Chương 1
TỔNG QUAN VỀ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CÁN

1.1. SẢN PHẨM CÁN

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

1.1.1. Thép hình

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

a/ Thép hình có tiết diện đơn giản

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



H.1.1. Các loại thép hình đơn giản.

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

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

③ Thép vuông có cạnh a = 5 ÷ 250 mm.

④ Thép dẹt có cạnh của tiết diện: h x b = (4 ÷ 60) x (12 ÷ 200) mm^2.

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

- Loại cạnh đều: (20 x20 x 20) ÷ (200 x 200 x 200).
- Loại cạnh không đều: (30 x 20 x 20) x (200 x 150 x 150)

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



H.1.2. Các loại thép hình phức tạp

1.1.2. Thép tấm

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

a/ Thép tấm dày: S = 4 ÷ 60 mm; B = 600 ÷ 5.000 mm; L = 4000 ÷ 12.000 mm

b/ Thép tấm mỏng: S = 0,2 ÷ 4 mm; B = 600 ÷ 2.200 mm.

c/ Thép tấm rất mỏng (thép lá cuộn): S = 0,001 ÷ 0,2 mm; B = 200 ÷ 1.500 mm; L = 4000 ÷ 60.000 mm.

1.1.3. Thép ống

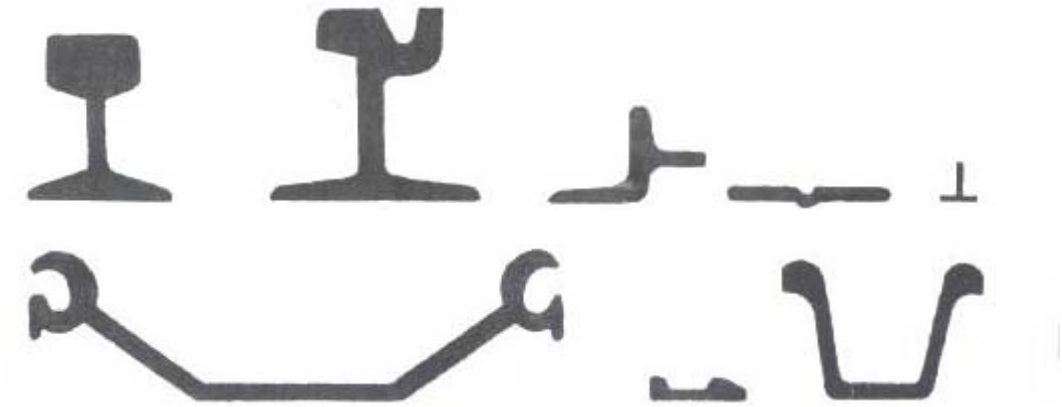
Được sử dụng nhiều trong các ngàng công nghiệp dầu khí, thuỷ lợi, xây dựng... Chúng được chia thành 2 nhóm:

a/ Ống không hàn: là loại ống được cán ra từ phôi thỏi ban đầu có đường kính ϕ = 200 ÷ 350 mm; chiều dài L = 2.000 ÷ 4.000 mm.

b/ Ống cán có hàn: được chế tạo bằng cách cuốn tấm thành ống sau đó cán để hàn giáp mối với nhau. Loại này đường kính đạt đến 4.000 ÷ 8.000 mm; chiều dày đạt đến 14 mm.

1.1.4. Thép có hình dáng đặc biệt

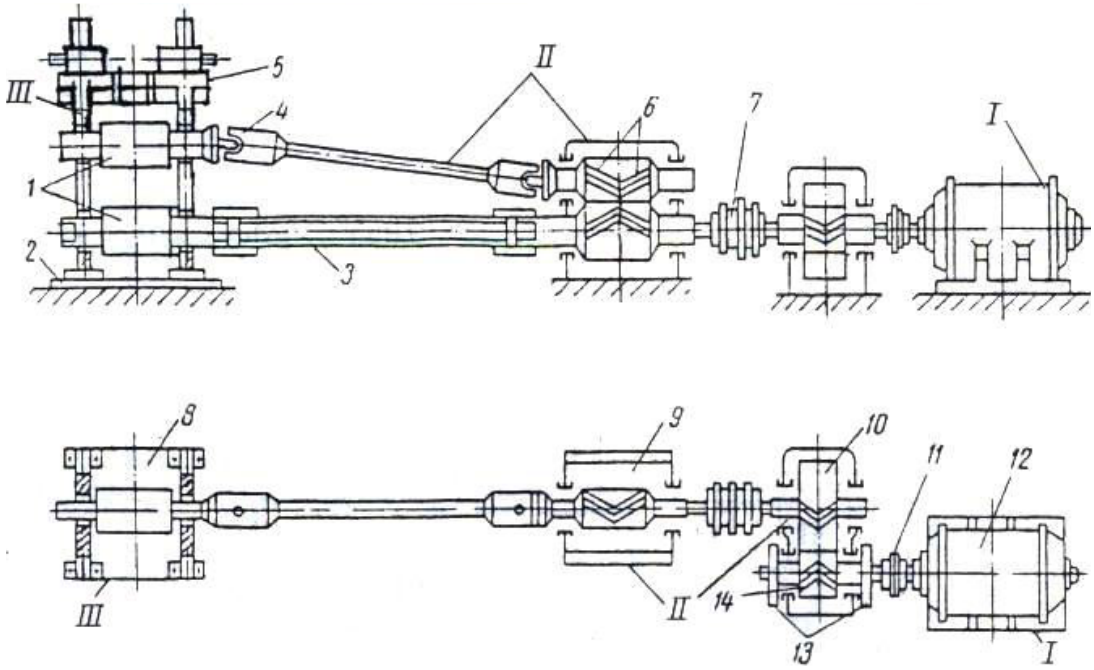
Thép có hình dáng đặc biệt được cán theo phương pháp đặc biệt: cán bi, cán bánh xe lửa, cán vỏ ô tô và các loại có tiết diện thay đổi theo chu kỳ.



H.1.3. Một số loại sản phẩm cán đặc biệt

1.2. MÁY CÁN

1.2.1. Các bộ phận chính của máy cán



H.1.4. Sơ đồ máy cán
I- nguồin động lực; II- Hệ thống truyền động; III- Giá cán
1: Trục cán; 2: Nền giá cán; 3: Trục truyền; 4: Khớp nối trục truyền; 5: Thân giá cán; 6: Bánh răng chữ V; 7: Khớp nối trục; 8:Giá cán; 9: Hộp phân lực; 10: Hộp giảm tốc; 11: Khớp nối; 12: Động cơ điện

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

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

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

c/ Nguồn năng lượng: là nơi cung cấp năng lượng cho máy, thường dùng các loại động cơ điện một chiều và xoay chiều hoặc các máy phát điện.

1.2.2. Phân loại máy cán

Các loại máy cán được phân loại theo công dụng, theo số lượng và phương pháp bố trí trục cán, theo vị trí trục cán.

a/ Phân loại theo công dụng:

① Máy cán phá: dùng để cán phá từ thỏi thép đúc gồm có máy cán phôi thỏi Blumin và máy cán phôi tấm Slabin.

② Máy cán phôi: đặt sau máy cán phá và cung cấp phôi cho máy cán hình và máy cán khác.

③ Máy cán hình cỡ lớn: gồm có máy cán ray-dầm và máy cán hình cỡ lớn.

④ Máy cán hình cỡ trung.

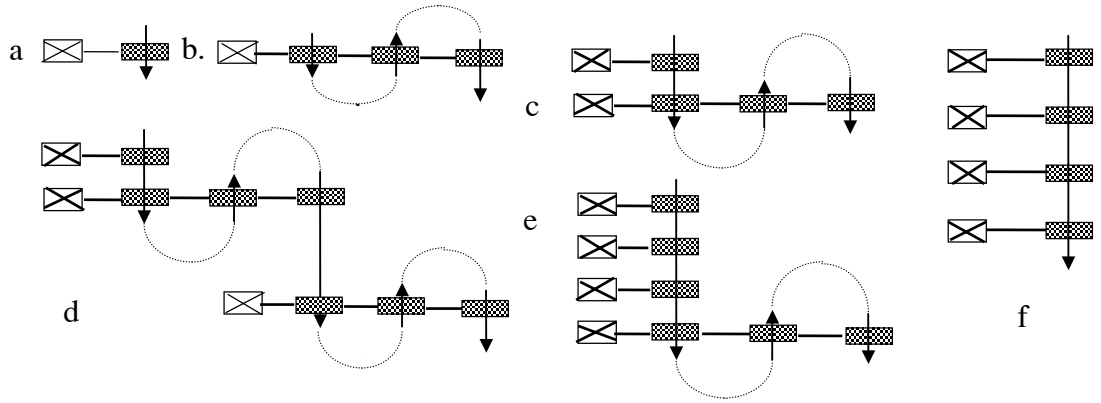
⑤ Máy cán hình cỡ nhỏ (bao gồm cả máy cán dây thép).

⑥ Máy cán tấm (cán nóng và cán nguội).

⑦ Máy cán ống.

⑧ Máy cán đặc biệt.

b/ Phân loại theo cách bố trí giá cán



H.1.5- Phân loại máy cán theo cách bố trí giá cán
a-máy cán đơn, b-máy cán một hàng, c-máy cán hai cấp, d-máy cán nhiều cấp,
e-máy cán bán liên tục, f-máy cán liên tục.

① Máy có một giá cán (máy cán đơn a): loại này chủ yếu là máy cán phôi thỏi Blumin hoặc máy cán phôi 2 hoặc 3 trục.

② Máy cán bố trí một hàng (b) được bố trí nhiều lỗ hình hơn.

③ Máy cán bố trí 2 hay nhiều hàng (c, d) có ưu điểm là có thể tăng dần tốc độ cán ở các giá sau cùng với sự tăng chiều dài của vật cán.

④ Máy cán bán liên tục (e): nhóm giá cán thô được bố trí liên tục, nhóm giá cán tinh được bố trí theo hàng. Loại này thông dụng khi cán thép hình cỡ nhỏ.

⑤ Máy cán liên tục (f): các giá cán được bố trí liên tục , mỗi giá chỉ thực hiện một lần cán. Đây là loại máy có hiệu suất rất cao và ngày càng được sử dụng rộng rãi. Bộ truyền động của máy có thể tập trung, từng nhóm hay riêng lẻ.

Trong máy cán liên tục phải luôn luôn đảm bảo mối quan hệ:

$F_1.v_1 = F_2.v_2 = F_3.v_3 = F_4.v_4 .... = F_n.v_n$; trong đó F và v là tiết diện của vật cán và vận tốc cán của các giá cán tương ứng.

c) Phân loại theo số lượng và sự bố trí trục cán

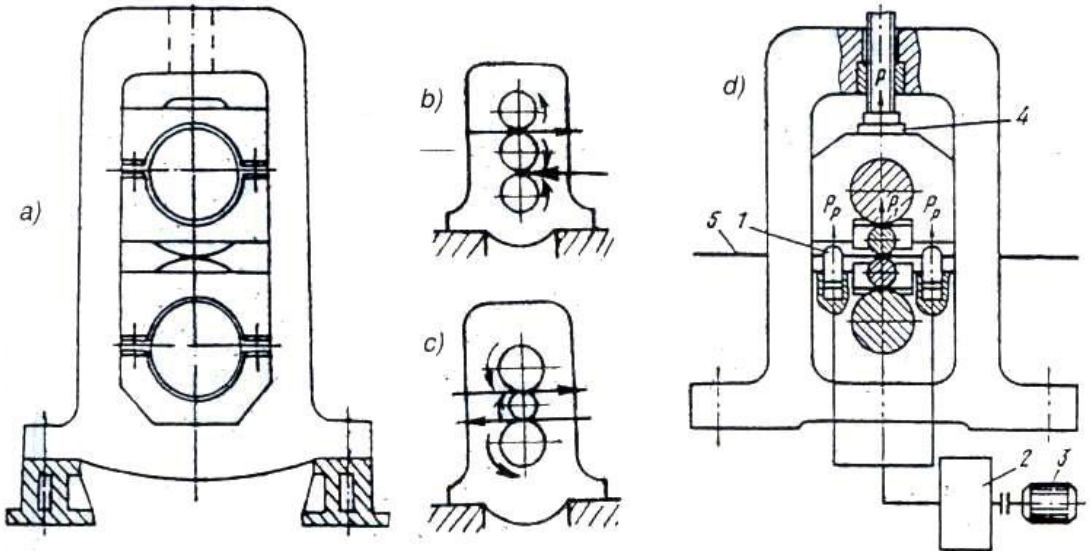
① Máy cán 2 trục đảo chiều: sau một lần cán thì chiều quay của trục lại được quay ngược lại. Loại này thường dùng khi cán phá, cán phôi, cán tấm dày.

