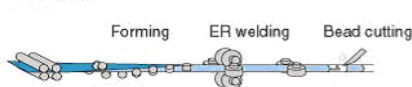
Hot extruded pipe



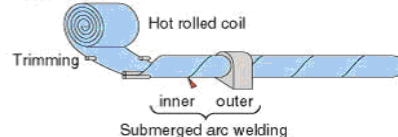
Butt welded pipe



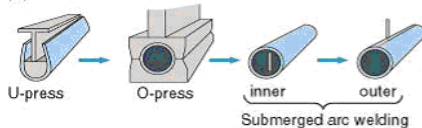
ERW pipe



Spiral pipe



UO pipe



ThS. LÊ VŨ HẢI

4- Sản phẩm cán đặc biệt như bánh răng, vật cán có prôfin chu kỳ, vật cán có prôfin uốn.

ThS. LÊ VŨ HẢI

5. Cán đặc biệt

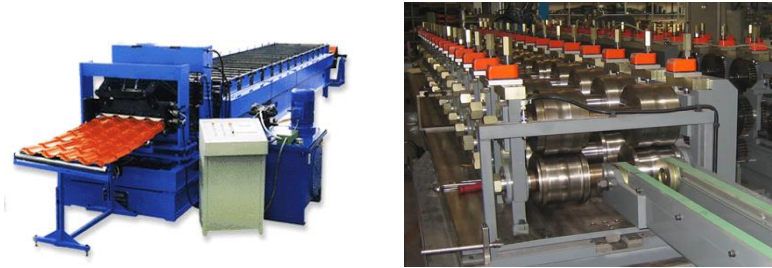
- Cán các sản phẩm có tiết diện thay đổi đặc trưng dùng trong một số ngành chế tạo ô tô, máy bay...
- Cán bi làm ổ lăn

ThS. LÊ VŨ HẢI

2.1.3 Đặc điểm :

Năng suất cao, dễ cơ khí hóa và tự động hóa.

Cán không những thay đổi hình dạng và kích thước của phôi theo ý muốn mà nó còn nâng cao chất lượng kim loại vì trong quá trình cán các rỗ xốp ,rỗ khí trong thỏi cán được hàn lại.



ThS. LÊ VŨ HẢI

3. Các thông số trong quá trình cán.

a. Hệ số kéo dài.

$$\mu = \frac{l_2}{l_1} = \frac{F_1}{F_2}$$

l_1 : Chiều dài của phôi trước khi cán

l_2 : Chiều dài của phôi sau khi cán

F_1 : Tiết diện của phôi trước khi cán

F_2 : Tiết diện của phôi sau khi cán

$F = b \times h$

Hệ số này thường bằng 1~2 tùy theo vật liệu, chiều dày phôi, nhiệt độ cán, tốc độ cán .v.v...

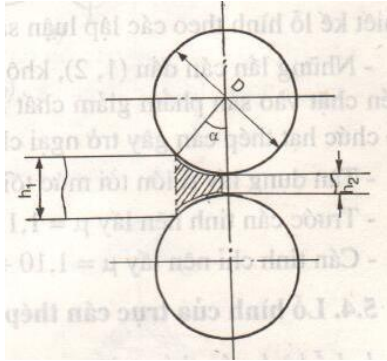
ThS. LÊ VŨ HẢI

b. Lượng ép tuyệt đối:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = D(1 - \cos \alpha)$$

h_1, h_2 là chiều cao của phôi trước và sau khi cán.

α : Góc aên



ThS. LÊ VŨ HẢI

$$\Delta h_{\max} = D \left(1 - \frac{1}{1 + f^2} \right)$$

D - đường kính cán của trục cán, m;

f - hệ số ma sát với trục thép $f = 1,05 - 0,0005t$

trục gang $f = 0,8(1,05 - 0,0005t)$;

t - giải nhiệt độ cán, °C.

$$\text{Lượng ép tương đối } \varepsilon = \frac{h_1 - h_2}{h_1} 100\% = \frac{\Delta h}{h_1} 100\%$$

ThS. LÊ VŨ HẢI

Lượng dẫn dài: mỗi lần cán, vật cán có chiều dài ban đầu l_1 dẫn dài ra l_2

Lượng dẫn dài tuyệt đối $\Delta l = l_2 - l_1$

Lượng dẫn dài tương đối $\varepsilon_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} 100 = \frac{\Delta l}{l_1} 100\%$

Lượng dẫn rộng:

Lượng dẫn rộng tuyệt đối $\Delta b = b_2 - b_1$

Lượng dẫn rộng tương đối $\varepsilon_b = \frac{b_2 - b_1}{b_1} 100 = \frac{\Delta b}{b_1} 100\%$

ThS. LÊ VŨ HẢI

Nhiệt độ cán nóng

Cán đúng nhiệt độ tùy theo thành phần của thép để thép có tính dẻo tốt nhất, dễ biến dạng, cho năng suất cao, giảm tiêu hao và an toàn cho thiết bị. Nhiệt độ cán và kết thúc cán tương ứng từng mức thép như nhiệt độ rèn và kết thúc rèn (xem 2.1. Chương V).

Nói chung, nhiệt độ nung để cán của kim loại $t_n = t_{ch} - (250 - 200)^\circ\text{C}$, t_{ch} nhiệt độ chảy của kim loại đem cán.

Tốc độ cán: Tốc độ cán nhanh sẽ nâng năng suất nhưng nếu nhanh quá dễ sinh tai nạn và nhiều phế phẩm, nhất là các loại hình phức tạp. Nếu cán chậm phôi dễ bị nguội dưới nhiệt độ kết thúc cán. Ở các xưởng cán thường $V_c \sim 10 - 60\text{m/s}$. Trong đó thép góc, vuông, tròn $15 - 25\text{ m/s}$. Thép chữ U, T, I. $5 - 20\text{m/s}$. Các máy cán mini thao tác thủ công nên từ $1,5 - 3,5\text{m/s}$.

ThS. LÊ VŨ HẢI

Phân lực N

$$\begin{cases} N_x = N \cdot \sin \alpha \\ N_y = N \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

$$\text{Lực ma sát } T \begin{cases} T_x = T \cdot \cos \alpha = N \cdot f \cdot \cos \alpha \\ T_y = T \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

$$T = N \cdot \tan \beta = N \cdot f \text{ với } N: \text{ lực pháp tuyến,}$$

 β : góc ma sát, f : hệ số ma sát

Nếu cần nối thì:

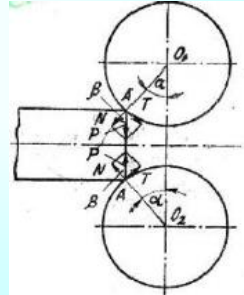
$$T_x \geq N_x$$

$$N \cdot f \cdot \cos \alpha \geq N \cdot \sin \alpha$$

$$N \cdot \tan \beta \cdot \cos \alpha \geq N \cdot \sin \alpha$$

$$\tan \beta \geq \tan \alpha$$

$$\beta \geq \alpha \text{ Vậy nên khi cần nối thì: } \beta \geq \alpha$$



ThS. LÊ VŨ HẢI

c. Số lần cán n:

(thép hình)

$$n = \frac{\lg F_o - \lg F_n}{\lg \mu_{tb}}$$

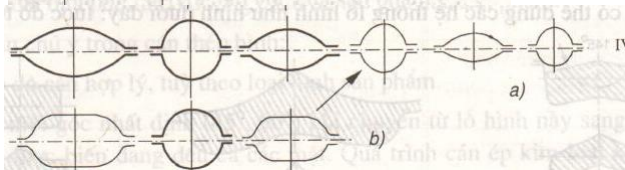
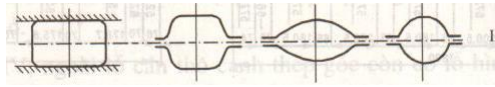
n: số lần cán

 F_o : diện tích phôi ban đầu, [mm²] F_n : diện tích của sản phẩm, [mm²] μ_{tb} : hệ số kéo trung bình của từng loại hình dạng của lỗ.

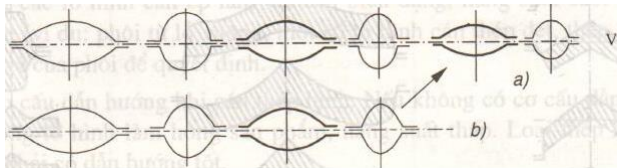
ThS. LÊ VŨ HẢI

1- Lô hình cán thép tròn

Hiện nay người ta sử dụng phổ biến nhất 5 hệ thống lô hình để cán thép tròn như hình dưới đây (I đến V).



