

CHUYÊN DẠY NGHỀ

ĐỖ HỮU NHƠN
TRẦN NGỌC GIAO
NGUYỄN MẬU ĐĂNG



HỎI ĐÁP VỀ

***DẬP TẤM
& CẮN KÉO
KIM LOẠI***



CÔNG NGHỆ VÀ KỸ THUẬT

**ĐỖ HỮU NHƠN, NGUYỄN MẬU ĐĂNG
NGUYỄN NGỌC GIAO**

**HỎI ĐÁP về
DẬP TÂM và CÁN , KÉO
KIM LOẠI**

(In lần thứ 2 có sửa chữa, bổ sung)



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI -2001**

Lời nói đầu

Dập tấm và cán, kéo kim loại là các quy trình gia công kim loại rất kinh tế và đang phổ biến trên đất nước ta. Nhưng tài liệu về các phương pháp gia công trên còn quá ít. Để giúp các cơ sở sản xuất quy mô nhà nước, các công ty, các trường và cơ sở dạy nghề, hợp tác xã và gia đình nắm vững thêm cách gia công kim loại bằng áp lực và giải quyết những vướng mắc thông thường về công nghệ này, chúng tôi biên soạn cuốn "Hỏi đáp về dập tấm và cán, kéo kim loại".

Cuốn sách này gồm 87 câu hỏi và trả lời, có hình vẽ minh họa chủ yếu về công nghệ.

Trong lần tái bản này chúng tôi có sửa chữa bổ sung một số vấn đề so với lần in trước. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn và rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của bạn đọc và các bạn đồng nghiệp để cuốn sách được hoàn thiện hơn nữa trong lần xuất bản sau. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Ban biên tập, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

MỤC LỤC

Phần một. Cán nóng thép hình	6
I. Cách tính và chọn số lần cán (từ câu 1 đến câu 4).	6
II. Nhiệt độ nung phôi, nhiệt độ cán và kết thúc cán (từ câu 5 đến câu 11).	14
III. Chọn máy cán. Thiết kế máy cán và hệ thống (từ câu 12 đến câu 22).	23
IV. Công nghệ cán, tốc độ cán (từ câu 23 đến câu 26).	39
V. Kích thước trục cán và bạc lót. Vật liệu làm trục và bạc lót (từ câu 27 đến câu 30).	44
Phần hai. Một số hiểu biết về máy cán tấm	49
I. Máy cán tấm hai trục $\phi 100 \div \phi 300$ (từ câu 31 đến câu 33).	49
II. Nguyên lý cán (từ câu 34 đến câu 39).	52
III. Sự biến dạng khung giá cán và sự ảnh hưởng của nó đến độ chính xác của sản phẩm (từ câu 40 đến câu 41).	61
Phần ba. Công nghệ cán tấm nóng. Những đặc điểm chung (từ câu 42 đến câu 44).	67
Phần bốn. Công nghệ cán tấm nguội. Những đặc điểm chung (từ câu 45 đến câu 51).	72
Phần năm. Công nghệ kéo thép và kim loại màu (từ câu 52 đến câu 56).	83
Phần sáu. Các nguyên công dập tấm	87

I. Định nghĩa và phân loại các nguyên công dập tấm (từ câu 57 đến câu 60).	87
II. Cấu kim loại tấm bằng khuôn (từ câu 61 đến câu 67).	93
III. Đặc điểm và phương pháp tính toán các nguyên công uốn (từ câu 68 đến câu 73).	108
IV. Đặc điểm và phương pháp tính toán công nghệ dập vuốt (từ câu 74 đến câu 84).	120
V. Một số điểm cần chú ý khi thiết kế các quá trình công nghệ dập (từ câu 85 đến câu 87).	147
Tài liệu tham khảo	154

CÁN NÓNG THÉP HÌNH

I - CÁCH TÍNH VÀ CHỌN SỐ LẦN CÁN

Câu hỏi 1: Cơ sở khoa học nào cho phép tính số lần cán hợp lý nhất?

Trả lời: Công thức:

$$n = \frac{\lg F_0 - \lg F_n}{\lg \mu_{tb}} \quad (1)$$

là cơ sở để tính số lần cán hợp lý nhất.

- n là số lần cán (lấy số quy tròn, không lấy số thập phân ví dụ: $n=2,7$ thì lấy $n=3$ lần).

- F_0 là diện tích phôi ban đầu (mm^2).

- F_n là diện tích của sản phẩm (mm^2).

- μ_{tb} là hệ số dẫn dài trung bình của từng loại lỗ hình (xem bảng 1).

Ví dụ: Tính số lần cán cho loại thép nấu từ phế liệu có kích thước phôi ban đầu là $\phi(40 \times 400)\text{mm}$ xuống thép $\phi 6\text{mm}$.

- Vì là thép nấu lại từ phế liệu không có mác thép nên ta lấy μ_{tb} vừa phải và $=1,35$

$$\text{vậy } n = \frac{\lg \frac{\pi \cdot 40^2}{4} - \lg \frac{\pi \cdot 6^2}{4}}{\lg 1,35} \approx 13$$

$n=13$ lần cân

Bảng 1: Hệ số dẫn dài trung bình μ_{tb} của lỗ hình khi cân thép.

Loại sản phẩm	Loại lỗ hình	μ_{tb}
Thép hình có thiết diện đơn giản (tròn, vuông, dẹt ...)	Cán tinh	1,13 ÷ 1,15
	Trước cán tinh	1,10 ÷ 1,30
	Lỗ hình thoi-vuông	1,25 ÷ 1,60
	Lỗ hình bầu dục-vuông-tròn	1,20 ÷ 1,80
Thép chữ I, U ...	Lỗ hình tinh	1,12 ÷ 1,2
	Lỗ hình thô	1,30 ÷ 1,40

Câu hỏi 2: Cách chọn hệ số dẫn dài trung bình cho từng loại thép khi cân?

Trả lời: Việc chọn μ_{tb} đã trình bày ở câu 1. Tuy vậy ứng với các loại thép cán khác nhau ta nên chọn khác, việc chọn μ_{tb} lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào tính dẻo của thép.

Hệ số dẫn dài trung bình (μ_{tb}) lấy nhỏ nếu thép có tính dẻo kém, lấy lớn nếu là thép có tính dẻo tốt.

Ví dụ: cùng là sản phẩm thép tròn $\phi 8$, hệ thống lỗ hình: bầu dục - vuông - tròn, đối với thép cacbon thấp μ_{tb} từ 1,5 ÷ 1,6 nhưng đối với thép cacbon cao, cacbon dụng cụ ($y_7 \div y_{12}$) thì μ_{tb} chỉ nằm trong khoảng (1,3 ÷ 1,4), thép hợp kim kết cấu μ_{tb} từ (1,25 ÷ 1,45).

Câu hỏi 3: Phân bố lượng ép cho từng lần cán như thế nào là hợp lý, có thể bớt và thêm 1 vài lần cán được không?

Trả lời: Từ công thức:

$$\varepsilon = 1 - \frac{1}{\mu} \quad (2)$$

trong đó ε là lượng ép tương đối tính như sau:

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_1} \times 100\% \quad (2)'$$

Δh là lượng ép tuyệt đối $\Delta h = h_1 - h_2$ (hình 1).

- h_1 là chiều dày vật cán trước khi cán.

- h_2 là chiều dày vật cán sau khi cán.

μ là hệ số dẫn dài.

$$\mu = \frac{l_2}{l_1} \quad \text{hoặc} \quad \frac{h_1}{h_2} \quad (3)$$

- l_2 chiều dài vật cán sau khi cán.

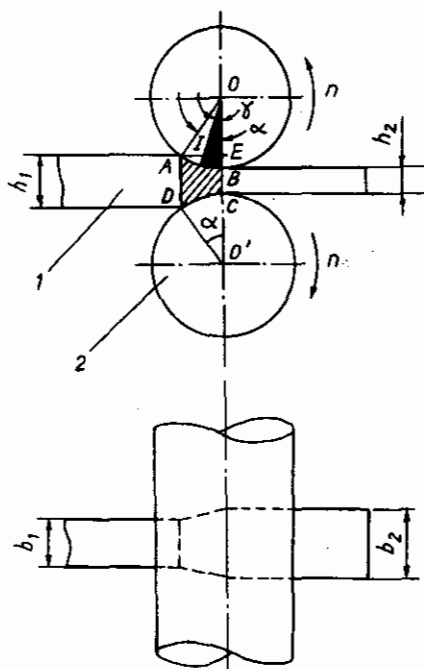
- l_1 chiều dài vật cán trước khi cán.

Từ (3) ta thấy μ luôn luôn lớn hơn 1.

Từ (2) ta thấy ε tăng thì Δh tăng và μ cũng tăng, nghĩa là lượng ép càng lớn thì hệ số dẫn dài cũng càng lớn.

Từ lý thuyết và thực tế trong sản xuất người ta đã tổng kết:

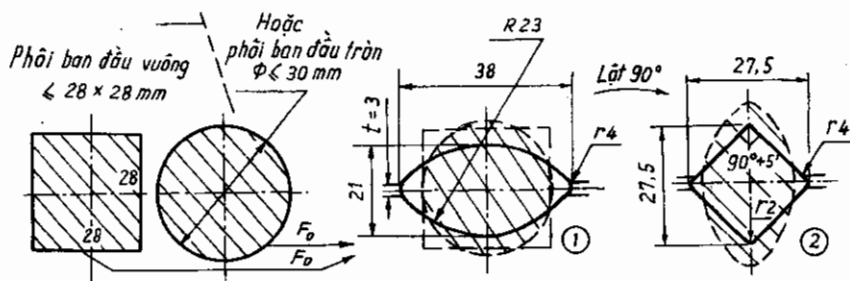
- ở những lần cán đầu, không nên lấy hệ số dẫn dài μ quá lớn và cũng không quá bé. Vì nếu μ quá lớn thì vảy sắt (lớp ôxyt sắt bám ở ngoài) dính chặt vào bề mặt sản



Hình 1. Sơ đồ cán.
1. Vật cán; 2. Trục cán

phẩm gây ra phế phẩm, nếu μ quá bé thì không phá nổi tổ chức hạt thép đúc để trở thành tổ chức hạt của thép cán làm ảnh hưởng tới những lần cán sau và vảy sắt không thể bong ra khỏi bề mặt vật cán dễ gây ra phế phẩm. Nên lấy $\mu_1=1,2 \div 1,25$; $\mu_2=1,25 \div 1,30$.

- Tận dụng hệ số dẫn dài μ lớn tới mức tối đa ở những lần cán thứ 3, 4, 5 và 6. sau đó giảm dần vì nhiệt độ vật cán đã giảm, biến cứng bề mặt của vật cán tăng.



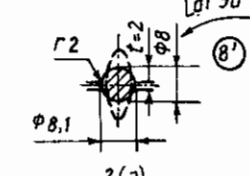
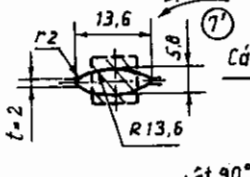
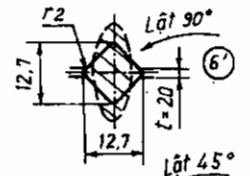
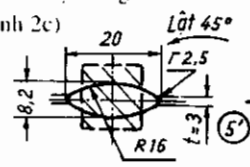
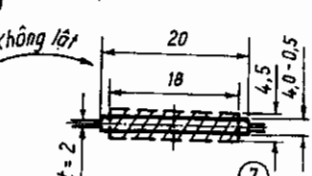
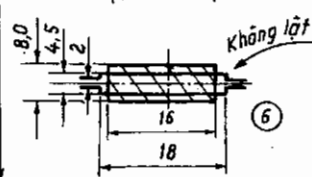
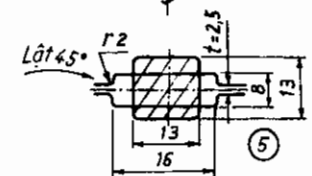
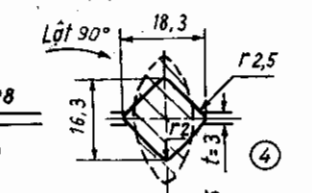
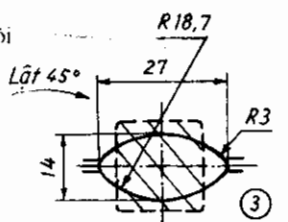
Hình 2. Các sản phẩm $\phi 6$, $\phi 8$ và đẹt (20x4) được cán từ phôi ban đầu $\phi 30$ hoặc vuông

(28x28) trên máy cán $D=180$ 1=4; cán phôi ban đầu

5', 6', 7', 8': hệ thống lỗ hình cán thép $\phi 8$ (hình 2a)

8'', 9'', 10'': hệ thống lỗ hình cán thép $\phi 6$ (hình 2b)

5, 6, 7: hệ thống lỗ hình cán thép đẹt (20x4) (hình 2c)



Cán thép tròn $\phi 6$ và $\phi 8$

Cán thép đẹt 20x4 mm

Cán $\phi 6$

Lật 45°

Lật 90°

Lật 90°

Lật 90°

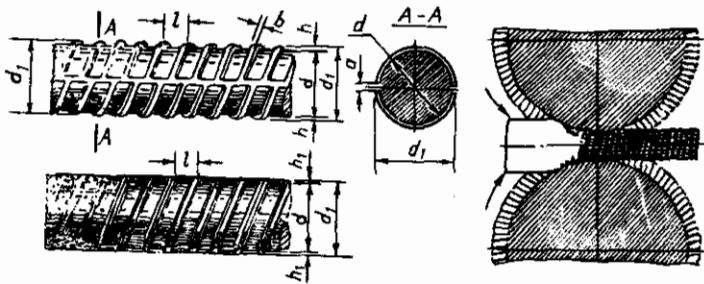
Lật 90°

Lật 90°

Lật 90°

Lật 90°

Lật 90°



Hình 3. Kích thước thép gai sản phẩm và sơ đồ cán thép gai

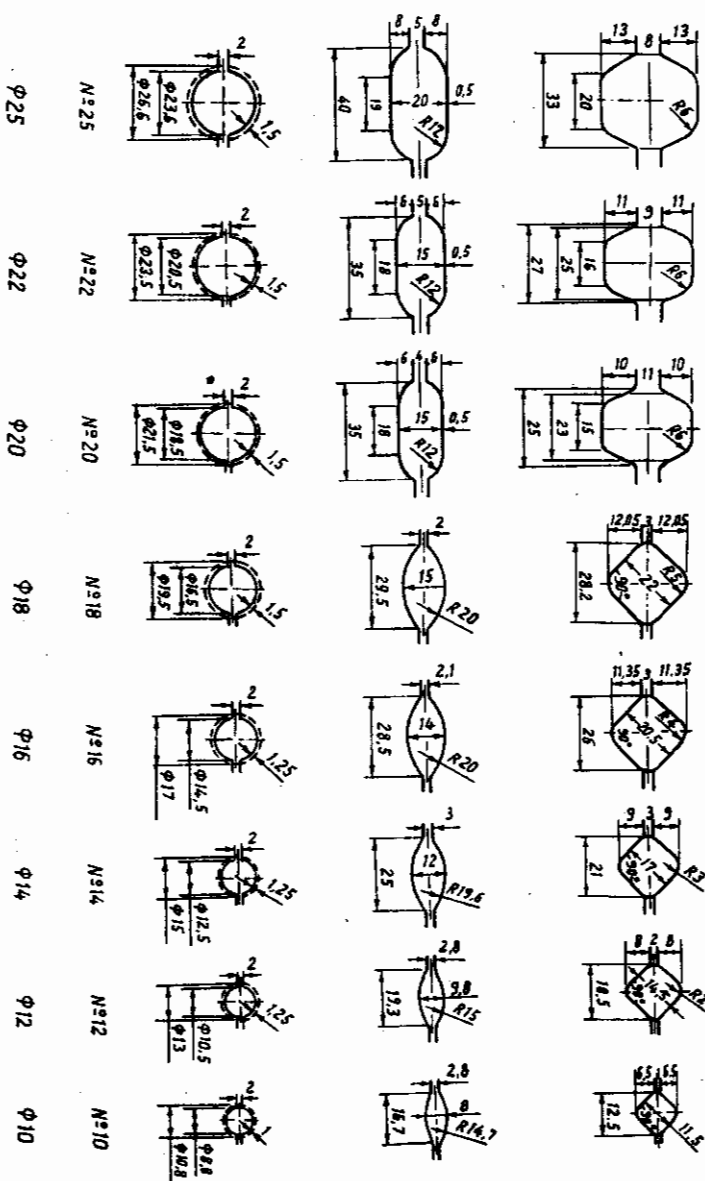
- Nên lấy $\mu=1,15 \div 1,35$ ở lần cán gần cuối cùng (theo chuyên môn gọi là lần cán trước tinh).

- Lấy $\mu=1,10 \div 1,15$ ở lần cán cuối cùng (gọi là lần cán tinh). Tại lần cán này sản phẩm coi như chỉ là lại cho đẹp. Riêng đối với thép gai nên lấy $\mu=1,25 \div 1,3$ để các gờ và sần của thép nổi lên đúng tiêu chuẩn.

Sau khi đã tính số lần cán theo công thức (1) chính xác thì không nên tăng giảm số lần cán. Nếu tăng thì năng suất giảm, lãng phí điện, nước, dầu, mỡ, sức lao động Nếu giảm thì chất lượng sản phẩm sẽ không tốt, có khi xảy ra sự cố thiết bị.

Câu hỏi 4: Thép tròn $\phi 6, \phi 8$ vuông $10 \times 10 \div 14 \times 14$ và thép dẹt $(18 \times 2,5)$ mm đang được cán phổ biến ở các máy cán hình mini. Thép này đa số được nấu lại từ nhiều loại thép vậy nên chọn số lần cán và phân bố hệ số dẫn dài như thế nào?

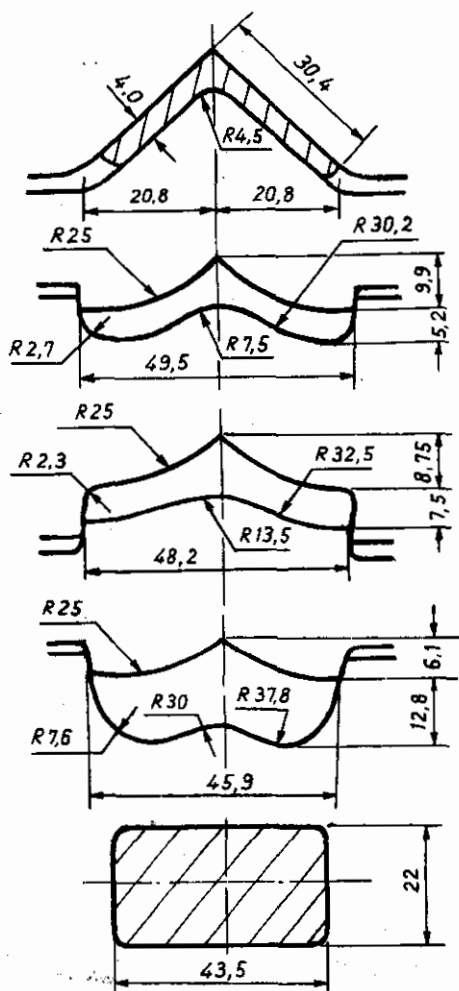
Trả lời: Số lần cán chọn như đã trình bày ở câu 1 và công thức (1). Vì phôi ban đầu cho máy cán này thường rất nhỏ từ $\phi 40$ đến $\phi 60$ hoặc vuông từ (35×35) đến (45×45) mm và được đúc từ các thép phế



Hình 4. Hệ thống lỗ hình côn tinh thép gai từ $\phi 10$ ÷ $\phi 25$.

liệu khác nhau cho nên thép tròn $\phi 6$, $\phi 8$; thép vuông từ (10x10) đến (16x16); thép gai từ $\phi 10$ đến $\phi 22$; thép góc số 2,5, số 3,0, số 3,2, số 5,0 và thép dẹt có $\mu_{th} = 1,25 \div 1,5$ (hình 2a, b, c, hình 3, hình 4 và hình 5).

Đối với các loại thép này lần cán thứ nhất và thứ hai chọn $\mu = (1,25 \div 1,35)$, sau đó tăng lên nhưng không nên lớn hơn 1,6. Lần cán trước tinh nên lấy $\mu = (1,2 \div 1,35)$, lần cán tinh lấy $\mu = (1,10 \div 1,15)$. Đối với hệ thống lỗ hình cánh thép hỗn hợp $\phi 8$ và $\phi 6$ với phôi ban đầu là thỏi đúc $\phi 40$ thì số lần cán cũng được tính theo công thức (1) ở câu 1.



Hình 5. Kích thước và cấu tạo lỗ hình cánh bướm kín cán thép góc N^o3

II. NHIỆT ĐỘ NUNG PHÔI, NHIỆT ĐỘ CÁN VÀ KẾT THÚC CÁN.

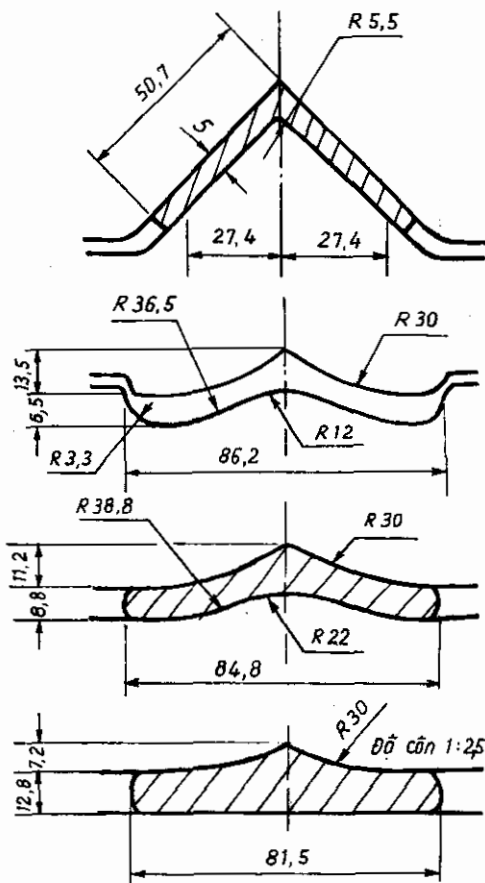
Câu hỏi 5: nung phôi trước khi cán như thế nào là tốt nhất?

Trả lời: Phôi nung trước khi cán phải đạt hai yêu cầu chính sau:

-Đúng nhiệt độ nung.

-Đồng đều nhiệt từ trong ra ngoài.

Nhiệt độ nung phôi trước khi cán cho thép và kim loại, hợp kim tính theo công thức sau:



Hình 6. Kích thước và cấu tạo lỗ hình cán thép góc cánh bướm và cạnh phẳng N^o 5 kết hợp

$$t_{\text{nung}} = t_{\text{chảy}} - (250 \div 200) ^\circ\text{C} \quad (4)$$

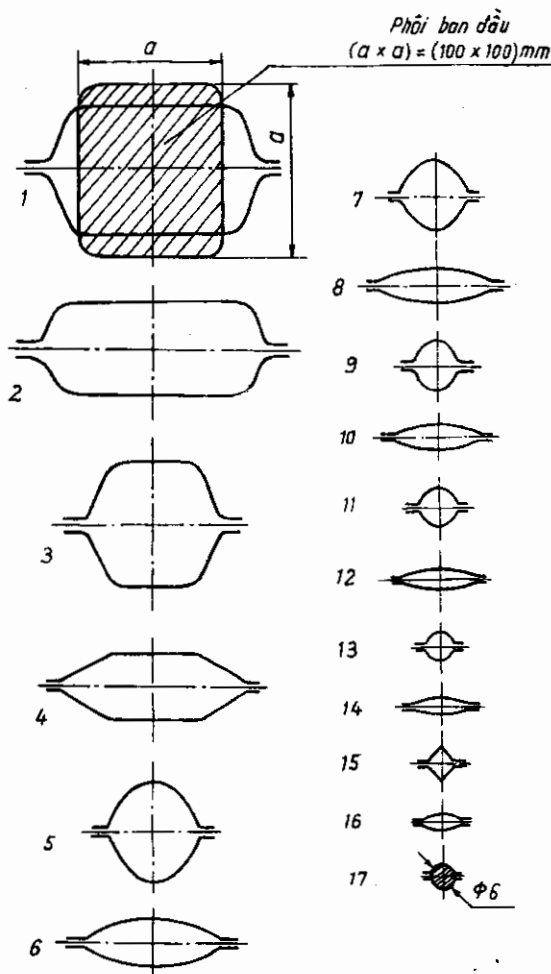
$t_{\text{chảy}}$ là nhiệt độ nóng chảy cho từng loại thép và kim loại đem cán.

Sau khi nung đến nhiệt độ cần thiết phải duy trì một thời gian để phối có nhiệt độ đồng nhất (đồng đều nhiệt).

Ngoài ra nhiệt độ nung phối thép cán phụ thuộc vào thành phần cacbon có trong thép (xem hình 8 vùng 2).

Như vậy chỉ cần xác định được hàm lượng cacbon có trong thép là xác định được nhiệt độ nung cho cán, rèn và đập nóng (ví dụ: xác định nhiệt độ nung khi cán thép CT45 như sau:

Thép CT45 có 0,45% Cacbon, trên hình 8 tại hoành độ 0,45% Cacbon ta dựng đường song song với trục tung cắt song với trục hoành cắt vùng 2 tại 2 điểm giới hạn. Từ 2 điểm đó dựng hai đường song song với trục hoành cắt



Hình 7. Hệ thống lỗ hình cán thép tròn $\phi 6$ trên máy cán hình cỡ nhỏ 250 mm

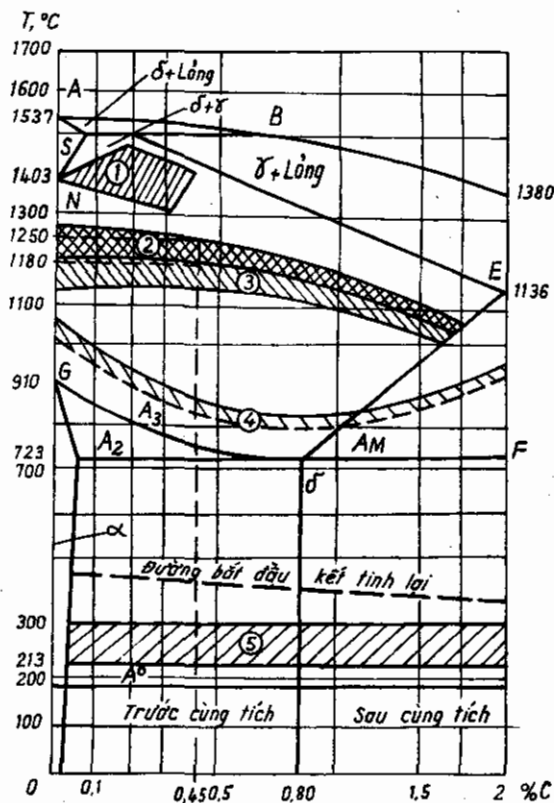
trục tung ở hai điểm 1180°C và 1250°C . Như vậy ta có nhiệt độ nung của thép CT45 là $T_{\text{nung}}^0 = 1180^{\circ} \div 1250^{\circ}\text{C}$.

Câu hỏi 6: Nung phôi gián tiếp và nung phôi trực tiếp thì phương pháp nào tốt hơn?

Trả lời: Thực tế cho thấy là nung phôi gián tiếp tốt hơn.

- Phế phẩm do nung hầu như không có.
- Phôi được đồng đều nhiệt tốt hơn.
- Thao tác dễ dàng.
- Phôi nung được nhiều mà không sợ cháy .v.v...

Nung phôi gián tiếp tiến hành trong các lò phản xạ, lò liên tục .v.v...



Hình 8. Các vùng nhiệt độ gia công thép trên giản đồ Fe-C.

1. Vùng nhiệt độ ủ.
2. Vùng nhiệt độ nung thép cán và rèn.
3. Vùng nhiệt độ cán nóng và rèn ép nóng.
4. Vùng nhiệt độ kết thúc cán, rèn.
5. Vùng nhiệt độ giàn.

Câu hỏi 7: Làm thế nào để biết được nhiệt độ nung của thép khi không có đồng hồ và dụng cụ đo nhiệt?

Trả lời: Có thể đoán biết được nhiệt độ thép nung nhờ màu sắc của nó (xem bảng 2).

Bảng 2. Màu sắc và nhiệt độ của thép khi nung

Màu sắc	Nhiệt độ tương ứng °C	Màu sắc	Nhiệt độ tương ứng °C
Vàng tươi rơm	225	Hồng chín	900
Vàng đậm rơm	235	Hồng tươi	950
Vàng nâu rơm	245	Hồng nhạt	1.000
Nâu	255	Vàng da cam	1.050
Tím nhạt	265	Vàng	1.100
Tím đậm	275	Vàng tươi	1.200
Chàm	285	Trắng	1.300
Xanh lục	295	Trắng sáng	1.400 (bắt đầu chảy)
Xanh nước	330	Sáng chói	1.500 (chảy)
Xám	400		
Xám đen	450		
Tối sẫm	500		
Tối xám	550		
Tối hơi xám	600		
Nâu đậm	650		
Nâu	700		
Nâu nhạt	750		
Hung hung	800		
Hồng đậm	850		

Câu hỏi 8: Tại sao thép hình lại phải cán nóng và nhiệt độ cán nóng tốt nhất là bao nhiêu?

Trả lời: Thép hình phải cán nóng vì tại nhiệt độ đó thép có tính dẻo tốt nhất, dễ bị biến dạng, trở kháng biến dạng lại nhỏ nhất và thành phần hoá học trong thép phân bố đồng nhất. Ngoài ra cán nóng còn cho năng suất cao, an toàn về thiết bị, giảm được các tiêu hao khác, đặc biệt là tiêu hao về điện và nhân lực.

Điều quan trọng khác cần nói ở đây là nếu cán nóng không đúng nhiệt độ thì sẽ có rất nhiều phế và thứ phẩm, máy móc mau hỏng và thao tác không an toàn, sản xuất không kinh tế.

Nhiệt độ cán của thép chủ yếu phụ thuộc vào thành phần cacbon (xem hình 8) hoặc dựa vào bảng 3.

Câu hỏi 9: Cán thép hình ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ cán ở hình 8 có được không? vì sao?

Trả lời: Không nên cán ở nhiệt độ thấp hơn vì chất lượng sản phẩm sẽ không tốt. Đối với các máy cán hình mini nếu cán ở nhiệt độ thấp thì thường xảy ra hiện tượng vật cán quăn vào trục gây sự cố. Khi cán máy bị rít, găm rú có khi dừng hẳn lại do tính dẻo của thép thấp, trở kháng biến dạng lớn, bề mặt cán bị biến cứng v.v...

Câu hỏi 10: Vì sao khi cán nóng phải kết thúc ở đúng nhiệt độ quy định?

Trả lời: Từ giản đồ nung Fe-C, cán và kết thúc cán (hình 8) ta thấy các loại thép có thành phần cacbon khác nhau thì có nhiệt độ kết thúc cán khác nhau. Ví dụ, thép CT45 thì nhiệt độ kết thúc cán từ 850÷900°C, thép CT1 ÷ CT5 thì nhiệt độ kết thúc khoảng

870÷950°C v.v... Nhiệt độ kết thúc cán ảnh hưởng tới tổ chức tế vi của thép, tức là tới cơ, lý tính. Nhiệt độ kết thúc cán rõ ràng quyết định tới chất lượng của sản phẩm vì vậy không nên kết thúc ở nhiệt độ quá cao hoặc thấp. Kết thúc cán đúng nhiệt độ chẳng những cho thép chất lượng cao, bề mặt thép có màu xanh đẹp, dễ hấp dẫn người mua. Kết thúc cán không đúng nhiệt độ thì bề mặt thép bị nâu xỉn, để lâu có màu nâu đỏ xám, khó tiêu thụ (xem bảng 3).

Câu hỏi 11: Máy cán hình mini hiện đang phổ biến ở nước ta, máy này cán được nhiều loại thép phế liệu, đề nghị cho biết cách nhận biết các loại thép đó để xây dựng quy trình công nghệ cán cho phù hợp?

Trả lời: Chúng ta có thể nhận biết được một số loại thép và thành phần cacbon có trong thép bằng phương pháp mài. Khi đưa mẫu thép vào đá mài thì ứng với các loại thép khác nhau thì các tia lửa văng ra từ đá mài sẽ khác nhau. Từ thực tế sản xuất chúng ta thấy rằng:

1-Thép khi mài có các tia lửa dài, cuối tia không nở ra các tia khác hoặc chỉ nở ra những tia nhỏ li ti đó là thép có hàm lượng cacbon <0,25%. (xem hình 9a).

2-Cuối tia lửa lại nở ra nhiều tia lửa khác (xem hình 9b) thì đó là thép có hàm lượng cacbon từ 0,25÷0,6%.

3-Cuối tia 2, 3 nở ra nhiều tia khác nữa thì hàm lượng cacbon ≥0,65% (xem hình 9c và 10a).

Nhìn chung thép cacbon khi mài có nhiều tia lửa dài, liên tục, chạy vòng quanh đá mài và có màu sáng trắng.