② Máy cán 2 trục không đảo chiều: dùng trong cán liên tục, cán tấm mỏng.

③ Máy cán 3 trục: có loại 3 trục cán có đường kính bằng nhau và loại 3 trục thì 2 trục bằng nhau còn trục giữa nhỏ hơn gọi là máy cán Layma.

④ Máy cán 4 trục: gồm 2 trục nhỏ làm việc và 2 trục lớn dẫn động được

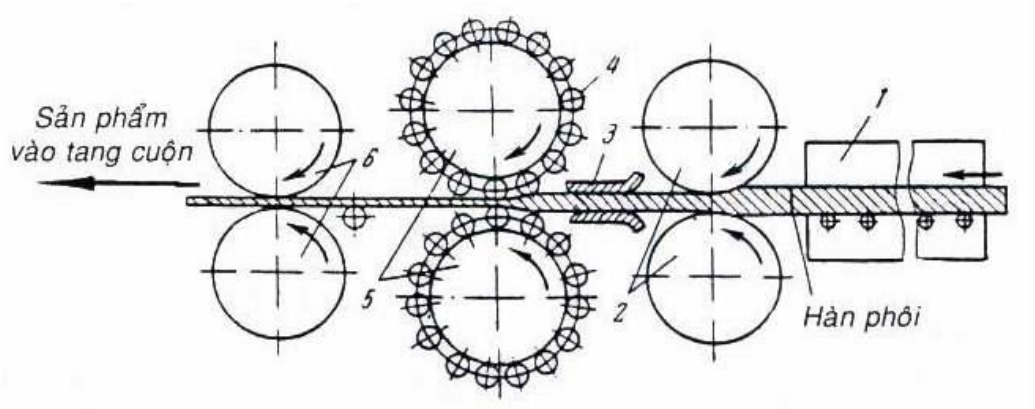
dùng nhiều khi cán tấm nóng và nguội.



H.1.6. Các loại giá cán
a: Giá cán 2 trục; b: giá cán 3 trục; c: Giá cán 3 trục lauta; d: Giá cán 4 trục

⑤ Máy cán nhiều trục: Dùng để cán ra các loại thép tấm mỏng và cực mỏng. Máy có 6 trục, 12 trục, 20 trục v.v... có những máy đường kính công tác nhỏ đến 3,5 mm để cán ra thép mỏng đến 0,001 mm.

⑥ Máy cán hành tinh: Loại này có nhiều trục nhỏ tựa vào 2 trục to để làm biến dạng kim loại. Máy này có công dụng là cán ra thành phẩm có chiều dày rất mỏng từ phôi dày; Mỗi một cặp trục nhỏ sau mỗi lần quay làm chiều dày vật cán mỏng hơn một tý. Vật cán đi qua nhiều cặp trục nhỏ thì chiều dày mỏng đi rất nhiều. Phôi ban đầu có kích thước dày S = 50 ÷ 125 mm, sau khi qua máy cán hành tinh thì chiều dày sản phẩm có thể đạt tới 1 ÷ 2 mm.



H.1.7. Sơ đồ máy cán hành tinh
1: Lò nung liên tục; 2: Trục cán phá (chủ động); 3: Máy dẫn phôi (dẫn hướng); 4: Trục cán hành tinh; 5: Trục tựa; 6: Trục là sản phẩm.

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

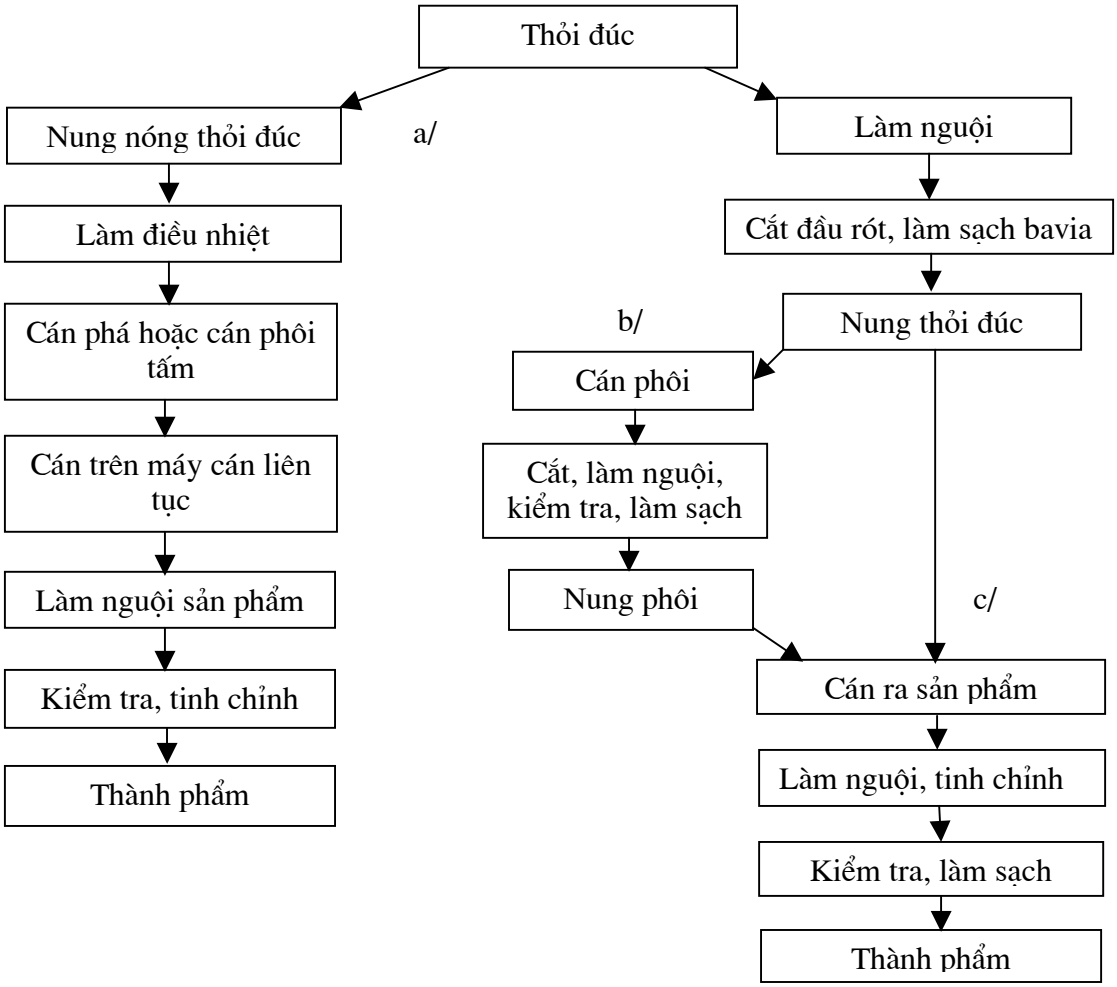
⑧ Máy cán trục nghiêng: dùng khi cán ống không hàn và máy ép đều ống

1.3. QUY TRÌNH CHUNG CỦA QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CÁN

Quy trình công nghệ sản xuất cán phụ thuộc vào nhiều yếu tố: hình dáng sản phẩm, mác thép, điều kiện kỹ thuật và những đặc trưng riêng của máy cán; ngoài ra còn phụ thuộc vào trọng lượng của thỏi thép đúc, thiết bị hiện có của phân xưởng cán v.v...

1.3.1. Quy trình công nghệ cán thép các bon và thép hợp kim thấp

a/ Sơ đồ công nghệ hình 1.8a: Dùng cho quy trình công nghệ cán thép hình cỡ lớn, cán phôi tấm và phôi thỏi. Theo sơ đồ này máy cán phá và máy cán phôi tấm, phôi thỏi phải có đường kính trục cán D = 1,100 ÷ 1.150 mm; năng suất cán rất lớn đến trên 2,5 triệu tấn/năm. Thỏi đúc có trọng lượng G = 4,5 ÷ 10 tấn, có khi đạt tới 15 ÷ 20 tấn. Khi cán phải tăng nhiệt 2 ÷ 3 lần.



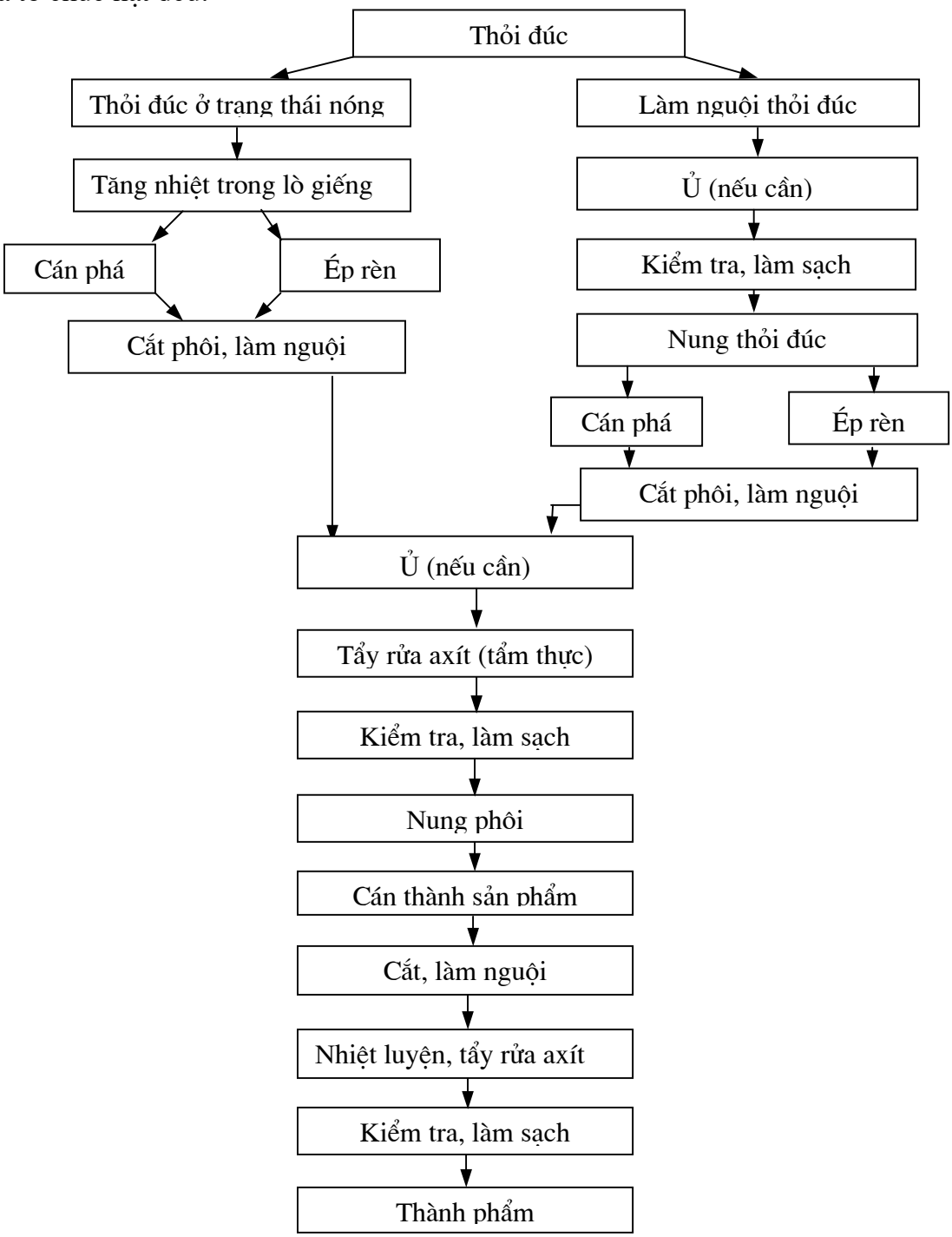
H.1.8. Sơ đồ công nghệ cán thép các bon và hợp kim thấp.

b/ Sơ đồ công nghệ hình 1.8b: Dùng cho quy trình công nghệ cán thép hình trung bình. Cũng có thể cán trên máy cán phá hoặc cán phôi có đường kính trục D = 650 ÷ 900 mm. Thỏi đúc trọng lượng nhỏ. Khi cán phải tăng nhiệt 2 ÷ 3 lần.

c/ Sơ đồ công nghệ hình 1.6c: Dùng cho quy trình công nghệ cán thép hình cỡ nhỏ. Quy trình này chỉ có 1 lần nung phôi, quá trình sản xuất ngắn hơn. Các máy cán được bố trí hàng. Tuy nhiên chất lượng sản phẩm không cao.