ThS. LÊ VŨ HẢI

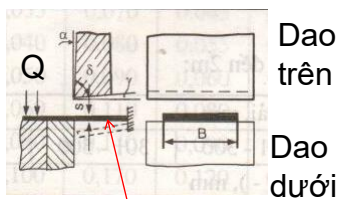


ThS. LÊ VŨ HẢI

Công nghệ dập tấm

1. Cắt vật liệu tấm:

A- lưỡi dao cắt song song

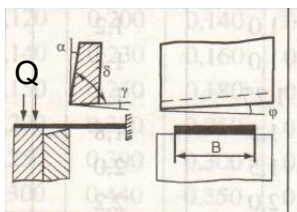


Tấm kim loại

ThS. LÊ VŨ HẢI

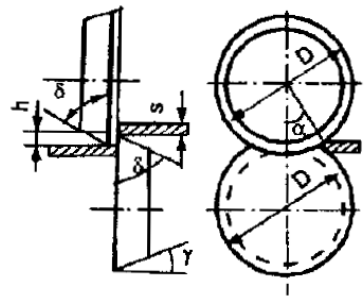
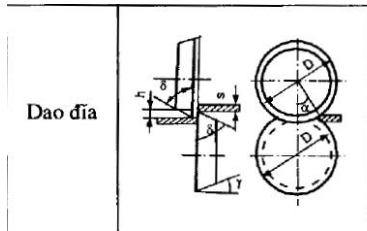


B- lưỡi dao cắt nghiêng



ThS. LÊ VŨ HẢI

C- Dao đĩa

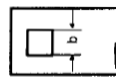
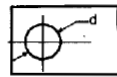


ThS. LÊ VŨ HẢI

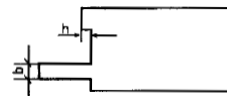
2. Cắt hình và đột lỗ

Lực: $P = k.L.S. \zeta_c$

Công: $A = 10^{-3}.a.P.S \text{ KGm}$



Đột lỗ



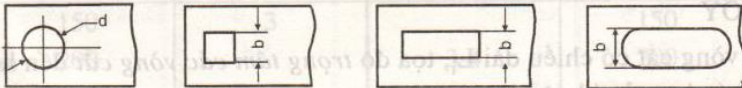
Cắt hình



ThS. LÊ VŨ HẢI

4.2.5. Yêu cầu công nghệ của sản phẩm cắt hình - đột lỗ

1- Kích thước nhỏ nhất của lỗ đột

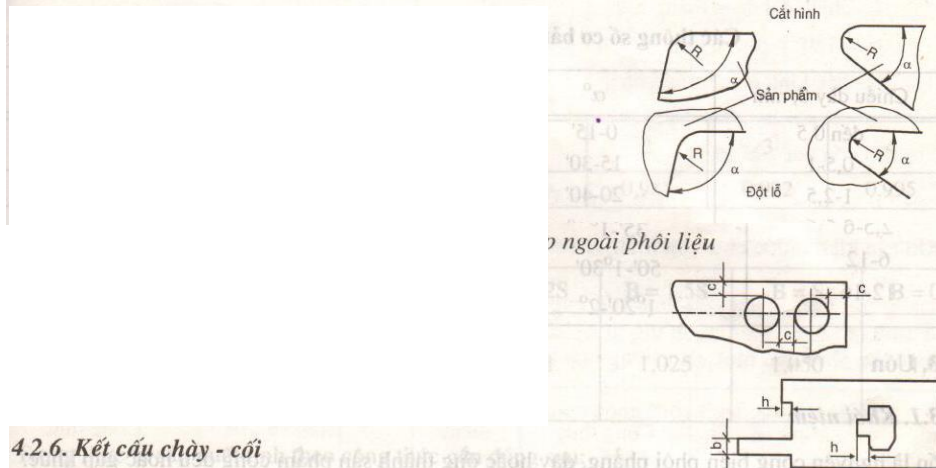


Vật liệu	Hình dáng lỗ			
	Tròn	Vuông	Chữ nhật	Ô van
Thép cứng	$d \geq 1,3S$	$b \geq 1,2S$	$b \geq 1,0S$	$b \geq 0,9S$
Thép mềm, đồng thau	$d \geq 1,0S$	$b \geq 0,9S$	$b \geq 0,8S$	$b \geq 0,7S$
Nhôm	$d \geq 0,8S$	$b \geq 0,7S$	$b \geq 0,6S$	$b \geq 0,5S$
Giêtinac	$d \geq 0,6S$	$b \geq 0,7S$	$b \geq 0,5S$	-
Tectôlít, thủy tinh-tectôlít	$d \geq 0,4S$	$b \geq 0,5S$	$b \geq 0,3S$	-
Thủy tinh hữu cơ	$d \geq 1,5S$	$b \geq 0,8S$	$b \geq 1,0S$	-
Chất dẻo Vinyl	$d \geq 1,2S$	$b \geq 1S$	$b \geq 1,0S$	-
Các tông, phíp, êbônít, asbet	$d \geq 0,8S$	$b \geq 0,6S$	$b \geq 0,6S$	-
Mica, vật liệu có mica	$d \geq 2,0S$	$b \geq 1,5S$	$b \geq 1,2S$	-

Khi dùng các phương pháp hoặc khuôn dập đặc biệt, lỗ có thể nhỏ hơn.

ThS. LÊ VŨ HẢI

2- Bán kính lượn nhỏ nhất ở góc nên là:



4.2.6. Kết cấu chày - cối

ThS. LÊ VŨ HẢI

Lực tháo vật cắt và phế liệu

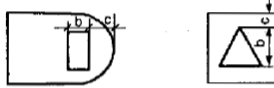
- Lực tháo phế liệu

$$Q_t = k_t \cdot P$$

P: lực cắt

k_t : hệ số tra bảng

Trong đó: P - lực cắt - đột; k_t - hệ số cho bảng dưới đây:

Đập cắt sản phẩm bằng		Đột lỗ trong sản phẩm					Đột nhiều lỗ
							
Vật liệu	Tháo phế liệu	Tháo sản phẩm, tỉ số c/b					
		đến 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	> 2	
Thép	0,03	0,04	0,045	0,05	0,06	0,07	0,07
Đồng thau, đồng, kẽm	0,02	0,03	0,035	0,04	0,05	0,06	0,06
Nhôm, đuyra	0,025	0,045	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08

Vật liệu dày hơn 8mm, không bôi trơn, k_t cần lấy tăng lên 20 - 25%

- Lực tháo sản phẩm

$$Q_d = k_d \cdot n \cdot P$$

k_d : hệ số tra bảng

n: số vật cắt trong lòng cối hình trụ

P: lực cắt hình

Trong đó: P - lực cắt hình hay đột lỗ; n - số vật cắt trong lòng cối hình trụ; k_d - hệ số

Kim loại		Phi kim loại			
Tên vật liệu	k_d	Tên vật liệu	Chiều dày vật liệu, mm		
			đến 2	2-5	5-10
Thép	0,07	Chất dẻo tấm	0,01 - 0,03	0,03 - 0,05	0,05 - 0,15
Nhôm, đuyra	0,08	Chất dẻo nhiệt	0,005 - 0,02	0,02 - 0,03	0,03 - 0,08
Đồng đỏ, thau, kẽm	0,09	Giấy, phíp, các tông	0,05 - 0,06	0,06 - 0,08	-

ThS. LÊ VŨ HẢI

Yêu cầu công nghệ của sản phẩm cắt hình- đột lỗ

- Kích thước nhỏ nhất của lỗ đột
- Bán kính cong nhỏ nhất ở góc
- Khoảng cách giữa các lỗ đột hay giữa lỗ với mép ngoài phôi liệu
- Kích thước các phần nhô ra của chi tiết