Bảng 3. Nhiệt độ nung, cán và kết thúc cán cho một số thép hình

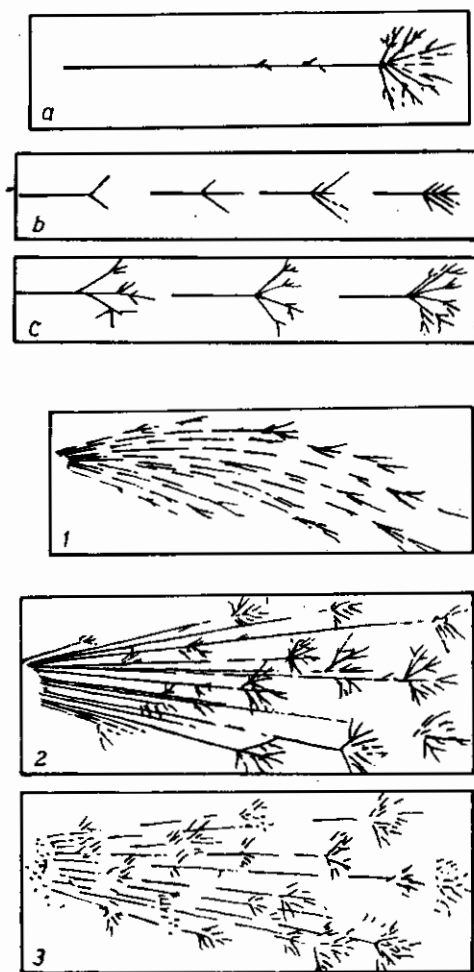
Loại (nhóm)	TÊN	KÝ HIỆU	t ^o nung (°C)	t ^o cán (°C)	t ^o kết thúc (°C)
I	Thép cacbon và hợp kim thấp có %C≤0,4%	CT1÷CT7; 0,8÷45; 15Γ÷40Γ; 15X÷45X; 15XΓ÷40XΓ; 15XΦ; 15XC; 15XM; 35XM v.v..	1200÷1220	1150÷1200	900÷950
II	Thép cacbon và hợp kim trung bình có %C≤0,65%	50÷60; 50Γ÷65Γ; 50Γ2, 50X, 55CΓ, 40XC, 55C2, X10, 60C2, 30XH3, 50XΦA, 35XM v.v..	1180÷1200	1120÷1150	850÷900
III	Thép cacbon dụng cụ và hợp kim có %C≤0,9%	(70-85), Y7, Y8, Y7A, 70Γ, 80ΓA v.v..	1140÷1160	1100÷1120	810÷850
IV	Thép cacbon dụng cụ, thép dụng cụ khác và thép mangan	Y12, Y13, Y12Γ, XΓ, X12, X12M, XB5 v.v..	1100÷1120	1050÷1070	800÷859
V	Thép cacbon dụng cụ và thép dụng cụ khác, thép vòng bi có %C≈1%	Y9, Y10, Y10ΓA, 7X3, 9XC, XBΓX, X, X15, EΓ2, EX3 v.v..	1120÷1140	1150÷1100	800÷850
VI	Thép không gỉ, thép Ni-Cr	X15H60, 1X18H9T, 2X18H9T, 1X18H10T, X18H9 v.v..	1200÷1220	1150÷1170	870÷900
VII	Thép gió	P9÷P18	1180÷1200	1120÷1150	850÷900

4-Thép có nhiều crôm và cacbon thì tia lửa giống tia lửa thép có 1% cacbon nhưng tia lửa ngắn và mỏng (xem hình 10b).

5-Thép mangan ($0,95\%C: 1,2\div 2\% Mn$) có tia lửa sáng dài, các tia chạy vòng quanh đá mài (xem hình 10c).

6-Thép silic ($0,55\%C: 2\% Si$ và $0,8\% Mn$) và các loại thép silic khác có tia lửa sáng vàng, ít nổ.

7-Thép crôm-niken ($0,4\div 0,75\%C: 0,75\%Ni$ và $2,25\% Cr$ khi mài có tia lửa rất nhỏ, nổ tung toé ít hơn so với thép cacbon có hàm lượng cacbon



Hình 9. a) Tia lửa có $C\% < 0,25$ (1) Tia lửa khi mài thép cacbon thấp.

b) Tia lửa có $C\% = 0,25\div 0,6\%$ (2) Tia lửa khi mài thép cacbon trung bình.

c) Tia lửa có $C\% = (0,6\div 0,65)\%$ (3) Tia lửa khi mài thép cacbon cao.

tương ứng.

8-Thép crôm,
niken, môlipden

$(0,4 \div 0,7)\%C$;

$(0,75 \div 1,5)\%Cr$;

1,2%Ni;

$(0,2 \div 0,5)\%Mo$ có

tia lửa giống như
thép crôm nhưng
có màu da cam ở
đầu tia lửa do
môlipden sinh ra.

9-Thép cao cấp,

thép đặc biệt khi

mài có tia lửa rất

mỏng, sáng không

liên tục. Tia lửa

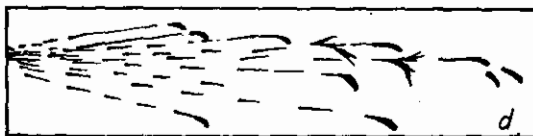
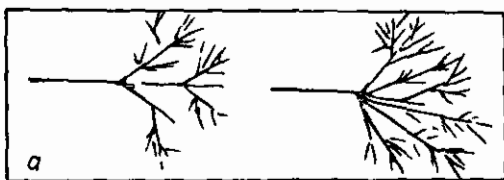
không dài, không

nhều và không nở

thêm những tia

nhỏ khác (xem

hình 10d).



Hình 10. a) Tia lửa có $C\% > 0,65\%$
b) Tia lửa của thép crôm nhiều cacbon
c) Tia lửa thép mangan
d) Tia lửa thép cao cấp và đặc biệt.

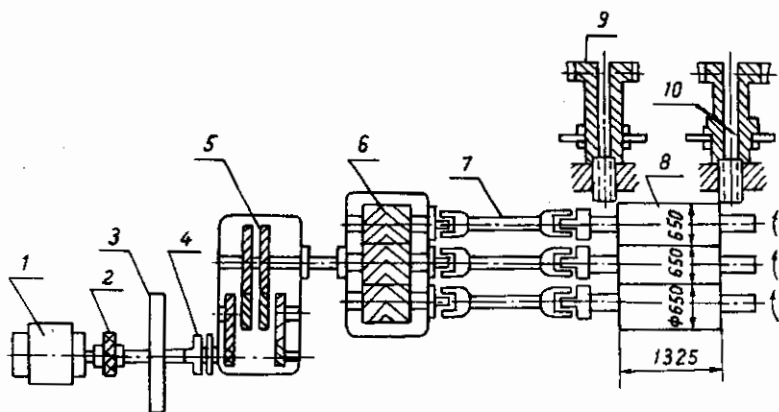
Khi đã xác định được đúng loại thép, chúng ta dễ dàng xây dựng quy trình công nghệ cán nóng thép đó trên các máy cán ta có.

III. CHỌN MÁY CÁN, THIẾT KẾ MÁY CÁN VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG LỖ HÌNH TRỤC CÁN.

Câu hỏi 12: Máy cán nào phù hợp với điều kiện sản xuất nhỏ và đảm bảo chất lượng sản phẩm?

Trả lời: Máy cán hình cỡ nhỏ (mini) sản xuất thép hình cỡ nhỏ hoặc cán lại một số thép có kích thước phù hợp. Việc đầu tư cho một máy cán chỉ bằng số tiền đầu tư cho một máy tiện, máy phay nhưng lãi suất và hiệu quả kinh tế của máy là vô cùng lớn. Do đó máy cán mini phù hợp với điều kiện sản xuất nhỏ.

Máy cán nên chọn là loại máy hai giá cán (giá cán thô và giá cán tinh).

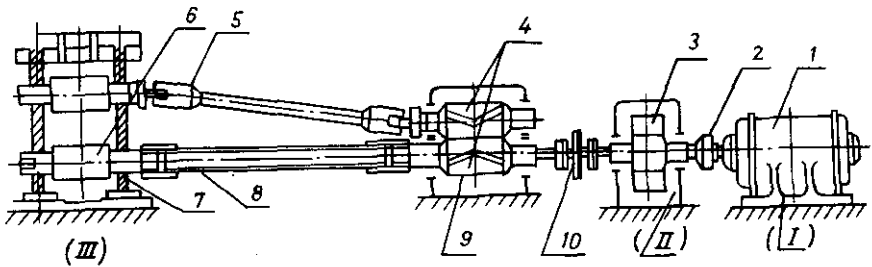


Hình 11. Sơ đồ động máy cán phôi 3 trục D650 mm

1-động cơ điện; 2-khớp nối; 3-bánh đà; 4-khớp nối; 5-hộp giảm tốc; 6-hộp bánh răng truyền lực (chữ V); 7-trục nối vạn năng; 8-trục cán D=670mm, L=1325mm; 9-bánh vít điều chỉnh lượng ép; 10-vít điều chỉnh lượng ép.

- Giá cán thô là loại giá cán 3 trục bằng nhau $\phi=(150\div 300)$ mm. Có động cơ điện (17÷125)kW. Giá cán có nhiệm vụ cán phá và cán thô phối cán để có hình dạng gần giống như sản phẩm (hình 11).

- Giá cán tinh là loại giá cán hai trục có đường kính $\phi=(100\div 250)$ mm, có động cơ điện với công suất (7÷30)kW. Giá này chỉ để cán tinh sản phẩm, nghĩa là trên giá cán này chỉ cán một lần cuối cùng cho mỗi sản phẩm (hình 12). Hiện nay rất nhiều cơ sở sản xuất tư nhân và nhà máy bỏ giá cán tinh này cho nên chất lượng sản phẩm không được đẹp và tốt



Hình 12. Các bộ phận của máy cán hai trục.

(I) Nguồn động lực (động cơ điện); (II) Bộ phận truyền động; (III) Giá cán 1-động cơ điện; 2-khớp nối; 3-hộp giảm tốc; 4-bánh răng chữ V; 5-trục khớp nối vạn năng; 6-trục cán; 7-thân giá cán; 8-trục ổ nối mai hoa; 9-hộp bánh răng truyền lực; 10-khớp nối.

Câu hỏi 13: Các kích thước và tính năng kỹ thuật cơ bản của một máy cán phụ thuộc vào các yếu tố nào. Dựa vào cơ sở nào để chọn và thiết kế máy cán?

Trả lời: Kích thước và tính năng của máy cán phụ thuộc vào các yếu tố chính sau đây:

- Kích thước và tiết diện phôi ban đầu.
- Kích thước và tiết diện sản phẩm.
- Tốc độ cán, năng suất cán.

Nếu kích thước, tiết diện phôi ban đầu lớn thì trục cán phải có đường kính lớn, động cơ điện phải lớn v.v.. nếu tốc độ cán lớn thì đòi hỏi tiêu hao năng lượng lớn.

Ví dụ: cùng cán thép $\phi 8$, từ phôi ban đầu là thép CT5 nhưng đường kính phôi khác nhau thì kích thước và công suất máy khác nhau.

- Phôi ban đầu $\phi(28\div 30)$ mm, tốc độ cán là 1m/s thì đường kính trục cán chỉ khoảng (160÷180)mm và động cơ dẫn động máy cán có công suất trên dưới 30kW.

- Nhưng nếu phôi ban đầu $\phi(40\div 42)$ mm, tốc độ cán là 2,5m/s thì đường kính trục cán phải ≥ 250 mm và động cơ phải có công suất (100÷125)kW có khi (300÷500)kW (khi tốc độ biến dạng lớn thì cần năng lượng lớn để kim loại biến dạng nhanh).

Dựa vào kích thước phôi ban đầu, kích thước sản phẩm, năng suất của máy để mua hoặc thiết kế máy cán.

Câu hỏi 14: Cán thép tròn $\phi 6$, $\phi 8$, thép vuông (6x6÷16x16)mm, thép gai $\phi 10\div 22$, thép góc loại nhỏ và các loại thép dẹt (12÷18)x2,5; (20÷30)x4 v.v.. thì nên dùng máy cán gì? Làm thế nào để sản phẩm tròn đều, bề mặt nhẵn bóng?

Trả lời: Ở các nước công nghiệp tiên tiến, các sản phẩm này đều được cán trên các máy cán bán liên tục và liên tục, ở nước ta được cán trên các máy cán hình bố trí theo hàng.

Nếu dùng các máy cán mini để cán loại thép trên thì chọn máy cán hình 3 trục, không nên cán trên máy cán 2 trục vì vật cán nguội nhanh mà số lần cán ít, thao tác khó khăn, nhiều khi phải nung lại phôi (nung trung gian) tốn nhiên liệu, năng suất không cao. Chỉ dùng máy cán hai trục để cán tinh một lần cuối cùng mang tính chất là lại sản phẩm cho tròn đều hoặc phẳng phiu, đẹp hình dáng.

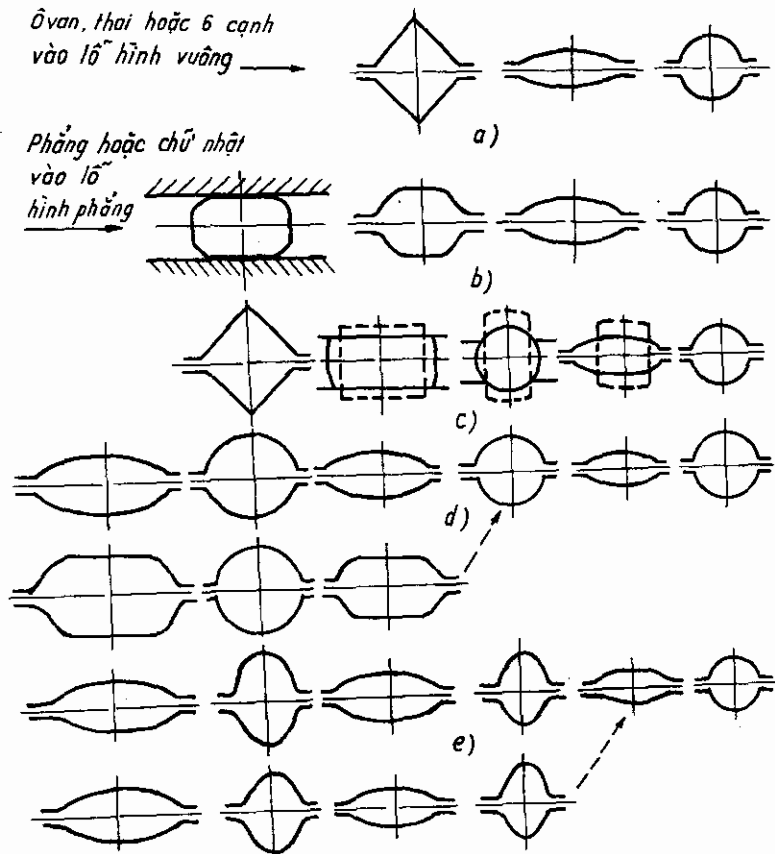
Muốn sản phẩm đẹp, bóng đen thì dùng trục cán là loại gang cầu biến tính hoặc các loại thép 40X, 40XH. Để giảm bớt ma sát ở lần cán cuối do nhiệt độ quá thấp ta có thể bôi trơn bằng một ít bột phấn chì.

Câu hỏi 15: Để nghị cho biết hệ thống lỗ hình cán thép tròn hiện nay đang dùng ở nước ta và thế giới?

Trả lời: Hiện nay người ta dùng 5 loại hệ thống lỗ hình để cán thép tròn (xem hình 13).

a-Hệ thống lỗ hình vuông - bầu dục - tròn hoặc lục lăng - bầu dục - tròn (hình 13a).

b-Hệ thống lỗ hình hộp (hình 13b) bao gồm các lỗ hình chữ nhật - vuông dùng để cán thô, hệ thống lỗ hình cán tinh là vuông - bầu dục - tròn.



Hình 13. Các hệ thống lỗ hình cán thép tròn.

c-Hệ thống lỗ hình vạn năng.

Hệ thống này kết hợp với các hệ thống lỗ hình hộp - vuông - bầu dục - tròn cán phẳng v.v... Hệ thống này dùng rộng rãi cho các chủng loại thép tròn mà sản phẩm có kích thước khác nhau (xem hình 13c).

d-Hệ thống lỗ hình bầu dục - tròn bao gồm các hệ thống ôvan - tròn và bầu dục - tròn. Hệ thống lỗ hình cán tính dùng chung là loại tròn - ôvan - tròn (xem hình 13d).

e-Hệ thống lỗ hình ôvan nằm - ôvan đứng - tròn.

Hệ thống này ít dùng cho loại máy cán thông thường, nó được dùng nhiều trong các máy cán hình liên tục có trục cán bố trí nằm và đứng (hình 13e).

Ở nước ta thường dùng hệ thống lỗ hình (13-a), (13-d) và (13-c) để cán thép tròn.

Câu hỏi 16: Nhiều cơ sở cán thép tròn $\phi 6$ và $\phi 8$. Nhưng sản phẩm này có hình dáng không đẹp, có lúc bị ba via, xin cho biết cách khắc phục.

Trả lời: Thép tròn nhập ngoại, của các liên doanh Vina-Austeel, Nassteel-Vina hoặc của nhà máy luyện cán thép Gia Sàng trông rất đẹp, tính dẻo cao, không có ba via là nhờ máy móc rất chuẩn, tính toán công nghệ chính xác v.v... Bên cạnh đó nhiều loại thép tròn $\phi 6$, $\phi 8$ méo mó và bị ba via là sản phẩm do các xí nghiệp của ta tự sản xuất. Nguyên nhân chủ yếu là:

- Máy kém chính xác về nhiều phương diện.

- Phân bố lượng ép không đúng.

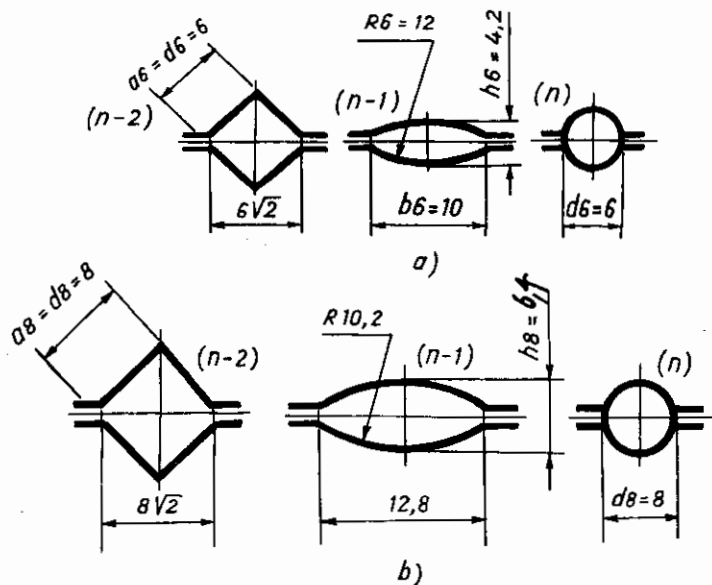
- Tính toán lượng giãn rộng sai.

- Khe hở giữa hai trục cán quá lớn v.v... Nhưng cái quan trọng nhất là không có giá cán tính riêng biệt để là lại sản phẩm cho

đẹp sau khi vật cần đã đi qua tất cả các lỗ hình thô và lỗ hình trước tinh ở giá cần trước.

Muốn khắc phục điều này các cơ sở tư nhân và các xí nghiệp nhà nước nên chế tạo thêm một giá cần tinh chuyên cán là lại sản phẩm khi nó còn đang nóng (ở trong phạm vi nhiệt độ cần). Ngoài ra phải dùng hệ thống lỗ hình cán trước tinh vuông - bầu dục - tròn theo bảng 4 (hình 14).

Ví dụ: thiết kế các lỗ hình cán tinh (n), trước tinh (n-1) và trước trước tinh (n-2) cho sản phẩm thép $\phi 6$, $\phi 8$ trên máy cán hình 250 như sau (hình 14):



Hình 14. Lỗ hình cán thép tròn tinh và trước tinh
a. cho thép $\phi 6$, b. cho thép $\phi 8$

Theo bảng 4a có quan hệ các kích thước của lỗ hình ôvan trước tinh (n-1) cho sản phẩm thép $\phi 6$ là:

$h/d=0,7$ vậy $h=4,2\text{mm}$ và $b/h=2,4$ vậy $b=10\text{mm}$, $t=0,008D=2\text{mm}$.

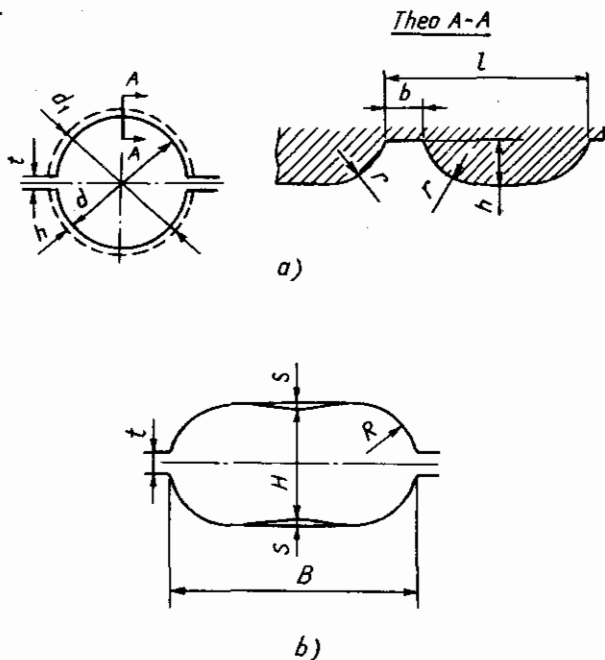
$$R = \frac{b^2 + h^2}{4(h - t)} = \frac{10^2 + 4,2^2}{4 \cdot (4,2 - 2)} = 13,4\text{mm}$$

và kích thước cho lỗ hình vuông trước trước tinh (n-2):

$a=d=\phi 6 \rightarrow a=6\text{mm}$.

Theo cách làm tương tự ta có các kích thước của lỗ hình ôvan trước tinh (n-1) và lỗ hình vuông trước trước tinh (n-2) cho thép $\phi 8$:
 $h=6,4$;
 $b=12,8$. $r=10,2$
 và $a=8$.

Câu hỏi 17: Hệ thống lỗ hình cán tinh tròn và thép gai (vằn) có gì khác nhau?



Hình 15. Cấu tạo lỗ hình cán tinh thép gai(n)

- a. lỗ hình cán tinh (n)
- b. lỗ hình ôvan trước tinh (n-1).

Trả lời: Hai hệ thống lỗ hình này hầu như giống nhau, chỉ khác là đối với thép gai lỗ hình ôvan trước tinh (n-1) có dạng và kích thước như hình 14, 15; như bảng 5; cấu tạo và kích thước lỗ hình cán thép gai trước trước tinh (n-2) như bảng 6. Ngoài ra, lỗ hình cán tinh (n) của trục cán được phay (hình 15) hoặc khoét rãnh để tạo nên các gân thép theo tiêu chuẩn. Hệ số dẫn dài cuối cùng $\mu_n = 1,25 \div 1,3$ để các gai thép có các gờ nổi đều đặn sâu đúng kích thước, đúng tiêu chuẩn. Chú ý: thép gai chỉ có kích thước $\phi 10 \div \phi 90 \text{mm}$

Bảng 4. Quan hệ kích thước giữa các lỗ hình vuông - ôvan - tròn trong hệ thống lỗ hình cán tinh và trước tinh

Đường kính thép tròn d,mm	Tỷ số giữa kích thước lỗ hình ôvan trước tinh và tinh		Cạnh lỗ hình vuông a trước lỗ hình ôvan mm
	h/d	b/h	
5÷7	0,69÷0,78	2,35÷2,5	a=d
7÷9	0,75÷0,85	1,75÷2,1	a=d
9÷11	0,8÷0,85	1,67÷1,80	a=d+(0,25÷0,5)
12÷15	0,8÷0,87	1,60÷1,70	a=d+1
16÷20	0,87÷0,90	1,50÷1,60	a=d+2
21÷25	0,90÷0,92	1,47÷1,50	a=d+3
26÷35	0,92÷0,94	1,47÷1,50	a=d+(4÷7)
36÷40	0,90	1,40÷1,50	a=d+(8÷12)
42÷50	0,91	1,4	a=d+(12÷15)
52÷60	0,92	1,4	a=d+(12÷15)
65÷80	0,92	1,4	a=d+(12÷15)

Câu hỏi 18: Nhiều nơi tự làm máy cán với hệ thống lỗ hình cán thép $\phi 6, \phi 8$ rất chuẩn, máy có công suất lớn v.v..., nhưng phôi cán

vẫn không ăn vào trục cán, thậm chí dùng búa đánh vào vật cán để bắt nó vào lỗ hình nhưng cũng không được - tại sao?

Trả lời: Điều kiện để vật cán tự ăn vào trục là:

$$\Delta h < R \cdot f^2 \text{ mm} \quad (5)$$

trong đó:

- $\Delta h = (h_1 - h_2)$ là lượng ép tuyệt đối bằng hiệu số chiều dày của vật cán trước và sau khi cán.
- R là bán kính trục cán.
- f là hệ số ma sát ($f=0,27 \div 0,62$ đối với cán nóng).

Qua (5) ta thấy vật cán không ăn vào hoặc vì lượng ép tuyệt đối qua lớn hoặc vì ma sát qua nhỏ. Khắc phục tình trạng này bằng cách đập bẹp đầu của vật cán đi một ít hoặc tăng ma sát giữa trục cán và vật cán bằng cách tạo gờ hoặc rãnh trên trục cán. Cách làm này chỉ áp dụng đối với những lần cán thô.

Thực tế cho thấy rằng do dung sai quá lớn và trục cán lắp vào giá không thẳng hàng (3 đường tâm trục không nằm trên một mặt phẳng) nên vật cán khó ăn vào trục.

Câu hỏi 19: Khe hở giữa hai trục cán nên chọn như thế nào là hợp lý?

Trả lời: Khe hở giữa hai trục cán trong khi cán chính là khe hở của lỗ hình trục cán. Việc tính toán và chọn khe hở thường theo kinh nghiệm và theo công thức sau:

$$t = (0,008 \div 0,012) D_k \quad (6)$$

Bảng 5. Kích thước lỗ hình ôvan (trước tinh) và tinh khi cán thép gai

Mác thép gai	Lỗ hình tinh(mm)		Lỗ hình ôvan trước tinh (mm)				
	Đường kính trong d	Đường kính ngoài d_1	Chiều cao H	Chiều rộng B	Khe hở trục cán t	Bán kính lượn R	Độ lõm S
10	9.3	10.3	8.5	17	2	4	-
12	11	13.3	10	20	3	5	-
14	13	15.5	12	22	3	6	-
16	15	18.0	14.5	24	3	7.5	-
18	17	20.0	15	26	3	8.5	-
20	19	22.0	18	30.5	3	9	0.5
22	21	24.0	19	35	3	12	0.5
25	24	27.0	23	40	3	12	0.5
26	26.5	30.5	26	45	4	12	0.5
32	30.5	34.5	28	53	4	18.5	0.5
36	34.5	39.5	35	58.5	5	21	0.5
40	38.5	43.5	36	64	5	23	0.5
45	43	49.0	37	72	6	26	0.5
50	48	54.0	38	90	8	24	0.5
55	53	59.0	41	95.5	9	28	0.5
60	58	64.0	48	96	11	28	0.5
70	68	74.0	58	115	12	38	0.5
80	77.3	85.5	66	133	13	50	0.5
90	87.5	94.5	77	154	19	65	0.5

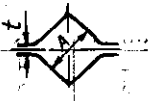

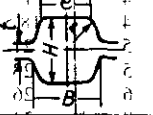

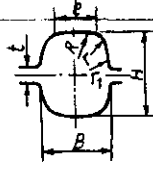
trong đó:

t là khe hở trục cán (mm)

D_{iv} là đường kính làm việc của trục cán.

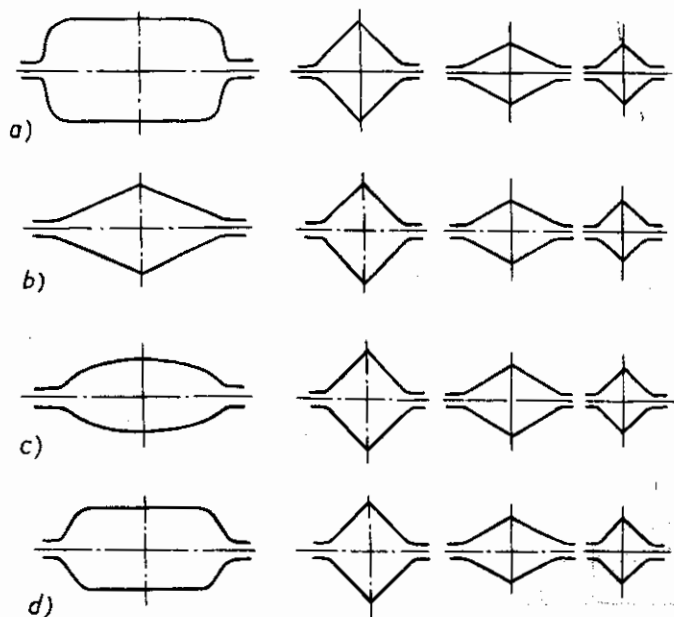
Việc điều chỉnh lượng ép và khe hở do hai trục vít me đảm nhiệm. Khe hở quá lớn thì kích thước sản phẩm cán không chính xác. Khe hở quá bé (≈ 0) thì hai trục chạm nhau, ma sát lớn, tiêu hao năng lượng vô ích, có khi máy bị kẹt không vận hành được ...

Bảng 6. Cấu tạo và kích thước lỗ hình ôvan trước tinh khi cán thép gai

Mác thép: gai	Lỗ hình trước trước tinh (trước ôvan)	A	H	H	r	t	e	p	r _c
10		12.5	-	-	-	-	-	-	-
12		14.5	-	-	-	-	-	-	-
14		17.0	-	-	-	-	-	-	-
16		19.5	-	-	-	-	-	-	-
14		18.2	18.2	15.0	7.5	3	-	-	-
16		22.0	22.0	18.0	8.5	3	-	-	-
18		25.0	25.0	20.0	9.5	3	-	-	-
20		28.0	28.0	22.0	10.5	3	-	-	-
20		31.0	31.0	25.0	6.0	11	15	-	-
22		31.0	31.0	27.0	7.0	9	16	-	-
25		34.0	34.0	30.0	8.0	10	18	-	-
28		41.0	41.0	36.6	9.0	13	22	-	-
32		46.0	46.0	40.0	8.0	10	27	-	-
36		55.0	55.0	42.0	8.0	19	29	-	-
40		61.0	61.0	49.0	10.0	19	34	-	-
45		69.0	69.0	58.0	10.0	17	40	-	-
50		-	73.0	62	10	18	35	-	41
55		-	73.0	62	10	32	35	-	44
60		-	96.0	72	10	24	38	90	53
70		-	110	72	10	24	38	90	53
80		-	125	93	25	43	48.5	20	87
80		-	142	99	30	54	49.5	60	85
90		-	-	-	-	-	-	-	-

Câu hỏi 20: Hệ thống lỗ hình cán thép vuông thường dùng là những hệ thống nào?

Trả lời: Thép vuông (6x6) và (8x8) thường dùng để chế tạo cán cân treo, các loại (8x8) (10x10) và lớn hơn dùng để chế tạo cán cân bàn, loại (12x12) ÷ (14x14) dùng làm hàng rào hoặc lan can nhà ở và dùng trong công nghiệp v.v...



Hình 16. Các hệ thống lỗ hình cán thép vuông.

- a) hệ thống lỗ hình chữ nhật - vuông.
- b) hệ thống lỗ hình thoi - vuông.
- c) hệ thống lỗ hình bầu dục - vuông.
- d) hệ thống lỗ hình sáu cạnh - vuông.

Hệ thống lỗ hình cán nóng hay dùng để chế tạo các loại thép vuông trên là:

- Hệ thống lỗ hình hộp hay còn gọi là hệ thống chữ nhật - vuông (hình 16a).

- Hệ thống lỗ hình thoi - vuông (hình 16b).

- Hệ thống lỗ hình bầu dục - vuông (hình 16c).

- Hệ thống lỗ hình sáu cạnh - vuông còn gọi là lục lăng - vuông (hình 16d).

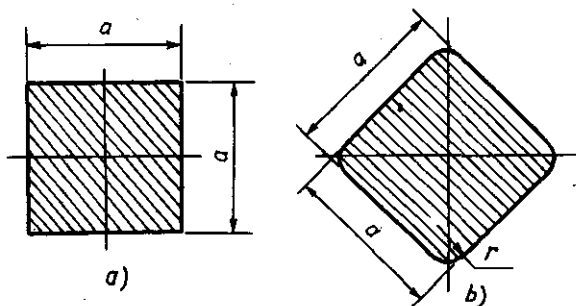
Người ta sử dụng nhiều hệ thống lỗ hình 16a và 16b để cán thép vuông.

Nên chú ý rằng lỗ hình cán trước tinh phải là lỗ hình thoi cho tất cả các hệ thống lỗ hình cán thép vuông.

Điều chú ý thứ hai là thép vuông có kích thước $(5 \times 5) \div (50 \times 50)$ mm thì sắc cạnh, còn kích thước lớn hơn (50×50) mm thì

có góc lượn ở đỉnh (xem hình 17). Bán kính lượn r phụ thuộc vào cạnh a của thép:

$$\frac{r}{a} = (0,1 \div 0,2)$$



Hình 17. a-Thép vuông sắc cạnh.

b-Thép vuông không sắc cạnh $a > (50 \times 50)$ mm

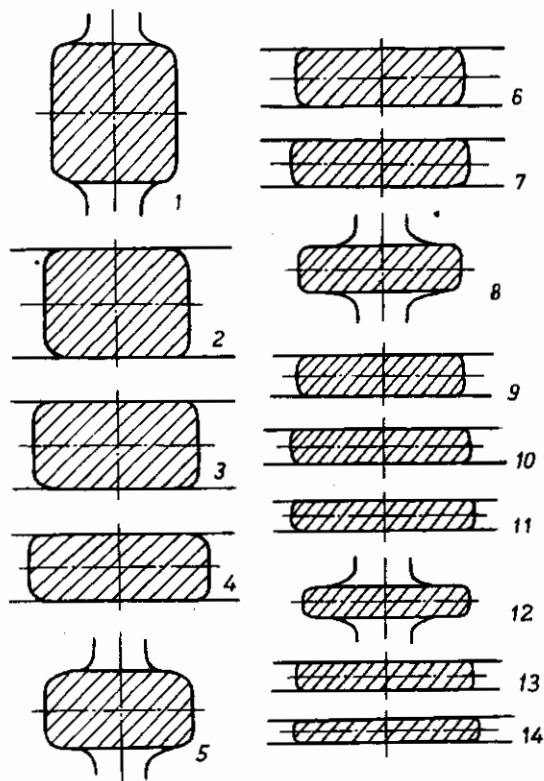
Câu hỏi 21: Đề nghị cho biết hệ

thống lỗ hình dùng để cán thép dẹt (còn gọi là thép bản).

Trả lời: Thép dẹt có tiết diện ngang là chữ nhật: chiều dày $h = (4 \div 60)$ mm, chiều rộng $b = (12 \div 200)$ mm. Sản phẩm có chiều dày $h < 2$ mm thì hầu hết là sản phẩm cán nguội. Hệ thống lỗ hình dùng để cán chúng là hệ thống lỗ hình phẳng (xem hình 18).