1.3.2. Quy trình công nghệ cán thép hợp kim

Trong quá trình cán thép hợp kim, có một số công đoạn ủ trung gian vì sau khi qua một số lần cán bề mặt của thép hợp kim bị biến cứng lớn cần phải ủ để làm mềm kim loại lại, giảm nội lực, làm thành phần hoá học của các nguyên tố hợp kim và tổ chức hạt đều.



Hình 1.9. Quy trình công nghệ cán thép hợp kim.

a/ Quy trình công nghệ theo sơ đồ hình 1.9a: thường được dùng trong các nhà máy luyện kim hiện đại có dùng máy cán phá Blumin. Thỏi đúc được nung nóng trong lò giếng rồi đưa ra cán hay rèn trên máy búa. Quy trình công nghệ này đòi hỏi tay nghề của công nhân cao, phương pháp nấu luyện chính xác và bảo đảm chất lượng. Thỏi đúc phải ít khuyết tật. Tuy nhiên nó có ưu điểm là không mất thời gian làm nguội, không cần ủ trung gian, quá trình cán ngắn và có năng suất cao.

b/ Quy trình công nghệ theo sơ đồ hình 1.9b: Sau khi phôi đúc nguội hoàn toàn, ta tiến hành kiểm tra bề mặt và khử các khuyết tật (nếu có). Quá trình làm nguội rất quan trọng, nếu nguội nhanh sẽ hoá trắng. Trong quá trình cán phải tiến hành ủ trung gian để kim loại dẻo hơn và giảm trở kháng biến dạng.

1.4. PHÔI THÉP ĐÚC

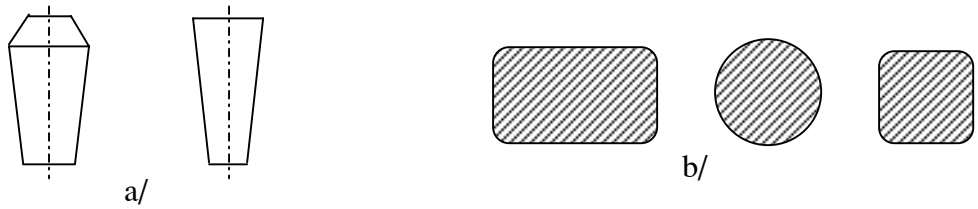
Tùy theo tính chất của từng nhà máy, hình dáng, kích thước của sản phẩm mà phôi ban đầu là thỏi đúc hoặc là phôi đã qua cán. Suy cho cùng vật liệu ban đầu của sản xuất cán là thỏi đúc.

1.4.1. Hình dạng và khối lượng của thỏi đúc

Hình dạng và khối lượng của thỏi đúc phụ thuộc vào tính chất sản xuất của từng nhà máy.

a/ Hình dạng tiết diện của thỏi đúc

Thỏi đúc có tiết diện chữ nhật và vuông được dùng rộng rãi vì ít nứt và xước khi đúc, vận chuyển thuận lợi, vật cán dễ ăn vào trục và cứng vững trong lỗ hình.



H.1.10: a. hình dạng thỏi đúc; b. tiết diện thỏi đúc.

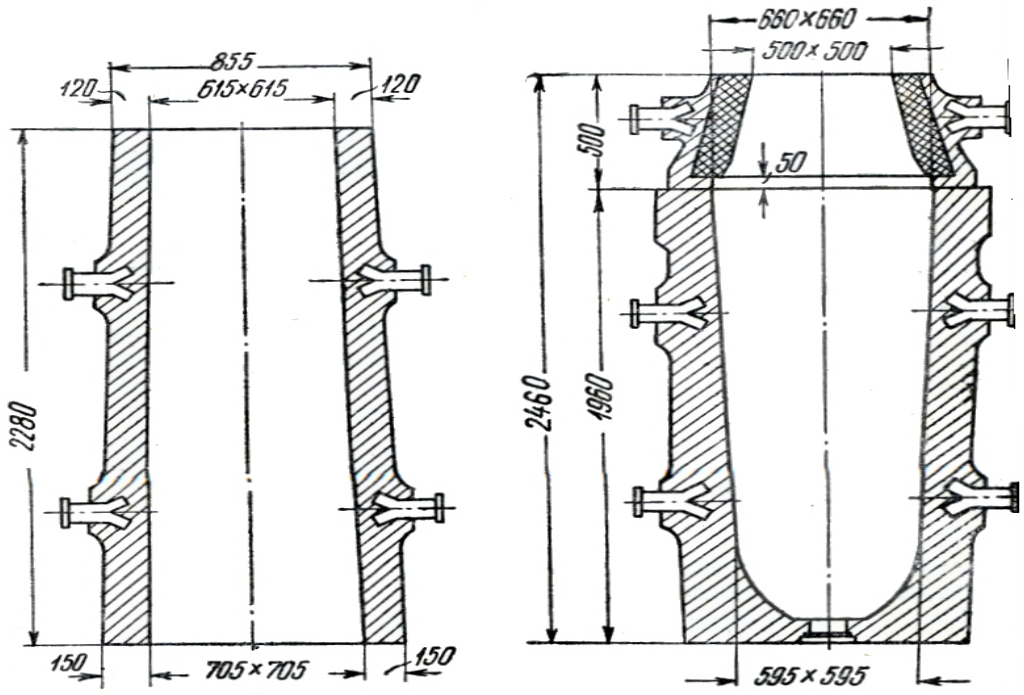
b/ Trọng lượng của thỏi đúc

Trọng lượng của thỏi đúc có ảnh hưởng lớn đến chất lượng kim loại. Thỏi đúc càng lớn thì thành phần hoá học và các tính chất vật lý càng không đồng nhất; đặc biệt là các thỏi đúc có chứa nhiều Cr, Ni, W... Dựa vào lượng chứa các nguyên tố hợp kim mà trọng lượng thỏi đúc có các loại:

- Thép hợp kim cao cấp và thép đặc biệt: 200 ÷ 500 kg.
- Thỏi thép hợp kim cao: 500 ÷ 3.500 kg.
- Thỏi thép hợp kim trung bình: 3.500 ÷ 5.500 kg.
- Thỏi thép hợp kim thấp và thép các bon: 7 ÷ 20 tấn, có khi đến 100 tấn.

Ngoài ra, thỏi thép đúc còn phụ thuộc vào kích thước và loại máy cán. Hiện nay

thỏi thép đúc thép cácbon có khối lượng từ 10 ÷ 72 tấn dùng cho máy cán phôi thỏi; máy cán phôi tấm có thỏi đúc nặng 40 ÷ 45 tấn. Đối với phôi tấm dày thì thỏi đúc có khi đến 60 ÷ 100 tấn.



a/ b/

H.1.11a. Khuôn đúc thép sôi; b. Khuôn đúc thép lắng

1.4.2. Các khuyết tật của thỏi đúc

Khuyết tật của thỏi đúc ảnh hưởng lớn đến chất lượng của sản phẩm cán, nó là nguyên nhân gây nên phế phẩm và thứ phẩm. Ngoài ra khuyết tật thỏi đúc còn làm hao mòn thiết bị và những hỏng hóc trong quá trình công nghệ. Một số khuyết tật thường gặp là:

a/ Thiên tích

Thiên tích là sự không đồng nhất về thành phần hoá học trong thỏi đúc khi đông đặc. Khi nguội, thỏi đúc nguội từ ngoài vào trong vì vậy mặt ngoài và đấy bao giờ tập chất cũng ít hơn các nơi khác sinh ra thiên tích vùng.

Thỏi đúc lớn thì thiên tích nhiều, thép hợp kim thì dể xảy ra thiên tích hơn. Thiên tích làm cho các phần của thỏi đúc có thành phần khác nhau, tính năng không giống nhau, cơ, lý tính giảm có khi thành phế phẩm.

b/ Tạp chất - phi kim loại: Trong bất kỳ thỏi đúc nào cũng tồn tại tạp chất phi kim loại do 3 nguyên nhân sau:

- Xỉ lẫn lộn vào kim loại.
- Do liên kết hoá học trong quá trình nấu luyện. Các tạp chất Al_2O_3, SiO_2, MnO v.v...được tạo ra khi khử ôxy trong gàu rót.

- Do các liên kết của những ôxyt trên mà tạo ra các chất dể cháy.

Tác hại của tạp chất phi kim loại là làm cho cơ, lý tính của kim loại giảm.

c) Bọt khí: nguyên nhân gây ra bọt khí là do khí bị lẫn vào kim loại lỏng khi rót vào khuôn.

d/ Rỗ co: do thỏi đúc khi làm nguội bên ngoài nguội trước bên trong nên khí bên trong thoát ra ngoài tạo nên.

đ/ Các vết nứt nẻ: do bề mặt thỏi đúc không được bằng phẳng; các vết nứt ngang là do khe hở giữa mũ giữ nhiệt và thân thỏi đúc tạo ra. Các vết nứt dọc sinh ra khi tốc độ làm nguội quá lớn. Hiện tượng này thường xảy ra ở gờ mép và cạnh góc là nơi tập trung ứng suất và nguội nhanh. Các vết nứt lớn có thể gây nên phế phẩm.

e) Màng cứng mặt ngoài: khi nước kim loại rót vào khuôn với tốc độ và lưu lượng lớn nó sẽ bắn lên và dính vào thành khuôn và nguội trước tạo thành một màng cứng bám vào mặt của thỏi đúc. Cần phải làm sạch màng cứng này rồi mới tiến hành cán.

f) Lõm co mặt ngoài: khi rót kim loại lỏng vào khuôn, các bề mặt thỏi đúc tiếp xúc thành khuôn nguội trước, ở giữa nguội sau nên khi đông đặc chúng co rút kéo kim loại phí trong lớp vỏ ngoài đã đông đặc tạo nên những lõm co ở gần lớp vỏ ngoài. Hiện tượng này không những gây ra phế phẩm mà còn làm hư hỏng bộ phận dẫn hướng và lỗ hình trục cán.

1.4.3. Điều kiện kỹ thuật của thỏi đúc

Điều kiện kỹ thuật của thỏi đúc phải được giám đốc thông qua trên cơ sở quy định chung của nhà nước. Điều kiện đó bao gồm những điểm tổng quát sau:

① Bảo đảm thành phần hoá học, nấu luyện đúng mác thép quy định.

② Kích thước và hình dáng thỏi đúc đúng bản vẽ kỹ thuật yêu cầu.

③ Bề mặt thỏi đúc phải sạch, không bị khuyết tật nếu có khuyết tật bề mặt phải nằm trong phạm vi cho phép. Vết nứt phải < 3mm; nếu >3 mm thì phải khử sạch trước khi cán.

④ Lớp bọt khí của thép sôi không được cách bề mặt của thỏi đúc > 10 mm.

⑤ Phải đóng mác thép và mẻ nấu luyện thật rõ ràng.

⑥ Phải có các chứng từ thông kê từ nấu luyện, đúc, kiểm nghiệm, thí nghiệm, phân tích thành phần hoá học, mác thép v.v...