ThS. LÊ VŨ HẢI

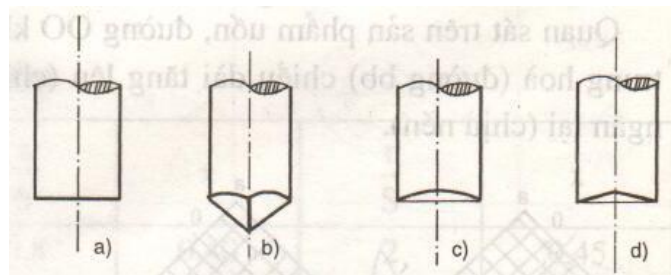
Kết cấu chày và cối

Kết cấu chày

Kiểu a: dùng khi cắt đột theo hình phẳng

b: dùng chọc thủng lỗ nhỏ

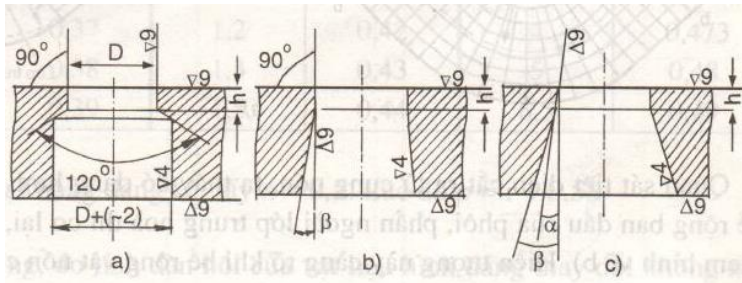
c và d: dùng giảm lực cắt



ThS. LÊ VŨ HẢI

Kết cấu cối cắt hình và đột lỗ

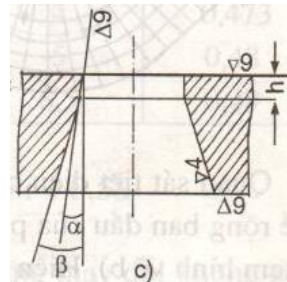
Kiểu a: lòng cối đoạn trên hình trụ. Khi mài sửa đường kính không thay đổi nhưng lấy vật ra khó khăn, cào xước lòng cối



Kiểu b: mép cắt như kiểu a, phần mở rộng làm một góc côn β

ThS. LÊ VŨ HẢI

Kiểu c: mép cắt làm côn với góc nhỏ α , phần mở rộng ở dưới làm với góc côn β lớn hơn.

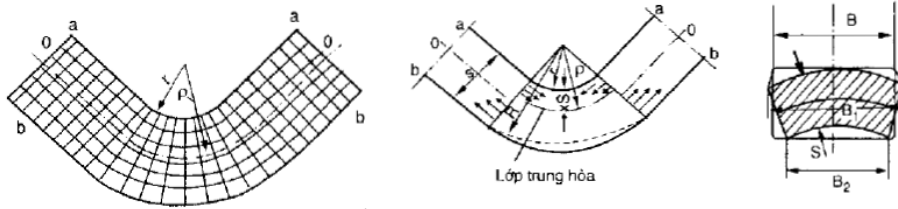


Kết cấu kiểu này lấy sản phẩm ra dễ dàng, mép cắt sắc, thời gian giữa 2 lần mài sửa dài hơn. Nhược điểm : khi mài sửa mặt trên, đường kính cối bị rộng ra. Kiểu này được sử dụng rộng rãi nhất.

ThS. LÊ VŨ HẢI

3. Uốn

Uốn là nguyên công biến dạng phôi thẳng, dây hoặc ống thành sản phẩm cong đều hoặc gấp khúc.



ThS. LÊ VŨ HẢI

Tính chiều dài phôi uốn

1- Khi $r > 0,5S$

$$L = \sum l_i + \sum (\pi \phi_i (r_i + x_i \cdot S) / 180)$$

x_i : hệ số cho theo bảng

ThS. LÊ VŨ HẢI

Lực uốn

Trong quá trình uốn, vật liệu trải qua quá trình uốn tự do, uốn gập, là phẳng chỉnh hình. Quá trình là phẳng chỉnh hình, lực có giá trị lớn nhất. Cho nên tính lực uốn là tính lực quá trình phẳng chỉnh hình.

Lực uốn có là phẳng khi uốn hình chữ V

$$P_q = k \frac{S^2}{l} B\sigma_b + qF$$

4. Tính đàn hồi khi uốn

Khi uốn, chỉ có một phần của vật liệu biến dạng dẻo, một phần mới biến dạng đàn hồi, vì vậy sau khi thôi tác dụng lực của chày, vật uốn không lấy hình dạng hoàn toàn của chày đó là hiện tượng đàn hồi khi uốn.

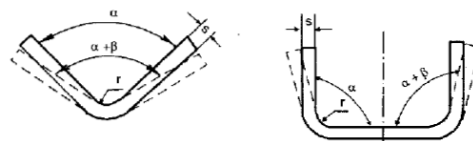
Tính đàn hồi của vật uốn được biểu hiện khi uốn:

Khi $r < 10S$ thể hiện qua góc đàn hồi;

Khi $r > 10S$ thể hiện qua góc đàn hồi và bán kính cong của vật uốn.

$$\text{Góc đàn hồi } \beta = \alpha_0 - \alpha$$

Trong đó: α_0 - góc uốn của sản phẩm; α - góc của chày uốn



- Góc đàn hồi β (độ), khi uốn góc tự do 90° :

Vật liệu	$\frac{r}{S}$	Góc đàn hồi β (độ), khi chiều dày vật liệu, mm		
		đến 0,8	0,8 - 2	> 2
Thép, σ_b đến 35 kG/mm ²	< 1	4	2	0
Đồng thau, σ_b đến 35 kG/mm ²	1 - 5	5	3	1
Nhôm, kẽm	> 5	6	4	2
Thép, $\sigma_b = 40 - 50$ kG/mm ²	< 1	5	2	0
Đồng thau, $\sigma_b = 35 - 40$ kG/mm ²	1 - 5	6	3	1
Đồng vàng	> 5	8	5	3
Thép, $\sigma_b > 55$ kG/mm ²	< 1	7	4	2
	1 - 5	9	5	3
	> 5	12	7	5
Thép chịu nhiệt A1T; ЭИ417; XH7BT	< 1		1	
	1 - 5		4	
	> 5		5	

ThS. LÊ VŨ HẢI

Khi $r > 10S$ thì sau khi uốn cả góc uốn và bán kính uốn đều thay đổi. Để bù vào độ đàn hồi, ta phải chế tạo chày có r_{ch}

$$r_{ch} = \frac{r}{1 + 3k_0}$$

Trong đó: r bán kính uốn của vật sau khi uốn

$$k_0 - \text{hệ số uốn: } k_0 = \frac{\sigma_T r}{ES}$$

Trong đó:

σ_T - giới hạn chảy của vật liệu;

E - mô đun đàn hồi của vật liệu;

S - chiều dày vật liệu.

ThS. LÊ VŨ HẢI

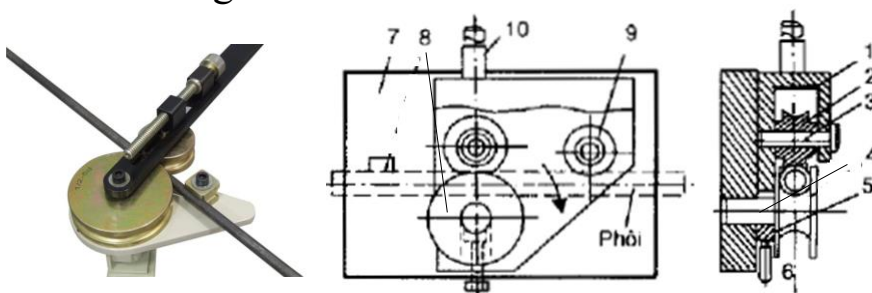
Uốn ống và vật liệu tấm

1 Uốn ống



ThS. LÊ VŨ HẢI

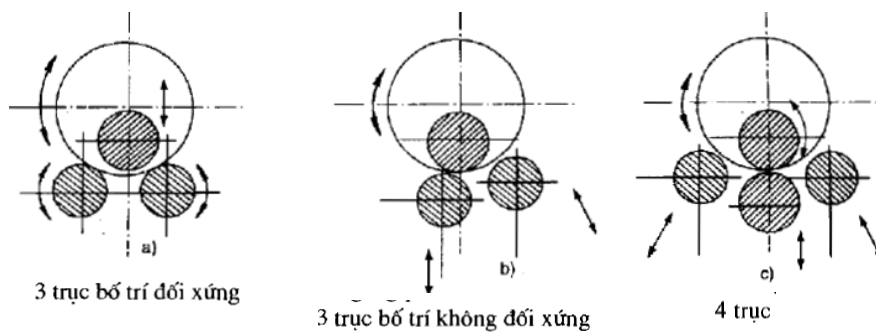
2.1 uốn ống



Ngàm 1 có lắp con lăn 2 quay lỏng không trên trục 3. Trục 4 được gắn trên giá 7. Phôi được uốn quanh trục tựa 8 nhờ tay đòn 10. Để đảm bảo con lăn ép sát phôi, trong rãnh của ngàm 1 có miếng đệm từ 5 được giữ bằng ốc 6. Trong quá trình uốn, mô men uốn được truyền qua con lăn 9 đến ống. Còn con lăn 2 ép sát ống trong vùng biến dạng sẽ hạn chế sự giảm nhỏ của tiết diện ống ở vùng