Hiện nay ta và thế giới cán rất nhiều thép dẹt $(2,5 \times 18)$; (4×20) và (4×30) mm làm cửa sổ hoa, loại (4×45) mm và (5×45) mm làm lập là cửa sổ, thép bản 55Γ và 65Γ loại (10×80) và loại

(10x100)mm; loại(10x150)mm thường làm nhíp ô tô và tàu hoả v.v...
 Bình thường các loại thép này cán trên máy cán hai trục tròn, phẳng
 không cán lỗ hình. Nếu cán nóng và có dẫn hướng tốt thì sản phẩm
 sẽ phẳng, đẹp, dẻo và có cơ lý tính tốt.



Người ta còn
 thường dùng hệ
 thống lỗ hình kín
 hoặc hệ thống lỗ
 hình tạo nên do hạ
 bậc các kích thước
 khác nhau của trục
 cán để cán thép dẹt.

Câu hỏi 22: Đề nghị
 cho biết hệ thống lỗ
 hình dùng để cán
 thép góc (còn gọi là
 thép coocne).

Trả lời: Thép góc
 được cán trong các
 hệ thống lỗ hình sau:

- Hệ thống lỗ hình
 kín cạnh thẳng

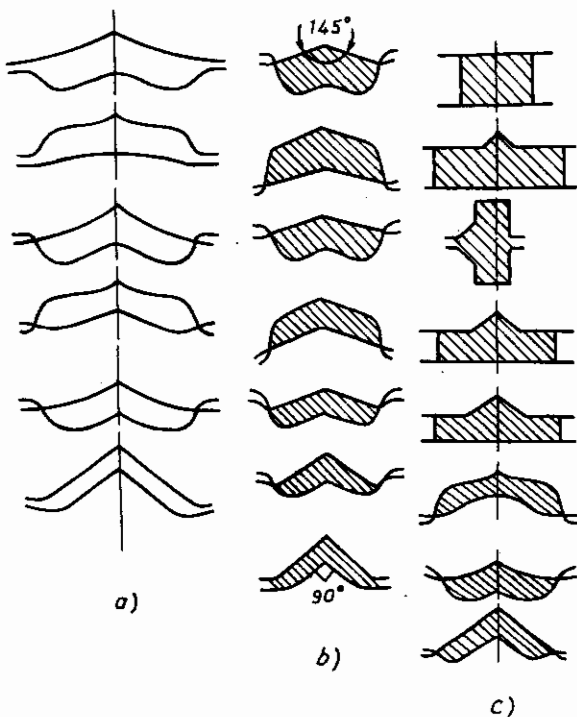
Hình 18. Hệ thống lỗ hình cán thép dẹt trên máy
 cán liên tục
 (hình 19a).

- Hệ thống lỗ hình cánh bướm kín (hình 19b).

- Hệ thống lỗ hình hở tự giãn rộng (hình 19c).

Ngoài ra chúng ta có thể chế tạo thép góc loại nhỏ từ thép dẹt bằng phương pháp uốn nóng hoặc uốn nguội (xem hình 20, 21, 22).

Phương pháp này còn gọi là **lốc nguội** thép góc. Tốt nhất là ta nên uốn ở trạng thái nóng như cán thép nghĩa là sau khi cán nóng thép dẹt xong thì đưa vào lốc ngay.



Hình 19. Các hệ thống lỗ hình cán thép góc.

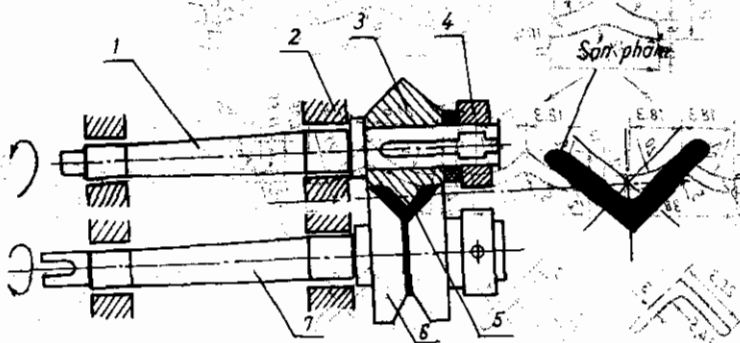
Khi cán muốn sản phẩm thép góc ra thẳng, phẳng và đẹp thì đường cán phải qua trọng tâm lỗ hình, nghĩa là trùng với trung tuyến lỗ hình.

IV. CÔNG NGHỆ CÁN, TỐC ĐỘ CÁN.

Câu hỏi 23: Khi cán nóng thép hình tốc độ cán bằng bao nhiêu thì hợp lý?

Trả lời: Tốc độ cán càng nhanh thì năng suất càng cao. Tốc độ cán chậm năng suất thấp, vật cán mau nguội dễ xảy ra sự cố. Ở các xưởng cán hiện đại tốc độ cán đạt từ $(10\div 60)\text{m/s}$, cán dây thép có khi tốc độ đạt tới $90\div 120\text{m/s}$.

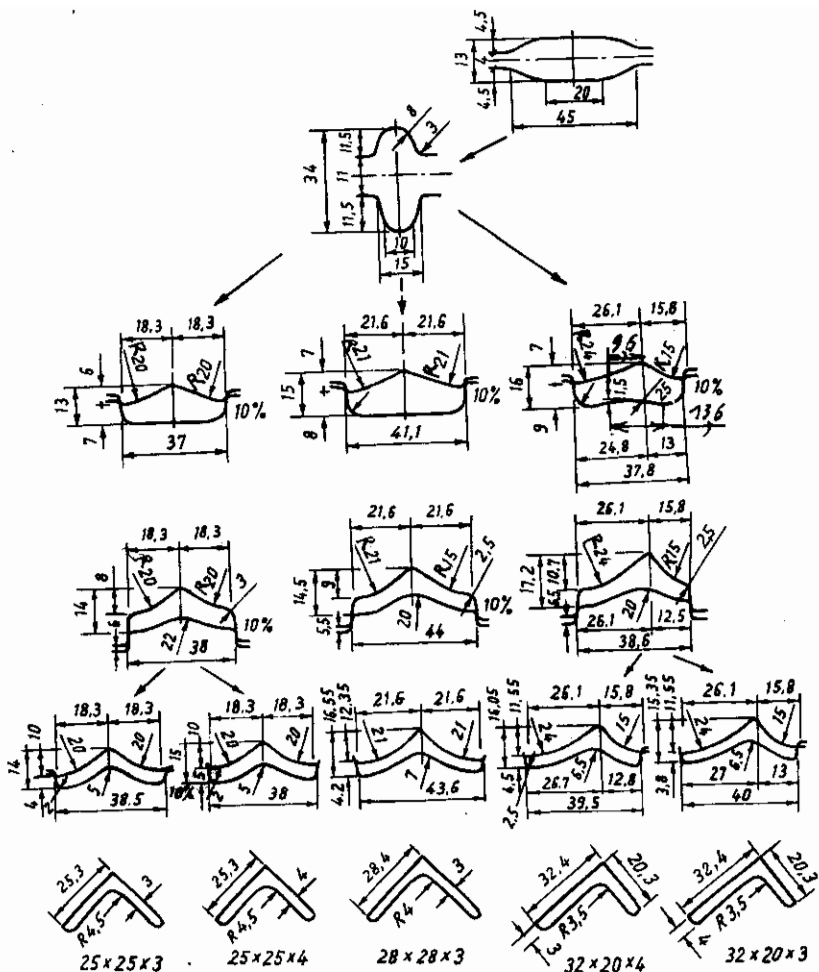
Thép hình có tiết diện phức tạp như thép chữ U, chữ I, chữ T ... tốc độ cán thường từ $(5\div 20)\text{m/s}$. Thép góc, vuông, tròn thường được cán với tốc độ $(15\div 25)\text{m/s}$.



Hình 20. Máy uốn thép góc từ thép đẹt.

1. trục trên; 2. ổ đỡ trục; 3. khuôn lóc trên (ép trên); 4. êcu; 5. thép góc;
6. khuôn lóc dưới (ép dưới); 7 trục dưới.

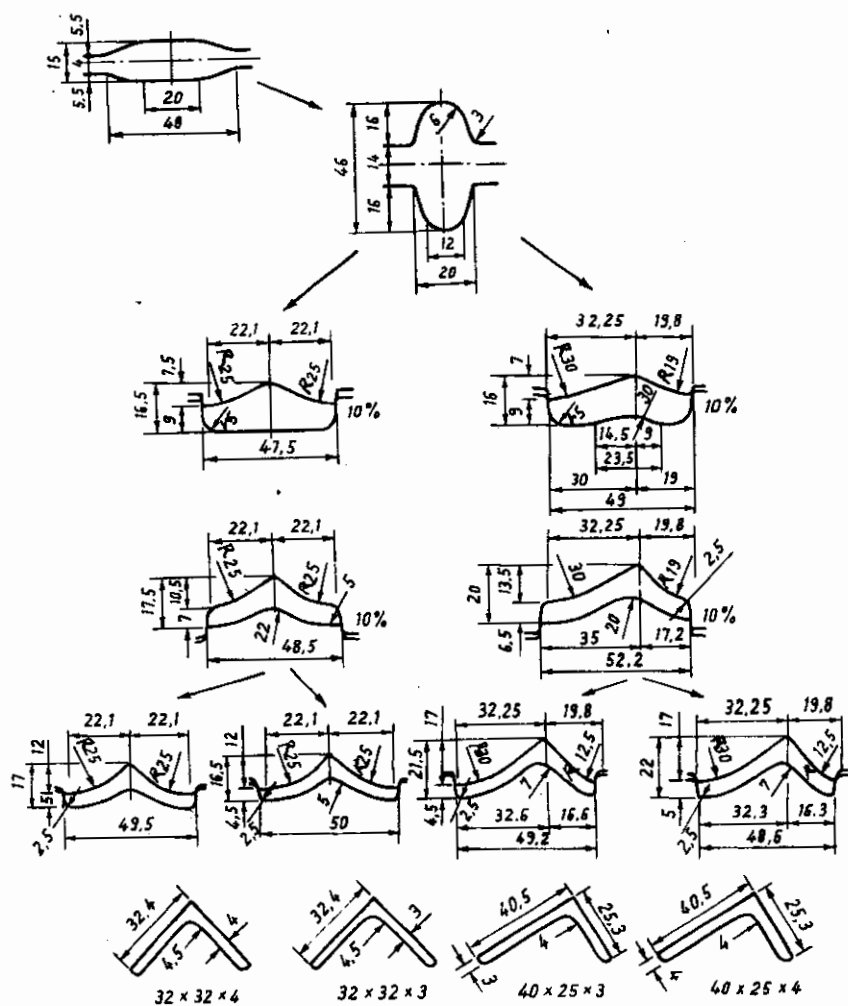
Đối với các giá cán mini tự chế tạo thì tốc độ cán tốt nhất từ $1,5\div 3,5\text{m/s}$. Nếu nhanh quá dễ xảy ra tai nạn, ngược lại nếu tốc độ nhỏ hơn $1\div 1,5\text{m/s}$ thì vật cán mau nguội (đen), khổ cán, năng suất lại thấp.



Hình 21. Hệ thống lỗ hình cán thép góc N^o2,5 và 22,8 và thép hình chữ L (32x20x4) và (32x20x3) (mm)

Câu hỏi 24: Vì sao khi cán thép hình khi chuyển phôi từ lỗ hình này sang lỗ hình kia lại phải lật đi một góc nhất định?

Trả lời: Khi cán thép hình phải lật phôi cán một góc 45^o hoặc 90^o khi chuyển chúng từ lỗ hình này sang lỗ hình khác để:



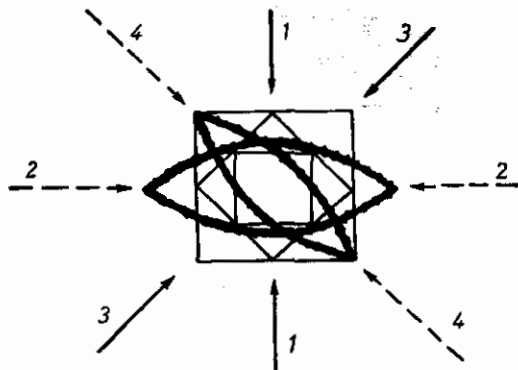
Hình 22. Hệ thống lỗ hình cán tinh thép góc N^o3, 2 và thép hình chữ L (40x25x3) và (40x25x4) mm.

- Vật cán được biến dạng đồng đều ở tất cả các mặt.

- Quá trình cán ép kim loại xảy ra mãnh liệt, nhanh để tạo sản phẩm (xem hình 23).

- Tận dụng hết khả năng các lỗ hình ép kim loại để làm vật cán biến dạng đạt năng suất cao, chất lượng tốt.

Tuy nhiên cũng có khi không cần lật phôi, việc lật phôi phải đúng lúc và hợp lý, còn phôi có tiết diện vuông khi ăn vào lỗ hình ôvan nó tự lật một góc 45^0 để về trạng thái cân bằng.



Hình 23. Sự thay đổi hướng ép khi cán trong hệ thống lỗ hình vuông - ôvan bằng cách lật phôi cán một góc 45^0 hoặc 90^0

Câu hỏi 25: Cơ

cấu dẫn hướng đóng vai trò như thế nào trong việc cán thép hình?

Trả lời: Cơ cấu dẫn hướng (còn gọi là bộ phận dẫn hướng hay thiết bị dẫn hướng) đóng vai trò quyết định trong việc thao tác, cơ khí hoá, tự động hoá quá trình cán. Ngoài ra nó còn quyết định tới chất lượng sản phẩm cán.

Nhiều máy cán nếu không có bộ phận dẫn hướng thì không thể tiến hành cán được. Nếu cán được thì vật cán bị xoay trong lỗ

hình, sản phẩm bị vắn vò đổ nhất là khi cán thép tròn và thép vuông. Khi cán các loại thép có tiết diện phức tạp thì bộ phận dẫn hướng càng đóng vai trò quan trọng. Nó quyết định năng suất và chất lượng sản phẩm.

Các máy cán thép tròn mini nếu không có bộ phận dẫn hướng thì vật cán ăn vào lỗ hình rất không ổn định, thao tác vất vả, không kinh tế và không tạo năng suất cao đó là chưa kể tới sự cố và phế phẩm.

Câu hỏi 26: Lượng giãn rộng khi cán thép hình và ảnh hưởng của nó tới hình dáng và chất lượng của thép cán như thế nào?

Trả lời: Việc tính lượng giãn rộng trong cán thép hình là rất cần thiết. Lượng giãn rộng Δb được tính theo công thức:

$$\Delta b = B_2 - B_1 \text{ (mm)}$$

- B_2 chiều rộng vật cán sau khi cán.

- B_1 chiều rộng vật cán trước khi cán.

Khi cán nóng có thể tính theo một công thức phù hợp khác. Ví dụ, theo công thức Baxtino,

$$\Delta b = 1,15 \frac{\Delta h}{h_1} \left(\sqrt{R\Delta h} - \frac{\Delta h}{f} \right) \text{ (mm)} \quad (7)$$

trong đó:

- $\Delta h = (h_1 - h_2)$ là lượng ép tuyệt đối.

- h_1, h_2 là chiều dày trước và sau cán.

- R là bán kính làm việc của trục cán.
- f là hệ số ma sát khi cán, $f=(1,05\div 0,0005t)$
- t là nhiệt độ cán.

Khi thiết kế thì lượng giãn rộng theo tính toán Δb phải nhỏ hơn lượng giãn rộng cho phép $[\Delta b]$ hoặc nhỏ hơn lượng giãn rộng chọn theo kinh nghiệm. Có thể chọn Δb theo kinh nghiệm với công thức $\Delta b=(0,35\div 0,45)\Delta h$ rồi kiểm tra lại theo (7).

V. KÍCH THƯỚC VÀ VẬT LIỆU LÀM TRỤC CÁN VÀ BẠC LÓT TRỤC.

Câu hỏi 27: Đề nghị cho biết các kích thước hình học cơ bản của trục cán nóng thép hình và vật liệu làm trục cán.

Trả lời: Hình 24 cho các kích thước hình học cơ bản của một trục cán hình. Người ta thường lấy đường kính làm việc của trục cán D làm chuẩn từ đó tính các kích thước khác theo nó:

- Chiều dài bề mặt làm việc trục cán:

$$L=(1,6\div 2,5)D.$$

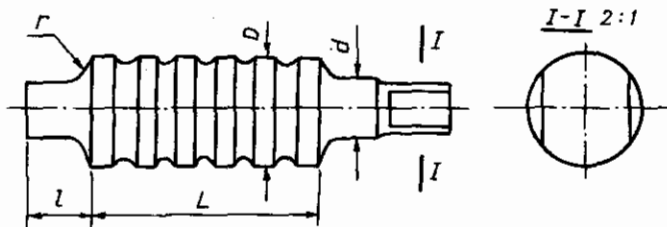
- Đường kính cổ trục cán:

$$d=(0,55\div 0,65)D.$$

- Chiều dài cổ trục cán $l=d$

$$\text{hoặc } l=(0,55\div 0,65)D.$$

- Bán kính lượn $r=0,1d$.



Hình 24. Các kích thước cơ bản của trục cán hình.

Vật liệu làm trục cán nóng thép hình thường là gang cầu hoặc các loại thép hợp kim như: 40X; 40XH; 50XH; 60XH; 60XHM v.v...

Câu hỏi 28: Khi nào thay trục cán là kinh tế nhất, số lần mài lại của trục cán hình là bao nhiêu?

Trả lời: Nếu không có những sự cố xảy ra như gãy, mẻ, vỡ đầu nối trục cán v.v... thì sau khi cán được vài vạn tấn sản phẩm ta mới mài lại trục cán. Số lần mài lại từ 6÷8 lần.

Riêng đối với các trục cán mini thì nên mài lại trục sau khi đã cán được vài trăm đến vài nghìn tấn sản phẩm. Số lần mài lại có ít hơn, khoảng từ 2÷4 lần tùy theo thực tế đòi hỏi chất lượng sản phẩm và vật liệu chế tạo trục cán.

Khi trục cán đã mài lại hết cơ số thì nên thay trục cán mới, không dùng trục cán cũ đã thanh lý.

Câu hỏi 29: Các quan hệ giữa kích thước của bạc đỡ trục cán và vật liệu chế tạo nó?

Trả lời: Trong máy cán thép có hai loại ổ đỡ trục là ổ lăn và ổ trượt. Trong cán hình người ta dùng nhiều ổ trượt, bạc lót làm bằng đồng, babit, bakelit và gỗ nghiền ...

Các đường kính chế tạo bạc lót trục: (xem hình 25).

- Đường kính trong bạc lót $D_t=d$; d là đường kính cổ trục cán.

- Chiều dài bạc lót $L=d$.

- Chiều dày bạc lót
 $S=(0,035 \div 0,05)d+2,5$ (mm)

- Chiều rộng gờ bạc $b \approx 1,2S$

- Chiều cao gờ $h \approx 0,6S$

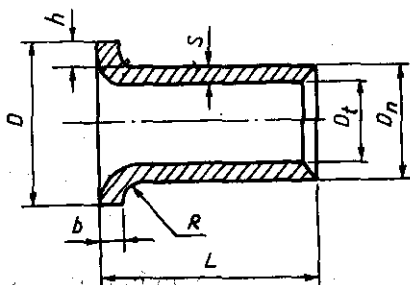
- Đường kính ngoài bạc lót:

$$D_n=D_t+2S$$

- Đường kính phân gờ bạc:

$$D=D_n+2h$$

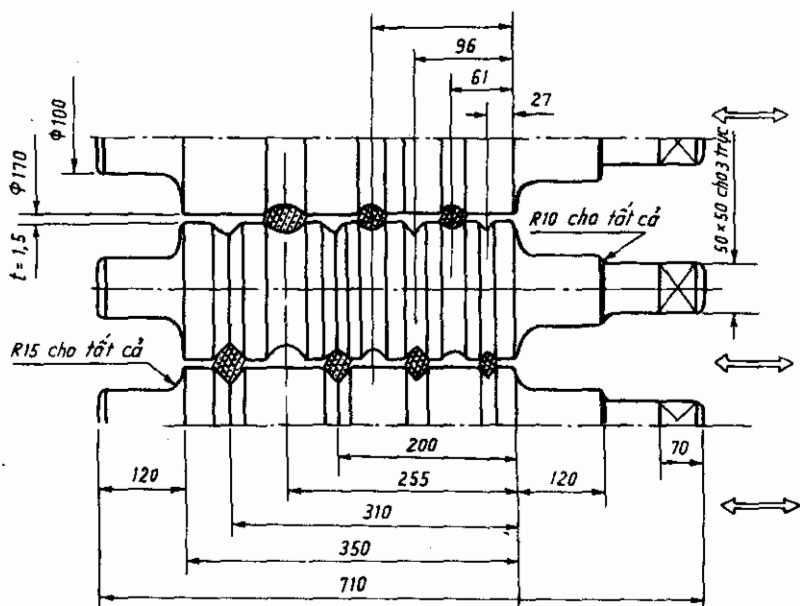
- Bán kính lượn R lấy theo bán kính lượn r của cổ trục cán.



Hình 25: Các kích thước bạc lót trục

Câu hỏi 30: Cơ cấu điều chỉnh dọc trục trong máy cán hình có tác dụng gì? Không cần cơ cấu đó có được không?

Trả lời: Trong máy cán hình nhất thiết phải có cơ cấu điều chỉnh dọc trục, cơ cấu này giúp chúng ta điều chỉnh các lỗ hình trùng khít với nhau khi chúng bị lệch nhau do lắp ghép hoặc do các lực chiều trục tác dụng vào. Mặt khác cơ cấu điều chỉnh dọc trục còn làm nhiệm vụ giữ gối đỡ trục không cho chúng bị xô dịch khi có lực chiều trục (xem hình 26).



Hình 26. Điều chỉnh dọc trục cho các đường tâm lỗ hình nằm trên đường thẳng trùng khít nhau trên máy cân hình mini 3 trục $\phi 170$.

PHẦN HAI

MỘT SỐ HIỂU BIẾT CẦN THIẾT VỀ MÁY CÁN TẤM

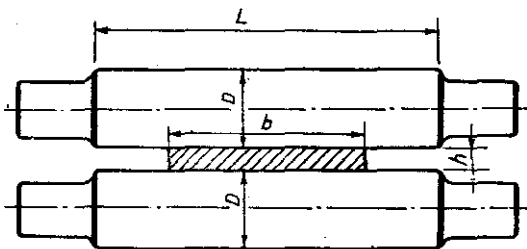
I. MÁY CÁN TẤM HAI TRỤC $\phi 100 \div \phi 300$

Câu hỏi 31: Máy cán tấm và cách phân loại của nó khác với các loại máy cán khác như thế nào?

Trả lời: Trong ngành cán, theo hình dáng của sản phẩm người ta phân ra: máy cán tấm, máy cán hình, máy cán ống.

Sản phẩm của máy cán tấm có các dạng: tấm dày $h=(4\div 25)$ mm, tấm mỏng $h=(0,2\div 4)$ mm còn gọi là thép lá và băng... Ngoài chiều dày h khác nhau ra chúng có chiều rộng b cũng khác nhau.

Đặc điểm cơ bản của máy cán tấm là có hai trục cán trơn (trong sản xuất thường gọi là quả lô). Chất lượng sản phẩm tấm phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng bề mặt



Hình 27. Sơ đồ máy cán tấm hai trục.

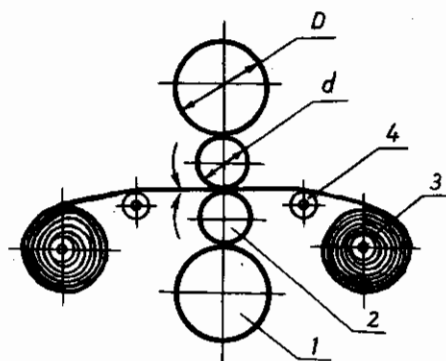
- Mặt cắt thép có kích thước $h \times b$
- h - chiều cao tấm.
- b - chiều rộng tấm.
- D - đường kính trục cán.
- L - Chiều dài phần làm việc của trục cán.

trục cán. Thép tấm, thép băng được cán trên các loại máy cán 2 trục, 4 trục và nhiều trục (hình 28).

Do ngành cán hiện nay chưa phát triển, nên chúng ta chủ yếu sử dụng máy cán tấm hai trục.

Dựa theo đường kính trục máy cán có thể chia ra các loại sau:

- Máy cán tấm cỡ nhỏ
 $D=100\div 300\text{ mm}$
- Máy cán tấm cỡ trung
 $D=500\div 500\text{mm}$
- Máy cán tấm cỡ lớn
 $D=850\div 1150\text{mm}$.



Hình 28. Sơ đồ máy cán tấm 4 trục

1. Trục tựa.
2. Trục làm việc.
3. Cuộn băng thép.
4. Tang dẫn và bộ phận kéo căng.
- d. Đường kính trục làm việc.
- D. Đường kính trục tựa

Hiện nay trên thế giới thường phân biệt máy cán tấm theo số lượng trục cán và chiều dài phần làm việc của mặt trục (L). Ví dụ: máy cán tấm 2 trục, 2200, nghĩa là máy có hai trục cán với chiều dài mặt trục làm việc là 2200mm, ($L/D = 2,2\div 2,8$).

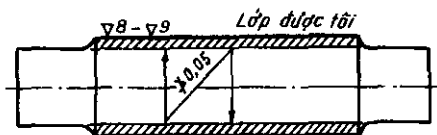
Loại máy cán tấm cỡ nhỏ cho phép sử dụng thuận lợi đối với các cơ sở sản xuất nhỏ và vừa, ví dụ máy cán hai trục khá phổ biến và phù hợp với điều kiện hiện nay của một số ngành công nghiệp.

Các loại máy cán tấm 4 trục, nhiều trục cho phép sản xuất ra các loại tấm mỏng và cực mỏng có độ chính xác cao hơn so với máy cán tấm hai trục.

Sở dĩ như vậy là vì ở máy cán hai trục khi cán, có áp lực kim loại tác dụng lên trục cán làm cho trục cán biến dạng đàn hồi. Khi hở hai trục cán tăng lên, kim loại khó đạt được độ mỏng. Còn ở máy nhiều trục, sự đàn hồi của trục làm việc bị hạn chế do các trục tựa có đường kính lớn hơn nhiều ngăn cản (vấn đề này sẽ được nêu kỹ ở phần sau).

Câu hỏi 32: Yêu cầu kỹ thuật đối với trục cán tấm?

Trả lời: Cùng với thân giá cán, trục cán là một chi tiết có những yêu cầu đặc biệt (nhất là đối với công nghệ cán nguội) ảnh hưởng lớn đến chất lượng sản phẩm. Những yêu cầu đó bao gồm: chất lượng bề mặt trục cán (cần có độ bóng cao $\nabla 8 \div \nabla 9$; không bị rỗ, nứt), độ cứng bề mặt trục $HRC=56 \div 62$ (trong lõi phải có độ cứng thấp để có độ dẻo chống uốn trục, điều này chỉ thực hiện được bằng phương pháp tôi bề mặt). độ song song của hai đường sinh trục (độ không song song của bề mặt trục không lớn hơn 0.05mm).



Hình 29. Trục cán tấm

uốn trục, điều này chỉ thực hiện được bằng phương pháp tôi bề mặt). độ song song của hai đường sinh trục (độ không song song của bề mặt trục không lớn hơn 0.05mm).

Câu hỏi 33: Vật liệu và chế độ nhiệt luyện trục cán?

Trả lời: Công nghệ cán bao gồm cán nóng và cán nguội. Trong quá trình cán nóng do vật cán dẻo, trở kháng biến dạng thấp, áp lực kim loại tác dụng lên trục thấp do đó trục ít mòn, khó gãy trục. Còn khi

cán nguội thì ngược lại. Chính vì vậy yêu cầu đối với trục cán nóng và cán nguội khác nhau.

Trong cán nóng ở các loại máy nhỏ, thông thường ta có thể sử dụng được các loại vật liệu: gang cầu hoặc gang dẻo: thép 45 nhiệt luyện có độ cứng $HRC=45\div 50$; các thép hợp kim chịu nóng thấp và trung bình XBT, X15 ... để làm trục cán nóng.

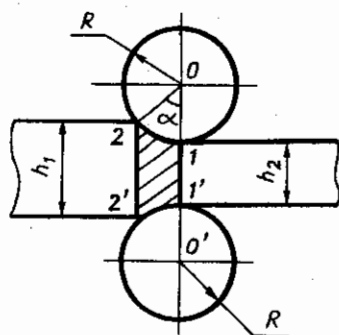
Trong cán nguội trục cán phải được làm từ các thép hợp kim cao, có chế độ nhiệt luyện tốt bề mặt như: 9XC, 40XH, X30 ... Các thép này có độ cứng bề mặt $HRC=56\div 62$.

II. NGUYÊN LÝ CÁN

Câu hỏi 34: Góc ăn kim loại là gì?

Trả lời: Vùng gạch chéo (hình 30) là vùng kim loại bị biến dạng (vùng biến dạng hình học), vùng này đặc trưng bởi góc α (góc ăn kim loại) chắn cung 21. Góc α cho biết vùng bị biến dạng lớn hay nhỏ, trục cán ăn được vật dày hay mỏng.

Mỗi một trục cán có một đường kính nhất định chỉ có thể ăn được một vật dày nhất định, tương ứng với một góc α xác định:



Hình 30. Mô tả góc ăn kim loại
 h_1 - chiều dày phôi ban đầu
 h_2 - chiều dày phôi sau cán
11'22' - vùng biến dạng
 α - góc ăn kim loại

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h_2 - h_1}{2r} = 1 - \frac{\Delta h}{2r} \quad (8)$$

Ví dụ: nếu phôi cán dày đến điểm 3 ($\alpha=90^\circ$) thì vật cán không thể ăn vào trục được. Cũng có khi vật cán có $\alpha < 90^\circ$ song vẫn không ăn vào trục được vì chưa thoả mãn điều kiện ăn vào:

$$\operatorname{tg} \beta \geq \operatorname{tg} \alpha \quad \text{hay} \quad \beta \geq \alpha.$$

ở đây: β - góc ma sát

Ngoài ra vật cán muốn ăn vào trục phải thoả điều kiện sau:

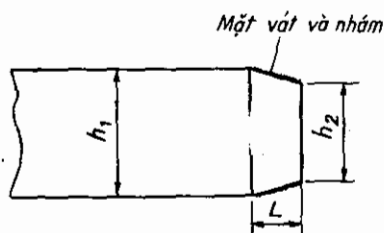
$$h_1 - h_2 \leq R \cdot f^2$$

trong đó: f - hệ số ma sát

$$f=0,27 \div 0,36 \text{ khi cán nóng}$$

$$f=0,03 \div 0,18 \text{ khi cán nguội}$$

Vậy nếu vật khó ăn vào trục cán ta có thể vát đầu vật cán đi một đoạn L (hình 31) nhằm giảm góc α ($h_1 \approx h_2$). Với một số vật cán kim loại màu có hệ số ma sát nhỏ cũng khó ăn vào trục, ngoài cách vát đầu tạo α nhỏ còn có biện pháp làm nhám đầu vật cán (tạo ra ma sát lớn cho bề mặt trục cán).



Hình 31. Tạo α nhỏ và tăng ma sát

Câu hỏi 35: Lượng ép là gì? vận dụng nó ra sao?

Trả lời: Trong công nghệ cán có hai lượng ép: lượng ép tuyệt đối Δh và lượng ép tương đối ε .

a/ Lượng ép tuyệt đối Δh :

Mỗi một lần vật cán giảm đi một lượng chiều dày (chiều cao vật) nhất định: $h_1 \rightarrow h_2$ và hiệu số $h_1 - h_2 = \Delta h$ gọi là lượng ép tuyệt đối. Mỗi một máy và mỗi vật liệu mỗi lần chỉ có thể cán với một lượng ép Δh nhất định. Điều đó nói lên khả năng ép của máy và chịu ép của vật liệu. Nếu lượng ép Δh quá lớn sẽ dẫn đến những hậu quả sau:

* Năng lượng cán quá lớn làm trục dễ gãy, quá tải cho động cơ, vật cán bị kẹt trên trục.

* Nếu máy khoẻ có thể cán được với lượng Δh lớn song kim loại (đặc biệt kim loại giòn, đã biến cứng ...) rất dễ bị nứt hoặc vỡ.

b/ Lượng ép tương đối:

Trong công nghệ cán người ta chú ý đến đại lượng Δh ở dạng tương đối (lượng ép tương đối):

$$\varepsilon\% = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \% = \frac{\Delta h}{h_1} \cdot 100\% \quad (9)$$

Mỗi vật cán, mỗi lần chỉ có thể cán với một $\varepsilon\%$ xác định. Vật mềm - $\varepsilon\%$ lớn, vật cứng - $\varepsilon\%$ nhỏ.

Để đảm bảo chất lượng vật cán, thông thường người ta xử lý chế độ ép như sau: ở những lần cán đầu và cuối với lượng ép nhỏ để

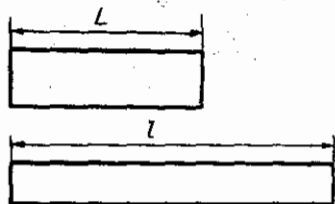
làm bong vảy rên hoặc tinh chỉnh cho sản phẩm đạt độ chính xác kích thước (khoảng $1,1 \pm 1,15\%$), còn ở các lần cán giữa ép với lượng ép lớn để tận dụng năng lượng máy và tăng năng suất. Trong thực tế còn đòi hỏi cán bộ kỹ thuật phải có kinh nghiệm xử lý các loại vật liệu cụ thể. Ví dụ: các kim loại mầu, đặc biệt là chì (Pb) rất mềm dẻo do vậy có thể cán với lượng ép lớn thậm chí cán thẳng xuống kích thước sản phẩm. Còn với thép, đặc biệt thép hợp kim rất mau bị biến cứng nên có thể phải ủ trung gian mới có thể cán xuống được kích thước sản phẩm.

Câu hỏi 36: Lượng dẫn dài khi cán là gì?

Trả lời: Trong công nghệ cán tồn tại hai đại lượng dẫn dài: tuyệt đối Δl và tương đối $\varepsilon_1\%$. Phôi ban đầu có chiều dài L , sau một lần cán phôi có chiều dài l ($l > L$) và:

hiệu số $l - L = \Delta l$ gọi là *lượng dẫn dài tuyệt đối*. Δh tỷ lệ thuận với Δl : nếu Δh tăng thì Δl sẽ tăng.

Trong công nghệ người ta chú ý Δl ở dạng tương đối:



Hình 32. Lượng dẫn dài.

$$\varepsilon_1\% = \frac{l - L}{L} = \frac{\Delta l}{L} \cdot 100\%$$

$\varepsilon_1\%$ - lượng dẫn dài tương đối.