⑦ Đánh giá chất lượng thỏi đúc và đưa tới địa điểm vận chuyển sau khi nấu luyện.

1.4.4. Khử bỏ các khuyết tật của thỏi đúc và phôi trước khi cán

Đây là một việc vô cùng quan trọng vì nó quyết định tới chất lượng sản phẩm cán. Nắm vững các điều kiện kỹ thuật và các khuyết tật, ta tiến hành khử bỏ các khuyết tật đặc biệt là ở bề mặt bên ngoài của phôi cán.

a/ trạng thái bề mặt thỏi đúc và phôi trước khi cán

Trong gia công kim loại bằng áp lực thì việc nghiên cứu sự phân bố ứng suất đồng đều hay không có một tầm quan trọng to lớn, nó quyết định tới năng suất và chất lượng sản phẩm. Trong sản xuất cán cũng vậy ứng suất phân bố đều thì sản phẩm không bị cong vênh, nứt nẻ, bề mặt nhẵn bóng v.v...ứng suất phân bố không đều dẫn đến phế phẩm.

① Những nguyên nhân phân bố ứng suất không đều bao gồm:

- Do nhiệt độ nung không đồng đều.

- Tổ chức kim loại sau kết tinh lẫn nhiều tạp chất phi kim loại, có sự thiên tích, có sự khác nhau về cơ lý tính trong từng tinh thể.

- Do biến dạng của kim loại không đồng đều.

- Hình dạng dụng cụ gia công, lực ma sát v.v...

② Các khuyết tật bề mặt gây ra sự tập trung ứng suất: ta biết rằng các khuyết tật bề mặt gây ra sự tập trung ứng suất ở thỏi đúc và phôi. Ngược lại sự phân bố ứng suất không đều là nguyên nhân gây ra các khuyết tật bề mặt. Vì vậy khi khử bỏ khuyết tật bề mặt ta hết sức chú ý với những biện pháp thích hợp. Nếu ta không thực hiện đúng thì ngay trong quá trình khử bỏ khuyết tật và cắt bỏ 2 đầu thỏi đúc, các gò mép v.v...lại gây ra hiện tượng tập trung ứng suất.

b/ Biện pháp tổ chức khử bỏ khuyết tật

Tuỳ thuộc vào quy trình công nghệ cán mà người ta có thể dùng các biện pháp tổ chức khử bỏ khuyết tật khác nhau. Nhìn chung có các biện pháp tổ chức sau:

- Dùng máy chuyên dùng bố trí nằm trong trong dây chuyền công nghệ sản xuất để khử bỏ các khuyết tật.

- Khử bỏ khuyết tật trước khi đưa vào sản xuất. Quá trình này phải tiến hành ở trạng thái nguội.

- Khử khuyết tật ở phôi mà phôi này được cán từ thỏi đúc chưa được khử khuyết tật.

Ngoài các biện pháp trên người ta còn phải dựa vào yêu cầu của sản phẩm bao gồm kích thước, chất lượng và các yêu cầu đặc biệt mà khử khuyết tật của thỏi đúc trước khi cán và phôi sa khi cán.

Đối với thép hợp kim việc khử bỏ khuyết tật lại càng quan trọng và cấp thiết. Các biện pháp phải thận trọng và nhiều công đoạn hơn, cụ thể gồm các biện pháp sau:

❶ Ủ thỏi đúc để khử các ứng suất dư và làm mềm kim loại.

❷ Gọt đẽo khuyết tật bằng búa hơi.

❸ Cắt bằng khí.

❹ Tiện bóc hoàn toàn vỏ ngoài của thỏi đúc (với phôi tròn cho cán ống).

❺ Mài, phay bề mặt cho đạt yêu cầu kỹ thuật.

c/ Một số phương pháp khử bỏ khuyết tật

❶ Ủ sơ bộ

Với mục đích giảm và khử ứng suất dư cộng với làm mềm kim loại để gia công cơ khí được dể dàng và làm giảm trở kháng biến dạng của kim loại khi cán. Việc ủ kim loại càng cần thiết đối với thép hợp kim, thép cácbon cao, thép gió, thép không gỉ v.v...

Quá trình ủ phụ thuộc vào thành phần hoá học và kích thước của thỏi đúc mà tiến hành theo những biểu đồ thời gian và nhiệt độ trong các lò nung (lò buồng, lò giếng). Ngoài ra khi lấy thỏi đúc ra khỏi khuôn ta nên làm nguội chậm để trnhs hiện tượng rạn nứt và xuất hiện các đóm trắng.

Ủ làm cho thành phần hoá học của thỏi đúc được đồng đều nhất là ở nhiệt độ ($1050 \div 1150^0$C) thì thành phần của kim loại phân bố rất đều. Nhiệt độ ủ nên lấy từ đường AC_1 trở lên hoặc khoảng giữa AC_1-AC_3 hoặc AC_1-AC_m trong giãn đồ trạng thái Fe-C.

❷ Tẩm thực (tẩy bằng axít)

Tẩm thực kim loại thường dùng đối với phôi cán, đôi khi cũng dùng đối với thỏi đúc. Ta biết các lớp vảy sắt bám vào bề mặt phôi cán chủ yếu là Fe_2O_3 và FeO. Theo tài liệu nghiên cứu thì Fe_2O_3 chiếm khoảng $(20 \div 50)\%$, còn FeO chiếm khoảng $(50 \div 85)\%$ vảy sắt.

Để làm các lớp vảy sắt này bong ra khỏi bề mặt kim loại người ta dùng các axít H_2SO_4, HCL, HNO_3 và các muối của nó cho tác dụng với các lớp ôxýt tạo nên vảy sắt đó. Ta thường dùng 2 phương pháp tẩm thực:

- Tẩm thực bằng điện phân ở nhiệt độ bình thường.

- Bằng axít được nung nóng ở nhiệt độ từ $(80 \div 85)^0$C

Phương pháp 1 được sử dụng trong việc chế tạo các loại thép tấm tráng kẽm, tráng thiếc v.v...trước khi sang nguyên công mạ.

Phương pháp thứ 2 được sử dụng rộng rãi trong quá trình tẩm thực với các phản ứng sau:

$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

$$FeO + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2O$$

Sau đó: $H_2SO_4 + Fe = FeSO_4 + H_2\uparrow$

Khí H_2 càng nhiều càng tốt vì khi nó bay ra sẽ làm tung các lớp vảy sắt và các ôxýt khác chưa kịp tác dụng hoá học rơi xuống đáy bể tẩm thực.

Tẩm thực kim loại mang ý nghĩa cơ học là ở chỗ khí H_2 sinh ra làm bật tung các lớp vảy sắt bọc quanh mặt kim loại. Tương tự như vậy khi dùng khí HCl và HNO_3. Kim loại sau khi được tẩm thực phải rửa bằng nước lã sau đó rửa qua nước nóng. Sau khi đã hoàn thành phải tiến hành kiểm tra bề mặt. Nếu bề mặt chưa sạch phải tiến hành xử lý bằng phương pháp khác.

❸ Làm sạch bằng lửa

Quá trình làm sạch bề mặt thỏi đúc và phôi bằng lửa gồm 2 nguyên công chính:

- Nung kim loại (nung cục bộ).
- Làm sạch khuyết tật.

Đầu tiên người ta nung chỗ có khuyết tật của thỏi đúc phôi đạt tới nhiệt độ khoảng $(1050 \div 1350)^0C$ bằng khí lò cốc và acetylen, sau đó người ta thổi O_2 vào, oxi tác dụng với C_2H_2 toả ra nhiệt lượng lớn nhiệt này làm cho kim loại tại chỗ có khuyết tật chảy ra:

$$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O + Q\uparrow$$

Dưới nhiệt độ từ $2500 \div 3000^0C$ và áp lực khí của các vòi phun C_2H_2 với O_2 àm kim loại lỏng và xỉ được tạo thành được đẩy ra bề mặt kim loại.

- Tốc độ đốt kim loại tới nhiệt độ chảy có ảnh hưởng tới năng suất làm sạch bề mặt. Với mục đích tăng tốc độ nóng chảy chỗ khuyết tật bề mặt kim loại người ta dùng những thanh thép tròn cacbon thấp $\phi = (4 \div 5)$mm đốt chảy và cho các gọt kim loại nóng chảy đó rơi vào chỗ khuyết tật định khử rồi làm sạch - làm như vậy năng suất tăng rất nhiều.

Do việc đốt nóng chỉ tiến hành cục bộ ở những nơi có khuyết tật, nên sau khi khử xong phôi nguội đi rất nhanh và truyền nhiệt vào các vùng lân cận. Và như vậy ứng suất phụ tập trung được tạo thành. ứng suất phụ tập trung là ứng suất do tốc độ nung không đều gây ra nên hoặc do khử bỏ khuyất tật gây nên. Nó khác ứng suất dư (là ứng suất còn lại sau khi gia công). Do ứng suất phụ tập trung sinh ra mà một số loại thép có hiện tượng nứt sau khi làm sạch bằng lửa.

Các nhà kim loại học nghiên cứu hiện tượng đó và cho ta thấy rằng:

- Nứt sau khi làm sạch bằng lửa là cso sự biến đổi của tổ chức kim loại khi

làm nguội. Nếu tổ chức ôstenic càng bền thì khả năng nứt càng nhiều. Lượng chứa cacbon trong thép càng cao thì sau khi làm sạch tốc độ nguội càng nhanh.

- Muốn giảm bớt các vết nứt ấy thì phải nung kim loại ở nhiệt độ cao hơn quy định bình thường nếu là kim loại dẫn nhiệt kém, nghĩa là thép hợp kim cao phải nung ở nhiệt độ cao hơn thép hợp kim thấp và thép cacbon thường. Khi làm nguội nó cũng phải ở tốc độ chậm hơn để cải thiện tổ chức kim loại và ứng suất phụ tập trung không thể vượt quá giới hạn bền của nó.

- Tuỳ thuộc thành phần của kim loại chủ yếu là thành phần cacbon và crom (Cr) mà người ta chịn nhiệt độ nung kim loại trước khi làm sạch bằng lửa. Theo thực nghiệm thì phải nung sơ bộ phôi ở nhiệt độ từ $(200 \div 450)^0$C sau đó nung đạt tới $(1050 \div 1350)^0$C thì có thể tiến hành nung bất kỳ ở lò nào. Thép cacbon có hàm lượng < 0,5% và thép hợp kim có thành phần nguyên tố hợp kim <0,25% thì không cần nung sơ bộ ở nhiệt độ $(200 \div 450)^0$C.

- Theo tài liệu ở một số nhà máy cán ở Liên Xô cho ta thấy giá tiền làm sạch bằng lửa so với giá tiền làm sạch bằng bua hơi chỉ bằng một nửa đặc biệt nó rẻ hơn 10 lần so với giá tiền làm sạch bề mặt bằn phương pháp mài.

- Phương tiện làm sạch bằng lửa có thể tiến hành bằng thủ công hoặc cơ khí. Hiện nay người ta đã chế tạo ra các máy làm sạch bằng lửa đặt trong dây chuyền sản xuất cán. Máy được bố trí ở đầu dây chuyền công nghệ. Nhiệt độ đốt nóng của máy đạt rất cao.

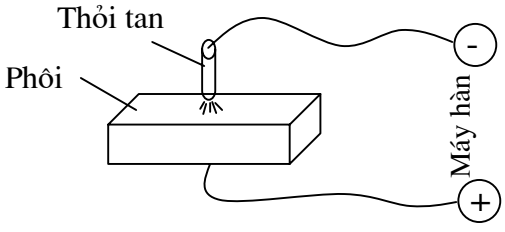
Máy làm sạch được tất cả các loại thép có thành phần khác nhau. Tuy nhiên có nhược điểm là làm cháy nhiều kim loại.

❹ Làm sạch bằng điện (hồ quang)

Là một phương pháp tiên tiến dựa trên nguyên tắc dùng máy hàn có dòng điện một chiều với công suất khoảng (14,5 ÷ 17,5 kw), cường độ dòng điện từ (300 ÷ 310) ampe hiệu điện thế là 60Vôn.