ThS. LÊ VŨ HẢI

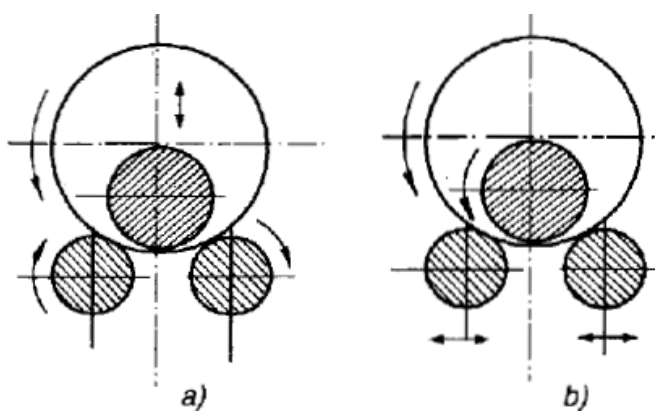
2.2 Uốn vật liệu tấm



ThS. LÊ VŨ HẢI

a- Máy cuốn ba trục đối xứng

Thông thường, máy bố trí hai trục bên cố định, còn trục ép trong quá trình cuốn dịch chuyển lên xuống (hình a). Nhưng cũng có máy cuốn bố trí có thể dịch chuyển ngang nhằm thay đổi khoảng cách giữa hai trục bên (hình b). Mục đích là để mở rộng phạm vi cuốn tôn theo chiều dày vật liệu và bán kính uốn.

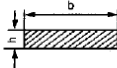
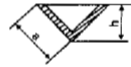


ThS. LÊ VŨ HẢI

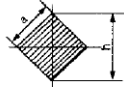
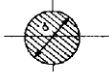
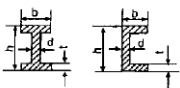
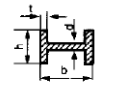
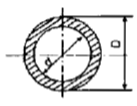
Hệ số k_0 và giới hạn chảy của một số vật liệu

Nhóm thép	Mác thép	σ_T , kg/mm ²	k_0
I	10, 15, CT1 và CT2	21	10,0
II	20, 25, CT3 và CT4	26	11,6
II	30, 35, CT5	30	14,0
IV	40, 45, CT6	34	17,6

Hệ số k_1

Tiết diện mặt cắt ngang hoặc kiểu uốn	Dạng mặt cắt	Công thức tính	Giá trị bằng số, k_1
Chữ nhật		—	$k_1 = 1,5$
Chữ V đều cạnh		—	$k_1 = 1,5$

ThS. LÊ VŨ HẢI

Vuông đặt chéo		—	$k_1 = 2,0$
Tròn		—	$k_1 = 1,7$
I và U đứng		$k_1 = 1,5h \frac{bh^2 - (b-d)(h-2t)^2}{bh^3 - (b-d)(h-2t)^3}$	Tiết diện bình thường $k_1 = 1,2$
I nằm ngang		$k_1 = 1,5h \frac{2th^2 + (b-2t)d^2}{2th^3 + (b-2t)d^3}$	Tiết diện bình thường $k_1 = 1,8$
Ống		$k_1 = 1,7 \frac{1 - (\frac{d}{D})^3}{1 - (\frac{d}{D})^4}$	Khi $\frac{d}{D} = 0,4 - 0,59$ thì $k_1 = 1,6$ $d/D = 0,6 - 0,74$ $k_1 = 1,5$ $d/D = 0,75 - 0,89$ $k_1 = 1,4$ $d/D = 0,9 - 1,0$ $k_1 = 1,3$

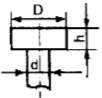
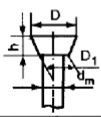
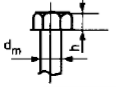
ThS. LÊ VŨ HẢI

Chồn nguội

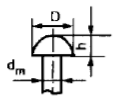
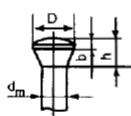
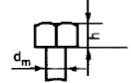
Chồn nguội thường bao gồm: *chồn đầu* và *chồn khối*

Chồn đầu nguội thường áp dụng cho sản xuất các chi tiết kẹp chặt (bulông, vít, đinh tán v.v..), chốt cầu, chốt bậc, con lăn, viên bi...

Chiều dài một phôi thanh tròn để chồn nguội các đầu chi tiết tính theo bảng dưới đây:

Phác họa	Công thức tính đầu
	Trụ tròn $l = \frac{D^2 h}{d^2}$
	Côn $l = \frac{h(D^2 + D_1^2 + DD_1)}{3d^2}$
	Lục giác $l = 1,33 \frac{S^2}{d^2} h$ S - khoảng cách hai cạnh đối diện (cỡ chìa vặn)

ThS. LÊ VŨ HẢI

	Chòm cầu $l = \frac{2h(3\frac{D^2}{2} + h^2)}{3d^2} = \frac{4h^2}{d^2} (R - \frac{h}{3})$ Trong đó: R - bán kính cầu
	Côn lõi $l = \frac{4h}{d^2} (\frac{D^2}{8} + \frac{h^2}{6}) + \frac{b}{3d^2} (D^2 + Dd + d^2)$
	Vuông $l = 1,27 \frac{S^2}{d^2} h$

Chọn số bước để chồn nguội các chi tiết kẹp chặt (kí hiệu như bảng trên)

Số bước chồn	Khi tỉ số		
	l/d	D/h	D/d
1	2,5	4,5	2,2
2	2,5 - 5	4,5 - 8,5	2,2 - 2,6
3	5 - 8	8,5 - 10	2,6 - 4

ThS. LÊ VŨ HẢI

2.2 PHƯƠNG PHÁP KÉO

2.2.1 Định nghĩa

Kéo kim loại là phương pháp gia công kim loại bằng áp lực, trong đó kim loại được biến dạng qua lỗ hình của khuôn kéo; hình dáng, tiết diện, kích thước của sản phẩm phụ thuộc vào hình dáng của khuôn kéo

ThS. LÊ VŨ HẢI

2.2.2 Phân loại các phương pháp kéo :

Phân loại theo trạng thái gia công có kéo nóng và kéo nguội.

Kéo nóng: là nhiệt độ kéo của sản phẩm lớn hơn nhiệt độ kết tinh lại. Kéo nóng có ưu điểm là kim loại dễ biến dạng, năng suất cao nhưng nhược điểm là cơ tính, độ bóng và độ chính xác của sản phẩm kém hơn kéo nguội.

Kéo nguội: là nhiệt độ kéo của sản phẩm nhỏ hơn nhiệt độ kết tinh lại. Vì vậy, kim loại khó biến dạng nên phải dùng lực kéo lớn, năng suất thấp. Tuy nhiên, cơ tính của kim loại sau khi kéo nguội tăng lên, độ bóng bề mặt và độ chính xác về kích thước cao.

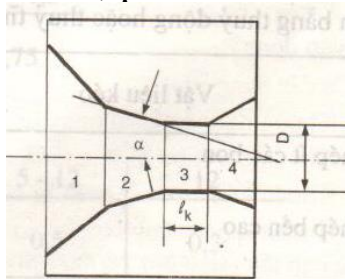
ThS. LÊ VŨ HẢI

Dựa theo hình dạng mặt cắt của sản phẩm:

- + Kéo sản phẩm vuông.
- + Kéo sản phẩm tròn.
- + Kéo sản phẩm đặc (thanh tròn ,dây).
- + Kéo sản phẩm rỗng (ống).