Câu hỏi 37: Lượng dẫn rộng là gì?

Tra lời: Có hai lượng dẫn rộng: lượng dẫn rộng tuyệt đối Δb và tương đối $\epsilon_b\%$. Phôi ban đầu có chiều rộng B.

Sau một lần cán phôi có chiều rộng b ($b > B$) và hiệu số $b - B = \Delta b$ là lượng dẫn rộng tuyệt đối.

Lượng dẫn rộng tương đối ($\epsilon_b\%$):

$$\epsilon_b\% = \frac{b - B}{B} = \frac{\Delta b}{B} \cdot 100\%$$

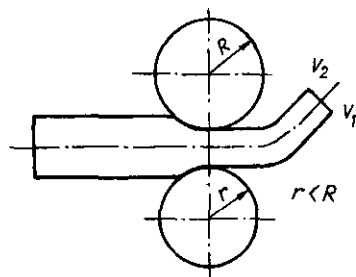
Trong thực tế cán tấm, lượng dẫn rộng rất nhỏ nên người ta thường bỏ qua.

Câu hỏi 38: Lượng ép trên và dưới là gì?

Trả lời: Lượng ép trên (hình 33) và dưới còn gọi là áp lực trên và dưới. Trong một số trường hợp khi cán tấm người ta cán hướng đầu vật cán khi ra khỏi trục có xu hướng ăn lên hoặc ăn xuống.

- Vật cán ăn lên để khi phôi ra khỏi trục cán thì đi trên bề mặt của các con lăn dẫn hướng không bị ăn xuống để đâm vào các thiết bị phụ phía dưới máy gây hỏng hóc.

- Có khi lại cán ăn xuống để lúc thao tác thủ công người thợ dễ kẹp kim (nhất là phôi còn dày).



Hình 33. Mô tả lượng ép trên (và dưới) $r < R$.

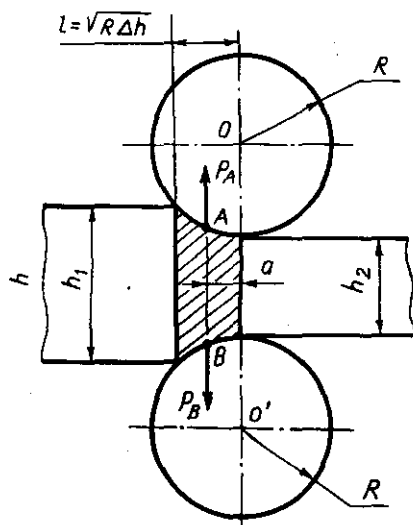
Muốn được như vậy khi chế tạo trục cán người ta tạo cho hai trục cán có một sai lệch chút ít về đường kính. Khi làm

việc trục cán nào có đường kính nhỏ hơn sẽ quay nhanh hơn làm cho mặt kim loại nào tiếp xúc với nó sẽ bị biến dạng nhanh hơn (v_1) mặt kia (v_2) làm cho vật ăn lên hoặc xuống (hình 33).

Ở những máy cán nhỏ, đơn chiếc ít khi sử dụng hình thức này.

Câu hỏi 39: Áp lực cán là gì? Cách bảo vệ trục cán?

Trả lời: Chúng ta coi vật cán như vật rắn cơ học. Dưới tác dụng của ngoại lực do trục cán gây ra, vật cán bị biến dạng. Khi bị biến dạng vật cán cũng sinh ra một phản lực tác dụng lên trục. Phản lực này gọi là áp lực cán. Việc xác định áp lực lên trục rất phức tạp. Để đơn giản người ta đưa ra một số yếu tố có ảnh hưởng đến áp lực cán.



Hình 34. Áp lực kim loại tác dụng lên trục cán

Ta xét trong vùng biến dạng (vùng gạch chéo hình 34) hai điểm bất kỳ A, B. Tại đó (sau khi tổng hợp một số lực) có lực P_A và P_B tác dụng lên hai trục. Lực cân bằng P (bỏ qua một số lực phụ) là lực chính khi cán gọi là lực biến dạng và tính được theo công thức:

$$P = B_{tb} \int_0^l P_r dx \quad (kG, T)$$

trong đó:

B_{tb} - chiều rộng trung bình vùng biến dạng: $B_{tb} = \frac{B_1 + B_2}{2}$ mm

$l = \sqrt{R \cdot \Delta h}$ - chiều dài vùng biến dạng (mm).

P_r - ứng suất tiếp xúc trên bề mặt trục cán và vật cán (áp lực).

P_r là yếu tố chính gây ra biến dạng kim loại và nó phụ thuộc vào:

- Tính chất cơ học của vật cán hay trở kháng biến dạng của nó (vật liệu, nhiệt độ, mức độ biến dạng Δh v.v..).

- Trạng thái ứng suất của vật cán (ma sát giữa phôi và trục, chiều rộng vật cán, vùng ngoài biến dạng v.v..) do đó:

$$P_r = F \cdot P_{T,b}$$

F - hình chiếu diện tích tiếp xúc lên phương cán (phương x) (mm^2).

$P_{T,b}$ - áp lực trung bình (kG/mm^2).

$P_{T,b}$ phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: lượng ép tuyệt đối Δh , hệ số ma sát, nhiệt độ cán, đường kính trục, tốc độ quay của trục, chiều rộng vật cán v.v... Tóm lại muốn giảm áp lực cán lên trục, tránh cho trục bị biến dạng lớn, dễ gãy trục cần phải có chế độ ép (Δh) thích hợp như: khi cán cần bôi trơn làm giảm ma sát; vật cán

có độ dẻo (trở kháng biến dạng nhỏ); có chiều rộng thích hợp (nếu chiều rộng B lớn quá làm cho F lớn dẫn đến P tăng).

Qua thực tế sản xuất biết được hiện trạng của máy ta mới lập quy trình cụ thể (vì sau một thời gian làm việc các bộ phận như hộp giảm tốc, hộp chia mômen, thân giá cán ... bị yếu).

Công thức thực nghiệm để tính áp lực cán như sau:

$$P = \frac{B_1 + B_2}{2} \sqrt{R \cdot \Delta h} \left[1 + \frac{1,6\mu \sqrt{R \cdot \Delta h} - 1,2}{h_1 + h_2} \right] \times \left[k_f + \frac{2\eta v \sqrt{\frac{\Delta h}{R}}}{h_1 + h_2} \right] \text{ (kG)} \quad (10)$$

trong đó:

B_1, B_2 - chiều rộng vật cán trước và sau khi cán (mm).

R - bán kính trục cán (mm).

Δh - lượng ép tuyệt đối (mm).

μ - hệ số ma sát = (1,05-0,005t).

t - nhiệt độ cán ($^{\circ}\text{C}$).

v - tốc độ quay trục cán (m/s).

k_f - trở kháng biến dạng đường (kG/mm²)

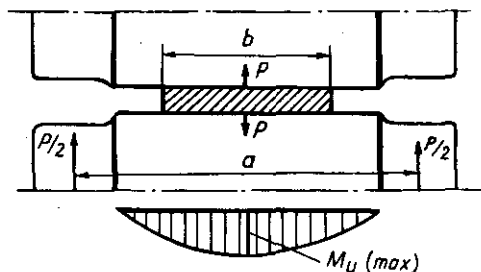
$$k_f = 14 - 0.01t(1.4 + C\% + Mn\%)$$

h_1, h_2 - chiều dày (cao) phôi trước và sau cán (mm).

$$\eta \text{ độ sệt của kim loại} = 0.01(14 - 0.01t) \left(\frac{\text{kG.s}}{\text{mm}^2} \right)$$

Biết được áp lực toàn phần P phải kiểm tra nghiệm bền trục cán.

Trục cán làm việc chịu uốn, do đó phải nghiệm bền theo uốn. Ứng suất uốn sinh ra tại tiết diện nguy hiểm (khi cán tâm ở giữa trục) như sau:



Hình.35. Cách tính ứng suất uốn (σ_u).

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (11)$$

Mômen uốn:

$$M_u = \frac{P}{4} \left(a - \frac{b}{2} \right) \text{ (N.mm)}$$

b - chiều rộng băng (mm).

a - khoảng cách 2 phản lực ở gối (mm).

$$W_u = 0.1D^3 \text{ (mm}^3\text{)}.$$

D - đường kính trục cán (mm).

σ_u phải nhỏ hơn ứng suất uốn cho phép của vật liệu $[\sigma_u]$:

$$\sigma_u < [\sigma_u]$$

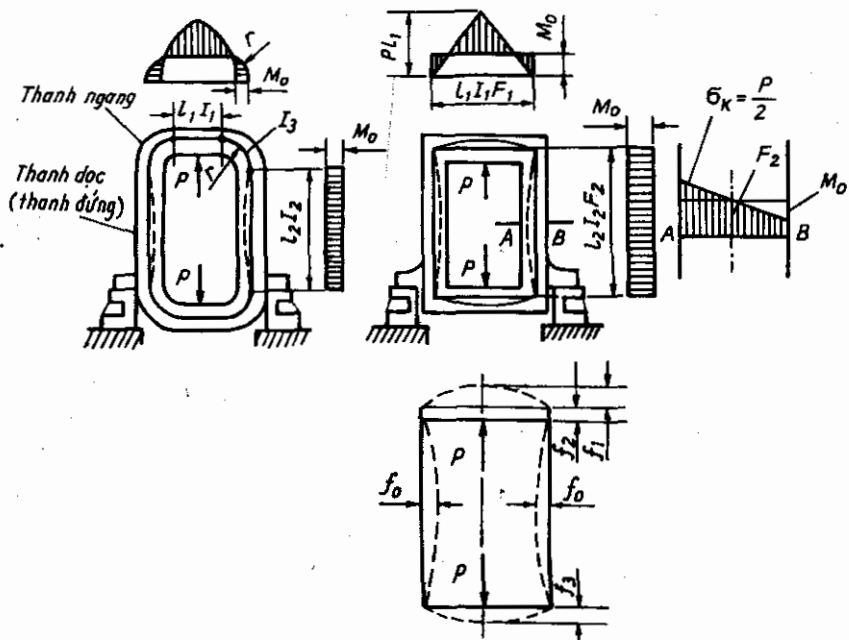
$$[\sigma_u]_{\text{gang}} = (7 \div 8) \text{ kG/mm}^2 = 70 \div 80 \text{ N/mm}^2$$

$$[\sigma_u]_{\text{thép}} = 12 \div 15 \text{ kG/mm}^2 = 120 \div 150 \text{ N/mm}^2$$

III. SỰ BIẾN DẠNG KHUNG GIÁ CÁN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC SẢN PHẨM

Câu hỏi 40: Vì sao khung giá cán bị biến dạng? ảnh hưởng của nó đến độ chính xác sản phẩm?

Trả lời: Khung giá cán (thân giá) là một chi tiết lớn có vai trò quan trọng, nó được dùng để gá đặt các chi tiết: trục cán, gối trục, vít nén .v.v... Khi biến dạng kim loại, áp lực kim loại tác dụng lên trục cán và cuối cùng truyền vào khung giá cán làm nó bị biến dạng. Ta coi khung giá (hình 36) là một hình chữ nhật, hai thanh ngang chịu áp lực cán $P/2$. Ở các góc khung xuất hiện mômen siêu tĩnh M_0 , và lực kéo $y/2$, làm cho thanh đứng (dọc) bị biến dạng đi một lượng f_0 , độ biến dạng này ít ảnh hưởng đến độ chính xác sản phẩm. Còn thanh ngang dưới ảnh hưởng của lực P bị uốn do các lượng biến dạng f_1, f_2, f_3 gây ra.



Hình 36. Biểu đồ mômen và độ võng khung giá cân do lực cân (P) và mômen (M_0) gây ra.

E - mô đun đàn hồi của vật liệu = $2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

G - mô đun trượt $\approx 3/8E = 0,75 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$

$$M_0 - \text{mômen siêu tĩnh } M_0 = \frac{Pl_1}{8} \left(\frac{1}{1 + \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{I_1}{I_2}} \right) \text{ (kG.m)}$$

trong đó:

f_1 - lượng biến dạng thanh đứng do lực P kéo dãn

$$f_1 = \frac{Pl_2}{4EF} \text{ (mm)} \quad (12)$$

f_2 - lượng biến dạng thanh ngang do mômen uốn M_u gây ra.

$$M_u = \frac{Pl_1}{4}$$
$$f_2 = \frac{l_1^2}{4EI} \left(\frac{Pl_1}{2,6} - M_0 \right) (\text{mm}) \quad (13)$$

f_3 - lượng biến dạng 2 thanh ngang do lực P gây ra.

$$f_3 = \frac{1,2Pl_1}{4.G.F} (\text{mm}) \quad (14)$$

Trong đó:

l_1 và l_2 chiều dài thanh ngang và dọc (mm).

F - diện tích tiết diện thanh đứng (mm^2).

E - môđun đàn hồi vật liệu (N/mm^2).

I - mômen quán tính.

$G = \frac{3}{8}E$ - môđun dịch chuyển, còn gọi là môđun trượt.

Khác với f_0 , các lượng biến dạng f_1 , f_2 , f_3 có ảnh hưởng lớn đến công nghệ, nó làm tăng khe hở trục khi cán, do vậy khi cán tấm mỏng vật khó đạt chính xác. Lượng biến dạng này không tránh được, chỉ có thể khắc phục bằng một số biện pháp nào đó.

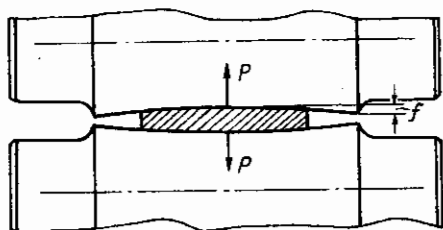
Các thân giá cán được làm từ vật liệu, kích thước khác nhau thì có độ biến dạng cho phép khác nhau, thường $[f] = 0,05 \div 0,3 \text{mm}$. Để đảm bảo công nghệ thì tổng biến dạng thân giá cán phải nhỏ hơn độ biến dạng cho phép của vật liệu làm khung giá cán $[f]$:

$$f_1 + f_2 + f_3 = f < [f](\text{mm}) \quad (15)$$

Đối với cán nóng $[f] = (0,3 \div 1,0)\text{mm}$

Câu hỏi 41: Đường sinh tích cực của trục là gì?

Trả lời: Khi cán áp lực kim loại tác dụng lên trục và làm cho trục bị biến dạng đàn hồi-bị uốn (hình 37). Áp lực tăng, trị số biến dạng đàn hồi cũng tăng. Sự biến dạng của trục làm tăng khe hở trục do đó khi cán sẽ có độ dày không chính xác nhất là khi cán mỏng.



Hình 37. Sơ đồ uốn trục

Tăng khe hở trục do đó khi cán sẽ có độ dày không chính xác nhất là khi cán mỏng.

Độ biến dạng đàn hồi của trục (f) nhiều hay ít phụ thuộc vào các yếu tố sau:

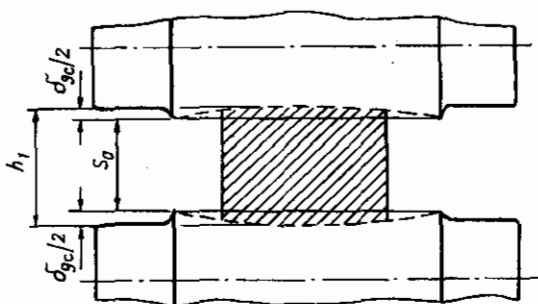
- Độ cứng vững của giá cán (đặc trưng bởi môđun cứng M_{gc} của nó).
- Vào vật liệu cán, đặc biệt là chiều dày trục cán (đặc trưng bởi môđun cứng của băng kim loại M_b, \dots).

Như vậy nếu chiều dày vật sau khi cán (h_2) bằng tổng khe hở trục cán ban đầu (S_0) và lượng biến dạng đàn hồi của toàn bộ giá cán (δ_{gc}) thì đó là chiều dày chính xác:

$$h_2 = S_0 + \delta_{gc} \text{ (mm)}$$

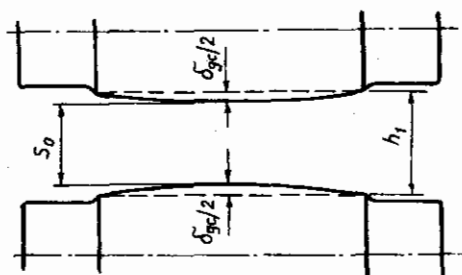
Ví dụ: vật sau cán cần $h_2=10\text{mm}$; $\delta_{gc}=0,2$ thì khe hở trục cán ban đầu $S_0=9,8\text{mm}$ (hình 38).

Thực tế không dễ dàng gì tính được δ_{gc} , vì nó là tổng lượng biến dạng của toàn bộ các chi tiết: trục cán (δ_r), khung giá (δ_{gc}), gối đỡ (δ_g), vít nén (δ_v) v.v...



Hình 38. Sơ đồ tạo chiều dày chính xác của vật sau khi cán.

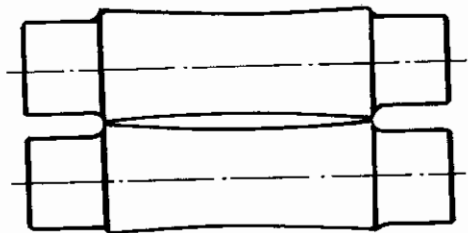
Trong đó sự biến dạng đàn hồi của trục cán (δ_r) rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm. Để khắc phục sự biến dạng đàn hồi (sự lún của trục



Hình 39. Đường sinh tích cực.

cán ta có khái niệm *đường sinh tích cực* của trục cán. Đó là biên dạng trục cán ở vùng tiếp xúc kim loại lúc làm việc (đường cong đứt, hình 38). Biên dạng còn cho biết khi biến dạng trục cán sẽ lún một trị số $\delta_{gc}/2$ và sẽ cán được h_2 với độ chính xác mong muốn. Biên dạng côn lồi (hình 39) áp dụng cơ cán nguội. Độ côn thường bằng $(1+2)\text{mm}$. Để phòng trục cán bị mài mòn có thể lấy độ côn lớn hơn.

Trong trường hợp cán nóng, sau khi nguội vật cán kim loại có thể tích nên biên dạng của đường sinh tích cực của trục lúc này lại có độ lõm. Độ lõm nhiều hay ít phụ thuộc vào mức độ co nhiệt của vật cán. Cách tính toán độ võng rất phức tạp do đó thường lấy theo kinh nghiệm và băng $(0,4 \div 0,5) \text{mm}$.



Hình 40. Đường sinh tính đến giãn nở nhiệt

PHẦN BA

CÔNG NGHỆ CÁN TẤM NÓNG VÀ NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CHUNG

Câu hỏi 42: Cán nóng là gì?

Trả lời: Gia công nóng kim loại nói chung và **cán nóng** nói riêng là phương pháp gia công kim loại ở nhiệt độ trên nhiệt độ kết tinh lại của kim loại đó

$$T_{\text{cán}}^0 > T_{\text{KTL}}^0$$

Trong công nghệ cán nóng phải rất chú ý đến nhiệt độ nung phôi, nhiệt độ cán và nhiệt độ kết thúc cán.

Thông thường đối với thép nhiệt độ cán khoảng $1050 \div 1200^\circ\text{C}$ (hình 8). Nhiệt độ này phụ thuộc vào thành phần cacbon (%C) có trong thép.

Nhiệt độ cán là một thông số công nghệ quan trọng của cán nóng. Trong quá trình nung phải đạt đủ và đồng đều nhiệt, không quá hoặc non nhiệt. Trong thực tế nhiều khi lò nung không có đồng hồ đo nhiệt, do vậy cần phải có kinh nghiệm nhìn màu sắc của vật nung (đặc biệt khi nung phôi trong lò thủ công) để đoán xem vật đang ở nhiệt độ nào.

Nhiệt độ kết thúc cán nóng phải cao hơn nhiệt độ kết tinh lại của vật liệu cán, ($T_{KT}^0 > T_{KTL}^0$) và thường nằm trong khoảng $820 \div 950^\circ\text{C}$ cho thép (hình 8 - vùng nhiệt độ kết thúc cán). Một số kim loại có T_{KTL}^0 rất thấp (như chì) thì cán ở nhiệt độ thường đã là cán nóng rồi.

Câu hỏi 43: Công nghệ cán nóng có những đặc điểm gì?

Trả lời: Hiện nay ở những nước có nền công nghiệp cán phát triển thì tỷ lệ sản phẩm cán nóng chiếm khá cao. Trên các máy hiện đại, nhiều giá cán có thể sản xuất ra các tấm nóng mỏng (đến 2mm) có chiều rộng đến (1000÷4000)mm.

So với công nghệ cán nguội, công nghệ cán nóng có một số đặc điểm sau:

a - Ưu điểm.

- Do trở kháng biến dạng của vật cán nhỏ nên tổn hao năng lượng để cán nhỏ, có thể cán được vật cán khó biến dạng (như các loại thép hợp kim cao, cứng ...).
- Do vật ở trạng thái nóng có độ dẻo cao nên có thể cán với lượng ép (Δh) lớn, làm cho số lần cán giảm, năng suất cao.
- Do nhiệt độ kết thúc cán cao hơn nhiệt độ kết tinh lại nên vật cán không bị biến cứng.
- Áp lực trên trục cán thấp, nên các thiết bị bền và an toàn.

b - Nhược điểm.

- Sản phẩm sau khi cán thường có một lớp vảy rên trên bề mặt (do bị oxy hoá) làm cho chất lượng bề mặt không cao. Sản phẩm khi nguội bị co lại, do đó độ dày khó chính xác, điều này chỉ có thể khắc phục nhờ kinh nghiệm của công nhân và các kỹ sư công nghệ.

- Nếu vật cán ở những lần cuối có độ dài lớn thì nhiệt độ phân bố không đều trên toàn bộ chiều dài dẫn đến áp lực cán thay đổi, sự biến dạng từng vùng khác nhau làm cho độ dày theo chiều dài không đồng đều.

- Khi nhiệt độ cán không đạt yêu cầu, nhiệt độ kết thúc thấp quá (dưới nhiệt độ kết tinh lại) cũng dễ gây ra phế phẩm (nứt, rách mép...) như khi cán nguội.

Câu hỏi 44: Sản phẩm sau khi cán nóng cần phải xử lý thế nào? Những khuyết tật sau cán nóng?

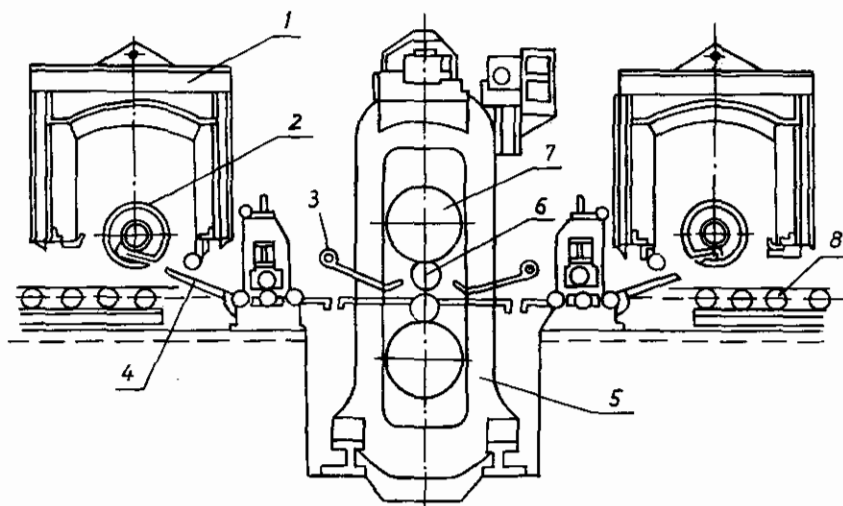
Trả lời: Sản phẩm tấm nóng dùng cho công nghệ cán nguội và dập nguội, không cần phải tinh sửa. Còn sản phẩm dùng cho các công nghệ gia công khác thì phải tinh sửa.

Tinh sửa bao gồm các nhiệm vụ: cắt dọc, cắt ngang, tẩy axit, nắn thẳng, cán là, nhiệt luyện v.v...

Trong thực tế đáng quan tâm có hai khâu: cán là và nhiệt luyện.

- Cán là là một khâu cần thiết. Công nghệ cán nóng khó cho độ chính xác về chiều dày, do vậy cần phải cán là ở trạng thái nguội với tổng lượng ép không qua 3÷5% (trong một vài lần) nhằm điều chỉnh độ chính xác kích thước của sản phẩm.

- Nhiệt luyện: theo yêu cầu cụ thể về cơ tính sản phẩm mà chọn chế độ thường hoá hoặc ủ mềm. Đối với thép tấm cán có độ bền cao, giới hạn chảy tốt nên chọn phương pháp thường hoá. Nếu thép cán khả năng chịu uốn ở trạng thái nguội và độ kéo dài cần phải ủ mềm (làm giảm độ mềm và độ cứng).



Hình 41. Máy cán tấm nóng 4 trục đảo chiều.

1 - lò nung cuộn; 2 - tang cuộn thép tấm; 3 - bộ phận kéo căng; 4 - băng dẫn; 5 - thân giá cán; 6 - trục làm việc; 7 - trục tựa; 8 - con lăn.

Ở sản phẩm cán nóng thường có hai loại khuyết tật:

a - Khuyết tật do không thực hiện đúng quy trình công nghệ (nhiệt độ không đều, chế độ ép chưa phù hợp ...) cong, vênh, lượn sóng, vết nhân và độ chính xác không cao v.v...

b - khuyết tật do chất lượng bản thân kim loại: vết nứt rạn, phân lớp, tạp chất, phi kim loại, sọc, lỗ rỗng v.v...

Hình 41 là một ví dụ về máy cân tấm nóng.

PHẦN BỐN

CÔNG NGHỆ CÁN TẤM NGUỘI NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CHUNG.

Câu hỏi 45: Cán nguội là gì?

Trả lời: Cán nguội là hình thức gia công kim loại ở nhiệt độ dưới nhiệt độ kết tinh lại $T_{can}^0 < T_{KTL}^0$ tức là gia công kim loại ở nhiệt độ thường.

Câu hỏi 46: Đặc điểm của hình thức gia công nguội?

Trả lời: Sản phẩm thép cán nguội có chiều dày từ (0,08÷1,0)mm (thậm chí kim loại màu còn cho độ mỏng rất thấp (0,007÷1,0)mm và cho cơ tính cao (độ bền, độ cứng), chất lượng bề mặt và độ chính xác cao.

- So với cán nóng quy trình công nghệ cán nguội phức tạp hơn nhiều. Nó bao gồm nhiều công đoạn từ chuẩn bị phối cho đến tinh chỉnh và cần nhiều thiết bị phức tạp.

- Do trở kháng biến dạng của kim loại ở trạng thái nguội lớn nên tiêu hao năng lượng lớn (áp lực P, mômen cán M, công suất động cơ N).

- Ma sát giữa vật cán và trục cán lớn nên bề mặt trục mau mòn. Do vậy trục phải có cơ tính đặc biệt, chịu mài mòn cao.

- Khả năng ép thấp do đó năng suất thấp.

- Cán nguội làm cho hạt kim loại bị vỡ vụn; mạng tinh thể bị xô lệch do đó cơ tính kim loại tăng (biến cứng). Tuỳ theo mức độ tăng biến cứng của từng loại vật liệu mà mỗi kim loại chỉ có thể cán (giảm chiều dày) đến một chiều dày nhất định. Nếu cán tiếp sẽ sinh ra nứt, vỡ, rạch tấm cán. Để có thể cán tiếp tục kim loại xuống kích thước của sản phẩm mà không bị vỡ phải tiến hành ủ trung gian nhằm hồi phục cơ tính ban đầu của vật liệu.

- Lấy chế độ lượng ép (Δh) sao cho khi cán ứng suất sinh ra nhỏ hơn nhiều so với giới hạn bền cho phép của vật liệu trực:

$$\delta_{lx} \leq [\delta]$$

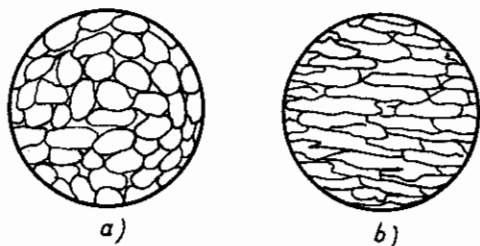
- Để đạt chất lượng và cơ tính sản phẩm tấm nguội cao yêu cầu công nghệ phải được tiến hành với một quy trình chặt chẽ, thiết bị phải tốt.

Câu hỏi 47: Tại sao kim loại sau cán nguội cơ, lý tính lại tăng lên?
Cách xử lý?

Trả lời: Khi cán nguội cơ lý tính của kim loại bị thay đổi. Quan sát hình 42a ta thấy kim loại có tổ chức hạt trước khi biến dạng (nghĩa là kim loại có tính đẳng hướng - mọi tính chất theo mọi hướng là như nhau). Sau khi biến dạng (hình 42b) các hạt tinh thể bị vỡ vụn và kéo dài theo phương cán và có dạng thớ (hoặc sợi) - tức là kim loại có tính dị hướng (tính chất kim loại theo các hướng khác nhau thì khác nhau).

Ví dụ, tính chất kim loại theo hướng cán và hướng dãn rộng sẽ khác nhau.

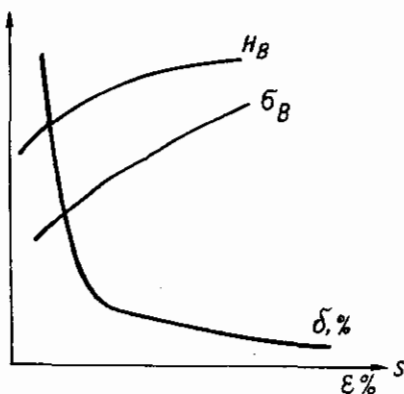
Khi cán nguội số lượng khuyết tật tế vi trong cấu trúc tinh thể tăng, tỷ trọng của thép giảm đi. Từ những yếu tố trên dẫn đến việc tăng độ bền (δ_B), độ cứng (HB), còn độ dẻo ($\delta\%$) giảm (hình 43).



Hình 42. Sự thay đổi tổ chức kim loại trước (a) và sau (b) biến dạng.

Do vậy cán nguội cho lượng ép nhỏ. Muốn tăng độ biến dạng cần phải nhiệt luyện (ủ mềm) trước khi cán (nếu kim loại đã qua gia công bị biến cứng) và ủ trung gian (khi biến dạng ở một mức độ nào đó thì kim loại bị biến cứng) nhằm hồi phục lại cơ tính ban đầu.

Về lý tính: vật sau khi cán có lực kháng từ tăng và độ dẫn từ giảm.



Hình 43. Sự phụ thuộc cơ tính vào độ biến dạng

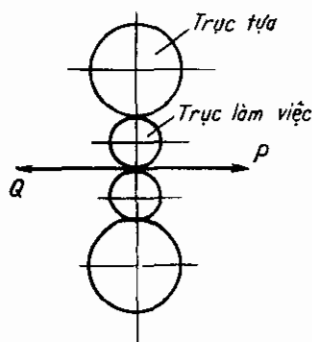
Ứng dụng: tùy theo yêu cầu của sản phẩm mà có chế độ xử lý sau cán nguội. Nếu vật có cơ tính tổng hợp thì cần phải ủ để giảm bớt độ cứng, tăng tính dẻo. Vật liệu thép biến áp cần có tổ chức dị hướng. Còn khi dập cần thép có tổ chức đẳng hướng.

Câu hỏi 48: Vì sao độ nén (đàn hồi) của trục cán có ảnh hưởng đến độ chính xác chiều dày băng kim loại? Cách xử lý?

Trả lời: Khi cán có sinh ra áp lực vật cán lên trục, làm cho toàn bộ giá cán (bao gồm thân giá cán, trục cán, gối đỡ, vít nén v.v...) bị biến dạng (có lượng biến dạng tổng δ_{gc}). Trong đó sự biến dạng đàn hồi của trục cán (δ_t) ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm. Do có sự biến dạng (δ_t) mà khe hở ban đầu (S_0) sẽ lớn lên làm cho kim loại khó đạt chiều dày mong muốn. Áp lực tổng (P) của kim loại đặt ở giữa trục nên tại đó độ biến dạng lớn nhất - chiều dày băng tại đó dày hơn so với hai mép biên, chiều dày băng không đồng đều theo chiều rộng.

Đây là một nhược điểm khó tránh khỏi của các máy cán hai trục. Tuy vậy cũng có một số biện pháp khắc phục như: sử dụng máy nhiều trục, trục làm việc có đường kính nhỏ hoặc có bộ phận kéo căng trước và sau.

Khi cán trục biến dạng đàn hồi với một giá trị x nào đó. Nếu sản phẩm cần độ mỏng y nào đó, mà $y < x$ thì không thể cán được. Độ dày băng chỉ đạt đến một giá trị xác định (tối thiểu là $y=x$) gọi là *độ dày cực tiểu* cho phép. Thực nghiệm cho thấy muốn cán được sản phẩm có độ mỏng (hoặc rất mỏng) cần phải:



Hình 44. Sơ đồ máy cán 4 trục để cán băng mỏng

- Tiến hành cán trên máy nhiều trục (4 trục, 6 trục, 12 trục, 20 trục v.v...). Trong đó (hình 44) trục làm việc có đường kính nhỏ được tựa lên trục có đường kính lớn (trục nhỏ bị hạn chế sự biến dạng đàn hồi).

- Làm giảm áp lực kim loại lên trục bằng cơ cấu kéo căng trước (với lực kéo P) và sau (Q) vật cán.

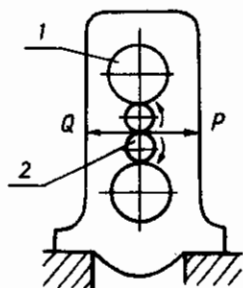
Câu hỏi 49: Cách phân bố lượng ép cho máy cán nguội?

Trả lời: Tính toán và phân bố chế độ ép thích hợp trong cán tấm là một yếu tố đảm bảo cho chất lượng sản phẩm tấm. Vật liệu khác nhau có chế độ ép khác nhau. Khi tính toán chế độ ép cần biết: chiều dày phôi, lượng ép cho một lần cán, vận tốc cán, áp lực tác dụng lên trục v.v...