Cực dương (+) được nối vào vật được khử (thỏi đúc hoặc phôi).

Cực âm (-) nối với thỏi than có tiết diện (10 × 10) mm và dài từ (100 ÷ 150) mm.



H.1.12. Nguyên lý làm sạch bằng điện

Dưới nhiệt độ của hồ quang kim loại và các tạp chất khuyết tật chảy và tách khỏi bề mặt phôi. Để tạp chất kim loại chỗ khuyết tật chảy ra được dể dàng, phôi được đặt nghiêng đi một góc nhất định hoặc có vòi dẫn không khí có áp suất từ 2÷3 atmôtphe còn gọi là ống chuyên dùng 9 để thổi kim loại lỏng và xỉ văng ra ngoài. Làm như vây thì năng suất cao hơn so với cách làm thông thường từ 3 ÷ 4 lần giá thành hạ hơn so với việc dùng búa hơi, phôi lại ít bị nứt.

Nhược điểm của phương pháp này là khó quan sát khi muốn kiểm tra khuyết tật còn hay không phải dùng lại do đó năng suất bị hạn chế.

❺. Làm sạch bằng búa hơi

Dùng búa hơi để làm sạch khuyết tật của phôi thỏi đúc là một phươn pháp hiện vẫn đang sử dụng rộng rãi.

Hình dáng chỗ làm sạch và tỷ số H/b > 1/6 (đã nói ở phần công nghệ cán thép hợp kim)

- Búa hơi đục sâu mỗi lần từ 2 ÷ 3 mm.
- Tốc độ đục khoảng 0,3 m/phút.
- Khi đục không được đục theo vòng tròn của phôi và thỏi đúc, không được tạo ra cạnh gờ vuông góc để tránh các ứng suất dư phụ gây ra nứt nẻ và các khuyết tật khác.

❻. Làm sạch bằng máy bào

Để khử khuyết tật trên bề mặt thỏi đúc người ta dùngmột loại máy có cấu tạo đặc biệt như máy bào.

Tốc độ cắt của máy từ 3 ÷ 5 m/phút nó phụ thuộc độ cứng của thỏi đúc và trạng thái bề mặt. Phương pháp này năng suất không cao mà giá thành lại đắt.

❼. Làm sạch bằng máy phay và máy tiện

Với thỏi tròn có $\phi < 300$mm và trọng lượng từ (500 ÷ 550)kg có thể khử khuyết tật trên máy tiện. Phương pháp này chỉ dùng với thép hợp kim đặc biệt là trong sản xuất ống không hàn. Vì khi cán ống từ thép hợp kim bề mặt phôi ống phải được làm sạch hết sức cẩn thận và khử bỏ hết khuyết tật, có khi người ta tiên bóc đi hẳn một lớp vỏ ngoài.

Người ta cũng có những loại máy tiện chuyên dùng cho thỏi đúc tiết diện vuông hoặc chữ nhật. Với những thỏi đúc không cần thiết tiên hết mà chỉ khử khuyết tật từng vùng thì người ta dùng máy phay để khử khuyết tật tại vùng đó.

❽. Làm sạch bằng phương pháp mài

Là phương pháp khử khuyết tật đắt tiền nhất. Mài chỉ sử dụng với những thỏi đúc quá nhỏ không thể khử bằng các phương pháp đục, tiện, búa hơi ...Mài được tiến hành trực tiếp bằng đá mài với nguyên tắc:

- Thép mềm thì dùng đá mài cứng và ngược lại thép cứng thì dùng đá mài mềm (đá mài cứng hay mềm là do sự liên kết các hạt tinh thể đá mài có chắc hay không). Ta có thể giải thích nguyên tắc đó như sau:
- Thép cứng làm cho đá mài chống mòn. Đá mài mềm thì hạt dể văng ra, hạt văng ra tạo thành lớp mới để làm mòn thép. Ngược lại thép mềm dùng đá mài cứng vì khi mài hạt đá bị lâu mòn hạt đá phải liên kết vững chắc với nhau để mài lâu mới bị văng ra.
- Kích thước đá mài phụ thuộc vào kích thước của phôi và số vòng quay của trục đá mài. Đối với thép cacbon cao và thép hợp kim có trọng lượng và kích thước

của thỏi đúc nhỏ thì đá mài được dùng có ϕ = (400 ÷ 500)mm, rộng (chiều dày) từ (60 ÷ 80)mm.

- Tốc độ quay của đá mài phụ thuộc vào độ liên kết của vật liệu. Ví dụ chất liên kết là gốm thì tốc độ đạt (25 ÷ 30)m/s. Nếu liên kết là pa-kê-lit thì tốc độ đạt từ (35 ÷ 45)m/s.

Sự cọ xát do lực ma sát sinh ra khi mài rất lớn dẫn đến phôi có nhiệt độ lớn. Với nhiệt độ cao ấy bề mặt phôi có thể bị cháy và nứt nẻ. Vì vậy phải chọn đá mài có vật liệu phù hợp với mác thép, tốc độ quay, cường độ ép đá mài lên bề mặt kim loại. Khi mài sinh ra bụi nhiều vì vậy cần tránh bụi cho công nhân khi thao tác

1.5. NUNG PHÔI KHI CÁN

1.5.1. Mục đích của việc nung nóng

Nung nóng kim loại trước khi cán chủ yếu là để giảm lực chống biến dạng, tăng tính dẻo cho kim loại để dể gia công. Ngoài ra, nung phôi còn làm giảm lực cán, giảm tiêu hao năng lượng, tăng tuổi thọ của trục cán và thiết bị, tăng năng suất, tăng chất lượng sản phẩm.

1.5.2. Một số vấn đề xảy ra khi nung

a/ Nứt nẻ: hiện tượng nứt nẻ xuất hiện bên ngoài hoặc bên trong kim loại.

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

b/ Hiện tượng ôxy hoá: kim loại khi nung trong lò, do tiếp xúc với không khí, khí lò nên bề mặt nó dễ bị ôxyhoá và tạo nên lớp vảy sắt. Sự mất mát kim loại đến 4 ÷ 6%, còn làm hao mòn thiết bị, giảm chất lượng chi tiết v.v...Quá trình ôxy hoá xảy ra do sự khuyết tán của nguyên tử ôxy vào lớp kim loại và sự khuyết tán của nguyên tử kim loại qua lớp ôxyt ở mặt ngoài vật nung để tạo thành 3 lớp vảy sắt: FeO-Fe_3O_4-Fe_2O_3.

Nhiệt độ nung trên 570^0c, lớp vảy sắt tăng mạnh và trên 1000^0c lớp vảy sắt dày đặc phủ kín mặt ngoài vật nung, nhiệt độ tiếp tục tăng lớp ôxýt này bị cháy, đồng thời tạo nên lớp ôxýt mới. Ôxýt hoá có thể do ôxy đưa vào, hoặc do khí CO_2, H_2O tách ra.

c/ Hiện tượng mất cácbon: Hiện tượng mất cácbon của mặt ngoài vật nung làm thay đổi cơ tính của chi tiết, có khi tạo nên cong vênh, nứt nẻ khi tôi. Khí làm mất C là O_2, CO_2, H_2O, H_2... Chúng tác dụng với cácbít sắt Fe_3C của thép:

$$2Fe_3C + O_2 = 6Fe + 2CO$$

$$Fe_3C + CO_2 = 3Fe + 2CO$$
$$Fe_3C + H_2O = 3Fe + CO + H_2$$
$$Fe_3C + 2H_2 = 3Fe + CH_4$$

Tác dụng mạnh nhất là H_2O rồi đến CO_2, O_2, H_2...

Quá trình mất C ngược với quá trình ôxy hoá và xảy ra trên bề mặt kim loại cùng một lúc với ôxy hoá. Tốc độ của hai quá trình khác nhau. Bắt đầu nung tốc độ mất C nhanh sau đó giảm dần, còn tốc độ ôxy hoá thì ngược lại. Khi tốc độ ôxy hoá lớn hơn tốc độ mất C thì lớp mất C giảm đi. Hợp lý nhất là cần tạo nên lớp ôxy hoá mạnh hơn mất C . Lớp mất C bắt đầu phát triển khi $t^0 = 600 \div 800^0C$ và tăng khi nhiệt độ tăng. Lượng mất C tăng khi thời gian tăng nhưng tốc độ mất C giảm.

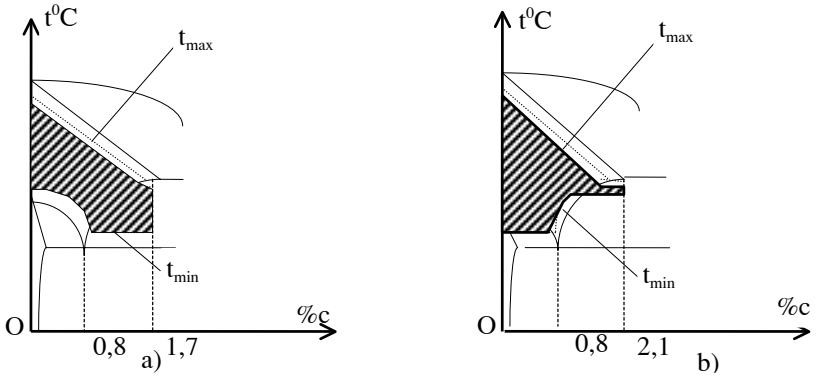
Để giảm sự mất C có thể dùng chất sơn phủ lên bề mặt vật nung. Hiện nay hay dùng chất sơn sau đây hoà với nước hoặc với cồn êtyl:
$60\%SiO_2 + 15\%Al_2O_3 + 11,2\%CaO + 4,4\%MgO + 5\%(K_2O+N_2O) + 0,8\%Fe_2O_3$.

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

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

1.5.3. Chế độ nung kim loại

a/ Chọn khoảng nhiệt độ nung



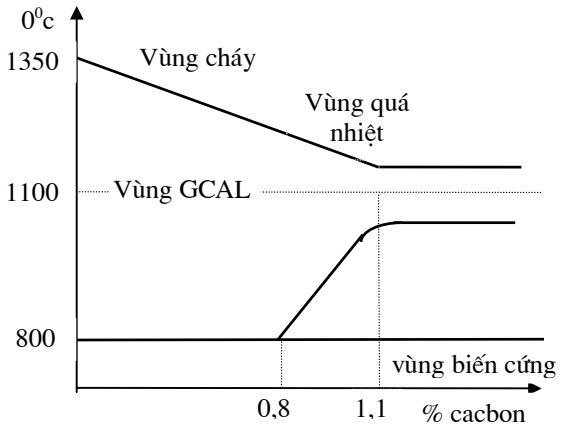
H.1.13. Giản đồ chọn khoảng nhiệt độ gia công đối với thép các bon
a) Giản đồ lý thuyết b) Giản đồ thực tế

Yêu cầu: Đảm bảo kim loại dẻo nhất. Kim loại biến dạng tốt và hao phí ít nhất. Chất lượng vật nung phải được bảo đảm. Đối với thép cácbon dựa trên giản đồ Fe-C để chọn khoảng nhiệt độ GCAL.

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

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

Ví dụ: đối với thép khi nung màu sẽ sáng dần từ màu đỏ xẫm (500^0c) đến sáng trắng (1250^0c).



H.1.14. Phạm vi nhiệt độ gc. áp lực

b/ Thời gian nung

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

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

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

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

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

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

Giai đoạn nhiệt độ cao: (850^oc đến nhiệt độ bắt đầu gia công)

Khi nhiệt độ vật nung trên 850^oc tính dẻo tăng, tốc độ ôxy hoá mạnh. Tốc độ nung ở giai đoạn này không phụ thuộc nhiều vào hệ số dẫn nhiệt nữa, vì thế có thể tăng nhanh tốc độ nung nhằm tăng năng suất nung, giảm lượng oxy hoá và cháy cácbon, hạn chế sự lớn lên của các hạt kim loại, giảm hao phí nhiên liệu.vv...

Tốc độ nung của giai đoạn này gọi là "tốc độ nung kỹ thuật", nó phụ thuộc vào cách xếp phôi, độ dài phôi v.v...