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Đặc điểm
 - Thường dùng cho kéo dây đồng, nhôm..
 - Tốc độ kéo khoảng 20-50m/phút
 - Có thể kéo phôi rỗng hay phôi đặc
 - Khuôn kéo có cấu tạo gồm 4 phần là: phần vuốt nhỏ, phần vuốt tròn, phần vuốt nhẵn và phần thoát



ThS. LÊ VŨ HẢI

$$\text{Độ vuốt } \mu = \frac{F_0}{F_n} = \frac{L_n}{L_0}$$

Trong đó : F_0 và F_n diện tích tiết diện ban đầu và sau lần kéo thứ n.

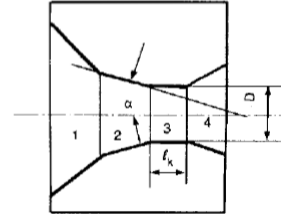
L_0 và L_n chiều dài ban đầu của phôi và sau lần kéo thứ n.

$$\text{Lượng ép tương đối } \delta = \frac{F_0 - F_n}{F_0} = \frac{L_n - L_0}{L_n} = \frac{\mu - 1}{\mu}$$

$$\text{Độ giãn dài tỉ đối } \lambda = \frac{F_0 - F_n}{F_n} = \frac{L_n - L_0}{L_0} = \mu - 1$$

Góc làm việc của khuôn kéo α

Khuôn (tĩnh) có 4 vùng theo thứ tự như sau (xem hình vẽ bên):



ThS. LÊ VŨ HẢI

Góc làm việc α khuôn kéo không bôi trơn bằng thủy động, thủy tĩnh

Vật liệu kéo	Dạng tiết diện	Vật liệu khuôn	α
Hợp kim Cu-Ni, Brông, thép các bon trung bình, đồng, latông, đuyra, nhôm, hợp kim Ni	Thanh tròn	Thép	6 - 12 12 - 15
Hợp kim Ni, hợp kim đồng, Brông thép hợp kim trung bình và cao Đồng, Latông, thép mềm, nhôm và hợp kim Chì và hợp kim Titan và hợp kim Vonfram và Môlípden (700 - 900°C)	Dây tròn đường kính > 0,25mm	Hợp kim cứng	6 - 18 7 - 9 9 - 12 7 - 16 8 - 10
Hợp kim Ni, Cu - Ni, Brông, thép hợp kim trung bình và cao Đồng, Latông, thép mềm, nhôm và hợp kim. Vonfram và Môlípden(700 - 900°C)	Dây tròn đường kính < 0,25mm	Kim cương kĩ thuật	5 - 7 6 - 8 7 - 9

ThS. LÊ VŨ HẢI

Tương quan kích thước vùng định kính của khuôn kéo

D - đường kính phần định kính

l_k - chiều dài phần định kính

Khuôn kéo dây

Khuôn kim cương

kéo nguội kim loại và hợp kim có giới hạn bền $\sigma_b < 50 \text{ kg/mm}^2$

$D, \text{ mm}$	0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 1,0	1 - 2
$\frac{l_k}{D}$	0,5	0,5	0,4	0,3

kéo nguội kim loại và hợp kim có giới hạn bền $\sigma_b \sim 50 - 200 \text{ kg/mm}^2$

D	0,1	0,1 - 0,5
$\frac{l_k}{D}$	1,0	0,75

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Thông thường có 3 loại kéo là kéo thanh, kéo ống và kéo các sản phẩm có tiết diện phức tạp
- Khuôn kéo thường được làm bằng hợp kim cứng: BK, TK, TTK để kéo dây kim loại có đường kính 0.5mm và bằng kim cương khi kéo dây có đường kính $\leq 0.5\text{mm}$ được ghép trong vỏ thép

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Ưu điểm
 - Khi kéo tiết diện phôi giảm, chiều dài tăng do phôi biến dạng khi kéo qua khuôn
 - Kim loại sau khi kéo tổ chức thớ, hạt nhỏ mịn và cơ tính tăng
 - Có thể kéo dây có đường kính nhỏ: $= 0.065\text{mm}$
 - Có khả năng chính xác cao hơn đúc, cán..
 - Giảm ma sát giữa khuôn và vật bằng cách bôi trơn dầu hay graphic, chế tạo khuôn có bóng cao

ThS. LÊ VŨ HẢI

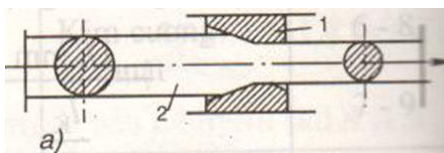
- Nhược điểm
 - Độ dẻo của kim loại giảm sau khi kéo nên giảm khả năng biến dạng, khi muốn kéo tiếp phải ủ lại phôi
 - Công tác chuẩn bị phôi kéo phức tạp và mất nhiều thời gian
 - Không kéo được những phôi có tiết diện lớn
 - Công suất của những thiết bị kéo thấp

ThS. LÊ VŨ HẢI

Các loại khuôn kéo

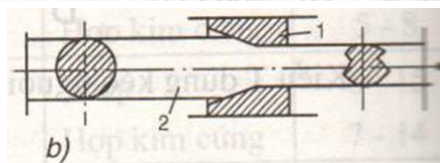
Có thể chia khuôn kéo ra: khuôn kéo cố định và khuôn kéo chuyển động:

- Khuôn kéo cố định có các quá trình kéo như hình bên



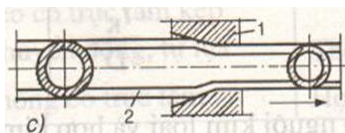
1- khuôn kéo; 2- chi tiết kéo;

a) Kéo dây hoặc thanh tiết diện tròn;



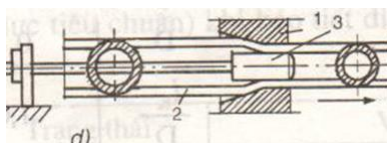
b) Kéo dây hoặc thanh tiết diện không tròn;

ThS. LÊ VŨ HẢI

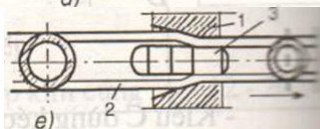


1- khuôn kéo; 2- chi tiết kéo; 3- trục tâm.

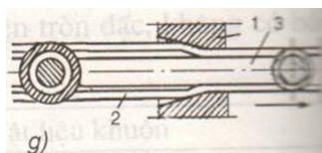
c) Ống tròn không có trục tâm cán dẹt;



d) Ống tròn có trục tâm cán dất giữ chặt;



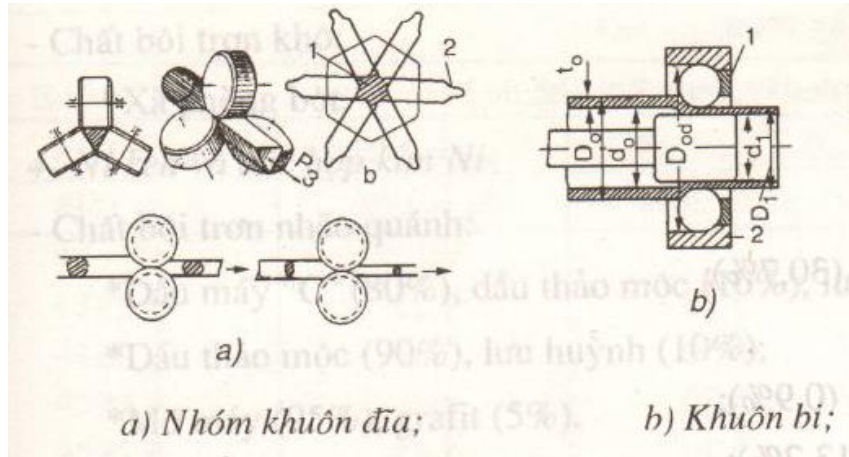
e) Ống tròn có trục tâm tự lưa;



g) Ống tròn có trục tâm chuyển động;

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Khuôn kéo chuyển động (bề mặt ma sát chuyển động)



ThS. LÊ VŨ HẢI

2.3 Phương pháp ép

Ép là phương pháp gia công kim loại bằng áp lực, trong đó kim loại được ép chảy ở trạng thái nóng hoặc nguội qua lỗ khuôn có hình dạng và kích thước nhất định để được sản phẩm như yêu cầu