- chiều dày phôi (hp):

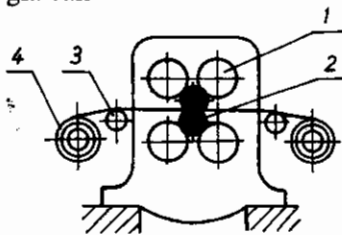
$$h_p = \frac{h_c}{1 - \epsilon_t} \quad (16)$$

h_c - chiều dày cuối cùng của sản phẩm (mm)



Hình 45. Máy cán tấm nguội 4 trục

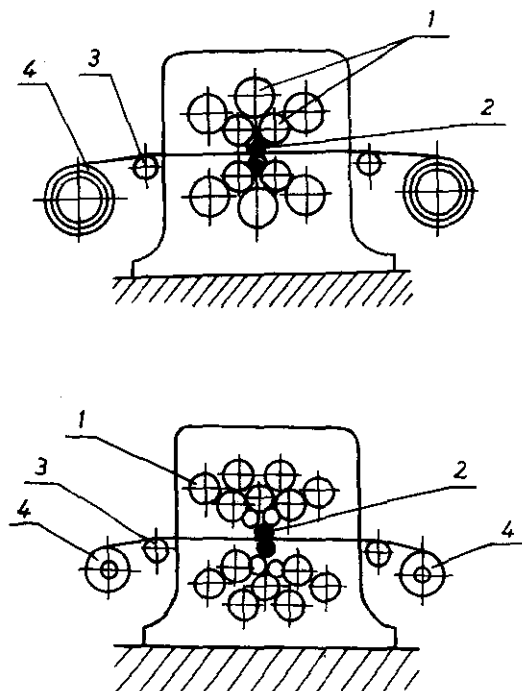
1. trục tựa
 2. trục làm việc
- P, Q, lực kéo căng sau và trước giá cán



Hình 46. Máy cán tấm nguội 6 trục

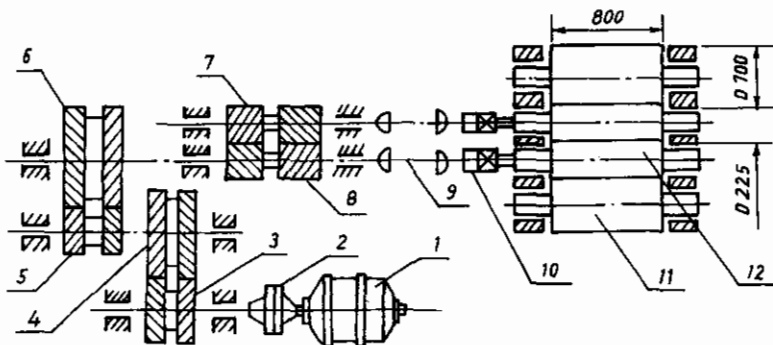
1. trục tựa
2. trục làm việc
3. bộ phận kéo căng
4. cuộn băng thép

ϵ_1 - lượng ép tổng (phụ thuộc vào yêu cầu tổ chức, cơ tính và tính công nghệ của sản phẩm, công suất động cơ). Ví dụ, với thép cacbon dập sâu $\epsilon_1 > 45 \div 50\%$, với thép hợp kim $\epsilon_1 > 50 \div 60\%$.



Hình 47. Máy cán bằng a) 12 trục và b) 20 trục

1. trục tựa a) 5 trục và b) 9 trục
2. trục làm việc
3. bộ phận kéo căng trước và sau
4. cuộn băng thép



Hình 48. Sơ đồ động máy cán 4 trục

1. động cơ; 2. khớp nối; 3, 4, 5, 6. các bánh răng của hộp giảm tốc; 7, 8. bánh răng chữ V của hộp truyền lực; 9. trục nối; 10. ổ nối vuông; 11. trục tựa $D=700\text{mm}$; 12. trục làm việc $D=225\text{mm}$, $L=800\text{mm}$ - chiều dài làm việc

Lượng ép riêng cho từng lần cán xác định theo đặc điểm vật liệu cán, độ bền trục, công suất động cơ v.v... sao cho áp lực kim loại tác dụng lên trục giữa các lần cán xấp xỉ nhau, cũng như tận dụng được công suất của động cơ.

Có hai cách phân bố lượng ép:

- Lượng ép riêng giảm dần từ lần cán đầu đến lần cán cuối. Cách này cho phép những lần đầu cán với lượng ép (Δh) lớn khi vật còn dày, do đó tận dụng được năng lượng. Lượng ép ở những lần cuối nhỏ nhằm đảm bảo chất lượng bề mặt và kích thước sản phẩm.

Nhược điểm của cách này là với lượng ép ở những lần đầu lớn dẫn đến áp lực cán lớn hơn những lần cuối, ảnh hưởng đến độ bền thiết bị.

- Lượng ép ở những lần cán đầu và cuối nhỏ so với những lần cán trung gian nhằm cải thiện bề mặt phôi trước khi biến dạng lớn và cán là lại sản phẩm cho phẳng đạt kích thước chính xác. Thường $\varepsilon\% \approx 1,15 \div 1,2\%$.

Câu hỏi 50: Nhiệt luyện sản phẩm tấm sau cán nguội nhằm mục đích gì?

Trả lời: Sau khi gia công nguội nói chung và sau cán nguội nói riêng thép tấm và băng cần phải nhiệt luyện (thường là ủ mềm) để khử biến cứng (hoá bền) tạo ra tổ chức kim loại cần thiết đảm bảo cho thép có cơ tính và tính công nghệ theo yêu cầu.

Ví dụ: thép cacbon thấp thường ủ ở nhiệt độ $650 \div 730^\circ\text{C}$. Để tránh sự oxy hoá nên ủ trong môi trường bảo vệ.

Trong sản xuất quy mô lớn hay dùng kiểu lò chụp, môi trường bảo vệ là khí nitơ ($\text{N}_2=95 \div 97\%$) và khí hydro ($\text{H}_2=3 \div 5\%$).

Câu hỏi 51: Kim loại nhiều lớp (kép, bimetal) là gì? Vai trò và công dụng của nó?

Trả lời: Kim loại kép là kim loại gồm nhiều lớp kim loại khác nhau liên kết vững chắc với nhau. Thông thường kim loại kép có hai, ba lớp.

Kim loại nhiều lớp có những ưu việt lớn so với kim loại và hợp kim thường. Công nghệ để sản xuất kim loại và hợp kim rất phức tạp kể từ khâu nấu luyện cho đến đúc, cán ra sản phẩm. Công nghệ sản xuất kim loại kép đã khắc phục được nhược điểm trên. Công nghệ sản xuất kim loại kép là một lĩnh vực công nghệ mới. Về nguyên lý kim loại tấm nhiều lớp có thể được chế tạo bằng cách

đúc, cán và nổ. Trong đó phương pháp cán được ứng dụng rộng rãi và cho năng suất cao.

Hiện nay trong công nghiệp nhiều lĩnh vực đã sử dụng kim loại kép với mục đích khác nhau: làm ổ lót (lớp nền dày là thép và lớp làm

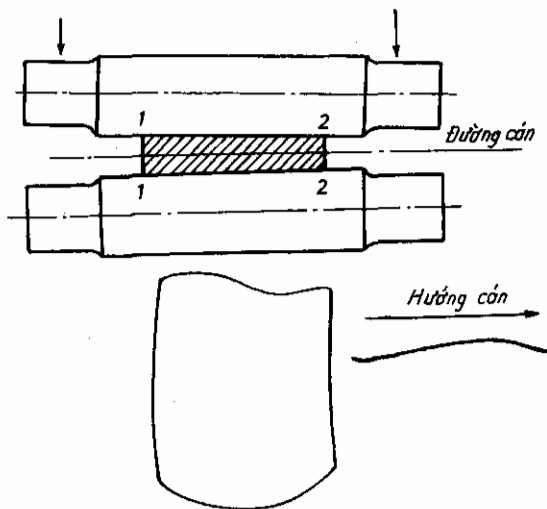


Hình 49. Kim loại nhiều lớp.

việc mỏng là hợp kim chịu ma sát) trong giao thông, máy móc cơ khí; tạo hợp kim hai lớp chịu nhiệt (rơ le nhiệt); ghép thép CT3 với thép không gỉ để chế tạo các bình chứa hoá chất v.v...

Câu hỏi 52: Sản phẩm tấm thường có các khuyết tật gì? Biện pháp khắc phục.

Trả lời: Sản phẩm thép tấm được sử dụng nhiều trong công nghiệp: cơ khí, giao thông, hoá chất v.v... Thép tấm phải có những chỉ tiêu kỹ thuật khắt khe như độ bóng bề mặt, độ đồng đều về chiều dày, cơ lý tính v.v...



Hình 50. Độ không đồng đều về chiều dày tấm

Chúng ta hiện nay mới phổ biến sản xuất các loại tấm bản hẹp $B = (300 \div 500)$ mm nên ta cũng chỉ xét đến một số khuyết tật của tấm thép do các máy cán cỡ

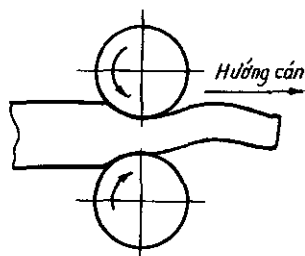
nhỏ, đơn chiếc sản xuất.

a - Độ dày không đều.

Nhiều khi vật cán ra có chiều dày ngang (theo chiều rộng vật cán) và dọc (theo chiều dài vật cán) không đều: chiều dày mặt 1-1 \neq mặt 2-2 do điều chỉnh hai vít nén trục không đều, làm cho khe hở cán lệch (đường sinh hai trục cán không song song với đường cán). Vật cán khi ra khỏi trục có xu hướng chạy vòng, (hình 50) mặt nào (2-2) có lượng ép lớn hơn kim loại sẽ có tốc độ biến dạng cao hơn mặt kia (1-1). Để khắc phục, khi chỉnh máy phải siết chặt vít nén, tạo cho hai trục có khe hở ban đầu $S_0=0$. Sau đó nhà điều hai vít đến một giá trị xác định (theo đồng hồ trên máy) khe hở cần để cán.

b - Phôi có dạng lượn sóng, ăn lên hoặc xuống (hình 51).

Do trục mòn không đều theo đường kính, hoặc ma sát khác nhau mà sinh ra áp lực cán khác nhau giữa mặt trên và dưới kim loại làm cho vật cán đi ra khỏi trục bị lượn sóng, cong lên (hoặc xuống) khắc phục bằng cách dùng dầu bôi trơn tạo ma sát và áp lực đồng đều. Trục mòn qua phải mài lại, khi cán cần có kim kẹp, kéo tạo sức căng, giảm áp lực.



Hình 51. Sự lượn sóng.

c - Phôi bị các vết lõm, lồi trên mặt tấm. Các khuyết tật này sinh ra do trục mòn (tế vi) không đều, cũng có khi do trục bị ăn mòn (rỗ) cục bộ. Khi cán nóng vẩy rèn còn dính bám trên mặt trục làm hàn vật cán.

Sản phẩm tám cần yêu cầu cao về chất lượng do vậy trục phải mài tốt, đạt độ song song và có bề mặt bóng từ $\Delta 8 \div \Delta 9$.

Muốn sản phẩm bóng khi cán thường bôi trơn các loại dầu thích hợp: dầu thực vật, mỡ, mazút v.v...

d - Nứt, rách sản phẩm.

Vật cán ra có hiện tượng rạn nứt (tế vi), có khi phát triển thành các vết nứt lớn, hoặc rách. Hiện tượng này do nhiều nguyên nhân gây ra: do thành phần, tổ chức của kim loại đã bị biến cứng, chế độ ép không phù hợp v.v... Hiện tượng nứt ở hai mép là hiện tượng khá phổ biến. Nó sinh ra do ma sát vật cán và trục cản trở sự giãn rộng. Có những vết nứt nhỏ rồi to dần trên bề mặt là do kim loại đã bị biến cứng, tổ chức không đồng đều. Nếu chế độ ép lớn thì các vết nứt đó phát triển lên có khi bị rách. Hiện tượng này rất dễ sinh ra khi cán nguội, đặc biệt là với một số vật liệu khó biến dạng có tính dẻo kém như thép hợp kim cao, thép silic, hợp kim đồng thanh thiếc, thép vòng bi v.v... Do vậy quy trình công nghệ cần phải phù hợp với các vật liệu. Trong thực tế người ta thường cán những vật dày đến một mức độ nào đó ($\epsilon \% > 40 \div 50$) thì cần phải ủ trung gian để hồi phục lại cơ tính, lúc đó mới cán tiếp được.

PHẦN NĂM

CÔNG NGHỆ KÉO THÉP VÀ KIM LOẠI MÀU

Câu hỏi 53: Đặc điểm của công nghệ kéo?

Trả lời: Kéo là một hình thức gia công kim loại bằng áp lực không tạo phôi làm biến dạng kim loại bằng cách giảm đường kính tăng chiều dài của phôi (dạng dây, ống hoặc thanh). Khuôn kéo là thiết bị chính để kéo kim loại. Hình dáng tiết diện khuôn kéo quyết định hình dáng tiết diện sản phẩm.

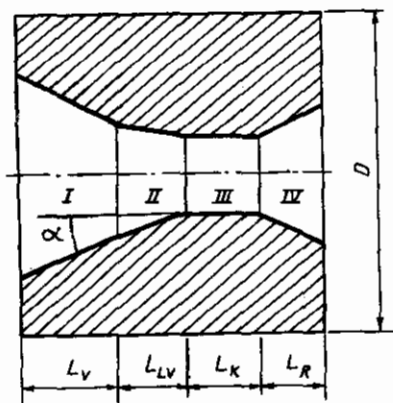
Máy kéo có dạng tang trống (để cuộn sản phẩm dây) và dạng xích (để kéo ra thanh, ống thẳng). Có thể kéo nguội và nóng.

Công nghệ kéo nguội nói chung gần giống như phương pháp cán nguội đối với những kim loại có độ dẻo cao như đồng (Cu), vàng (Au)... có thể kéo được các sợi rất nhỏ tới vài chục micrômet. Hoặc kéo ra các ống có đường kính ngoài đến vài chục milimét, có thành mỏng. Khi kéo nguội cần có chất bôi trơn. Chất bôi trơn chọn phụ thuộc vào vật liệu phôi, tốc độ kéo và lực kéo.

Câu hỏi 54: Khuôn kéo có đặc điểm gì?

Trả lời: Khuôn kéo là chi tiết quan trọng để thực hiện công nghệ kéo. Cối kéo là chi tiết cơ bản của khuôn.

Khi làm việc bề mặt lỗ khuôn chịu ma sát lớn, nhiệt độ cao do vậy khuôn phải được chế tạo tốt, có khả năng chịu mài mòn và nhiệt độ. Khuôn kéo có thể được sản xuất bằng kim cương, kim loại bột ... Thông thường lỗ khuôn kéo có 4 vùng cơ bản (hình 52).



Hình 52. Các vùng khuôn kéo.

- I. vùng vào
 - II. vùng biến dạng
 - III. vùng định kính
 - IV. vùng ra
- $\alpha = 10^\circ \div 12^\circ$

- Vùng vào (có chiều dài L_V): là vùng dẫn cho dây đi đúng hướng. Vùng biến dạng (L_{LV}) là vùng chính để biến dạng kim loại. Đặc trưng cho vùng này là góc α , α lớn thì ma sát giữa vật

kéo và khuôn nhỏ do đó năng lượng kéo nhỏ. Khi α nhỏ khả năng biến dạng lớn nhưng ma sát tăng, thông thường có một góc α tối ưu (thường $\alpha_{tu} = 10^\circ \div 12^\circ$). Vùng định kính (L_K) là vùng tinh chỉnh lại đường kính. Vùng ra (L_R) hướng cho vật kéo thoát ra dễ dàng.

Mỗi vùng của khuôn có một vai trò nhất định, song quan trọng vẫn là vùng biến dạng và định kính. Nếu hai vùng này mòn nhiều sẽ dẫn đến thay đổi các chỉ số như góc α , chiều dài làm cho chất lượng dây kéo kém (xước).

Trong quá trình kéo giữa khuôn và dây kéo sinh ra nhiệt độ cao và ma sát lớn do vậy cần bôi trơn. Không có bôi trơn thì không

thể kéo được, bôi trơn kém cũng có thể gây ra khuyết tật (dây bị xước; khi khuôn quá nóng làm vật kéo chảy và các giọt kim loại đóng cứng lên bề mặt khuôn, kéo tiếp dây dễ bị xước và dễ đứt ...). Chất bôi trơn thường dùng: dầu hoả, nước xà phòng, dầu thực vật, mỡ động vật, bột phấn chì .v.v... Vậy đến một chừng mực nào đó khuôn đã mòn nhiều, bề mặt không còn bóng cần phải tinh sửa lại (trên các máy doa chuyên dùng đánh bóng và tạo profin mới cùng với bột cacbit bo) để chuyển cấp khuôn.

Câu hỏi 55: Công nghệ kéo dây từ thép và từ kim loại màu có gì khác nhau?

Trả lời: Về phương diện công nghệ khi kéo dây thép (kim loại đen) và kim loại màu cần quan tâm đến giới hạn bền và cấu trúc. Mỗi kim loại có một khả năng biến dạng tùy thuộc vào giới hạn bền và bản chất vật liệu. Giữa ứng suất kéo σ_k (khả năng kéo) và giới hạn bền σ_B có tương quan tỷ lệ thuận:

$$\sigma_k = (0,48 \div 0,53) \sigma_B$$

$$\sigma_B = \frac{\sigma_{đầu} - \sigma_{cuối}}{2} \quad (17)$$

Như vậy kim loại nào có giới hạn bền lớn sẽ có khả năng kéo lớn, khi kéo ít bị đứt.

Các vật liệu có độ dẻo cao ($\delta\%$) như các kim loại màu, kim loại nguyên chất, cho phép kéo với lượng ép đơn vị lớn (lượng ép toàn phần $\epsilon\Sigma\%$ có thể đạt 80%).

Câu hỏi 56: Vai trò của chất bôi trơn khi kéo? những chất bôi trơn thường dùng?

Trả lời: Khác với công nghệ cán, công nghệ kéo không có chất bôi trơn thì không thể thực hiện được. Khi kéo ma sát lớn và nhiệt sinh ra trong lòng khuôn rất lớn, không có chất bôi trơn khuôn sẽ rất mau mòn, dễ nứt vỡ, còn vật kéo có nhiệt độ cao làm kim loại quá dẻo và dính bám vào lòng khuôn, tạo nên những vết sẹo (như lẹo dao khi cắt gọt), không thể kéo tiếp được.

Chất bôi trơn dù ở dạng lỏng hoặc khô cũng tạo trên bề mặt dây trước khi biến dạng một lớp màng rất mỏng (lớp trung gian) ngăn cách giữa khuôn và kim loại, lớp này có độ nhớt cao do đó làm giảm áp lực vật kéo tác dụng lên khuôn, khuôn ít bị mài mòn, giảm năng lượng biến dạng và chất lượng bề mặt dây sẽ bóng đẹp.

Chất bôi trơn có thể sử dụng ở dạng khô hoặc ướt. Vật liệu khô thường dùng bôi trơn cho các kim loại đen là: than graphit trộn với bột xà phòng. Đối với các kim loại màu thường dùng vật liệu ướt: xà phòng (1,6%) + dầu máy (0,8%) + axit ôlein (0,4%) + dầu mazut.

- Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu bôi trơn: có hệ số ma sát nhỏ, có khả năng dính bám tốt, chịu được nhiệt độ cao, không ăn mòn vật kéo và khuôn kéo v.v...

PHẦN SÁU

CÁC NGUYÊN CÔNG DẬP TẤM

I. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI CÁC NGUYÊN CÔNG DẬP TẤM

Câu hỏi 57: Thế nào là dập tấm? Các nguyên công, bước và động tác của nó?

Trả lời: Quá trình công nghệ là toàn bộ các tác động trực tiếp làm thay đổi hình dạng, kích thước, tính chất và trạng thái của phôi ban đầu. Quá trình công nghệ bao gồm nhiều nguyên công riêng biệt.

Dập tấm là một phần của quá trình công nghệ bao gồm nhiều nguyên công công nghệ khác nhau nhằm làm biến dạng kim loại tấm (băng hoặc dải) để nhận được các chi tiết có hình dạng và kích thước cần thiết với sự thay đổi không đáng kể chiều dày của vật liệu và không có phế liệu ở dạng phoi.

Dập tấm có thể thực hiện ở trạng thái nguội đối với vật liệu mỏng ($S \leq 4\text{mm}$) hoặc ở trạng thái nóng đối với vật liệu dày ($S > 4\text{mm}$).

Nguyên công là một phần của quá trình công nghệ được thực hiện bởi một hay một số công nhân trên một máy bao gồm toàn bộ những tác động liên quan để gia công phôi đã cho. Ví dụ: cắt hình, dập vuốt, uốn .v.v...

Khi dập, nguyên công có thể chia thành các bước còn bước có thể bao gồm một số động tác.

- Khi dập trong các khuôn liên hợp nguyên công được thực hiện bởi một số bước, chẳng hạn trong các khuôn phối hợp hoặc liên tục, có thể sau một nguyên công thực hiện hai hay một vài bước như cắt hình và đột lỗ, cắt hình và uốn v.v...

- Động tác là những tác động có mục đích và quy luật của công nhân (chẳng hạn đưa phối đến khuôn, đặt nó vào trong khuôn v.v...).

Theo đặc điểm công nghệ các nguyên công dập tấm được chia thành các nhóm như sau:

- + Nhóm những nguyên công cắt.
- + Nhóm các nguyên công tạo hình và ép.
- + Nhóm các nguyên công liên hợp.
- + Nhóm các nguyên công lắp ghép.

Câu hỏi 58: Nhóm những nguyên công cắt bao gồm nguyên công nào?

Trả lời: Nhóm nguyên công cắt bao gồm:

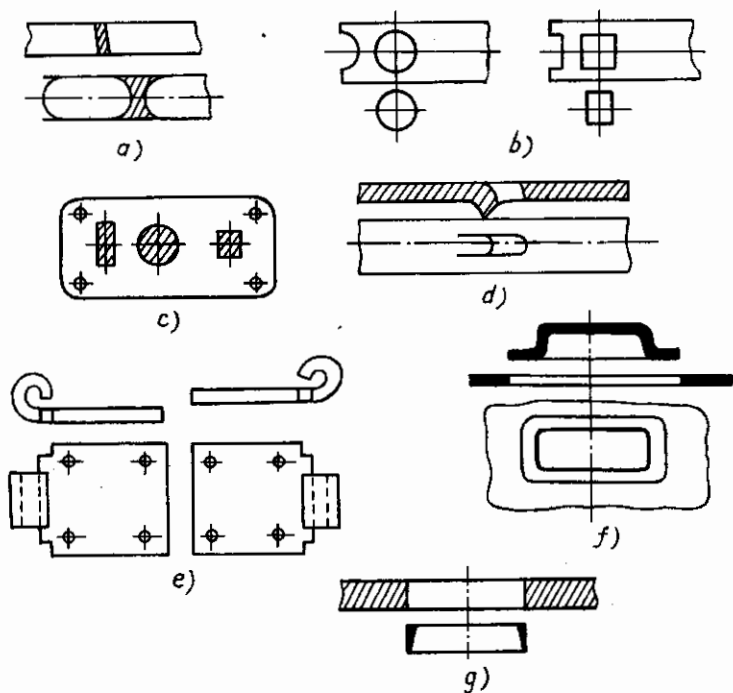
- a) Cắt phối - tách một phần kim loại ra khỏi tấm hoặc băng theo một đường bao không khép kín (hình 53a).
- b) Cắt hình - tách một phần vật liệu theo đường bao khép kín. Phần vật liệu tách ra là chi tiết hoặc bán thành phẩm (hình 53b).

c) Đột lỗ - tách một phần kim loại theo đường bao khép kín để tạo thành lỗ trên chi tiết hoặc trên tấm. Phần vật liệu tách ra là phế liệu (hình 53c).

d) Cắt trích - tách một phần vật liệu theo một đường bao không khép kín. Phần vật liệu tách ra không rời khỏi chi tiết (hình 53d).

e) Cắt chia - cắt phôi phẳng, phôi cong hoặc phôi rỗng thành hai hoặc một vài chi tiết riêng biệt (hình 53e).

Nguyên công này ứng dụng cho trường hợp khi dập các chi tiết không đối xứng. Có thể dập một chùm gồm hai hay nhiều chi tiết sau đó cắt chia.



Hình 53. Nhóm nguyên công cắt

f) Cắt mép - cắt bỏ phần kim loại thừa theo đường bao hoặc thành phần không đều của các chi tiết đã dập vuốt (hình 53f).

g) Cắt tinh - cắt bỏ phần lượng dư rất nhỏ còn sót lại trên phiê để đạt được chi tiết hoặc lỗ có hình dạng và kích thước chính xác, chất lượng mặt cắt tốt (hình 53g).

Câu hỏi 59: Nhóm nguyên công tạo hình và ép bao gồm những nguyên công gì?

Trả lời: Nhóm các nguyên công tạo hình và ép bao gồm:

1) Uốn là nhằm biến đổi phiê phẳng thành chi tiết cong (hình 54a).

2) Dập vuốt không biến mỏng thành nhằm biến đổi phiê phẳng hoặc phiê rỗng thành chi tiết rỗng và không chủ định làm thay đổi chiều dày vật liệu (hình 54b).

3) Dập vuốt có biến mỏng thành - dập vuốt có chủ định làm thay đổi chiều dày vật liệu (giảm chiều dày thành) (hình 54c).

4) Nấn nhằm khắc phục hiện tượng không phẳng hoặc không đều của phiê hay chi tiết (hình 54d).

5) Dập nổi - tạo ra những gân hoặc gờ nổi trên bề mặt sản phẩm để trang trí và tăng độ cứng vững cho chi tiết nhờ những phần lồi lõm tương ứng của khuôn (hình 54e).

6) Lên vành là tạo thành gờ theo đường bao ngoài hoặc đường bao trong của chi tiết, các đường bao có thể khép kín hoặc không khép kín (hình 54f).

7) Cuốn mép là tạo thành gờ mép có dạng tròn đối với các chi tiết đã được dập vuốt (hình 54g).

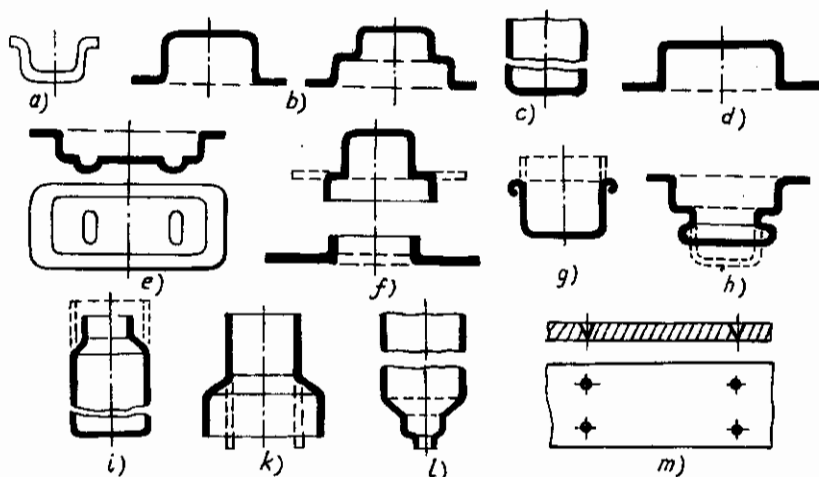
8) Tạo hình nhằm thay đổi hình dáng của phôi đã được dập vuốt để nhận được chi tiết có tiết diện ngang thay đổi (hình 54h).

9) Tóp là làm giảm một phần tiết diện ngang của chi tiết để nhận được tiết diện ngang có hình chai lọ (hình 54i).

10) Giãn rộng (nong) là nguyên công ngược với nguyên công tóp. nó làm tăng tiết diện ngang ở một phần của chi tiết ống hoặc rỗng (hình 54k).

11) Tính chỉnh nhằm tạo cho chi tiết có hình dạng và kích thước chính xác sau khi đã được dập sơ bộ.

12) Dập nổi mặt là tạo thành hình nổi lõm trên mặt chi tiết, có sự thay đổi chiều dày vật liệu (dập tiền kim loại; huân, huy chương và đồ trang sức).



Hình 54. Nhóm nguyên công tạo hình và ép.

13) Ép chảy nhằm tạo ra các chi tiết hoặc phôi rỗng có thành mỏng bằng cách làm chảy dẻo kim loại qua khe hở giữa chày và cối (hình 54l).

14) Dập dấu tâm nhằm tạo vết lõm trên bề mặt phôi để khoan các lỗ có yêu cầu khoảng cách chính xác (hình 54m).

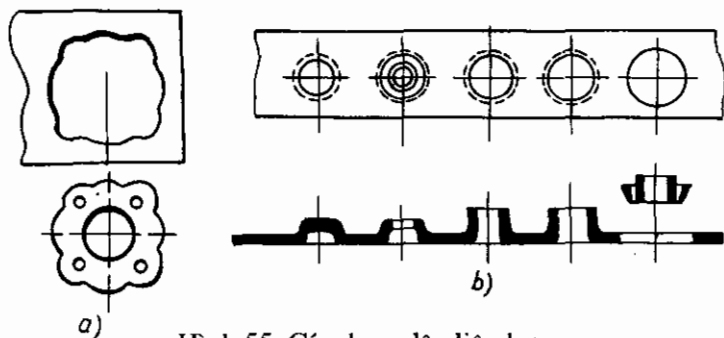
Câu hỏi 60: Đề nghị cho biết các dạng dập liên hợp?

Trả lời: Dập liên hợp bao gồm các dạng sau:

1) Dập phối hợp là đồng thời thực hiện hai hay nhiều nguyên công khác nhau trong một bộ khuôn sau một hành trình của máy với một lần đặt phôi (hình 55a).

2) Dập liên tục là dạng kết hợp hai hay nhiều nguyên công khác nhau trên một bộ khuôn trong đó các nguyên công được thực hiện tuần tự liên tục. Sau một số hành trình của máy với sự dịch chuyển phôi liên tục theo bước của chày. Sau một số hành trình của máy nhận được một chi tiết hoàn chỉnh (hình 55b).

3) Dập phối hợp - liên tục là sự kết hợp giữa dập phối hợp và dập liên tục trên cùng một khuôn.



II. CẮT KIM LOẠI TẮM BẰNG KHUÔN.

Câu hỏi 61: Khi cắt bằng khuôn quá trình cắt xảy ra như thế nào?

Trả lời: Khi cắt kim loại bằng các khuôn cắt, đột quá trình gồm 3 giai đoạn:

- Giai đoạn I: giai đoạn biến dạng đàn hồi và bắt đầu biến dạng dẻo. Ở giai đoạn này chày bắt đầu ép vào kim loại làm xuất hiện trạng thái uốn đàn hồi và kim loại bị ép vào trong cối.
- Giai đoạn II: giai đoạn biến dạng dẻo phát triển, ngay tại mép cắt của chày và cối có sự tập trung ứng suất. Khi chày tiếp tục đi xuống với những ứng suất tập trung này làm xuất hiện những vết nứt tế vi tại mép cắt của chày và cối.
- Giai đoạn III: giai đoạn phá huỷ. Khi chày tiếp tục đi xuống các vết nứt tế vi ở mép cắt của chày và cối phát triển sâu vào trong kim loại cho đến khi gặp nhau và kim loại bị cắt đứt hoàn toàn.

Trong quá trình cắt có ma sát xuất hiện giữa các mặt cắt với nhau và giữa kim loại với các bộ phận làm việc của khuôn.

Quan sát một chi tiết cắt, chúng ta có thể thấy rõ 3 vùng (hình 56).

Vùng I: Kim loại bị uốn nhẹ và có bán kính lượn nhỏ với mặt chi tiết.

Vùng II: mặt cắt sạch, tạo thành một dải sáng.



Hình 56. Cắt bằng khuôn

Vùng III: mặt cắt xù xì không bằng phẳng và có màu sáng đục

Câu hỏi 62: Khi cắt bằng khuôn, lực cắt được tính như thế nào?

Trả lời: Để chọn được máy cho các nguyên công cắt đột, chúng ta cần xác định được lực cắt cần thiết cho các nguyên công đó.

Trong quá trình cắt đột, lực cắt không phải là một hằng số mà thay đổi trong suốt hành trình làm việc. Lực cắt phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó hình dạng mép cắt của chày và cối có ảnh hưởng đáng kể. Để kể đến các yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt, trong thực tế sản xuất người ta thường tính lực cắt theo công thức sau:

$$P=k.u.S.\tau_c \qquad k=1,3 \qquad (18)$$

trong đó: k - hệ số kể đến các yếu tố ảnh hưởng.

u - chu vi cắt (chiều dài đường cắt).

S - chiều dày của vật liệu.

τ_c - trở lực cắt của vật liệu (kG/mm^2)

Ví dụ: tính lực cắt để cắt chi tiết bằng thép 45 có đường kính $\phi 100$ và chiều dày vật liệu $S=2\text{mm}$; $\tau_c=52\text{kG}/\text{mm}^2$.

Theo công thức trên lực cắt được tính như sau:

$$\begin{aligned} P &= k.u.S.\tau_c \\ &= 1,3.3,14.100.2.52 \\ &= 42452,8\text{kG} \end{aligned}$$

Câu hỏi 63: Khi cắt bằng khuôn, những yếu tố nào ảnh hưởng đến độ chính xác và chất lượng mặt cắt của chi tiết?

Trả lời: Độ chính xác chế tạo của sản phẩm dập tấm là mức độ sai lệch về hình dạng và kích thước của sản phẩm đã dập so với hình dạng và kích thước của nó theo bản vẽ.

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết và chất lượng mặt cắt. Chúng ta xem xét một số yếu tố sau:

1) Loại vật liệu và trạng thái của vật liệu.

Do có sự biến dạng đàn hồi của vật liệu nên chi tiết hoặc lỗ sau khi cắt đột có sự sai lệch kích thước. Sự sai lệch này tùy thuộc vào loại vật liệu, trạng thái và chiều dày của nó.

- Nếu vật liệu càng mềm, biến dạng đàn hồi càng nhỏ, sai lệch kích thước sẽ nhỏ.

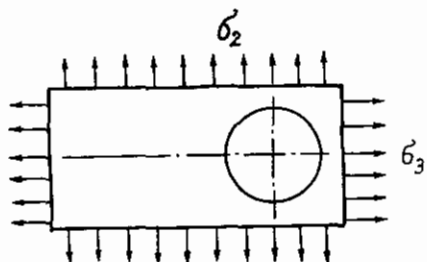
- Khi chiều dày tương đối của vật liệu $\left(\frac{S}{D} \cdot 100\%\right)$ tăng lên, trị số sai lệch giảm.