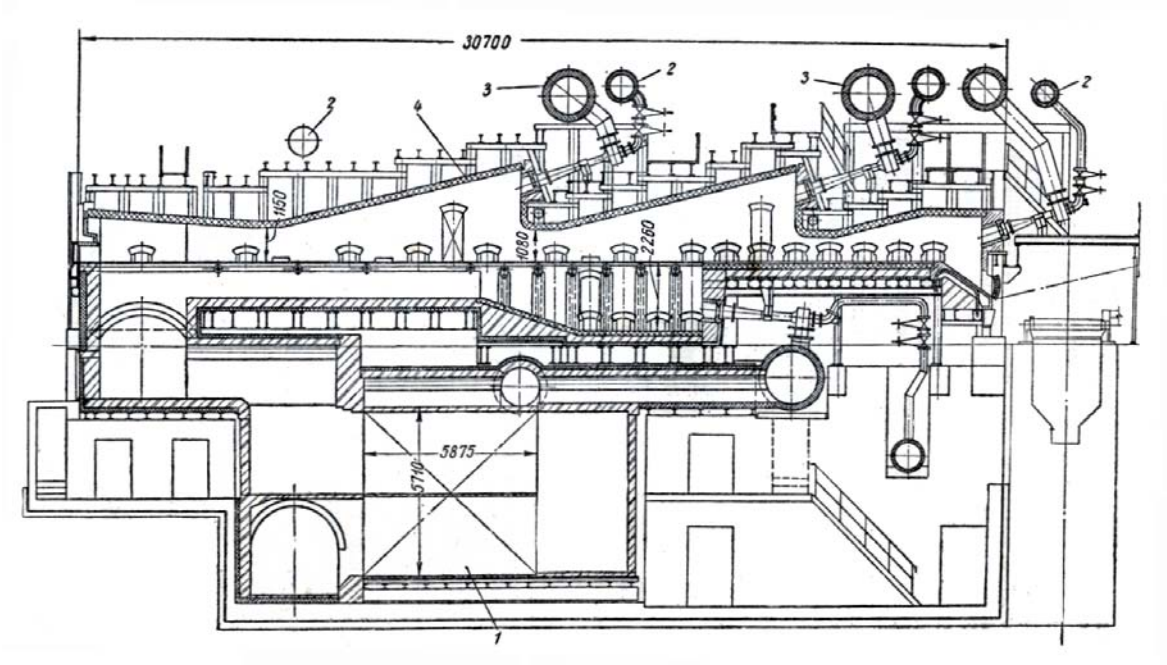
Bảng 1.1. Nhiệt độ kết thúc và nhiệt độ cháy của một số thép

STT	Mác thép và thành phần hoá học	Nhiệt độ kết thúc nung (^{0}C)	Nhiệt độ cháy
1	Thép các bon có %C = 1,5	1050	1140
2	Thép các bon có %C = 1,1	1080	1180
3	Thép các bon có %C = 0,9	1120	1280
4	Thép các bon có %C = 0,8	1180	1280
5	Thép các bon có %C = 0,5	1250	1350
6	Thép các bon có %C = 0,2	1320	1470
7	Thép các bon có %C = 0,1	1350	1490
8	Thép lò xo C60, C65	1250	1350
9	Thép hợp kim niken (Ni = 3 %)	1250	1370
10	Thép hợp kim Ni - Cr	1250	1370
11	Thép hợp kim Cr - Vanadi	1250	1350
12	Thép gió	1280	1380

1.5.4. Thiết bị nung

Trong sản xuất cán, các loại lò nung được sử dụng nhiều là các lò nung và hố nung (lò giếng), củ thể như sau:

- Nung thỏi đúc cho máy cán phá thì dùng lò giếng.
- Nung phôi thỏi cho máy cán Ray-dầm thì dùng lò liên tục và lò buồng



H.1.13. Cấu tạo lò nung liên tục

- Nung phôi và thỏi đúc cho máy cán hình và cán ống thì dùng lò liên tục, lò có đáy xoay.
- Nung phôi, thỏi đúc thép hợp kim thì dùng lò liên tục có buồng đốt sơ bộ

và lò buồng.

- Nung thỏi đúc, phôi cho máy cán tấm thì dùng lò buồng, lò liên tục và lò có đáy di động.

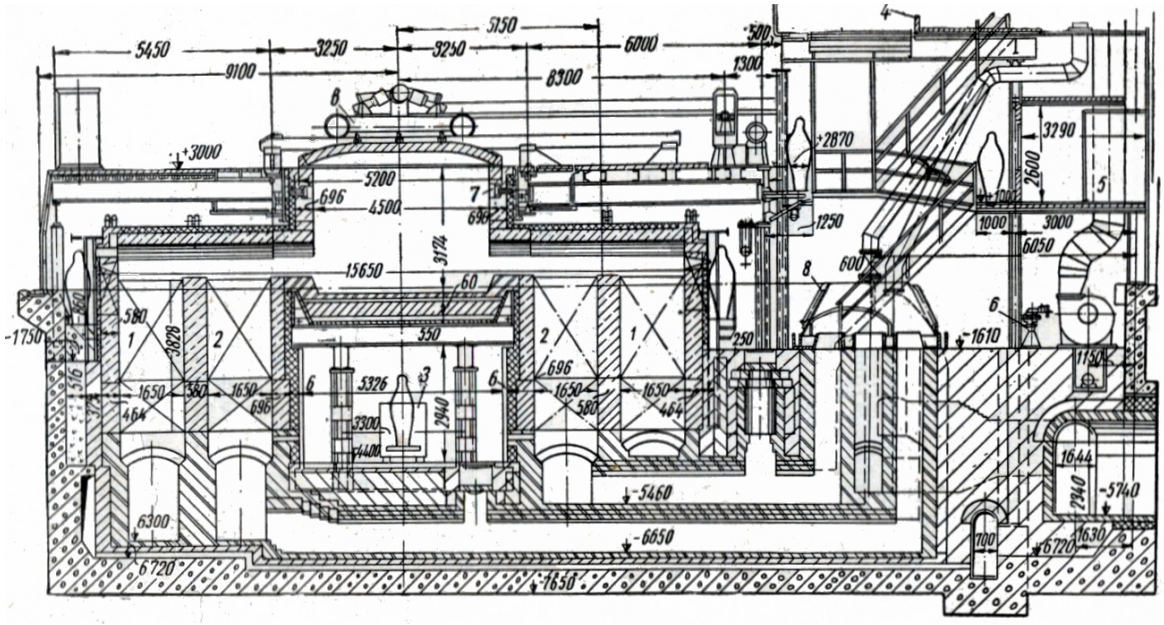
Việc bố trí nung thỏi đúc và phôi cán ở lò nào còn phụ thuộc vào máy cán và sản phẩm. Vì vậy cần phải chọn lò nung cho hợp lý để đảm bảo tăng năng suất nung và nhận được tốt nhất với giá thành hạ.

Một số nhận xét:

- Lò giếng chỉ nung thỏi đúc và phôi có kích thước lớn, nó phù hợp với công nghệ cán thô, cán phá và cán không liên tục.

- Lò liên tục thích hợp khi nung cho tất cả các loại phôi và thỏi đúc khác nhau, nó phù hợp với cán liên tục như cán thép hình, thép tấm v.v...

- Để đảm bảo được nhiệt độ và năng suất nung chính xác và cao, cần phải trang bị các dụng cụ đo nhiệt, máy đẩy phôi, máy lật phôi và các thiết bị khác để tự động hoá quá trình nung.



H. 1.14. Lò giếng hoàn nhiệt

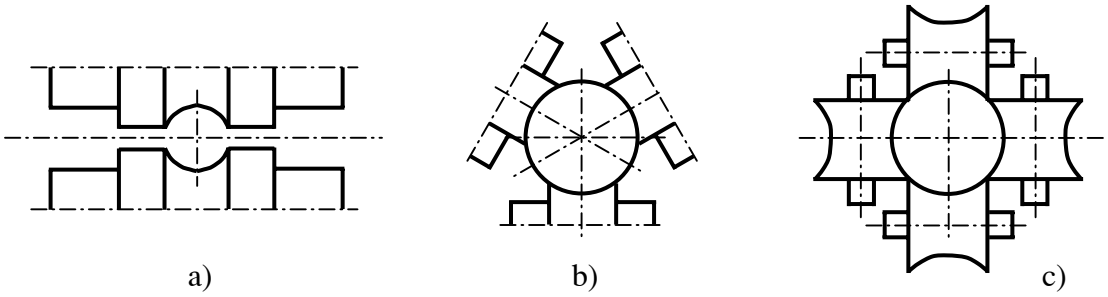
1: buồng tích nhiệt nung không khí; 2: buồng tích nhiệt nung khí; 3:xe chở xỉ; 4: khu vực đặt thiết bị đo và kiểm tra; 5: vùng chứa máy phát điện; 6: đường ra ống khói; 7: nơi lắp cặp nhiệt xung; 8: van đảo khí -không khí

Chương 2
CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN CỦA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ CÁN THÉP

2.1. LỖ HÌNH TRỤC CÁN

2.1.1. Khái niệm về lỗ hình trục cán

Tất cả các loại thép hình có tiết diện đơn giản như thép tròn, vuông, chữ nhật v.v...và có biên dạng phức tạp như thép chữ I, U, thép đường ray v.v... đều được cán trên các trục đã được tạo các rãnh có biên dạng tương ứng. Biên dạng rãnh của 2 hay 3, 4 trục tạo thành một biên dạng "calip" gọi là lỗ hình trục cán.



a) b) c)

Hình 2.1. Rãnh của trục cán tạo thành lỗ hình.
a) 2 trục; b) 3 trục; c) 4 trục

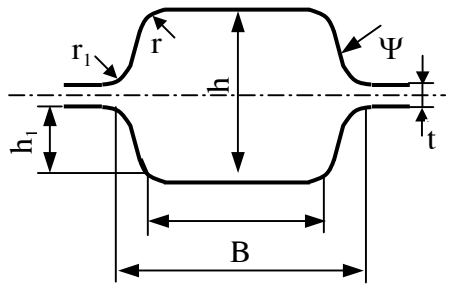
Trong công nghệ cán thép tấm thì quá trình cán được tiến hành trên trục không tạo rãnh (trục phẳng) song việc xác định chế độ ép, phân bố lượng ép và tính toán xác định biên dạng trục cán để đạt được sản phẩm có chiều dày đồng đều cũng được gọi là thiết kế lỗ hình trục cán.

Nói chung trên mỗi lỗ hình chỉ cán một lần, song cũng có thể cán nhiều lần bằng cách thay đổi khe hở giữa 2 trục cán.

2.1.2. Các thông số cơ bản của một lỗ hình

Thông số cơ bản của lỗ hình chính là các đại lượng cần tính toán để tạo nên lỗ hình, nó tuỳ thuộc vào hình dạng các lỗ hình:

a) Lỗ hình hộp chữ nhật



Hình 2.2- Lỗ hình hộp chữ nhật.

h - chiều cao lỗ hình
b - chiều rộng đáy lỗ hình
B - chiều rộng miệng lỗ hình
Ψ - độ nghiêng thành bên lỗ hình
h_1 - chiều sâu rãnh lỗ hình
r_1 - bán kính lượn vành trục
r - bán kính lượn ở đáy lỗ hình
t - khe hở giữa 2 trục cán

Độ nghiêng thành bên lỗ hình Ψ còn gọi là lượng thoát phôi khi cán và được biểu thị bằng tỷ số giữa hiệu số chiều rộng miệng và đáy lỗ hình và chiều cao rãnh lỗ hình tính theo %.

Độ nghiêng thành bên lỗ hình Ψ không những tạo cho phôi ra vào lỗ hình dể dàng mà còn tạo điều kiện để phục hồi lại đúng kích thước ban đầu khi phục hồi lại trục. Độ nghiêng thành bên lỗ hình Ψ có thể chọn từ 1 ÷ 10% hoặc lớn hơn.