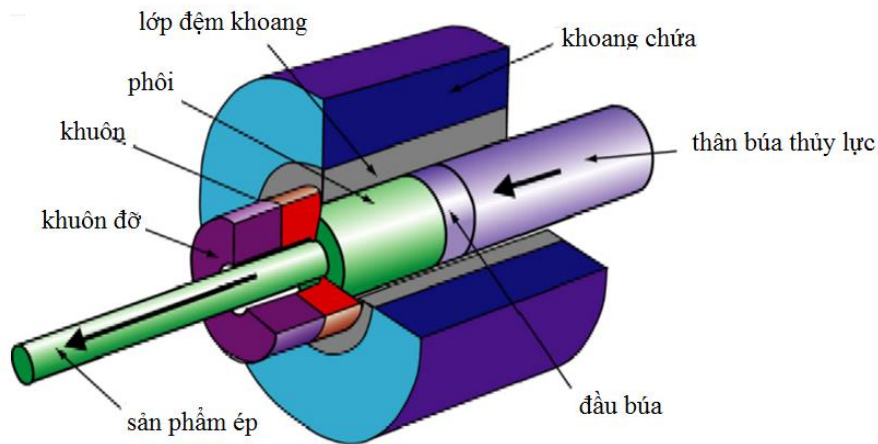
ThS. LÊ VŨ HẢI

- Đặc điểm
 - Có thể ép chảy thép cacbon, thép hợp kim, kim loại màu và các hợp kim của chúng
 - Có thể ép chảy kim loại ở trạng thái nóng và trạng thái nguội
 - Cơ tính vật liệu sau khi gia công tăng
 - Độ chính xác, chất lượng bề mặt tăng
 - Năng suất cao

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Tuy vậy ép chảy có một số nhược điểm là hao phí kim loại dư sau khi ép, khuôn ép chóng mòn do nhiệt độ cao và lực ép lớn
- Khuôn ép có cấu tạo gồm 3 phần: phần côn vào, phần ép nhẵn hình trụ và phần côn ra
- Có hai loại ép là ép trực tiếp và ép gián tiếp
- Thường sử dụng cho các chi tiết phức tạp

ThS. LÊ VŨ HẢI



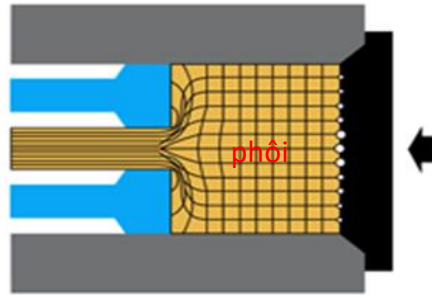
ThS. LÊ VŨ HẢI

* Phân loại

- Có hai loại ép là ép trực tiếp và ép gián tiếp
- Thường sử dụng cho các chi tiết phức tạp
- Ép trực tiếp (ép thẳng): chiều đi ra của sản phẩm cùng chiều với búa thủy lực.
- Nhược điểm:
 - Ma sát giữ phôi và thành khuôn lớn, tốn lực và công ban đầu
 - Không thể ép hết phôi (còn chân), tốn công xử lý phần chân này (phần thừa bên trong khuôn).

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Ép gián tiếp (ép ngược): chiều đi ra của sản phẩm ngược chiều với chiều chuyển động của búa thủy lực.



ThS. LÊ VŨ HẢI

- Ưu điểm:
- Giảm được 25 – 30% ma sát, cho phép ép phôi kích thước lớn hơn, tốc độ tăng.
- Sản phẩm ít bị rạn nứt, do không có nhiệt tạo ra từ sự ma sát.
- Tuổi thọ của lớp đệm trong khoang chứa cao hơn do ít bị hao mòn.

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Nhược điểm:

- Các tạp chất và khuyết tật trên bề mặt phôi ảnh hưởng tới bề mặt của sản phẩm. Các khuyết tật làm giảm chất lượng cũng như tính thẩm mỹ của sản phẩm. Để khắc phục điều này, phôi trước khi đưa vào sử dụng được làm sạch bằng phương pháp gia công hoặc hóa học xung quanh bề mặt phôi.
- Phương pháp này không linh hoạt như ép trực tiếp, vì sự giới hạn kích thước của thân búa ép thủy lực

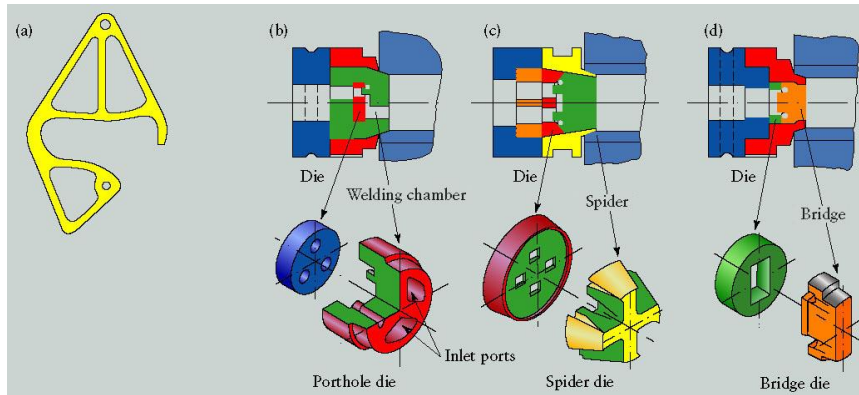
ThS. LÊ VŨ HẢI

- Vật liệu làm khuôn

- + Khuôn được làm từ thép hợp kim hoặc gốm sứ (zirconia, Si_3N_4)
- + Mặt phẳng khuôn có thể nhỏ đến 0.5 mm (trên những khuôn phẳng) hoặc 0.7 mm (như trên những pittong) dùng để ép nhôm. Nhiệt luyện nitro hóa khuôn vài lần để tăng độ cứng (1000-1100 Hv hay 65-70 HRC).

ThS. LÊ VŨ HẢI

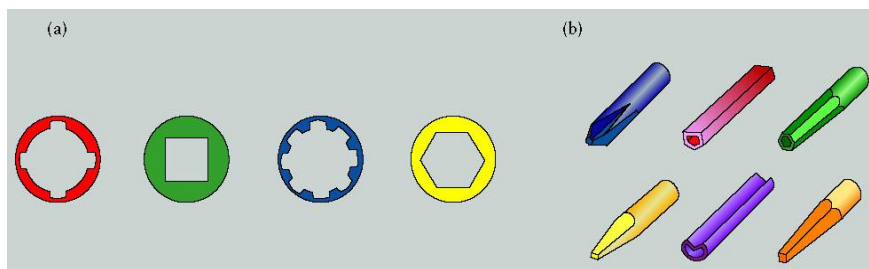
- Các loại khuôn



ThS. LÊ VŨ HẢI

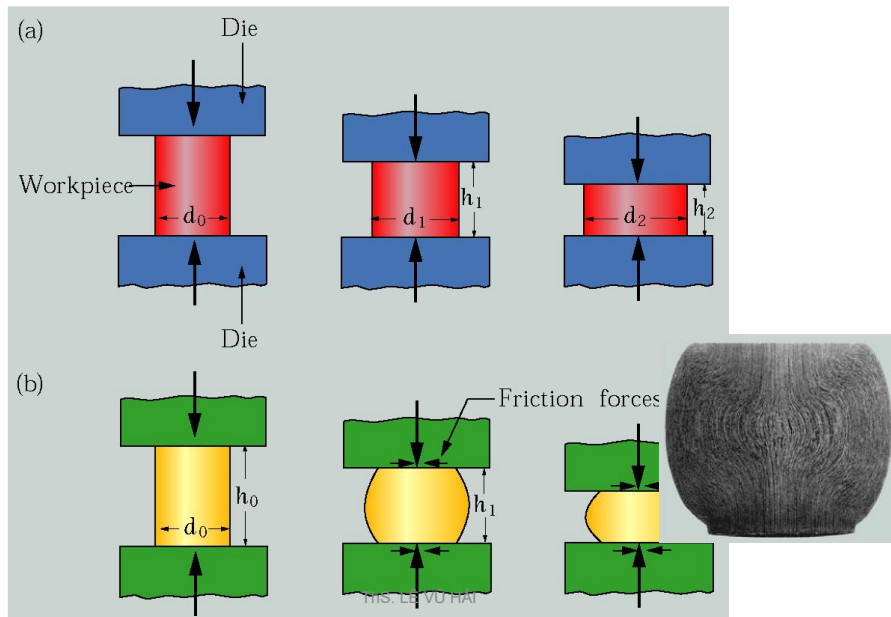
- Sản phẩm ép

- + Các loại thanh: tròn, vuông, chữ nhật, lục giác
- + Ống $< \Phi 50$: dùng để chế tạo kim loại màu



ThS. LÊ VŨ HẢI

PHƯƠNG PHÁP RÈN



Phương thức Rèn Thủ Công.