2) Công nghệ cán, hướng cán và tính khác hướng (dị hướng) của kim loại:

Kim loại được cán ở trạng thái nóng hay nguội, có ủ hoặc không có ủ, chiều rộng phôi cán lớn hay nhỏ và chế độ nhiệt luyện sau khi cán đều có ảnh hưởng tới cấu trúc và tính dị hướng của kim loại. Những yếu tố này ảnh hưởng đến tính đàn hồi của vật liệu, trạng thái ứng suất và biến dạng dư, do đó ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết, nhất là các chi tiết hoặc lỗ có kích thước lớn ($D > 300\text{mm}$).

Sau khi cán trong kim loại tồn tại các thành phần ứng suất dư σ_2 và σ_3 theo hướng ngang và dọc thứ cán với $\sigma_2 > \sigma_3$. Do đó có thể năng đàn hồi. Năng lượng này được giải phóng sau khi cắt và tác dụng lên tấm làm biến dạng đàn hồi kim loại theo hướng ngược với ứng suất. Vì vậy chi tiết hoặc lỗ sau khi cắt đột có dạng ôvan hoặc elip có trục dài nằm theo hướng ngang (vuông góc với thứ cán) (hình 57).

Nếu $\sigma_2 = \sigma_3$ và vật liệu đẳng hướng thì chi tiết hoặc lỗ biến dạng đều đặn, song trong thực tế không thể đạt được điều đó.



Hình 57.

3) Hình dạng và kích thước chi tiết dập.

Đối với những chi tiết có hình dạng đơn giản và kích thước trung bình độ chính xác sẽ cao hơn những chi tiết có hình dạng phức tạp, kích thước quá lớn hoặc quá bé.

4) Quá trình công nghệ và kết cấu của khuôn.

- Quy trình công nghệ hợp lý độ chính xác sẽ cao hơn.

- Khi dập phối hợp, độ chính xác cao hơn khi dập riêng biệt từng nguyên công.

- Khuôn có trụ và bạc dẫn hướng, có chặn vật liệu, độ chính xác sẽ cao hơn, phương pháp xếp hình cũng ảnh hưởng đến độ chính xác. Khi xếp hình có phế liệu độ chính xác sẽ cao hơn.

5) Khe hở và sự phân bố khe hở.

Khi cắt hình với khe hở hợp lý càng nhỏ, độ chính xác càng cao. Khi đột lỗ thì ngược lại.

Sự phân bố khe hở Z đồng đều theo chu vi cắt sẽ cho độ chính xác cao hơn khi phân bố không đều.

6) Hình dạng và góc nghiêng của lỗ thoát côi:

Côi hình trụ (góc nghiêng $\varphi=0^{\circ}$) độ chính xác cao hơn so với côi hình côn (góc nghiêng càng nhỏ độ chính xác càng cao).

7) Trạng thái của khuôn và độ cứng vững của khuôn.

Khuôn có mép cắt sắc và độ cứng vững lớn sẽ có độ chính xác cao.

8) Cấu trúc và tình trạng máy:

- Máy có dẫn hướng đầu trượt tốt và độ cứng vững lớn sẽ cho độ chính xác cao.

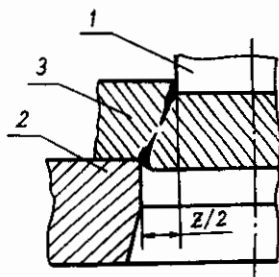
9) Điều kiện làm việc và tay nghề công nhân.

Điều kiện làm việc, việc đặt phôi và lấy sản phẩm ra khỏi khuôn cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết dập.

Câu hỏi 64: Khe hở Z có ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng mặt cắt?

Trả lời: Khe hở là hiệu số giữa kích thước làm việc của chày và côi.

$$Z = D_{\text{côi}} - d_{\text{chày}} \quad (19)$$



Hình 58. Ảnh hưởng của khe hở giữa chày và côi đến chất lượng mặt cắt.
1. chày; 2. côi; 3. vật liệu cắt.

Trong quá trình cắt vật liệu tấm, khe hở có ý nghĩa công nghệ rất lớn đối với chất lượng của chi tiết cắt, ảnh hưởng tới độ cứng vững của khuôn và ảnh hưởng tới năng lượng tiêu hao.

Nếu khe hở Z hợp lý, khi cắt các vết nứt phát sinh trong vật liệu xuất phát từ mép cắt của chày và cối gặp nhau, tạo thành một bề mặt trượt, do đó chất lượng mặt cắt là tốt nhất, không có bavìa (hình 58).

Nếu trị số Z quá lớn hoặc quá bé, các vết nứt ở mép cắt của chày và cối không gặp nhau. Khi đó mặt cắt bị bong thành lớp và tạo thành bavìa nếu khe hở quá nhỏ hoặc bị uốn cong trong khe hở trước khi đứt nếu khe hở quá lớn. Khi đó chất lượng mặt cắt rất xấu.

Việc phân bố khe hở Z không đều dọc theo chu vi cắt cũng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng mặt cắt: bavìa sinh ra không đều và mép cắt tạo thành không đều.

Câu hỏi 65: Cách xác định trị số khe hở Z giữa chày và cối như thế nào?

Trả lời: Muốn chất lượng mặt cắt tốt chúng ta phải xác định được trị số khe hở Z hợp lý. Trị số khe hở Z phụ thuộc chủ yếu vào một số yếu tố sau:

- Tính chất cơ học của vật liệu.
- Chiều dày S của vật liệu.
- Số hành trình của đầu trượt trong một phút.

Trị số khe hở Z hợp lý được lấy trong một khoảng xác định từ Z_{\min} đến Z_{\max} . Với khoảng giá trị này của khe hở Z chất lượng mặt cắt đảm bảo yêu cầu kỹ thuật đề ra.

Khi chế tạo khuôn, thường lấy khe hở ban đầu là Z_{\min} .

Trị số khe hở Z có thể lấy theo bảng 7.

**Bảng 7: Trị số khe hở Z ban đầu khi chế tạo khuôn
cắt hình và đột lỗ (khe hở hai phía).**

Chiều dày vật liệu phôi	Trị số khe hở Z ban đầu		Chiều dày vật liệu phôi	Trị số khe hở Z ban đầu	
	nhỏ nhất	lớn nhất		nhỏ nhất	lớn nhất
0,3	0,02	0,04	6	0,8	1
0,5	0,03	0,06	7	1,0	1,3
0,8	0,05	0,08	8	1,3	1,6
1,0	0,06	0,10	9	1,5	1,8
1,2	0,08	0,12	10	1,8	2,2
1,5	0,10	0,16	11	2,1	2,5
1,8	0,12	0,20	12	2,4	2,7
2,0	0,14	0,22	13	2,7	3,0
2,2	0,17	0,25	14	3,0	3,4
2,5	0,20	0,28	15	3,3	3,7
2,8	0,22	0,32	16	3,6	4,0
3,0	0,24	0,36	17	3,9	4,4
3,5	0,32	0,46	18	4,2	4,7
4,0	0,40	0,56	19	4,5	5,0
4,5	0,5	0,68	20	4,9	5,4
5	0,6	0,8			

Ghi chú:

1. Trị số ban đầu *nhỏ nhất* là trị số khe hở danh nghĩa. Trị số khe hở ban đầu *lớn nhất* là trị số khe hở lấy tăng lên do dung sai chế tạo chày và cối.

2. Khi đột các lỗ có thành phẳng với $S \leq 5\text{mm}$ thì khe hở lấy trị số nhỏ trong bảng trên còn đối với vật liệu dày hơn thì lấy theo bảng khác.

3. Khi cắt hình và đột lỗ nhôm mềm với $S \leq 5\text{mm}$ thì khe hở Z lấy giá trị nhỏ nhất. Còn khi cắt đột vật liệu cứng hơn ($\sigma > 50\text{kG/mm}^2$) thì Z lấy giá trị lớn nhất.

Câu hỏi 66: Cách lấy khe hở giữa chày và cối như thế nào khi cắt hình và đột lỗ và cần những chú ý gì?

Trả lời: 1. Nguyên tắc cơ bản khi lấy khe hở Z:

- Khi cắt hình: khe hở được lấy bằng cách giảm kích thước của chày, còn kích thước của cối lấy bằng kích thước giới hạn nhỏ nhất của chi tiết.

- Khi đột lỗ: khe hở được lấy bằng cách tăng kích thước của cối, còn kích thước của chày lấy bằng kích thước giới hạn của lỗ.

Ví dụ: lấy khe hở Z để cắt hình một chi tiết tròn có kích thước $\phi 100_{-0,5}$ từ vật liệu tấm dày 1,5mm.

Căn cứ vào bảng 1 ta xác định được trị số khe hở $Z=0,16$.

Theo nguyên tắc trên ta có đường kính của cối là:

$$D_{\text{cối}} = 100 - 0,5 = 99,5$$

Kích thước của chày là:

$$d_{\text{chày}} = 99,5 - 0,16 = 99,34.$$

2. Những điều cần chú ý khi lấy khe hở Z.

- Khi chi tiết hoặc lô yêu cầu có thành phẳng thì lấy khe hở Z giảm đi.
- Khi cắt vật liệu dày, cho phép mặt cắt nghiêng thì lấy Z tăng lên.
- Khi cắt vật liệu dẻo (như nhôm mềm) thường khó tạo vết nứt vì vậy lấy khe hở Z giảm đi.
- Khi cắt thép không gỉ nên giảm trị số khe hở.
- Khi cắt trên thiết bị có công suất thấp hoặc số hành trình trên một phút lớn thì lấy trị số khe hở Z tăng lên.
- Thường chỉ tiến hành lấy khe hở Z theo chiều dày vật liệu mà không phân biệt loại vật liệu (trừ nhôm và thép cacbon cao). Bởi vì trên thực tế sự khác nhau về trị số khe hở đối với các loại vật liệu khác nhau không lớn lắm, nó nhỏ hơn khoảng dao động của dung sai chế tạo chày và cối.
- Khi cắt vật liệu mỏng $S \leq 3\text{mm}$ lấy khe hở $Z=0$ (dùng chày chuốt qua cối hoặc ngược lại).
- Khi đột các lỗ nhỏ ($d < 0,5S$) thì lấy khe hở $Z=(0,01 \div 0,015)S$.

Câu hỏi 67: Khi chế tạo khuôn, kích thước làm việc của chày và cối được xác định như thế nào? Dung sai trên các kích thước đó ra sao?

Trả lời: Khi chế tạo khuôn kích thước và dung sai của các kích thước đó được xác định căn cứ vào các yếu tố sau:

- Kích thước và độ chính xác của chi tiết.
- Đặc điểm mài mòn khuôn.

- Dạng gia công (cắt hình hay đột lỗ).
- Phương pháp chế tạo khuôn (riêng biệt hay phối hợp).

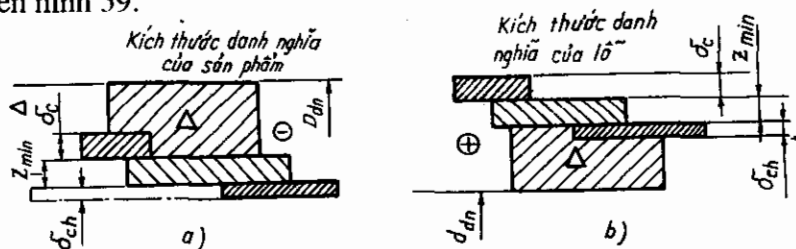
1) Đối với các chi tiết hoặc lỗ có dạng tròn.

a) Phương pháp chế tạo riêng:

Trong quá trình làm việc khuôn bị mài mòn làm cho kích thước làm việc của cối tăng lên còn kích thước làm việc của chày giảm đi. Vì vậy khi chế tạo kích thước của cối luôn có dung sai dương còn kích thước của chày luôn có dung sai âm.

Khi cắt hình chi tiết có dung sai âm; còn khi đột, lỗ có dung sai dương.

Kích thước và dung sai của chày, cối khi cắt hình và đột lỗ có dạng tròn theo phương pháp chế tạo riêng được biểu diễn như trên hình 59.



Hình 59. Sơ đồ phân bố dung sai kích thước làm việc của chày và cối.

a) khi cắt hình đường bao ngoài ; b) khi đột lỗ

Δ - dung sai của sản phẩm hoặc lỗ.

δ_c - dung sai chế tạo cối.

δ_{ch} - dung sai chế tạo chày.

$$D_{\text{cối}} = (D_{\text{đn}} - \Delta)^{+\delta_c} \quad d_c = (d_{\text{đn}} + \Delta + Z_{\text{min}})^{+\delta_c}$$

$$D_{\text{ch}} = (D_{\text{đn}} - \Delta - Z_{\text{min}}) \cdot \delta_{\text{ch}} \quad d_{\text{ch}} = (d_{\text{đn}} + \Delta) \cdot \delta_{\text{ch}}$$

Như vậy từ sơ đồ hình 59 chúng ta thấy: trong trường hợp chế tạo riêng kể cả cắt hình và đột lỗ thì tổng dung sai trên các kích thước làm việc của khuôn phải thoả mãn điều kiện:

$$(\delta_{\text{ch}} + \delta) \leq (Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}})$$

Điều này đảm bảo cho khe hở Z không lớn hơn khoảng giá trị hợp lý đã quy định khi chày có kích thước giới hạn dưới và cối có kích thước giới hạn trên.

Thông thường vì chày dễ gia công hơn cối nên người ta thường lấy $\delta_c = 2\delta_{\text{ch}}$.

b) Phương pháp chế tạo phối hợp:

Phương pháp chế tạo phối hợp là phương pháp sau khi gia công xong cối (hoặc chày) mới lấy cối (hoặc chày) đó làm chuẩn để gia công chày (hoặc cối) sao cho khe hở Z đảm bảo trong khoảng giá trị đã cho, còn dung sai của chày hoặc cối lấy bằng 1/4 dung sai của sản phẩm hay lỗ đột.

* Khi cắt hình

$$D_{\text{cối}} = (D_{\text{đn}} - \Delta)^{+\frac{\Delta}{4}}$$

chày được chế tạo theo cối để có khe hở Z sao cho:

$$Z_{\text{min}} \leq Z < Z_{\text{max}}$$

* Khi đột lỗ:

$$d_{ch} = (d_{dn} + \Delta) \cdot \frac{1}{4}$$

cối được chế tạo phối hợp với chày sao cho:

$$Z_{min} \leq Z < Z_{max}$$

Nhận xét:

- Khi chế tạo theo phương pháp phối hợp khuôn không có tính lặp lần mà theo từng bộ nhất định.

Phương pháp chế tạo phối hợp được ứng dụng thích hợp cho sản xuất đơn chiếc hoặc loạt nhỏ và đặc biệt là cho các khuôn cắt vật liệu mỏng.

- Phương pháp chế tạo riêng do phải đảm bảo điều kiện: $\delta_c + \delta_{ch} > (Z_{max} - Z_{min})$ nên rõ ràng dung sai chày, cối phụ thuộc vào khe hở Z mà khe hở Z lại phụ thuộc vào chiều dày vật liệu. Do vậy đối với vật liệu mỏng độ chính xác của khuôn sẽ phải nâng cao mặc dù độ chính xác của sản phẩm (Δ) rất thấp.

- Phương pháp phối hợp, dung sai chế tạo chày và cối lấy theo dung sai của lỗ (hoặc sản phẩm) và bằng $\Delta/4$ do đó khi độ chính xác của sản phẩm càng thấp ($\Delta \uparrow$) thì càng giảm được độ chính xác của khuôn ($\delta_c, \delta_{ch} \uparrow$) và do vậy giảm giá thành của khuôn.

2) Đối với các chi tiết hoặc lỗ có hình dạng phức tạp.

Khi cắt hình hoặc đột lỗ các chi tiết có hình dạng phức tạp, các thành phần kích thước của khuôn bị mài mòn và thay đổi không giống nhau, có thành phần tăng, có thành phần giảm và có thành

phân kích thước không đối. Do vậy cách xác định kích thước và dung sai đối với mỗi thành phần kích thước cũng khác nhau. Chúng ta xét hai trường hợp sau:

a) Khi cắt hình:

Khi cắt hình các chi tiết có hình dạng phức tạp, tất cả các kích thước và dung sai liên quan đến chi tiết được ghi trên bản vẽ chế tạo cối. Còn chày được chế tạo theo cối để có khe hở Z_{\min} .

Từ hình 60 chúng ta thấy khi làm việc cối bị mài mòn, các thành phần kích thước của cối thay đổi không giống nhau (hình 61).

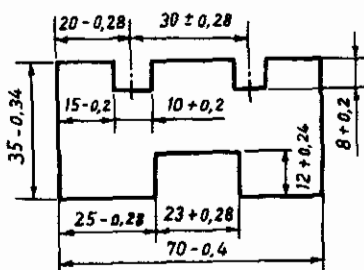
- Các thành phần kích thước tăng:(a).

- Các thành phần kích thước giảm:(b).

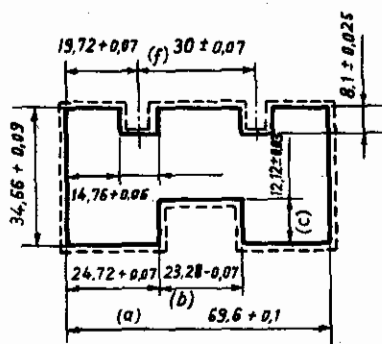
- Các thành phần kích thước không đổi:(c,f).

* Kích thước và dung sai của cối được xác định như sau:

- Đối với những thành phần kích thước tăng (a) kích thước danh nghĩa của cối lấy bằng kích thước giới hạn dưới của chi tiết, dung sai dương và bằng 1/4 dung sai chi tiết.



Hình 60. Chi tiết cần cắt.



Hình 61. kích thước và dung sai của cối (đường đứt: khi cối bị mòn).

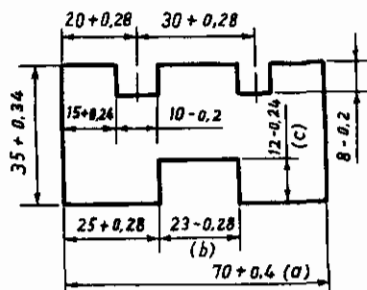
- Đối với những thành phần kích thước giảm (b) kích thước danh nghĩa của cối lấy bằng kích thước giới hạn trên của chi tiết, dung sai âm và bằng 1/4 dung sai chi tiết.

- Những thành phần kích thước không đổi (loại c): kích thước danh nghĩa của cối lấy bằng kích thước giới hạn dưới của chi tiết cộng với 1/2 dung sai chi tiết. Dung sai của kích thước đó lấy đối xứng và bằng 1/4 dung sai chi tiết.

- Đối với những kích thước không đổi (loại f) kích thước danh nghĩa của cối lấy bằng kích thước danh nghĩa của chi tiết. Dung sai lấy đối xứng và bằng 1/4 dung sai chi tiết.

b) Khi đột lỗ:

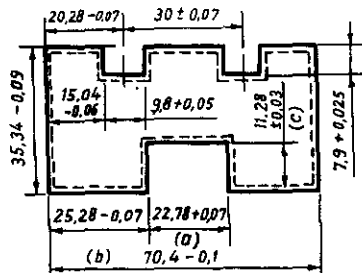
Khi đột lỗ hình dạng phức tạp (hình 62), tất cả dung sai và kích thước liên quan đến lỗ được ghi trên bản vẽ chế tạo chày. Cối được chế tạo với chày để có khe hở Z_{\min} .



Hình 62. Kích thước và dung sai của lỗ cần đột.

Tương tự như khi cắt hình, khi làm việc chày bị mài mòn làm cho các thành phần kích thước thay đổi không giống nhau (hình 63).

Cách xác định kích thước và dung sai của chày tương tự như đối với cối khi cắt hình:



Hình 63. Kích thước và dung sai của chày (đường đứt: chày bị mòn).

- Đối với thành phần kích thước tăng (a), kích thước danh nghĩa của chày lấy bằng kích thước giới hạn dưới của lỗ dung sai dương và bằng 1/4 dung sai chi tiết.

- Đối với thành phần kích thước giảm (b) kích thước danh nghĩa của chày lấy bằng kích thước giảm giới hạn trên của lỗ. Dung sai âm và bằng 1/4 dung sai của lỗ.

- Đối với thành phần kích thước không đổi (loại c): kích thước danh nghĩa của chày lấy bằng kích thước giới hạn dưới của lỗ cộng với 1/2 dung sai của lỗ. Dung sai trên kích thước đó lấy đối xứng và bằng 1/4 dung sai lỗ.

- Đối với thành phần kích thước không đổi (loại f): kích thước danh nghĩa của chày lấy bằng kích thước danh nghĩa của lỗ. Dung sai lấy đối xứng và bằng 1/4 dung sai lỗ.

III. ĐẶC ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÁC NGUYÊN CÔNG UỐN.

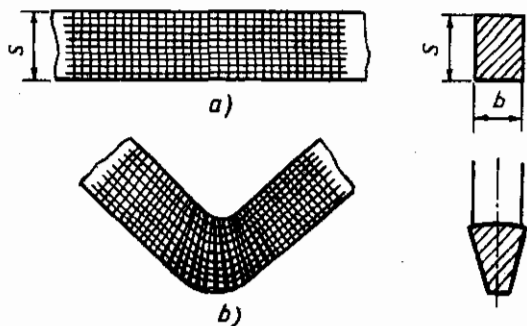
Câu hỏi 68: Đặc điểm của quá trình uốn kim loại tấm?

Trả lời: Khi uốn các kim loại tấm để đạt được những chi tiết có kích thước và hình dạng cần thiết, người ta nhận thấy rằng với tỷ số chiều rộng và chiều dày của phôi khác nhau, với mức độ biến dạng khác nhau (tỷ số giữa bán kính uốn và chiều dày vật liệu khác nhau) và trị số góc uốn khác nhau thì quá trình biến dạng xảy ra tại vùng uốn cũng có những đặc điểm khác nhau.

Nếu chúng ta uốn một dải phôi hẹp (có chiều rộng $b < 3S$) trên đó có kẻ sẵn mạng tọa độ trước khi uốn thì sau khi uốn chúng ta nhận thấy rằng:

- Tại vùng uốn các thứ ngang vẫn phẳng và vuông góc với trục phôi (hình 64).

- Các thứ dọc bị biến dạng khác nhau ở hai phía của phôi, các lớp kim loại ở phía trong góc uốn (phía bán kính nhỏ) thì bị nén và bị co ngắn theo hướng dọc

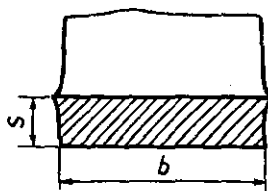


Hình 64. a - trước khi uốn
b - sau khi uốn

đồng thời bị kéo và dãn dài theo hướng ngang. Các lớp kim loại ở phía ngoài góc uốn (phía bán kính lớn) thì bị kéo và dãn dài theo

hướng dọc đồng thời bị nén và co ngắn theo hướng ngang, tạo thành độ cong ngang.

- Khi uốn những dải phôi rộng ($b > 3S$), chiều dày vật liệu giảm, mặt cắt ngang của phôi bị thay đổi không đáng kể, có thể coi như không đổi bởi vì trở lực biến dạng của vật liệu có chiều rộng lớn chống lại sự biến dạng theo hướng ngang. Khi đó các lớp kim loại ở phía trong góc uốn chỉ bị nén và co ngắn theo hướng dọc còn các lớp kim loại ở phía ngoài góc uốn chỉ bị kéo và dãn dài theo hướng dọc (hình 65).



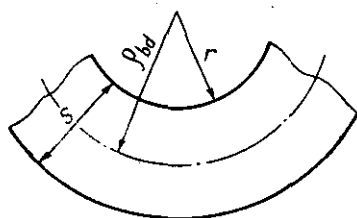
Hình 65. Tiết diện ngang khi uốn phôi dài rộng

- Khi uốn với mức độ biến dạng lớn, các lớp kim loại ở phía ngoài phôi bị kéo và dãn dài đáng kể, dễ gây hiện tượng nứt, gãy. Vì vậy khi cắt phôi uốn cần phải chú ý bố trí sao cho đường uốn vuông góc với thớ cán của phôi, tránh để đường uốn song song với thớ cán.

Câu hỏi 69: Lớp trung hoà biến dạng là gì? Cách xác định vị trí của nó?

Trả lời: Tại vùng uốn có những lớp kim loại bị nén và co ngắn đồng thời cũng có những lớp bị kéo và dãn dài theo hướng dọc vì vậy giữa các lớp đó sẽ tồn tại một lớp có chiều dài bằng chiều dài ban đầu của phôi. Lớp này người ta gọi là *lớp trung hoà biến dạng*. Lớp trung hoà biến dạng là cơ sở tốt nhất để xác định kích thước của phôi khi uốn và xác định bán kính uốn nhỏ nhất cho phép.

Khi uốn với bán kính uốn lớn, mức độ biến dạng ít, vị trí *lớp trung hoà biến dạng* nằm ở giữa chiều dày của dải phôi. Nghĩa là, bán kính cong ρ_{bd} của lớp trung hoà biến dạng được xác định theo công thức (hình 66) sau:



Hình 66. Bán kính cong của lớp trung hoà biến dạng

$$\rho_{bd} = r + \frac{S}{2} \quad (20)$$

trong đó: r - bán kính uốn.

S - chiều dày vật liệu.

Khi uốn với mức độ biến dạng lớn (góc uốn và bán kính uốn nhỏ) tiết diện ngang của phôi bị thay đổi nhiều, chiều dày vật liệu giảm. Khi đó lớp trung hoà biến dạng không đi qua giữa tiết diện phôi mà dịch chuyển về phía tâm cong, ở đây bán kính cong của lớp trung hoà biến dạng được xác định theo công thức:

$$\rho_{bd} = \left(\frac{r}{S} + \frac{\xi}{2} \right) \cdot \xi \cdot S \cdot \frac{b_{th}}{b} \quad (21)$$

trong đó: $\xi = \frac{S_1}{S}$ - hệ số giảm chiều dài.

S_1 - chiều dày trước khi uốn.

S - chiều dày sau khi uốn.

r - bán kính uốn.

b - chiều rộng ban đầu của dải.

B_{tb} - chiều rộng trung bình sau khi uốn.

$$b_{tb} = 1/2(b_1 + b_2)$$

b_1, b_2 - chiều rộng ở phía trên và phía dưới của dải sau khi uốn.

Khi chiều rộng của phôi lớn thì tỷ số $\frac{b_{tb}}{b} = 1$. Lúc đó:

$$\rho_{td} = \left(\frac{r}{S} + \frac{\xi}{2} \right) \cdot \xi \cdot S$$

- Trong thức tế sản xuất, để đơn giản cho quá trình tính toán, bán kính cong của lớp trung hoà được xác định:

$$\rho_{td} = r + X_0 S$$

Trong đó:
$$X_0 S = \frac{\xi^2 \cdot S}{2} - r(1 - \xi) \quad (22)$$

Hệ số X_0 được xác định bằng thực nghiệm và cho sẵn trong sổ tay. Hệ số này phụ thuộc chủ yếu vào tỷ số $\frac{r}{S}$, góc uốn α và loại vật liệu.

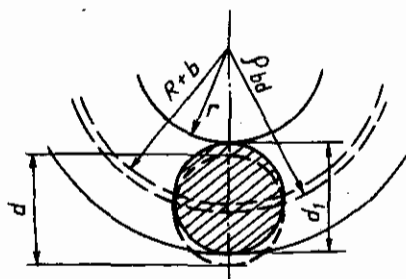
$X_0 \cdot S$ là khoảng cách từ lớp trung hoà biến dạng đến mặt trong của phôi.

- Khi uốn những phôi có tiết diện hình tròn, hình thang, hình thoi v.v... thì đặc tính biến dạng của tiết diện ngang cũng sẽ khác đi và do đó các hệ số ξ và X_0 cũng sẽ thay đổi.

Khi uốn phôi có tiết diện tròn đường kính d với bán kính uốn $r \geq 1,5d$ thì tiết diện ngang của phôi hầu như không đổi, lớp trung hoà biến dạng đi qua giữa tiết diện phôi:

$$\rho_{bd} = r + \frac{d}{2}$$

Nếu uốn với bán kính uốn nhỏ $r < 1,5d$ thì tiết diện phôi bị méo (có hình ôvan hoặc hình quả trứng) (hình 67). Khi đó:



Hình 67. Tiết diện ngang của phôi bị thay đổi khi uốn phôi tròn với bán kính uốn nhỏ.

$$\rho_{bd} = \left(r + \xi_1 \cdot \frac{d}{2} \right) \cdot \xi_1$$

trong đó:

r - bán kính uốn

$\xi_1 = d_1/d$ - hệ số biến dày theo hướng kính.

d, d_1 - đường kính của phôi trước và sau khi uốn.

Câu hỏi 70: Bán kính nhỏ nhất cho phép khi uốn là gì? Tại sao phải xác định nó khi uốn?

Trả lời: Bán kính nhỏ nhất cho phép khi uốn là giá trị bán kính uốn giới hạn có thể uốn được đối với mỗi loại vật liệu nhất định.

Khi uốn, những thớ kim loại mặt ngoài của phôi bị kéo và bị dãn dài. nếu bán kính uốn quá nhỏ sẽ làm cho các thớ kim loại ở lớp ngoài cùng bị kéo căng và có thể bị đứt vì vậy cần phải xác định giá trị bán kính nhỏ nhất cho phép khi uốn để tránh hiện tượng nứt, gây các thớ kim loại ngoài cùng. Giá trị bán kính này phù hợp với tính dẻo của từng loại vật liệu. Nó được xác định tùy thuộc vào mức độ biến dạng giới hạn của lớp kim loại ngoài cùng.

- Khi mức độ biến dạng ít:

$$r_{\min} = \frac{S}{2 \cdot \varepsilon_{\max}} - \frac{S}{2}$$

hay:

$$r_{\min} = \frac{S(1 - 2\psi_{\max})}{2\psi_{\max}}$$

- Khi mức độ biến dạng nhiều:

$$r_{\min} = \frac{\xi + 2\psi_{\max} - 2}{2(1 - \psi_{\max} - \xi)} \xi \cdot S$$

- Khi đường uốn nằm dọc theo hướng cán, để cho chi tiết không bị nứt, gãy thì mức độ giới hạn lấy giảm đi.

$$\psi_{\max}^* = 0,7 \cdot \psi_{\max}$$

Trong thực tế sản xuất, giá trị của các bán kính nhỏ nhất cho phép đã được xác định bằng thực nghiệm và cho sẵn trong sổ tay.

Câu hỏi 71: Làm thế nào để khắc phục hiện tượng đàn hồi sau khi uốn?

Trả lời: Uốn là một quá trình biến dạng dẻo có kèm theo biến dạng đàn hồi. Do ính chất đàn hồi của vật liệu, sau khi uốn biến dạng đàn hồi mất đi, kích thước và hình dạng sản phẩm thay đổi so với kích thước và hình dạng của khuôn. Hiện tượng đó gọi là *hiện tượng đàn hồi khi uốn*.

Hiện tượng đàn hồi thường gây ra sự sai lệch về góc uốn và bán kính uốn. Vì vậy muốn cho chi tiết có góc và bán kính uốn đã cho thì góc và bán kính uốn của khuôn phải thay đổi một lượng đúng bằng trị số đàn hồi.

Bằng thực nghiệm người ta đã xác định được rằng trị số đàn hồi phụ thuộc chủ yếu vào loại và chiều dày vật liệu, hình dạng chi tiết uốn, bán kính uốn tương đối r/S ; lực uốn và phương pháp uốn.

Khi giới hạn chảy của vật liệu càng cao, tỷ số r/S càng lớn và chiều dày vật liệu S càng nhỏ thì hiện tượng đàn hồi càng lớn.

Trị số đàn hồi có thể xác định bằng phương pháp thực nghiệm hoặc giải tích.

Khi uốn với tỷ số $(r/S) < 10$ thì sai lệch chủ yếu là góc uốn, còn bán kính uốn thay đổi không đáng kể. Trị số góc đàn hồi cho sẵn trong sổ tay.

Khi uốn với tỷ số $(r/S) > 10$ thì sau khi uốn cả góc uốn và bán kính uốn đều bị thay đổi. Khi đó bán kính cong của chày có thể xác định bằng công thức:

$$r_{\text{chày}} = \frac{r'}{1 + 3k_0} \quad (23)$$

trong đó: r' - bán kính của sản phẩm (sau khi đàn hồi).

$$k_0 = \frac{\sigma_s \cdot r'}{E \cdot S} - \text{hệ số uốn.}$$

σ_s - giới hạn chảy của vật liệu.

E - môđun đàn hồi của vật liệu.

S - chiều dày vật liệu.

- Góc đàn hồi β được xác định theo công thức:

$$\beta = (180^\circ - \alpha_0) \cdot \left(\frac{r'}{r} - 1\right)$$

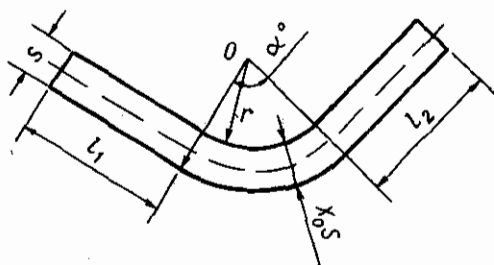
trong đó:

α_0 - góc của chi tiết (sau khi đàn hồi).

Thường không thể uốn những chi tiết mảnh và dài với những bán kính uốn lớn ($r > 15S$) bằng phương pháp thông thường do sự đàn hồi lớn. Muốn nhận được chi tiết dạng này người ta phải sử dụng phương pháp uốn có kéo. Khi uốn có kéo lớp trung hoà biến dạng không đi qua trọng tâm tiết diện ngang của phôi mà dịch chuyển đáng kể về phía tâm cong. Lực kéo càng lớn thì khoảng dịch chuyển càng nhiều và thường nằm ngoài tiết diện ngang của phôi.

Trả lời: Cơ sở để xác định kích thước của phôi uốn là dựa vào đặc tính của lớp trung hoà biến dạng (có độ dài bằng độ dài của phôi ban đầu).

Khi uốn với bán kính cong xác định, lớp trung hoà biến dạng nằm cách mặt trong của phôi một khoảng $X_0.S$, do đó độ dài của phôi bằng tổng độ dài các đoạn thẳng và các đoạn cong (hình 68).



Hình 68. Cách xác định độ dài phôi uốn.