Bán kính góc lượn r và r_1 nhằm loại trừ sự tập trung ứng suất trong trục cán đồng thời tránh góc nhọn cho vật cán do đó tránh được bavia, nứt rạn do rách góc khi nhiệt độ thấp và giảm tính dẻo.

Có thể chọn: r = (0,1 ÷ 0,15)h; r_1 = t.

b) Lỗ hình thoi

Đối với lỗ hình thoi và lỗ hình vuông thì bán kính lượn r_1 ở miệng lỗ hình có thể lấy lớn hơn một ít để tạo điều kiện cho giãn rộng thuận lợi tránh tạo bavia. Bằng cách chọn bán kính lượn có thể điều chỉnh được chiều cao và chiều rộng của lỗ hình.

h - chiều cao lỗ hình không có bán kính lượn.

h_1 - chiều cao lỗ hình có bán kính lượn

b - chiều rộng hình thoi

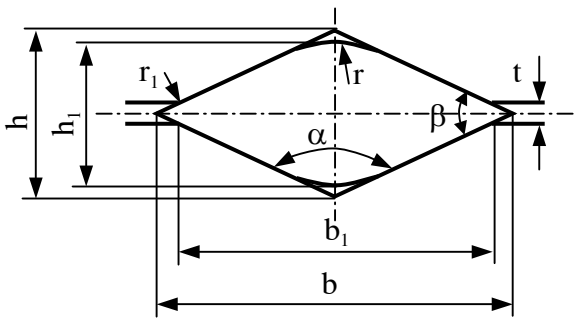
b_1 - chiều rộng miệng lỗ hình

r và r_1 - các bán kính lượn

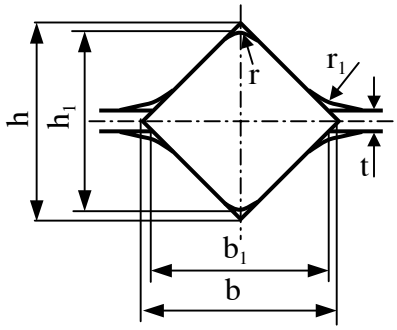
t - khe hở giữa 2 trục cán

c/ Lỗ hình vuông

Lỗ hình vuông có sự phân biệt với hộp vuông ở cách bố trí lỗ hình trên trục cán. Lỗ hình vuông bố trí rãnh theo hình chéo. Lỗ hình hộp vuông bố trí rãnh theo cạnh a.



Hình 2.3- Lỗ hình thoi.

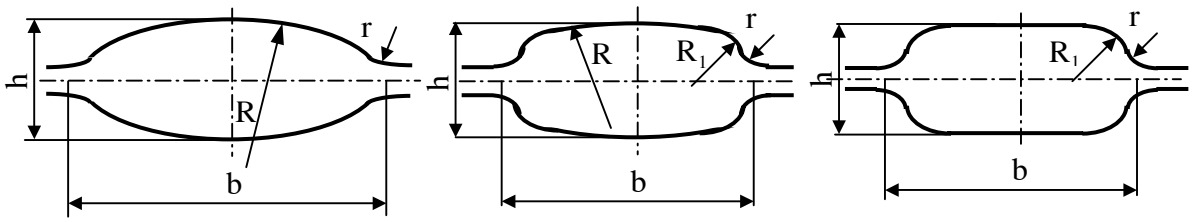


Hình 2.4- Lỗ hình vuông.

d/ Lỗ hình ôvan

Lỗ hình ô van có nhiều cách cấu tạo: ôvan một bán kính, ôvan nhiều bán kính, ôvan bằng, ôvan đứng.

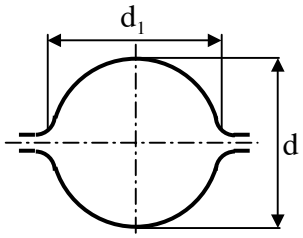
Tuỳ theo yêu cầu công nghệ mà khi thiết kế lỗ hình ta chọn cho phù hợp:



Hình 2.5- Các thông số cơ bản của lỗ hình ôvan
a. Ôvan một bán kính; b. Ôvan hai bán kính; c. Ôvan bằng

đ/ Lỗ hình tròn

Thông thường lỗ hình tròn có một đường kính d, song cũng có một số trường hợp khi cán các loại sản phẩm lớn thì lỗ hình tròn được thiết kế theo 2 đường kính: đường kính thẳng đứng d và đường kính nằm ngang d_1.



Hình 2.6- Lỗ hình tròn.

2.1.3. Cách phân loại lỗ hình

a/ Phân loại theo hình dáng

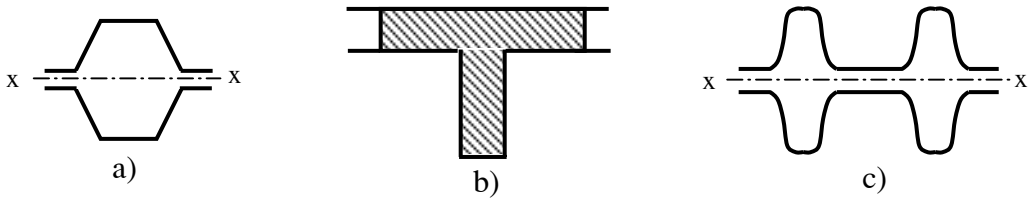
- Lỗ hình đơn giản: chữ nhật, tròn, vuông, ôvan v.v...
- Lỗ hình phức tạp: lỗ hình góc, chữ I, chữ U, v.v...

b/ Phân loại theo công dụng

- Lỗ hình giãn dài (cán phá): nhằm giảm nhanh tiết diện của phôi.
- Lỗ hình cán thô: đồng thời với giảm tiết diện của phôi phải tạo được dần hình dáng về gần với hình dáng của sản phẩm.
- Lỗ hình trước thành phẩm: tác dụng khống chế được kích thước của thành phẩm
- Lỗ hình tinh: cho ra kích thước và hình dáng của sản phẩm ở trạng thái nóng và phải đảm bảo cả dung sai của sản phẩm.

c/ Phân loại theo cách gia công lỗ hình trên trục cán

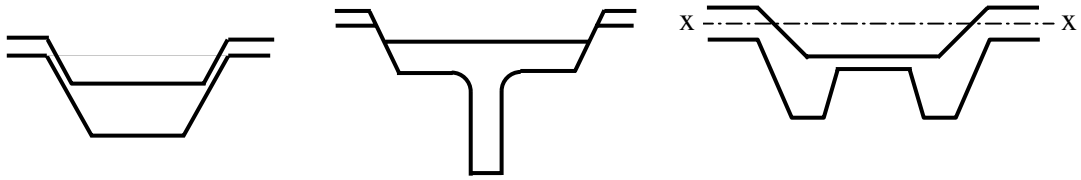
- **Lỗ hình hở:** phần lớn gặp ở lỗ hình đơn giản, chúng có đường phân chia khe hở giữa 2 trục cán x-x nằm trong phạm vi rãnh của trục cán dù cho rãnh được gia công trên một hay 2 trục.



Hình 2.6- Lỗ hình hở.

- **Lỗ hình kín**: có đường phân chia khe hở giữa 2 trục cán x-x nằm ngoài phạm

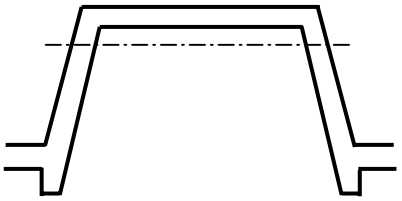
vi rãnh lỗ hình được cấu tạo bởi một phần lồi và một phần rãnh của 2 trục cán.



Hình 2.7 Lỗ hình kín.

- **Lỗ hình nửa kín**

Ở loại lỗ hình này trên trục cán vừa có phần lồi vừa có phần lõm. Khe hở giữa hai trục cán được cấu tạo ở thành bên của lỗ hình.



Hình 2.8. Lỗ hình nửa kín.

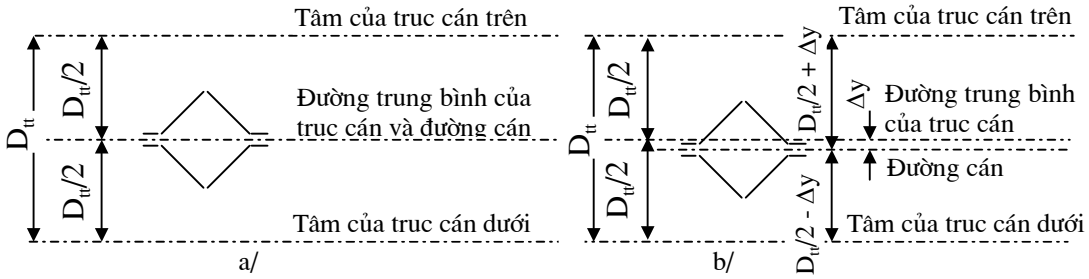
2.1.4. Đường trung bình của trục, đường cán, đường trung tuyến của lỗ hình trục cán

a. Đường trung bình của trục cán

Đường trung bình của trục cán là đường nằm ngang chia đôi khoảng cách giữa 2 tâm trục cán.

b. Đường cán

Đường cán là đường trên đó phân bố lỗ hình trục cán.



c. Đường trung tuyến của lỗ hình

Đường trung tuyến của lỗ hình là một đường thẳng đi qua trọng tâm của lỗ hình đồng thời phải đảm bảo tổng hợp lực của kim loại tác dụng lên mặt trên và mặt dưới của lỗ hình bằng nhau. Chiều sâu rãnh của 2 trục đều bằng nhau.

Đường trung tuyến có thể trùng với đường trung bình và đường cán trong một số trường hợp.

Nếu như lực ma sát và hệ số ma sát ở cả hai trục như nhau thì sự cân bằng tốc độ có thể thay bằng sự cân bằng đường kính trung bình $2R_{tb}$ của trục cán.

$$R_{tbt} = R_{tbd}$$

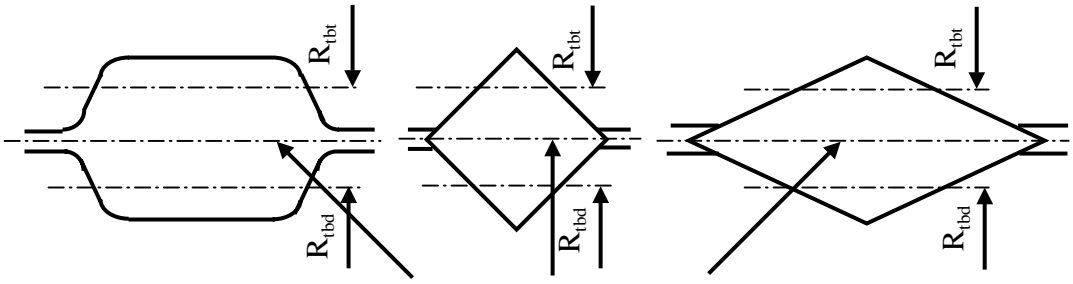
$2R_{tbt}$ - đường kính làm việc trung bình của trục trên.

$2R_{tbd}$ - đường kính làm việc trung bình của trục dưới.

Nếu không xác định đúng đường trung tuyến của lỗ hình có thể phá vỡ khớp nối hoặc trục nối, gây tổn thất năng lượng, làm mòn nhanh các thiết bị dẫn hướng và lỗ hình, gây ứng suất trong vật cán.

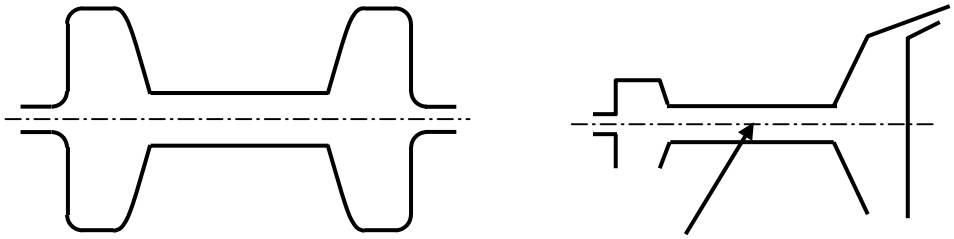
Để xác định được đường trung tuyến của lỗ hình có nhiều phương pháp.