ThS. LÊ VŨ HẢI

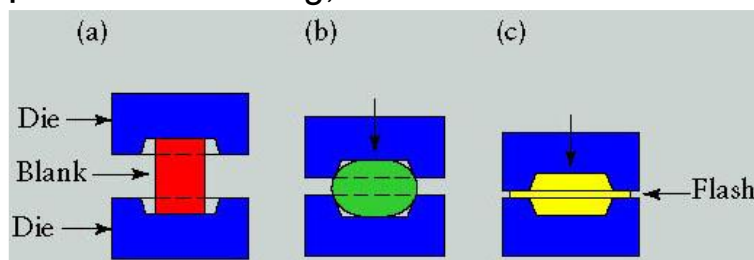
Rèn có sử dụng máy móc



ThS. LÊ VŨ HẢI

Khái Niệm

Rèn khuôn hay còn gọi là dập thể tích ở đó kim loại được biến dạng trong không gian hạn chế của lòng khuôn. Dưới tác dụng của lực ép, kim loại đã được nung nóng ở nhiệt độ ($800-1200^{\circ}\text{C}$) điền đầy khuôn dập, tạo thành hình dáng, kích thước chi tiết.



Mô tả quá trình rèn sản phẩm dùng phương pháp rèn khuôn hở



ThS. LÊ VŨ HẢI

Đặc điểm

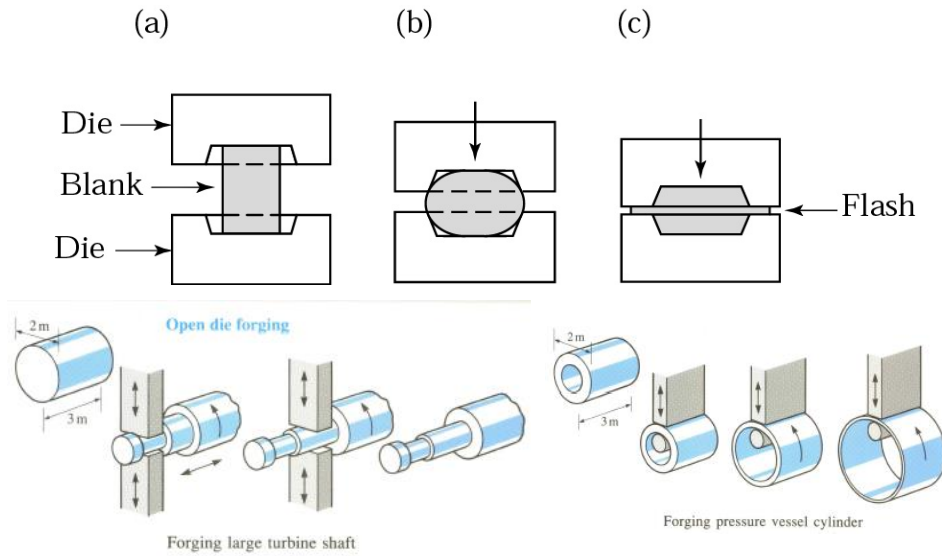
- Quá trình biến dạng dẻo phôi kim loại ở trạng thái ứng suất khối trong lòng khuôn dưới tác dụng của lực đập.
- Khuôn đập là thiết bị vừa truyền lực vừa tạo hình cho chi tiết.
- Ưu điểm:
 - + Độ chính xác về kích thước, hình dáng hình học tương đối cao.
 - + Có thể đập các chi tiết có hình dạng phức tạp.
 - + Khả năng cơ khí hóa và tự động hóa cao.
- Nhược điểm:
 - + Điều kiện lao động nặng nhọc, thường nóng độ, có hại cho sức khỏe.
 - + Tiêu thụ năng lượng lớn.
 - + Vốn đầu tư khi sản xuất lớn.

Phân loại

Rèn trong khuôn hở

- Lòng khuôn hở có rãnh chứa bavia để chứa kim loại thừa khi gia công biến dạng và giảm va đập giữa hai bề mặt khuôn.
- Bavia sẽ được cắt đi bằng khuôn cắt. Nhờ có rãnh bavia nên phôi đập không yêu cầu xác định thật chính xác về thể tích.
- Khuôn hở thường dùng cho vật đập đơn giản với độ chính xác cao với vật đập theo chiều cao (thẳng đứng) , nhưng kém chính xác theo chiều ngang.
- Khuôn hở có độ bền cao.





ThS. LÊ VŨ HẢI

Sản phẩm của rèn khuôn hở



Các thanh rèn , phôi cho các quá trình gia công khác, các chi tiết có dạng hình đĩa, hình đĩa có nắm , các hình găng, các dạng thanh thẳng.

Chế tạo được trục khuỷu , các sản phẩm có rãnh, bồn áp suất, trục rotor, cánh tua bin các thiết bị và phụ tùng phục vụ cho ngành chế tạo máy.

ThS. LÊ VŨ HẢI



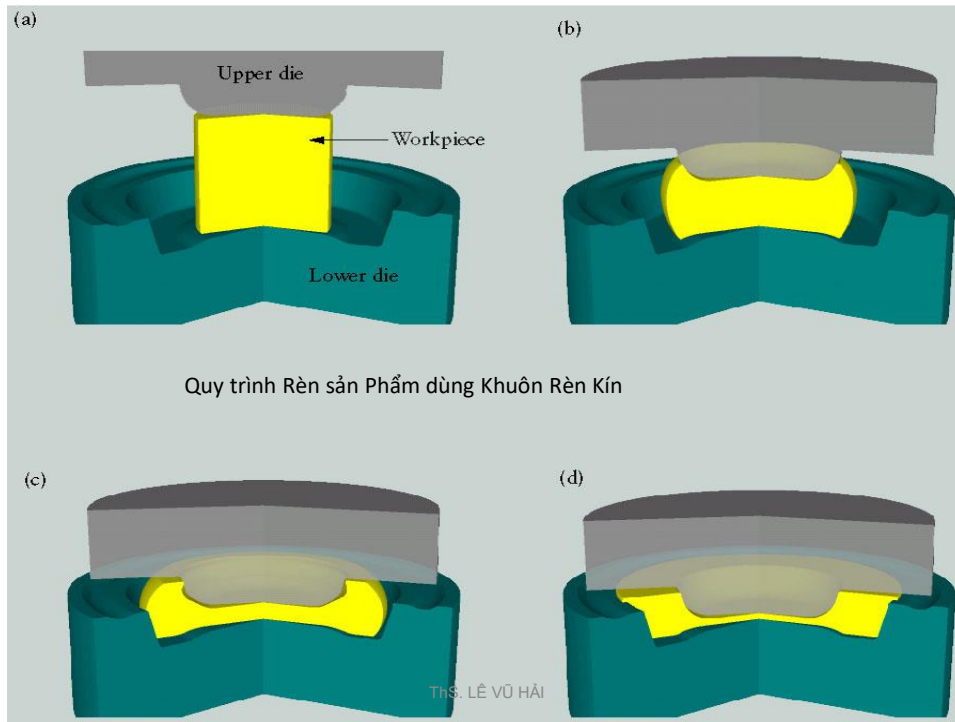
ThS. LÊ VŨ HẢI

Rèn trong khuôn kín.

- Là phương pháp rèn trong khuôn không có rãnh bavia(không có bavia trong sản phẩm).
- Khi ráp khuôn, lòng khuôn hoàn toàn kín, không có khe hở cho kim loại dư thừa trong quá trình biến dạng; do đó thể tích phôi phải được tính toán chính xác.
- Vật dập chịu ứng suất 3 chiều ép, nên kim loại biến dạng triệt để.
- Yêu cầu ít nhân công.
- Dễ dàng cơ khí hóa và tự động hóa , cho sản phẩm có kích thước chính xác hơn.