Nếu uốn một góc với góc uốn α và bán kính uốn r thì độ dài của phôi được xác định theo công thức:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + l_{n+1} + \frac{\pi \cdot \alpha^0}{180^0} (r + X_0 \cdot S) \quad (24)$$

Nếu uốn nhiều góc với các bán kính uốn khác nhau thì:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + \frac{\pi \alpha_1}{180^0} (r_1 + X_1 \cdot S) + \frac{\pi \alpha_2}{180^0} (r_2 + X_2 \cdot S) + \dots + \frac{\pi \alpha_n}{180^0} (r_n + X_n \cdot S)$$

X_1, X_2, \dots, X_n - các hệ số đặc trưng cho vị trí của lớp trung hoà biến dạng phụ thuộc vào tỷ số r/S và được xác định theo bảng cho sẵn trong số tay dập nguội [3].

Đối với các chi tiết quan trọng, có hình dạng phức tạp và yêu cầu chính xác thì cần phải kiểm tra độ dài của phôi bằng thực nghiệm trước khi đưa vào sản xuất hàng loạt.

Khi uốn góc không có bán kính cong hoặc bán kính cong rất nhỏ ($r < 0.3S$) thì kim loại tại góc uốn bị biến mỏng nhiều. Lúc đó kích thước phôi được xác định như sau (hình 69a).

Nếu uốn một góc:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 + 0,785.S$$

Đối với vật liệu dẻo, nếu công thức trên kích thước của phôi vẫn thừa do có sự biến dạng ở các vùng lân cận góc uốn. Vì vậy độ dài phôi được tính theo công thức:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 X'.S$$

trong đó: $X'.S$ là lượng kim loại thêm vào để tạo thành góc. X' là hệ số phụ thuộc vào độ cứng và chiều dày vật liệu ($X' = 0,4 \div 0,6$), nếu vật liệu càng mềm thì hệ số X' càng nhỏ.

Khi uốn nhiều và uốn lần lượt từng góc một thì kích thước phôi xác định như sau:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 + \dots + l_{n+1} + 0,5.S.n \quad (\text{hình 69b})$$

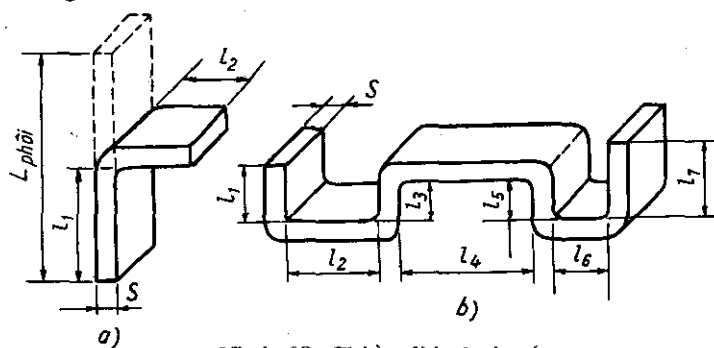
Khi uốn đồng thời nhiều góc thì sẽ có sự kéo vật liệu ở các vùng lân cận để tạo thành góc, do đó lượng kim loại thêm vào để tạo thành góc giảm đi 1/2 so với khi uốn lần lượt từng góc một. Nghĩa là:

$$L_{\text{phôi}} = l_1 + l_2 + \dots + l_{n+1} + 0,25.S.n$$

Trong đó: S là chiều dày phôi.

n là tổng số góc uốn.

Đối với vật liệu rất dẻo có thể lấy lượng thêm bằng 0,125S cho mỗi góc.



Hình 69. Chiều dài phôi uốn.

Câu hỏi 73: Khi thiết kế khuôn cần phải chú ý những gì?

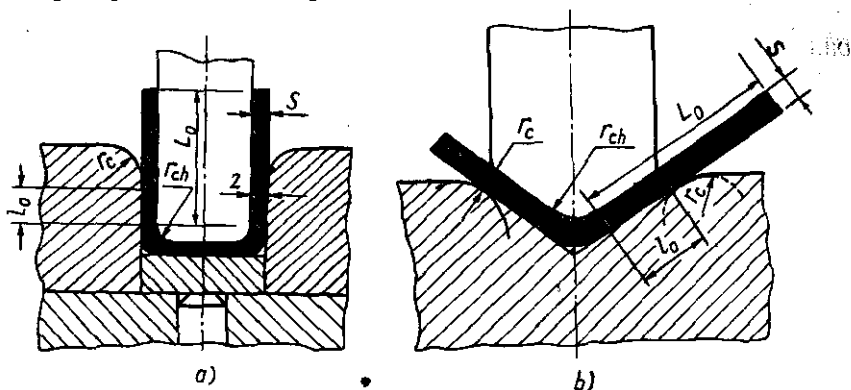
Trả lời: Bán kính góc lượn của cối r_c , khe hở giữa chày và cối Z, chiều sâu phân làm việc của cối, độ bóng làm việc của chày và cối v.v... là những yếu tố có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng sản phẩm uốn, lực uốn và năng suất lao động.

Nếu bán kính lượn ở mép làm việc của cối nhỏ thì lực uốn tăng và sự trượt của phôi vào cối càng khó khăn, nếu bán kính quá nhỏ sẽ gây khuyết tật, làm giảm chất lượng sản phẩm. Vì vậy khi thiết kế khuôn phải xác định r_c cho hợp lý. Bán kính lượn của cối có thể xác định dựa vào biến dạng kéo lớn nhất của thớ ngoài cùng. Thông thường thì r_c được chọn theo số liệu thực nghiệm trong các bảng cho sẵn ở sổ tay.

Bán kính lượn của chày r_{ch} lấy theo bán kính trong của sản phẩm hoặc lấy bằng bán kính uốn nhỏ nhất cho phép.

$$r_{ch} \geq [r_{min}]$$

Khi chi tiết uốn cân đối xứng thì bán kính lượn của cối ^{tiền} phải giống nhau ở cả hai phía (hình 70).



Hình 70. Bán kính lượn của chày và cối

Trị số khe hở giữa chày và cối khi uốn hai góc phụ thuộc vào loại vật liệu và chiều dày vật liệu, dung sai chế tạo vật liệu và chiều dài cánh uốn.

$$Z = S + CS + \delta_{vl} = S_{\max} + CS \quad (25)$$

Trong đó:

S - chiều dày vật liệu.

Z - trị số khe hở một phía.

δ_{vl} - sai lệch trên của dung sai chiều dày vật liệu.

C - hệ số tính đến sự giảm ma sát giữa chi tiết và bề mặt làm việc của cối.

Cũng có thể tính trị số khe hở Z gần đúng theo công thức:

$$Z = (1 + 1,1)S \text{ đối với kim loại màu,}$$

$Z=(1,05\div 1,15)S$ đối với thép.

Khi cần giảm sự đàn hồi của chi tiết thì khe hở Z có thể lấy bằng chiều dày nhỏ nhất của vật liệu.

Nếu chi tiết cần lấy kích thước ngoài thì khe hở được lấy về phía chày (giảm kích thước chày) và ngược lại khi cần lấy kích thước trong thì khe hở Z được lấy về phía cối (tăng kích thước cối).

IV. ĐẶC ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÔNG NGHỆ DẬP VUỐT

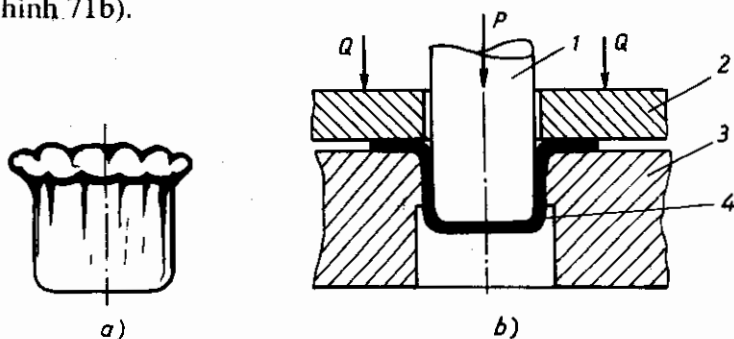
Câu hỏi 74: Trong quá trình dập vuốt thường xảy ra những hiện tượng gì?

Trả lời: Quá trình dập vuốt xảy ra là nhờ sự biến dạng dẻo của kim loại với sự dịch chuyển phần lớn thể tích phôi để tạo thành chi tiết.

Khi dập vuốt với mức độ biến dạng lớn (tức là chiều sâu dập vuốt lớn) và chiều dày vật liệu nhỏ (tỷ số $\frac{S}{D_{\text{phôi}}}$ nhỏ) thì quá trình dập vuốt xảy ra thường có hiện tượng nhăn (hình 71a). Sở dĩ có hiện tượng này là do sự dịch chuyển thể tích kim loại ở phần vành để tạo thành phần hình trụ làm cho phần vành bị mất ổn định.

Để khắc phục hiện tượng nhăn người ta dùng tấm chặn vật liệu. Tấm chặn sẽ ép phần vành khăn của phôi vào bề mặt làm việc của cối, cưỡng bức vật liệu dịch chuyển theo hướng kính dưới tác

dụng của áp lực chày mà không có sự dịch chuyển theo phương tiếp tuyến (hình 71b).



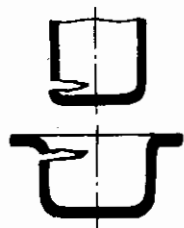
Hình 71. Hiện tượng nhân sản phẩm dập vuốt a) và cách thức khắc phục b).

1. chày, 2. tấm chặn, 3. cối, 4. chi tiết

Khi dập vuốt với chiều sâu nhỏ hoặc chiều dày vật liệu lớn thì có thể không cần tấm chặn bởi vì khi đó phần vành không bị mất ổn định.

Ở phần chuyển tiếp giữa đáy và thành hoặc giữa thành với mặt vành kim loại bị biến mỏng đáng kể (chiều dày vật liệu bị giảm) vì thế khi dập vuốt sâu hoặc lực chặn quá lớn thì chi tiết dễ bị rách ở bán kính lượn của đáy hoặc phần chuyển tiếp giữa thành với mặt vành (hình 72).

Chính vì những lý do trên, việc sử dụng tấm chặn là điều không khuyến khích, nó làm tăng ứng suất kéo ở tiết diện nguy hiểm (phần chuyển tiếp giữa đáy và thành) dễ gây rách hoặc đứt đáy.



Hình 72. Hiện tượng rách đáy và vành

Khi dùng tấm chặn phải điều chỉnh lực chặn sao cho hợp lý. Nếu lực chặn nhỏ, không đủ để chống lại sự tạo nếp nhăn thì chi tiết sẽ bị nhăn nhưng khi lực chặn quá lớn lại gây đứt hoặc rách đáy.

Do trạng thái ứng suất và biến dạng ở các phần khác nhau của chi tiết dập vuốt không giống nhau nên chiều dày vật liệu của thành chi tiết ở các vị trí khác nhau trên tiết diện dọc cũng không giống nhau:

- Sự biến mỏng thường xảy ra ở phần chuyển tiếp giữa đáy và thành, lượng giảm chiều dày lớn nhất có thể đến 30% và lớn hơn (khi rách đáy).
- Càng gần mép trên thành chi tiết, chiều dày càng lớn và cực đại ở mép trên cùng hoặc mép ngoài cùng của vành. Sự tăng chiều dày vật liệu thường từ 15÷25% (đôi khi 30%) so với chiều dày ban đầu.

Câu hỏi 75: Khi dập vuốt chi tiết hình trụ, không biến mỏng chiều dày vật liệu, kích thước của phôi được xác định như thế nào?

Trả lời: Khi dập vuốt không biến mỏng thành, người ta bỏ qua sự thay đổi chiều dày vật liệu (do quá trình biến dạng gây ra). Do vậy việc xác định kích thước của phôi dựa vào sự cân bằng diện tích bề mặt của phôi và chi tiết (khi có cắt mép phải tính đến lượng dư để cắt mép).

Trường hợp chi tiết hình trụ không có bán kính lượn ở đáy hoặc bán kính lượn ở đáy nhỏ, đường kính phôi xác định như sau (hình 73):

— Nếu vật liệu mỏng $S < 1,5\text{mm}$:

$$D_{\text{phôi}} = \sqrt{d_{\text{tr}}^2 + 4 \cdot d_{\text{ng}} \cdot H_{\text{tr}}} = \sqrt{d_{\text{tr}}^2 + 4 \cdot d_{\text{tr}} \cdot H_{\text{ng}}} \quad (26)$$

- nếu vật liệu dày:

$$D_{\text{phôi}} = \sqrt{d_{\text{tb}}^2 + 4 \cdot d_{\text{tb}} \cdot (h + h')} \quad (27)$$

trong đó:

d_{tr} , d_{ng} - đường kính trong và ngoài hình trụ.

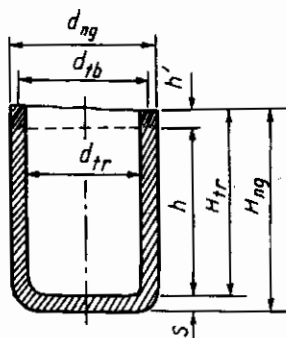
H_{tr} , H_{ng} - chiều cao bên trong và bên ngoài của hình trụ

d_{tb} - đường kính trung bình

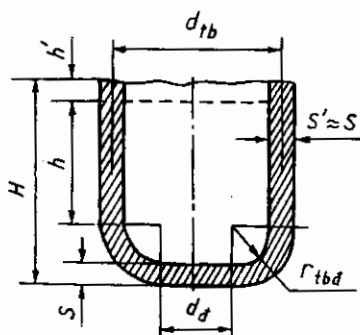
h' - lượng dư để cắt mép.

Trong đa số trường hợp sau khi dập vuốt thường phải cắt mép, do đó khi tính phôi phải kể đến lượng dư để cắt mép. Trị số lượng dư này phụ thuộc vào vào loại vật liệu và chiều dày vật liệu, hình dạng chi tiết và tỷ số chiều cao tương đối h/d . Trị số này có thể tra bảng trong sổ tay hoặc có thể lấy gần đúng bằng $5\% D_{\text{phôi}}$.

Trường hợp chi tiết hình trụ có bán kính lượn ở đáy lớn (hình 74).



Hình 73



Hình 74

$$D_{\text{phôi}} = \sqrt{d_d^2 + 4 \cdot d_{tb} (h + h') + \pi \cdot r_{tbj} (d_d + d_{tb})} \quad (28)$$

Nếu tính toán chính xác hơn:

$$D_{\text{phôi}} = \sqrt{d_d^2 + 4 \cdot d_{tb} (h + h') + 2\pi \cdot r_{tbj} \cdot d_d + 8r_{tbj}^2} \quad (29)$$

trông đó:

d_d - đường kính phần đáy hình tròn

d_{tb} - đường kính trung bình của hình trụ.

h - chiều cao phần hình trụ.

h' - lượng dư để cắt mép.

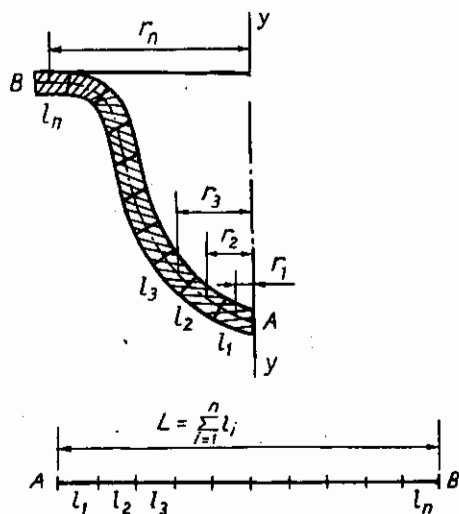
r_{tbj} - bán kính trung bình ở đáy.

Câu hỏi 76: Khi dập vuốt không biến mỏng các chi tiết tròn xoay, hình dạng phức tạp, kích thước phôi xác định như thế nào?

Trả lời: Đối với các chi tiết tròn xoay, hình dạng phức tạp khi dập vuốt không biến mỏng, kích thước của phôi cũng được xác định dựa vào sự cân bằng diện tích của phôi và chi tiết. Việc tìm diện tích của chi tiết dựa vào định lý Gungien-Papys: "Diện tích bề mặt của một vật thể tròn xoay được tạo bởi một đường cong phẳng bất kỳ khi quay xung quanh một trục nằm cùng trên mặt phẳng đó bằng tích số giữa độ dài của đường sinh (độ dài đường cong) với chu vi vòng tròn có bán kính bằng khoảng cách từ trọng tâm của đường cong đến trục quay".

Ví dụ: Xác định kích thước phôi để dập vuốt chi tiết tròn xoay được tạo bởi đường cong AB quay xung quanh trục yy (hình 75).

Chia đường cong AB thành các phần tử nhỏ, $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ và có thể coi chúng là các đoạn thẳng. Khoảng cách từ trọng tâm của các đoạn thẳng đó đến trục quay yy tương ứng là: $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$. Diện tích của chi tiết sẽ bằng tổng diện tích các phần tử hình học được tạo bởi các đoạn cong quay quanh yy:



Hình 75

$$F_{\text{chi tiết}} = 2\pi(r_1l_1 + r_2l_2 + r_3l_3 + \dots + r_nl_n)$$

$$= 2\pi \cdot R_{\text{tb}} \cdot L$$

trong đó:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n = \sum_{i=1}^n l_i$$

nếu $l_1 = l_2 = l_3 = \dots = l_n$

thì $L = n \cdot l$

$$R_{\text{tb}} = \frac{1}{n}(r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n)$$

khi đó: $F_{\text{chi tiết}} = (r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n) \cdot 2\pi \cdot l$

$$\text{vậy } D_{\text{phôi}} = \sqrt{8(r_1 + r_2 + \dots + r_n) \cdot l}$$

Nếu chi tiết tròn xoay bao gồm nhiều phần tử hình học đơn giản tạo thành thì diện tích chi tiết sẽ bằng tổng diện tích của các phần tử đơn giản đó. Công thức tính diện tích các phần tử đơn giản được cho sẵn trong sổ tay.

Trong thực tế sản xuất, sau khi dập vuốt thường phải tiến hành cắt mép nên khi tính phôi chúng ta bỏ qua sự biến mỏng cục bộ ở phần chuyển tiếp giữa đáy và thành. Trường hợp dập vuốt không cần cắt mép (khi tỷ số h/d nhỏ) thì đường kính phôi cần tính toán chính xác hơn tức là phải tính đến sự biến mỏng cục bộ:

$$D_{\text{phôi bm}} = \sqrt{\alpha \cdot \frac{4}{\pi} \cdot F_{\text{chi}}}} = \sqrt{\alpha \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \sum_{i=1}^n F_i}} = \sqrt{\alpha} \cdot D_{\text{phôi}} \quad (30)$$

hoặc

$$D_{\text{phôi bm}} = \sqrt{8 \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cdot r_i \cdot \alpha} \quad (31)$$

Trong đó:

$D_{\text{phôi}}$ - đường kính phôi khi không tính đến sự biến mỏng cục bộ.

α - hệ số thay đổi chiều dày vật liệu (hệ số biến mỏng trung bình $\alpha = 0,9 \div 1$).

Câu hỏi 77: Kích thước phôi để dập vuốt có biến mỏng thành các chi tiết hình trụ được xác định như thế nào?

Trả lời: Khi dập vuốt các chi tiết hình trụ có biến mỏng thành, kích thước của phôi được xác định dựa vào điều kiện cân bằng thể tích kim loại giữa phôi và chi tiết.

Thể tích của chi tiết bằng tổng thể tích của các phần tử hình học đơn giản tạo thành

$$D_{\text{phôi}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V}{S}} \quad (32)$$

trong đó:

V - thể tích phôi có tính đến lượng dư để cắt mép.

S - chiều dày phôi.

$$S = (1 + a) \cdot S_{\text{đáy}}$$

$S_{\text{đáy}}$ - chiều dày đáy.

$$V = (1 + a) \cdot V_{\text{chi tiết}}$$

a - hệ số tính đến lượng dư cắt mép.

nếu $h/d < 3$ thì $a = (8 \div 10\%) V_{\text{chi tiết}}$

$h/d = 3 \div 10$ thì $a = (10 \div 12\%) V_{\text{chi tiết}}$

$h/d > 10$ thì $a = (12 \div 15\%) V_{\text{chi tiết}}$

Câu hỏi 78: Kích thước và hình dạng phôi khi dập vuốt các chi tiết hình hộp vuông và chữ nhật xác định như thế nào?

Trả lời: Khi dập vuốt các chi tiết hình hộp có đáy vuông hoặc chữ nhật, quá trình biến dạng xảy ra không giống nhau dọc theo chu vi

của hộp và tùy thuộc vào các thông số hình học của hộp, phương pháp xác định hình dạng và kích thước phôi cũng khác nhau.

Trong trường hợp dập vuốt các chi tiết có đáy vuông và chữ nhật thấp, đặc trưng bằng tỷ số $\frac{r}{B-H} \leq 0,22$ (r - bán kính lượn ở góc, B - chiều rộng hộp, H - chiều cao hộp), thì có thể coi quá trình dập vuốt chỉ xảy ra ở 4 góc hộp còn ở các phần thành thẳng (cạnh hộp) chỉ chịu uốn. Vì vậy kích thước phôi ở các phần thành thẳng có thể tính theo công thức tính phôi uốn, còn ở góc hộp tính phôi như đối với dập vuốt (có thể coi 4 góc hộp ghép lại thành một chi tiết hình trụ có đường kính $d=2.r_{\text{góc}}$ và chiều cao H) (hình 76). Nghĩa là:

$$L=H+0,57.r_d$$

Bán kính phôi để dập vuốt tạo thành góc hộp:

$$R=\sqrt{2.r_g.H} \text{ khi } r_g=r_d=r$$

$$R = \sqrt{r_g^2 + 2.r_g.H - 0,86.r_d(r_g + 0,16.r_d)}$$

$$\text{khi } r_g \neq r_d$$

trong đó:

r_g, r_d : bán kính lượn ở góc và đáy hộp.

H : chiều cao hộp.

Hình dạng phôi ở góc hộp được sửa cho đều đặn bằng cách kẻ các tiếp tuyến với cung R qua các điểm giữa của đoạn ab . Sau đó nối các đoạn thẳng bằng các cung có bán kính R .

Trường hợp sau khi dập vuốt cần phải cắt mép thì kích thước L được tính thêm lượng dư để cắt mép. Khi đó để đơn giản cho khuôn cắt phôi hình dạng của phôi có thể là hình chữ nhật có vát góc.

Đối với các chi tiết hình hộp vuông có bán kính lượn ở góc thì kích thước phôi có thể xác định một cách gần

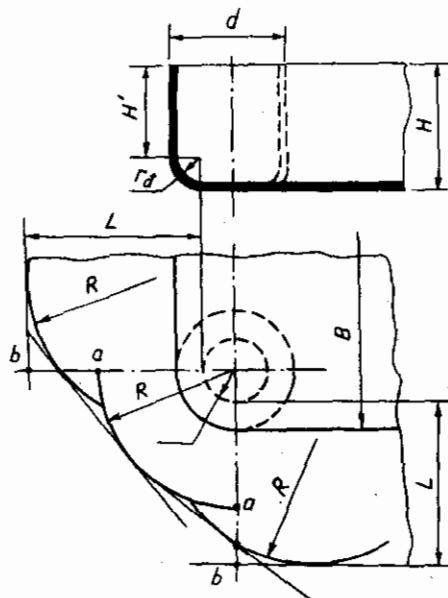
$$\text{đúng: } R_{\text{phôi}} = \frac{B}{2} + H.$$

Khi đó phôi là hình tròn bán kính $R_{\text{phôi}}$ và có tâm trùng với tâm của đáy hộp.

Câu hỏi 79: Phương pháp tính toán công nghệ cho các chi tiết hình trụ không có vành như thế nào?

Trả lời: Việc tính toán công nghệ dập vuốt cho chi tiết hình trụ không có vành bao gồm:

- Xác định mức độ cho phép ở mỗi nguyên công.
- Xác định số nguyên công cần thiết.
- Xác định kích thước chi tiết ở mỗi nguyên công.



Hình 76. Xây dựng hình dạng phôi khi dập vuốt hình hộp thấp.

- Xác định các bán kính lượn của cối và chày ở mỗi nguyên công

Để đánh giá mức độ biến dạng trong quá trình dập vuốt người ta đã đưa ra những chỉ tiêu khác nhau, song trong thực tế sản xuất chỉ tiêu được sử dụng rộng rãi hơn cả là hệ số dập vuốt

$m = \frac{d}{D}$ (vì nó đơn giản và thuận lợi cho quá trình tính toán).

Hệ số dập vuốt là tỷ số giữa đường kính của sản phẩm và phôi (khi dập một nguyên công) hoặc của chi tiết sau khi dập vuốt và phôi trước khi dập vuốt.

$$\text{Đối với nguyên công đầu: } m_1 = \frac{d_1}{D_{\text{phôi}}}$$

$$\text{Đối với nguyên công sau: } m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}}$$

Mỗi mức độ biến dạng đều tương ứng với một trị số ứng suất nhất định, vì vậy việc chọn hệ số dập vuốt m cần phải đảm bảo sao cho với hệ số đó trạng thái ứng suất trong vật liệu không vượt quá giới hạn bền. Việc chọn đúng trị số m có ý nghĩa rất quan trọng cho quá trình công nghệ dập vuốt một chi tiết, nó quyết định chất lượng sản phẩm dập và tính kinh tế của quy trình công nghệ.

Trị số mức độ biến dạng cho phép ở mỗi nguyên công được xác định bởi các hệ số dập vuốt m . Các hệ số này đã được xác định bằng thực nghiệm và đã được kiểm tra qua thực tế sản xuất. Trị số

của các hệ số dập vuốt m được cho sẵn trong số tay [3] tùy thuộc vào tỷ số $\frac{S}{D} \cdot 100\%$.

Để xác định số lượng nguyên công N chúng ta coi hệ số dập vuốt ở các nguyên công tiếp theo là như nhau:

$$m_2 = m_3 = \dots = m_n = m$$

$$\text{Khi đó } m_1 = \frac{d_1}{D} \rightarrow d_1 = m_1 \cdot D$$

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

tương tự $d_3 = m_3 \cdot d_2 = m^2 \cdot m_1 \cdot D$

$$d_n = m_n \cdot d_{n-1} = m^{n-1} \cdot m_1 \cdot D \rightarrow \lg d_n = \lg(m^{n-1} \cdot m_1 \cdot d) \rightarrow$$

Số nguyên công N sẽ là:

$$N = \frac{\lg d_n - \lg m_1 D}{\lg m} + 1 \quad (33)$$

ở đây: D - đường kính phôi.

d_1, d_2, d_{n-1} - đường kính của bán thành phẩm ở các nguyên công.

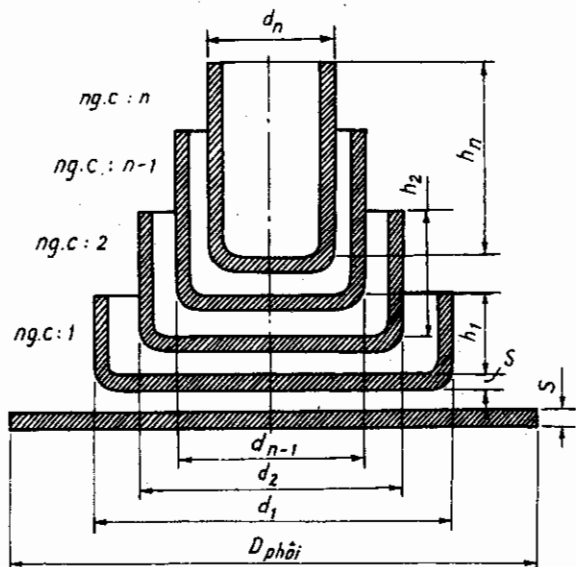
d_n - đường kính sản phẩm.

m_1, m_2, m_3, \dots, m - hệ số dập vuốt ở các nguyên công.

Do có sự biến cứng trong quá trình dập vuốt nên hệ số dập vuốt ở các nguyên công tiếp theo lấy tăng dần, nghĩa là:

$$m_1 < m_2 < m_3 < \dots < m_n$$

Sau khi xác định các hệ số dập vuốt m và số nguyên công chúng ta có thể xác định được đường kính và chiều cao của chi tiết ở mỗi nguyên công:



Hình 77. Trình tự dập vuốt chi tiết hình trụ không có vành, không biến mỏng thành.

$$d_1 = m_1 \cdot D_{\text{phôi}}; d_2 = m_2 \cdot d_1; \dots; d_n = m_n \cdot d_{n-1}$$

Công thức xác định chiều cao của chi tiết ở mỗi nguyên công cho sẵn trong sổ tay tùy thuộc vào hình dạng của sản phẩm.

Trị số bán kính lượn của cối và chày có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình dập vuốt. Nếu bán kính lượn ở mép cối nhỏ, quá trình dập vuốt sẽ khó khăn, lực dập vuốt tăng. Bán kính lượn ở mép cối càng lớn, quá trình dập vuốt càng thuận lợi, nhưng khi $r_{\text{cối}}$ quá lớn, diện tích chặn không đủ, chi tiết lại dễ bị nhăn. Vì vậy chọn trị số

bán kính lượn của cối và chày thích hợp tùy thuộc vào tỷ số $\frac{S}{D} \cdot 100$ và mức độ biến dạng ở mỗi nguyên công.

Khi tính toán công nghệ, thường các kích thước yêu cầu của sản phẩm không trùng với kích thước tính toán theo hệ số. trường hợp này cần phân đều sự biến dạng cho các nguyên công, nghĩa là lấy hệ số dập vượt ở các nguyên công tăng lên một chút. Hình 77 là một ví dụ về dập vượt.

Câu hỏi 80: Khi dập các chi tiết hình trụ có vành, phương pháp tính toán công nghệ như thế nào?

Trả lời: Đối với các chi tiết hình trụ có vành (hình 78), tùy theo kích thước của vành mà phương pháp tính toán công nghệ dập vượt có khác nhau:

Đối với các chi tiết hình trụ sâu, mặt vành nhỏ (tỷ số $\frac{dv}{d} = 1,1 \div 1,4$ và $h/d > 1$) thì người ta tiến hành dập vượt giống như dập vượt chi tiết hình trụ không có vành. Phương pháp tính toán công nghệ và các hệ số dập vượt lấy như đối với chi tiết hình trụ không có vành. Mặt vành được tạo ra ở nguyên công cuối cùng bằng cách dập lại phần vành rỗng từ bề mặt hình trụ của nguyên công thứ $(n-1)$. Sau đó tinh chỉnh và cắt mép.

Đối với các chi tiết hình trụ sâu, mặt vành lớn ($\frac{dv}{d} > 1,4$ và $h/d > 1$) thì kích thước của vành được tạo ra ngay từ nguyên công đầu (kể cả lượng dư để cắt mép). Ở các nguyên công tiếp theo chi tiết hành phân bố lại thể tích kim loại ở phần hình trụ đã vượt ở nguyên

công đầu để tăng chiều cao và giảm đường kính của hình trụ nguyên công trước mà không thay đổi đường kính của vành (hình 78). Điều đó cho phép giảm bớt biến dạng và giảm ứng suất ở tiết diện nguy hiểm một lượng đáng kể.

Khi dập vuốt chi tiết hình trụ có vành rộng, hệ số

$$m_1 = \frac{d_1}{D_{\text{phôi}}}$$

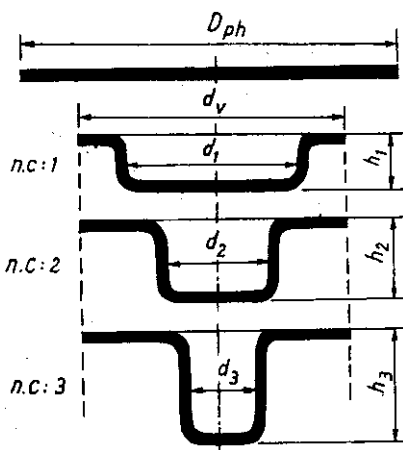
không phản ánh đúng mức độ biến dạng vì phần vành được tạo ra ngay từ nguyên công đầu và không bị kéo vào trong cối. Do đó hệ số dập vuốt lần đầu được xác định như sau:

$$m_1^v = \frac{d_1}{D_q} \text{ trong đó:}$$

m_1^v - hệ số dập vuốt lần đầu khi dập vuốt chi tiết hình trụ có vành rộng.

d_1 - đường kính dập vuốt lần đầu.

D_q - đường kính phôi quy ước (phân phôi để tạo ra hình trụ có đường kính d_1 và chiều cao h_1)



Hình 78. Trình tự dập vuốt chi tiết hình trụ có vành rộng.

$$m_1^v = \frac{d_1}{\sqrt{d_1^2 + 4 \cdot d_1 \cdot h_1}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot \frac{h_1}{d_1}}} \quad (34)$$

Nếu kể đến bán kính lượn ở đáy và ở vành:

$$r_d = r_v = r \text{ thì}$$

$$m_1^y = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot \frac{h_1}{d_1} + 4(\pi + \frac{r}{d_1} - 1) \cdot \frac{r}{d_1}}} \quad (35)$$

Giá trị của hệ số dập vuốt lần đầu tùy thuộc vào tỷ số dv/d và chiều dày tương đối của vật liệu $S/D_{\text{phôi}} \cdot 100$ cho sẵn trong sổ tay [3].

Số các nguyên công tiếp theo được xác định do sự cần thiết phải vuốt lại phần hình trụ đường kính d_1 để đạt được đường kính yêu cầu của sản phẩm d . Việc tính toán công nghệ các nguyên công

tiếp theo dựa vào hệ số dập vuốt $m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}}$ mà không phụ thuộc vào

kích thước vành. Giá trị của các hệ số dập vuốt ở các nguyên công tiếp theo có thể lấy như khi dập vuốt chi tiết hình trụ không có vành.

Ngoài ra do ở các nguyên công tiếp theo, đường kính vành không đổi và ứng suất kéo không vượt quá giới hạn cho phép nên cần thiết phải tính toán sự phân bố lại thể tích kim loại dựa vào điều kiện thể tích không đổi hoặc điều kiện cân bằng diện tích bề mặt phôi và chi tiết.

$$F = F_1 + f_{\text{vph}} = \text{const}$$

trong đó:

F_1 - diện tích bề mặt kim loại được vuốt vào trong cối ở nguyên công đầu.

$f_{\text{phôi}}$ - diện tích phần vành phẳng.