ThS. LÊ VŨ HẢI

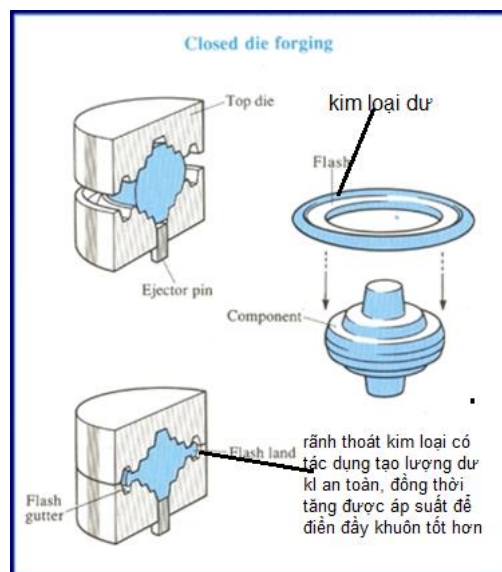


Sản phẩm có hình dạng giống với lòng khuôn

Độ chính xác cao hơn

Giá thành trang thiết bị cao.

Khuôn kín gồm hai nửa khuôn: một dịch chuyển, một cố định.



ThS. LÊ VŨ HẢI

Sản phẩm rèn khuôn kín:



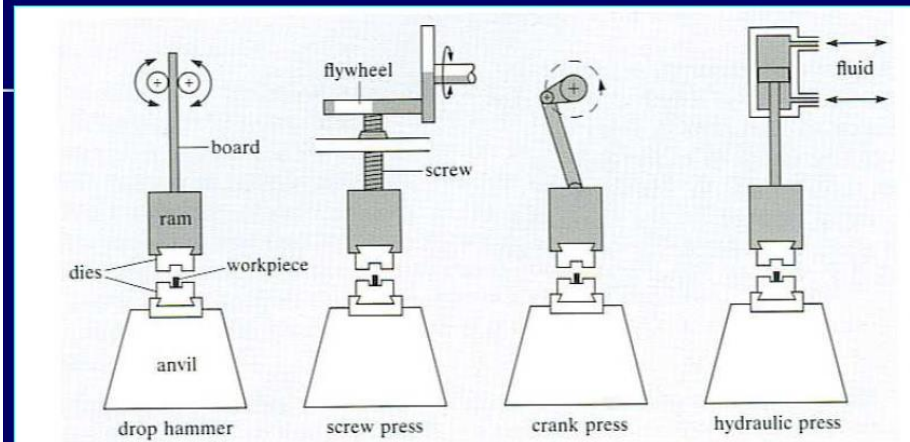
Các cờ lê, thanh truyền, muồng nĩa có hoa văn phức tạp, đai ốc , bulon, rivet , các dụng cụ cầm tay như đầu búa, tuocnovit, kèm , kéo ,...



ThS. LÊ VŨ HẢI

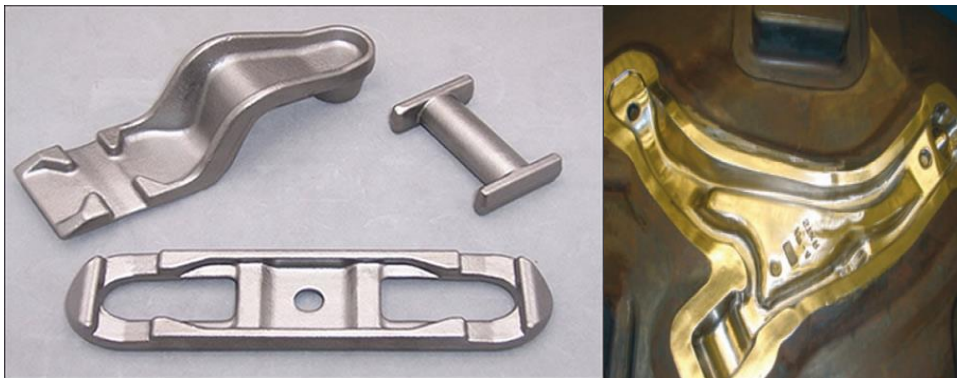
Forming machines

There are four basic types of forging machines



ThS. LÊ VŨ HẢI

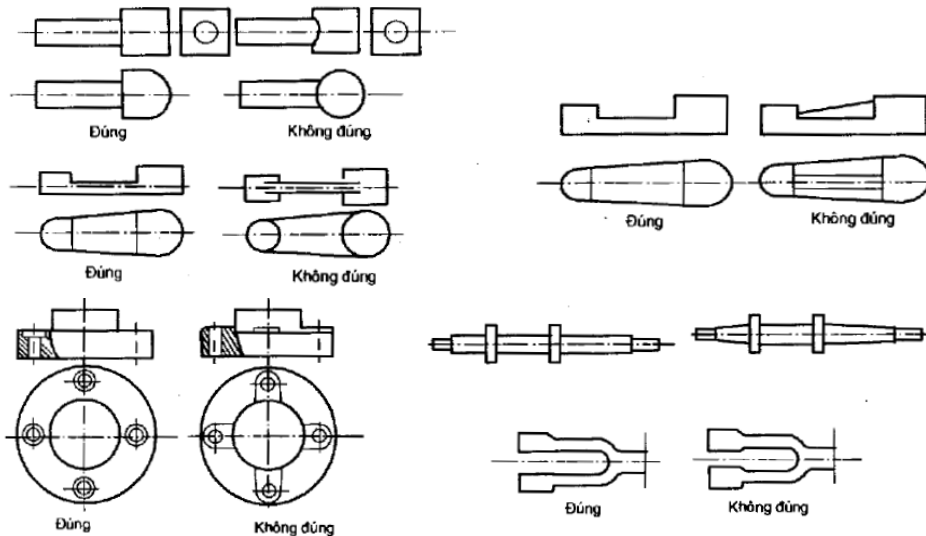
Rèn trong khuôn nhiều lòng khuôn.



- Vật dập lớn, khối khuôn chỉ có một lòng khuôn, vật dập nhỏ, mỗi khối khuôn có thể bố trí nhiều lòng khuôn theo thứ tự nguyên công gọi là khuôn nhiều lòng khuôn.
- Mục đích tạo nhiều lòng khuôn nhằm tăng hiệu quả của thiết bị và tăng năng suất gia công.

ThS. LÊ VŨ HẢI

- Một số ví dụ về kết cấu vật rèn, dập hợp lý và không hợp lý:



Một số thiết bị rèn khuôn(dập thể tích)

Đến nay do những thành tựu khoa học, kỹ thuật ngày càng cao, các nước công nghiệp phát triển đã chế tạo các thiết bị dập tạo hình cỡ lớn và hiện đại, các thiết bị phục vụ công nghệ dập thể tích khác như:

- Máy búa hơi có trọng lượng phần rơi đến $G = 25$ tấn
- Máy búa không bệ đe có năng lượng và đập đạt đến $Le = 1,5$ MJ
- Máy dập trực khuỷu dập nóng có lực ép danh nghĩa đến $P = 140$ MN (14000 tấn)
- Máy dập thủy lực có lực danh nghĩa đến $P = 750$ MN (75000 tấn)
- Máy dập ma sát trục vít có lực danh nghĩa đến $P = 16$ MN (1600 tấn)

ThS. LÊ VŨ HẢI

Máy rèn ngang có lực danh nghĩa đến $P = 31,5 \text{ MN}$ (3150 tấn)

Ngoài ra còn có các máy búa cao tốc, búa thủy lực có lực đập lớn, có hiệu suất sử dụng cao trong quá trình dập khối



H1. Máy búa



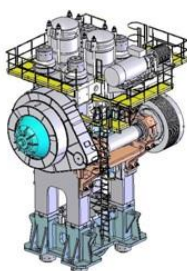
H2. Máy ép trực khuỷu dập nóng
ThS. LÊ VŨ HẢI



H3. Máy ép trực vít



Máy ép trực vít



Máy ép trực khuỷu dập nóng



Máy ép gối - khuỷu dập nổi

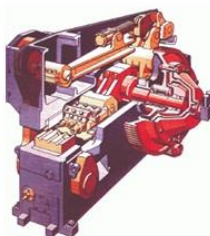


Máy ép thủy lực

CÔNG NGHỆ



Máy búa



Máy rèn ngang



Khuôn trên máy búa



Khuôn ép chảy

ThS. LÊ VŨ HẢI