Do có sự biến dày của phần vành nên khi dập các chi tiết có vành rộng qua nhiều nguyên công với phôi tương đối dày $\left(\frac{S}{D} \cdot 100 > 2\right)$ thì lượng kim loại vuốt vào trong cối ở nguyên công đầu cần tăng lên từ 3÷5% để tránh sự thiếu hụt kim loại gây phế phẩm.

Chiều sâu dập vuốt ở các nguyên công có thể xác định theo công thức:

$$h_1 = \frac{D_{\text{phôi}}^2 - d_v^2}{4 \cdot d_1} + 0,86 \cdot r_1 \quad (36)$$

$$h_n = \frac{D_{\text{phôi}}^2 - d_v^2}{4 \cdot d_n} + 0,86 \cdot r_n \quad (37)$$

trong đó: $r_1, r_2 \dots r_n$ là bán kính lượn của đáy và vành ở các nguyên công.

Hoặc:
$$h_n = \frac{h_{n-1} - 0,86 \cdot r_{n-1}}{m_n} + 0,86 \cdot r_n$$

(trừ $n=1$).

Khi trị số bán kính lượn ở đáy và vành không giống nhau thì:

$$h_r = \frac{D_{\text{phôi}}^2 - d_v^2}{4 \cdot d_l} - (r_{lv} + r_{ld}) \left[0,14 \cdot \left(\frac{r_{lv} - r_{ld}}{d_l} \right) - 0,43 \right] \quad (38)$$

$$h_n = \frac{D_{\text{phôi}}^2 - d_v^2}{4 \cdot d_n} - (r_{nv} + r_{nd}) \left[0,14 \cdot \left(\frac{r_{nv} - r_{nd}}{d_n} \right) - 0,43 \right] \quad (39)$$

trong đó: $r_{lv}, r_{2v} \dots r_{nv}$: bán kính lượn ở vành

$r_{ld}, r_{2d} \dots r_{nd}$: bán kính lượn ở đáy tương ứng ở các nguyên công.

Câu hỏi 81: Phương pháp tính toán công nghệ khi dập vuốt chi tiết hình hộp vuông và chữ nhật thấp như thế nào?

Trả lời: Các chi tiết hình hộp vuông và chữ nhật thấp

$\left(\frac{H}{B} < 2,7 \cdot \frac{r}{B} + 0,4 \right)$ thường được dập sau một nguyên công. Việc tính toán công nghệ bao gồm:

- Kiểm tra khả năng dập vuốt sau một nguyên công.
- Xây dựng hình dạng phôi và tính kích thước phôi.
- Kiểm tra mức độ biến dạng ở góc hộp theo hệ số dập vuốt.

Việc kiểm tra khả năng dập vuốt sau một nguyên công dựa vào các thông số hình học $\left(\frac{r}{B}; \frac{H}{B} \text{ và } \frac{S}{D} \cdot 100 \right)$ theo các số liệu đã được kiểm tra qua thực tế sản xuất (cho trong sổ tay).

Việc xây dựng hình dạng phôi và tính kích thước phôi như đã trình bày trong câu 77.

Mức độ biến dạng ở góc hộp được kiểm tra theo hệ số dập vượt:

$$m_1 = \frac{r_1}{R_{\text{phôi}}}; \quad m_2 = \frac{r_2}{r_1} \quad (40)$$

trong đó r_1 - bán kính lượn ở góc hộp của nguyên công 1.

$R_{\text{phôi}}$ - bán kính phôi phẳng ở góc hộp.

r_2 - bán kính lượn ở góc hộp của nguyên công 2. Giá trị của hệ số m_1 và m_2 cho trong sổ tay.

Đôi khi do bán kính lượn ở góc hộp tương đối nhỏ nên người ta phải sử dụng thêm nguyên công tinh chỉnh. Khi đó hệ số dập vượt

$$\text{sẽ là } m_2 = \frac{r_2}{r_1}.$$

Giá trị của hệ số dập vượt cho phép ở góc hộp khi dập các chi tiết hình hộp thấp nhỏ hơn so với trị số của hệ số dập vượt chi tiết hình trụ có cùng kích thước chiều cao H và đường kính $d=2.r_{\text{góc}}$. Sở dĩ như vậy là do phân thành thẳng của hộp chủ yếu chỉ bị uốn, điều đó làm giảm ứng suất ở góc hộp khi dập vượt.

Thực ra phân thành thẳng của hộp không phải chỉ chịu uốn thuần túy mà biến dạng phức tạp: nén dọc theo chu vi và dãn dài theo hướng thẳng đứng, trị số biến dạng đạt cực đại ở góc hộp. Trong quá trình dập vượt có sự dịch chuyển kim loại ở góc lượn ra thành bên. Mức độ dịch chuyển kim loại tùy thuộc vào tỷ số r/B . Sự

dịch chuyển kim loại làm tăng mức độ biến dạng tổng cộng và giảm hệ số dập vuốt quy ước.

Câu hỏi 82: Khi dập vuốt các chi tiết hình trụ bậc (hình 79) việc tính toán các bước công nghệ như thế nào?

Trả lời: Đối với các chi tiết hình trụ bậc do mức độ phức tạp và sự khác nhau nhiều giữa các chi tiết nên chưa có một phương pháp thống nhất để xây dựng các bước công nghệ khi dập vuốt.

Số lượng và thứ tự nguyên công được xác định tùy thuộc vào tỷ số giữa đường kính nhỏ nhất của chi tiết với đường kính của phôi phẳng, chiều dày tương đối $S/D \cdot 100$ và hình dạng chi tiết.

Để xác định số nguyên công dập vuốt, cần xác định hệ số dập vuốt quy ước:

$$u = \frac{\frac{h_1}{h_2} \frac{d_1}{D} + \frac{h_2}{h_3} \frac{d_2}{D} + \dots + \frac{h_{n-1}}{h_n} \frac{d_{n-1}}{D} + \frac{d}{D}}{\frac{h_1}{h_2} + \frac{h_2}{h_3} + \dots + \frac{h_{n-1}}{h_n} + 1} \quad (41)$$

trong đó:

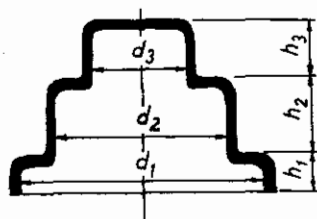
$d_1, d_2 \dots d_n$ - đường kính các bậc (hình 79),

$h_1, h_2 \dots h_n$ - chiều cao các bậc (hình 79).

D - đường kính phôi phẳng.

Nếu trị số của $m_{qu} \geq m_1$ thì có thể dập một nguyên công. Trong đó m_1 là hệ số dập vuốt cho phép lần đầu đối với chi tiết hình trụ rỗng có cùng kích thước phôi như vậy.

Nếu trị số $m_{qu} < m_1$ thì phải *dập qua một vài nguyên công* với sự tăng dần hệ số *dập vượt* sau mỗi nguyên công. Số nguyên công và thứ tự các nguyên công được xác định bởi số bậc của chi tiết nếu hệ số *dập vượt* ở mỗi bậc không vượt quá trị số cho phép như đối với chi tiết hình trụ không vành.



Hình 79. Chi tiết trụ bậc.

Khi *dập vượt* các chi tiết hình trụ bậc cần chú ý tính toán sự phân bố lại kim loại giống như khi *dập vượt* chi tiết hình trụ có vành rộng cần qua nhiều nguyên công. Đồng thời cần chú ý tuân theo nguyên tắc sau:

- *Dập vượt* bậc có đường kính lớn trước, sau đó *dập* bậc có đường kính nhỏ hơn.
- Nếu đường bao của chi tiết được chia thành các phần tử bên trong và bên ngoài thì *dập* các phần tử bên trong trước, vành được *dập* ở nguyên công cuối cùng.
- Trong nhiều trường hợp phải *dập* sơ bộ hình dạng chi tiết với các thành phần thẳng đứng và nghiêng có góc lượn lớn. Sau đó tinh chỉnh ở nguyên công cuối cùng.
- Cần thêm 1 lượng kim loại từ 3÷5% so với tính toán để đủ kim loại *dập vượt* ở nguyên công tiếp theo (do có sự biến dày).
- Nếu là chi tiết hình trụ bậc có vành rộng thì cũng phải tuân theo những nguyên tắc như đối với chi tiết hình trụ có vành rộng (hình 80).

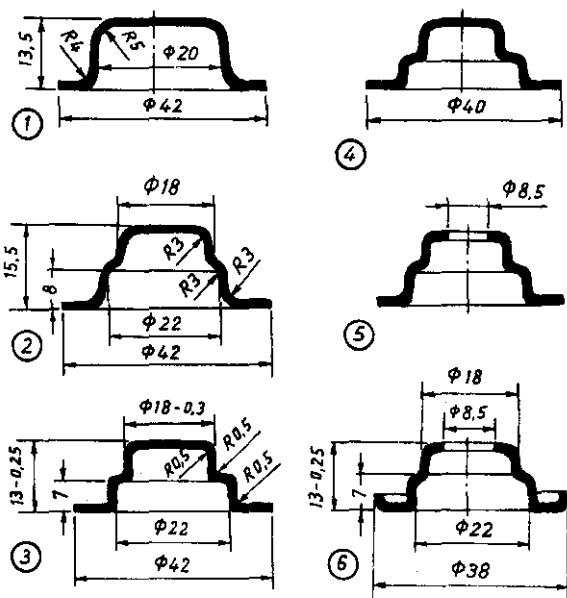
Câu hỏi 83:

Khi dập vuốt chi tiết hình trụ bằng phương pháp biến mỏng thành, việc tính toán công nghệ tiến hành như thế nào?

Trả lời: Dập vuốt biến mỏng thành là nguyên công dập vuốt nhằm làm thay đổi kích thước của phôi rỗng hoặc phôi đặc

bằng cách làm giảm tiết diện ngang của nó (giảm đường kính và chiều dày thành) trong đó chủ yếu là làm giảm chiều dày thành, để nhận được các chi tiết có tỷ số h/d lớn, có thành mỏng và số nguyên công ít (hình 81).

Thông thường thì dập vuốt có biến mỏng thành được tiến hành từ phôi đã được dập vuốt lần đầu không biến mỏng. Khuôn để dập vuốt có biến mỏng có khe hở giữa chày và cối nhỏ hơn so với chiều dày phôi. Khi đó vừa có sự giảm chiều dày thành, vừa có sự giảm đường kính trong và đường kính ngoài của phôi. Nhưng sự thay đổi về đường kính là rất nhỏ nên khi tính toán công nghệ người ta bỏ qua sự thay đổi đó.



Hình 80. Trình tự các bước công nghệ khi dập chi tiết hình trụ bậc.

Để đánh giá mức độ biến dạng ở mỗi nguyên công, người ta sử dụng đại lượng E.

$$E = \frac{F_{n-1} - F_n}{F_{n-1}} = \frac{S_{n-1} - S_n}{S_{n-1}} = 1 - m_{bm} \quad (42)$$

trong đó:

E - mức độ biến dạng

F_{n-1}, F_n - diện tích tiết diện ngang ở các nguyên công.

S_{n-1}, S_n - chiều dày thành ở các nguyên công.

m_{bm} - hệ số biến mỏng ($m_{bm} = S_n/S_{n-1}$)

Như vậy mức độ biến dạng chung sẽ là:

$$E_{ch} = \frac{F_0 - F_n}{F_0} = 1 - \frac{F_n}{F_0}$$

F_n - diện tích tiết diện ngang của chi tiết.

F_0 - diện tích tiết diện ngang của phôi.

Nếu là phôi phẳng $F_0 = \pi \cdot D_{phôi} \cdot S$

Để thuận lợi cho quá trình tính toán, chúng ta giả thiết mức độ biến dạng cho phép ở mỗi nguyên công như nhau:

$$E_1 = E_2 = \dots = E_n = E_{th}$$

Khi đó số nguyên công được xác định theo công thức:

$$N = \frac{\lg F_n - \lg F_0}{\lg(1 - E_{tb})} \quad (43)$$

trong đó:

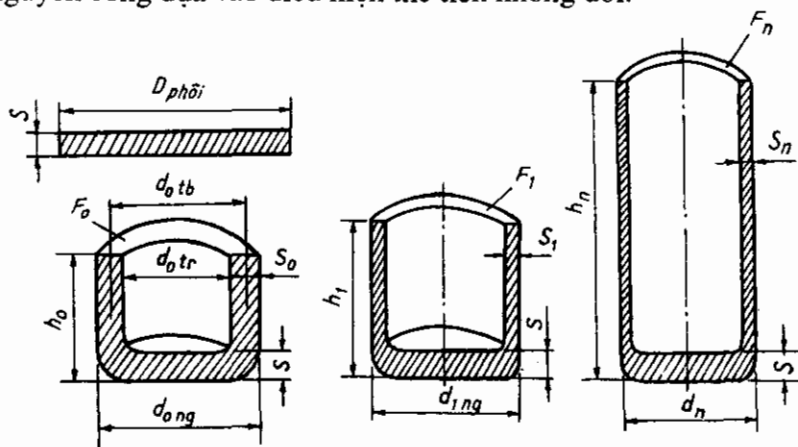
F_0, F_n - diện tích tiết diện ngang của phôi và chi tiết.

E_{tb} - mức độ biến dạng trung bình cho phép ở mỗi nguyên công.

Giá trị của E_{tb} và m_{bm} cho trong số tay [3] tùy thuộc vào loại vật liệu và thứ tự nguyên công.

Do có sự biến cứng rất mạnh trong quá trình dập vuốt nên ở các nguyên công tiếp theo cần giảm dần mức độ biến dạng và ủ để phục hồi tính dẻo của kim loại.

Sau khi xác định được mức độ biến dạng ở mỗi nguyên công có thể xác định được chiều dày thành và chiều cao chi tiết ở mỗi nguyên công dựa vào điều kiện thể tích không đổi.

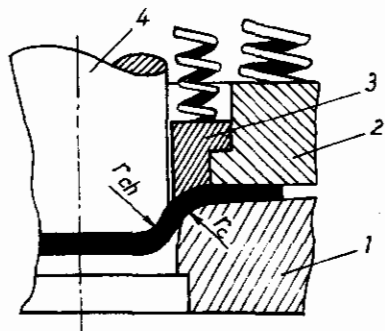


Hình 81. Dập vuốt chi tiết hình trụ bằng phương pháp biến mỏng thành.

Câu hỏi 84: Khi thiết kế khuôn dập vuốt cần chú ý những điểm gì?

Trả lời: Bán kính lượn của cối và chày, khe hở giữa chúng, độ bóng bề mặt làm việc và chất bôi trơn, độ cứng vững của máy và khuôn v.v... có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình dập vuốt.

Nếu bán kính lượn ở mép cối (r_c) nhỏ, lực dập sẽ lớn, ứng suất kéo ở tiết diện nguy hiểm lớn, khả năng kéo vật liệu vào trong cối khó khăn, do vậy làm giảm khả năng dập vuốt. Nếu bán kính lượn ở mép cối quá lớn, quá trình dập vuốt sẽ thuận lợi hơn: ứng suất kéo ở tiết diện nguy hiểm giảm, do vậy có thể làm tăng khả năng dập vuốt. Tuy nhiên khi r_c lớn thường dễ xảy ra hiện tượng nhân khi phối ra khỏi tâm chận. Để khắc phục hiện tượng này có thể sử dụng vòng chận phụ (hình 82).



Hình 82. Khuôn dập vuốt có vòng chận phụ.

1. gối vuốt; 2. vòng chận chính; 3. vòng chận phụ; 4. chày vuốt. r_{ch} - bán kính lượn của chày r_c - bán kính lượn của cối.

- Bán kính lượn của chày ít ảnh hưởng đến lực dập, song nó ảnh hưởng rất lớn đến sự biến mỏng ở thành và đáy vật dập. Khi bán kính lượn của chày nhỏ, độ bền tiết diện nguy hiểm giảm, giá trị giới hạn của hệ số dập vuốt tăng.

Trị số bán kính lượn của chày (r_{ch}) và cối dập vuốt phụ thuộc chủ yếu vào mức độ biến dạng và chiều dày tương đối nhỏ của phối:

Khi xác định trị số r_c và r_{ch} cần chú ý:

- Nếu là chi tiết có vành rộng, do phần vành không bị kéo khỏi vòng chặn nên không có sự tạo nếp nhăn, do vậy có thể lấy r_c tăng lên. Nếu chi tiết chỉ đập qua một nguyên công thì lấy r_c bằng bán kính lượn của sản phẩm, nhưng phải đảm bảo $r_c > (5 \div 8)S$.

- Ở những nguyên công tiếp theo, bán kính lượn của cối giảm dần:

$$r_{c(n)} = (0,6 \div 0,8)r_{c(n-1)}$$

- Bán kính lượn của chày lấy theo bán kính lượn của cối, thường r_{ch} nhỏ hơn r_c từ $1,5 \div 2$ lần. Khi đập qua nhiều nguyên công thì r_{ch} cần lấy tăng lên vì nếu r_{ch} nhỏ thì sẽ làm cho chiều dày vật liệu ở tiết diện nguy hiểm giảm một lượng đáng kể dễ gây đứt hoặc rách đáy. Ở nguyên công cuối cùng lấy r_{ch} bằng bán kính lượn ở đáy sản phẩm.

Khe hở giữa chày và cối cần phải chọn sao cho hợp lý, khi đó ma sát giữa vật liệu và bề mặt làm việc của khuôn giảm. Cần phải chú ý đến hiện tượng biến dày ở mép phôi và độ không đồng đều của vật liệu khi xác định trị số khe hở một phía Z:

$$Z = S + \delta_v + C. S = S_{max} + CS \quad (44)$$

trong đó: S - chiều dày danh nghĩa của vật liệu.

δ_v - dung sai chiều dày vật liệu.

c - hệ số.

Từ thực tế sản xuất, khe hở Z có thể chọn theo kinh nghiệm như sau: khi đập vượt thép mềm lấy $Z = (1,45 \div 1,5)S$ đối với nguyên

công đầu và $Z=(1,2+1,3)S$ đối với các nguyên công tiếp theo. Khi dập vượt nhôm và đồng thì $Z=(1,3+1,4)S$ đối với nguyên công đầu. $Z=(0,2+1,25)S$ đối với các nguyên công tiếp theo. Khi tinh chỉnh lấy $Z=(1+1,1)S$.

Khi dập vượt các chi tiết hình hộp vuông hoặc chữ nhật khe hở Z ở góc hộp cần phải lớn hơn một lượng $=0,1S$ so với các phần thành thẳng.

Trừ nguyên công cuối cùng, khe hở Z có thể lấy về phía chày hoặc cối tùy ý. Còn ở nguyên công cuối cùng nếu kích thước ngoài của sản phẩm cần chính xác thì khe hở được lấy về phía cối.

$$d_c = d_{\text{ngoài sản phẩm}}; \quad d_{ch} = d_c - 2 \cdot Z \quad (45)$$

Nếu sản phẩm cần kích thước trong chính xác, khe hở lấy về phía cối.

$$d_{ch} = d_{\text{trong sản phẩm}}; \quad d_c = d_{ch} + 2 \cdot Z \quad (46)$$

V. MỘT SỐ ĐIỂM CẦN CHÚ Ý KHI THIẾT KẾ CÁC QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ DẬP.

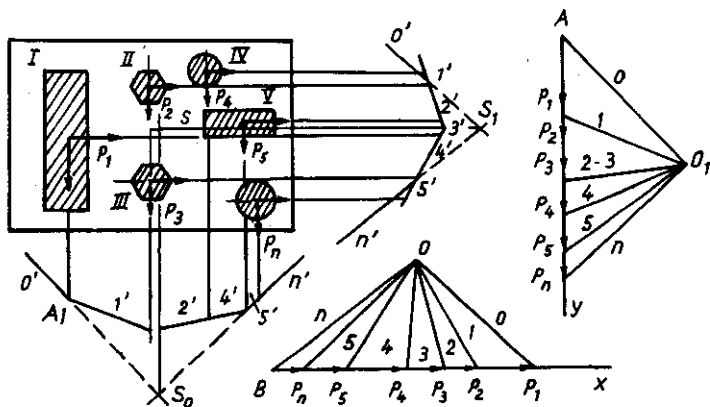
Câu hỏi 85: Làm thế nào để xác định được trung tâm áp lực của khuôn?

Trả lời: Đối với các khuôn cắt đột nhiều chày cùng một lúc, hoặc cắt đột hình dạng phức tạp, các khuôn liên tục v.v... thì trọng tâm áp lực của khuôn phải trùng với trục đầu trượt (trục cứng khuôn). Khi

đó khuôn làm việc cân bằng và chính xác, nâng cao tuổi thọ của khuôn, máy. Có hai cách xác định trung tâm áp lực của khuôn.

1/ Phương pháp biểu đồ.

Ví dụ, cần phải đột một số lỗ có hình dạng khác nhau trên chi tiết bằng khuôn đột đồng thời nhiều chày. Ta phải tìm trung tâm áp lực của khuôn (hình 83).



Hình 83. Phương pháp biểu đồ xác định trung tâm áp lực S của khuôn.

Vì lực cắt tỷ lệ với chu vi cắt ($P = U.S.T.$) nên ta có thể biểu diễn các lực cắt toàn phần bằng các vectơ lực với tỷ lệ bất kỳ. Từ trọng tâm của các hình ta kẻ các đường song song theo hai hướng vuông góc nhau. Từ một nửa đường thẳng Ay ở ngoài song song với các đường kẻ trên ta đặt liên tiếp các vectơ biểu diễn lực: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$. Lấy một điểm O_1 tùy ý ngoài Ay. Nối O_1 với đầu mút các vectơ. Từ một điểm bất kỳ A_1 nằm trên đường qua trọng tâm I, ta kẻ các tia O' và $1'$ song song với tia O và tia 1, từ giao điểm của tia $1'$ với đường thẳng qua trọng tâm II ta kẻ tia $2'$ song song với tia 2. Cứ

như vậy ta kẻ liên tiếp các tia 3', 4',....., n' song song với các tia 3, 4,....., n. Tia O' và tia n' sẽ cắt nhau tại 1 điểm S₀. Qua S₀ kẻ đường song song với các đường qua trọng tâm của các hình. Trung tâm áp lực của khuôn sẽ nằm trên đường thẳng đó.

Cũng làm tương tự như trên theo phương B_x vuông góc với phương vừa tìm, chúng ta sẽ tìm được đường thứ 2 qua điểm S₁.

Giao điểm của hai đường thẳng đó sẽ cho ta trung tâm áp lực S của khuôn.

2/ Phương pháp giải tích.

Phương pháp này dựa trên sự cân bằng giữa mômen của tổng hợp lực và tổng mômen của các lực thành phần đối với cùng một trục.

Gắn vào áo chày hoặc cối một hệ trục tọa độ XOY (hình 84). Các trục OX và OY lấy theo các cạnh của cối hay tấm giữ chày (áo chày) mà từ các cạnh này người ta tiến hành lấy dấu cho các lỗ cối hoặc lỗ kẹp chày (các mặt chuẩn). Khi đó trung tâm áp lực của khuôn S có tọa độ (X, Y) được xác định theo công thức:

$$X = \frac{P_1 \cdot x_1 + P_2 \cdot x_2 + \dots + P_n \cdot x_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (47)$$

$$Y = \frac{P_1 \cdot y_1 + P_2 \cdot y_2 + \dots + P_n \cdot y_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (48)$$

$$x = \frac{U_1 \cdot x_1 + U_2 \cdot x_2 + \dots + U_n \cdot x_n}{U_1 + U_2 + \dots + U_n} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n U_i} \quad (49)$$

$$y = \frac{U_1 \cdot y_1 + U_2 \cdot y_2 + \dots + U_n \cdot y_n}{U_1 + U_2 + \dots + U_n} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n U_i} \quad (50)$$

trong đó:

$\left. \begin{array}{l} x_1, x_2, \dots, x_n \\ y_1, y_2, \dots, y_n \end{array} \right\}$ tọa độ điểm đặt các lực thành phần.

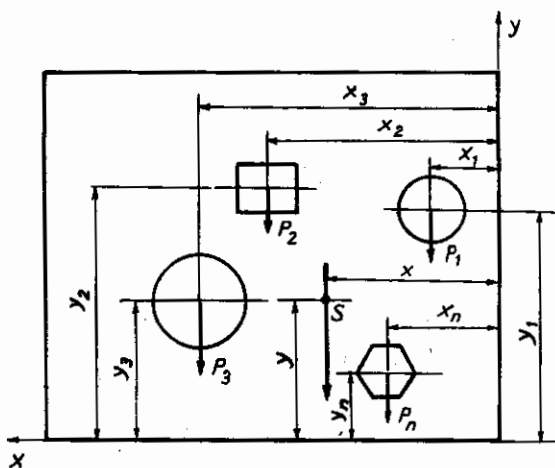
U_1, U_2, \dots, U_n - chu vi các hình cần cắt.

Trong thực tế sản xuất người ta thường xác định trung tâm áp lực của khuôn bằng phương pháp biểu đồ.

Câu hỏi 86:

Chiều cao kín của máy và khuôn là gì?

Mối liên quan giữa chúng?



Hình 84. Phương pháp giải tích để xác định trung tâm áp lực của khuôn.

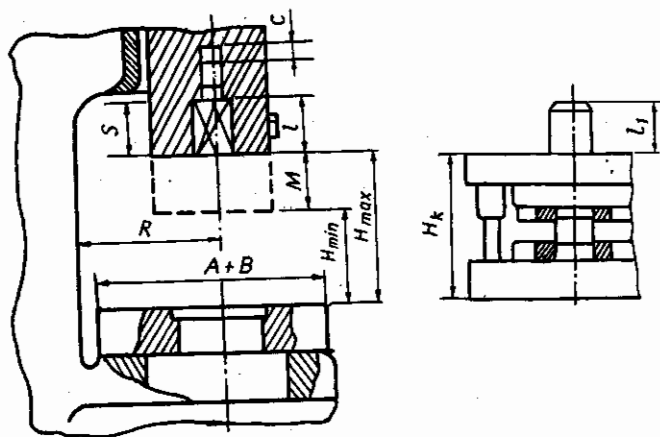
Trả lời: Khuôn thường được thiết kế ở vị trí kết thúc quá trình làm việc, lúc đó đầu trượt của máy ép ở vị trí điểm chết dưới. Ở vị trí này nó thể hiện rõ mối quan hệ kích thước giữa các chi tiết làm việc của khuôn.

Chiều cao kín lớn nhất của máy là khoảng cách từ mặt đầu trượt đến bàn máy khi đầu trượt của máy ở điểm chết dưới với hành trình cực đại và chiều dài tay biên ngắn nhất.

Nếu gọi M là khoảng điều chỉnh của vít biến thì chiều cao kín nhỏ nhất của máy sẽ là:

$$H_{\min} = H_{\max} - M \quad (51)$$

Chiều cao kín của khuôn H_k là khoảng cách từ mặt trên của đế khuôn trên đến mặt dưới của đế khuôn dưới khi khuôn ở vị trí kết thúc quá trình làm việc (hình 85).



Hình 85. Quan hệ giữa máy và khuôn.

Khi thiết kế khuôn, nguyên tắc là phải thiết kế cho một máy ép cụ thể nào đó, phù hợp với các đặc điểm kỹ thuật của nó hoặc phải thiết kế cho một nhóm máy ép có công suất rất gần nhau và giống nhau về tính năng kỹ thuật.

Chiều cao kín của khuôn quan hệ mật thiết với chiều cao kín của máy. Chiều cao kín của máy quyết định chiều cao giới hạn của khuôn. Nếu H_K lớn hơn chiều cao lớn nhất của máy H_{max} thì khi lắp khuôn lên máy sẽ xảy ra hiện tượng vỡ khuôn hoặc gãy máy, dễ gây tai nạn nguy hiểm. Nếu $H_K < H_{min}$ thì khi lắp khuôn lên máy, khuôn sẽ không làm việc được. Khi đó có thể khắc phục bằng cách dùng tấm đệm để tăng chiều cao kín của khuôn.

Vì vậy chiều cao kín của khuôn phải đảm bảo điều kiện:

$$H_{min} < H_K < H_{max} \quad (52)$$

Để cho khuôn làm việc vững vàng, chắc chắn, vít biên làm việc an toàn thì chiều cao kín của khuôn phải đảm bảo điều kiện:

$$H_{min} + 10 \leq H_K \leq H_{max} - 5 \quad (53)$$

Ngoài ra khi thiết kế khuôn cần phải chú ý đến các thông số khác của máy.

Câu hỏi 87: Khi chọn máy ép cho một nguyên công dập cần phải chú ý những điểm gì?

Trả lời: Sau khi xác định được quy trình công nghệ chúng ta cần phải tính toán lực dập cần thiết cho mỗi nguyên công và chọn máy để thực hiện nguyên công công nghệ đó. Việc chọn máy cần phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đồng thời phải đảm bảo các chỉ tiêu

về kinh tế. Vì vậy khi chọn máy cho một nguyên công cần phải chú ý những điểm sau đây:

1) Loại máy và độ lớn hành trình đầu trượt phải phù hợp với nguyên công công nghệ. Ví dụ:

- Khi dập vuốt, dùng máy ép thủy lực là hợp lý hơn cả. Hành trình của máy phải thoả mãn:

$$S \geq 2h \quad (h - \text{chiều cao chi tiết}).$$

- Khi dập nổi mặt: sử dụng máy gối khuôn.

2) Lực ép danh nghĩa của máy cần phải đủ hoặc lớn hơn lực cần thiết để thực hiện nguyên công:

$$P_{\text{dn máy}} \geq P_{\text{c. nghệ}} + Q_{\text{đệm, dầy}}$$

trong đó:

$P_{\text{c. nghệ}}$ - Lực công nghệ để thực hiện quá trình biến dạng.

$Q_{\text{đệm, dầy}}$ - Lực đệm, đẩy cần thiết để thực hiện nguyên công.

3) Công suất động cơ phải đủ lớn.

4) Chiều cao kín của máy phải thoả mãn điều kiện:

$$M_{\text{min}} + 10 \leq H_K \leq H_{\text{max}} - 5$$

5) Kích thước bàn máy và đầu trượt phải đủ lớn để lắp khuôn và cơ cấu cấp phôi (nếu có). Lỗ bàn máy cho phép chi tiết hoặc phế liệu rơi tự do (nếu không, phải khắc phục trên khuôn).

6) Số hành trình đầu trượt phải đảm bảo cho năng suất cao.

7) Tuỳ theo nguyên công, cần phải dự tính trước những thiết bị và đồ gá đặc biệt khi cần thiết (đệm, đẩy, cơ khí hoá và tự động hoá cấp phối, tháo gỡ phế liệu sản phẩm).

8) Máy phải thuận tiện và an toàn khi sử dụng.

Cần phân biệt tải trọng của máy theo lực và tải trọng theo công suất. Tải trọng theo trục được giới hạn bằng độ bền của trục khuỷu hoặc bộ truyền bánh răng. Tải trọng theo công suất được giới hạn bằng năng lượng của bánh đà hoặc bằng công suất động cơ điện và sự cho phép quá tải của động cơ. Do vậy nếu chỉ chọn máy theo lực thì chưa đủ mà phải chú ý đến công và công suất.

Khi máy bị quá tải về lực mà không quá tải về công suất thì có thể bị cong trục hoặc gãy máy.

Khi máy bị quá tải cả về lực và công suất (dập 2 phối chồng nhau) sẽ dẫn đến chết máy ở điểm chết dưới và gãy cơ cấu đóng mở ly hợp.

Khi máy quá tải về công suất nhưng không quá tải về lực sẽ xảy ra hiện tượng dừng máy và giảm số vòng quay đột ngột của bánh đà. Khi đó xảy ra hiện tượng trượt của động cơ điện làm nóng cuộn dây và có thể cháy động cơ.

Trị số lực danh nghĩa của máy ép trục khuỷu thường đạt được ở cuối hành trình làm việc khi góc quay của trục khuỷu $\alpha=20\div 30^\circ$. Vì vậy đối với những nguyên công cần có trị số hành trình lớn thì cần phải chú ý sự quá tải về lực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. V.N. Korolep.

Dập tấm moltipđen và hợp kim của nó trong chế tạo khí cụ
Nhà xuất bản chế tạo máy, Matxcova, 1977

2. V.P.Kuxtarôp và O.V. Kuxtarôp..

Thiết kế quá trình công nghệ dập nguội
Nhà xuất bản chế tạo máy, Matxcova, 1966

3. V.P. Rômanôpxky.

Sổ tay dập nguội.
Nhà xuất bản chế tạo máy, Matxcova, 1979

4. V.P. Gupkin.

Biến dạng dẻo kim loại.
Nhà xuất bản luyện kim, Matxcova, 1961

5. M.E. Zupxôp.

Dập tấm
Nhà xuất bản chế tạo máy, Leningrat, 1967.

6. M.M. Đurandin, N.P. Rumzin và N.A. Sukhốp.

Khuôn dập nguội các chi tiết nhỏ.
Nhà xuất bản chế tạo máy, Matxcova, 1978.

7. F. Sevankin.

Sản xuất ống và kim loại màu.
Nhà xuất bản luyện kim, Matxcova, 1966.

8. I.U.Sukhốp và X.A. Êlênhep.

Dập nguội
Nhà xuất bản Đại học, Matxcova, 1977.

9. Pgs.Ts Phan Văn Hạ, Nguyễn Ngọc Giao.

Lý thuyết cán

Đại học Bách khoa 1999.

10. Nguyễn Ngọc Giao, Nguyễn Trọng Giảng.

Công nghệ sản xuất kim loại tấm

Đại học Bách khoa 1998

11. Đỗ Hữu Nhơn.

Công nghệ cán hình, tấm và thiết kế lỗ hình trục cán.

Đại học Bách khoa, 1979

12. Đỗ Hữu Nhơn.

Phương pháp cán kim loại thông dụng

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1999

ĐỖ HỮU NHƠN, NGUYỄN MẬU ĐĂNG,
NGUYỄN NGỌC GIAO

HỎI ĐÁP VỀ DẬP TẤM VÀ CÁN KÉO KIM LOẠI

Chịu trách nhiệm xuất bản: Pgs. Ts Tô Đăng Hải
Biên tập: Nguyễn Diệu Thuý
Sắp chữ điện tử: Lê Thụy Anh
Sửa chế bản: Lê Thị Huệ
Vẽ hình: Phạm Văn Tước
Vẽ bìa: Hương Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HUNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 2000 cuốn, khổ 14,5x20,5cm. Tại Xí nghiệp in 19-8. Số 3 đường
Nguyễn Phong Sắc, Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội:
Giấy phép XB số: 846-49, do Cục xuất bản cấp ngày 3-8 - 2000
In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2001.