- Đối với các lỗ hình đơn giản:



Hình 2.9- Đường trung tuyến của lỗ hình.

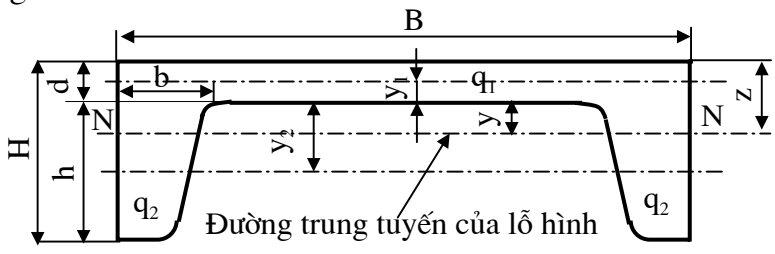
- Đối với trục cán có lỗ hình phức tạp (dầm chữ I, đường ray): loại lỗ hình này cũng có trục đối xứng vì vậy đường trung tuyến chính là trục đối xứng nằm ngang.



Hình 2.10 Đường trung tuyến của lỗ hình.

- Đối với các lỗ hình kín và các lỗ hình định hình khác

Nói chung với lỗ hình kín thì đường trung tuyến không trùng với trục đối xứng, đồng thời với những lỗ hình không có tính đối xứng thì đường trung tuyến sẽ là đường đi qua trọng tâm lủa lỗ hình. Phương pháp xác định trọng tâm của lỗ hình phức tạp, trong thực tế dùng phương pháp chia lỗ hình phức tạp thành những lỗ hình đơn giản để xác định trọng tâm sau đó tổng hợp toạ độ trọng tâm củacác phần đơn giản thành trọng tâm của lỗ hình.



Hình 2.11- Sơ đồ xác định toạ độ trọng tâm thép chữ U.
q_1, q_2 - diện tích tiết diện từng phần. y_1 - toạ độ trọng tâm của q_1; y_2 - toạ độ trọng tâm của q_2

$$q_1 = d.\ B\ mm^2; \qquad q_2 = \frac{b-a}{2}.h\ mm^2$$

Đường thẳng N - N là đường trung tuyến giả thiết của lỗ hình có toạ độ y.

Ta có: $$y = \frac{M_1 + 2M_2}{q_1 + q_2} = \frac{q_1 y_1 + 2q_2 y_2}{q_1 + q_2}$$

trong đó, M_1 và M_2 - mômen tĩnh của tiết diện.

Phần thân của thép chữ U là một hình chữ nhật, có trọng tâm đi qua đường chia đều d.

$$y_1 = \frac{d}{2}$$

Toạ độ trọng tâm phần chân của chữ Π (hình thang) có cách tính như sau:

$$y_2 = \frac{h}{3}\left(\frac{2a + b}{a + b}\right)$$

Ở hình 2.11 có Z = d +y là khoảng cách từ cạnh ngoài của lỗ hình đến đường trung tuyến N - N.

2.1.5. Đường kính làm việc trung bình (tiếp xúc) của trục cán

Đường kính tiếp xúc D_{tx} (làm việc) của trục cán là đường kính mà đảm bảo cho vận tốc ra của vật cán khỏi trục cán không có sự vượt trước (vận tốc của vật cán và vận tốc dài của trục cán bằng nhau).

Chúng ta biết rằng tốc độ dài của trục cán và tốc độ của kim loại khi ra khỏi lỗ hình liên hệ với nhau theo công thức:

$$V_{vc} = (1 + S)v_{tr}$$

V_{vc} - vận tốc của vật cán, m/s.

V_{tr} - vận tốc dài của trục cán, m/s.

S - lượng vượt trước.

$$S = \frac{V_{vc} - v_{tr}}{v_{tr}} = \frac{V_{vc}}{v_{tr}} - 1$$

$$v_{tr} = \frac{\pi . D_{tx} . n}{60}$$

Khi cán trong lỗ hình thì tốc độ cán tính theo đường bao của lỗ hình trên trục cán. Đường kính làm việc (tiếp xúc) D_{tx} của trục cán khác nhau. Do đó, tốc độ của vật cán theo chiều rộng của lỗ hình cũng khác nhau. Vì thế phải xác định một đường kính làm việc trung bình, trên cơ sở đó xác định tốc độ ra phôi và các đại lượng biến dạng khác. $$D_{tb} = \sum_{1}^{n} \frac{D_{tx}}{n}$$

Phương pháp xác định đường kính làm việc trung bình theo cân bằng lực ma sát là rất khó. Có thể xác định chúng theo 3 phương pháp đơn giản hơn:

❶ Theo bề mặt tiếp xúc của lỗ hình

Ta có biểu thức: $$D_{tb} = \frac{\sum D_{tx}.k}{F}$$

Trong đó:

$\sum D_{tx}$ - tổng các đường kính làm việc tại từng điểm trên bề mặt tiếp xúc giữa kim loại với trục cán.

k - hệ số phục hồi lại trục cán, $k = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_0}$

D_0 - Đường kính ban đầu của trục cán. D_0 thay đổi từ D_{max} đến D_{min}.

F - diện tích bề mặt tiếp xúc giữa kim loại và trục cán.

Đường kính trục cán chọn trên cơ sở công nghệ: điều kiện ăn kim loại, độ bền, công suất động cơ, tốc độ cán v.v...

Hệ số phục hồi trục cán của từng máy cán cụ thể như sau:

- Máy cán phá, cán phôi : k = 0,08 ÷ 0,15
- Máy cán hình : k = 0,08 ÷ 0,15
- Máy cán dây thép : k = 0,05 ÷ 0,09
- Máy cán tấm nóng : k = 0,04 ÷ 0,07
- Máy cán tấm nguội : k = 0,03 ÷ 0,06

Mức độ giảm đường kính khi phục hồi D_{PH} rãnh lỗ hình hay vành trục trong phạm vi cho phép sau:

Lỗ hình tinh:

- Khi cán sản phẩm đơn giản: $D_{PH} \langle \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6}\right) D_0$.
- Khi cán sản phẩm phức tạp: $D_{PH} \langle \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}\right) D_0$

Lỗ hình thô

- Khi cán sản phẩm đơn giản: $D_{PH} \langle \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{5}\right) D_0$
- Khi cán sản phẩm phức tạp: $D_{PH} \langle \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}\right) D_0$

❷ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình thì đường kính làm việc trung bình của trục cán được tính:

$$D_{tb} = D_{tt} - h_{tb} = D_{tt} - \frac{F}{b}$$

D_{tt} - khoảng cách giữa 2 tâm trục cán.

h_{tb} - chiều cao trung bình của lỗ hình

F - diện tích tiết diện của phôi khi ra khỏi lỗ hình (diện tích của lỗ hình)

b - chiều rộng của phôi khi ra khỏi lỗ hình (chiều rộng lỗ hình)

Phương pháp này đơn giản nhưng với các lỗ hình phức tạp thì cho kết quả

không chính xác, vì không tính đến ảnh hưởng thành bên của lỗ hình.

❸ Theo đường bao của lỗ hình: thường dùng khi cán trong lỗ hình phức tạp, lỗ hình vuông hở và kín.

Dưới đây giới thiệu cách xác định đường kính làm việc trung bình của trục cán một số lỗ hình thông dụng:

Lỗ hình ôvan

+ Theo bề mặt tiếp xúc của lỗ hình

$$D_{tb} = D_đ + 2R_{ov}(1-\cos\varphi_{tb})$$

$D_đ$ - đường kính làm việc ở đáy lỗ hình; R_{ov} - bán kính ôvan.

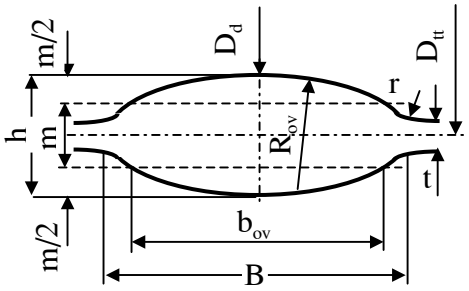
φ_{tb} - góc xác định vị trí đường kính làm việc trung bình.

$$\varphi_{tb} = 0{,}25\left(\arcsin\frac{b_{ov}}{2R_{ov}} + \arcsin\frac{C}{2R_{ov}}\right)$$

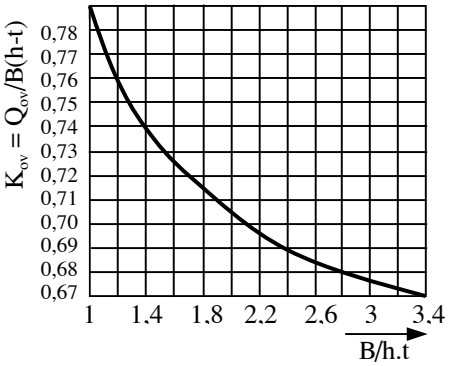
b_{ov} - chiều rộng vật cán khi ra khỏi lỗ hình

C - cạnh vật cán vuông đưa vào lỗ hình ôvan

+ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình



Hình 2.12-Lỗ hình ôvan xác định D_{tb}.



Hình 2.13. Xác định hệ số ôvan k_{ov}

$$D_{tb} = D_{tt} - \frac{F_{ov}}{b_{ov}};\quad F_{ov} = b_{ov}(h_{ov} - m) + F_{bn};\ F_{bn} = k_{ov}.b_{ov}.m$$

Ở đây, k_{ov} lấy theo đồ thị hình 2.13 chọn theo tỷ số b_{ov}/m

$$m = 2R_{ov} - 2\sqrt{R_{ov}^2 - 0{,}25C^2}$$

Đơn giản hơn người ta xác định đường kính làm việc trung bình của trục cán hình thoi như sau với hình ôvan một bán kính uốn: $D_{tb} = D_{tt} - \frac{2}{3}h$.

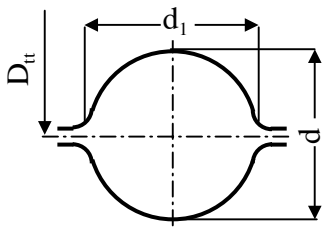
Lỗ hình tròn

+ Theo bề mặt tiếp xúc của lỗ hình

$$D_{tb} = D_{tt} - 0{,}785d$$

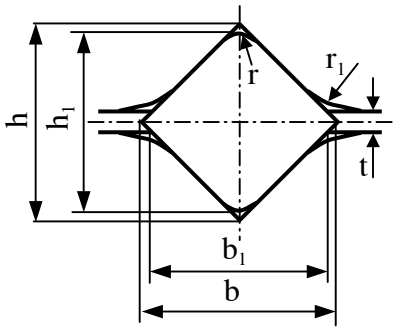
d - đường kính thép tròn.

+ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình



$$D_{tb} = D_0 - h_{tb} = D_0 - \frac{\pi d^2}{4d} = D_0 - 0{,}785d$$

Lỗ hình vuông



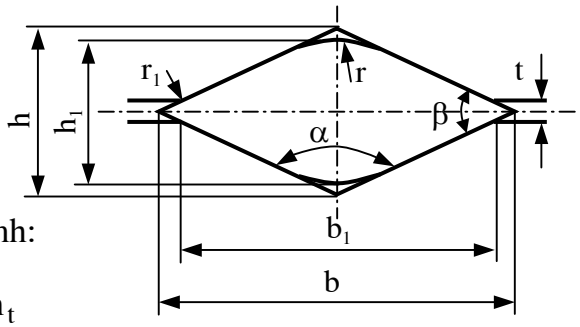
+ Theo bề mặt tiếp xúc của lỗ hình

$$D_{tb} = D_{tt} - h_v + 0{,}35.h_v = D_{tt} - 0{,}65h_v.$$

+ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình:

$$D_{tb} = D_{tt} - \frac{F_v}{b_v}$$

Lỗ hình thoi



+ Theo bề mặt tiếp xúc của lỗ hình

$$\frac{b_t}{h_t} = 1{,}75 \;;\; \alpha = 120^0$$

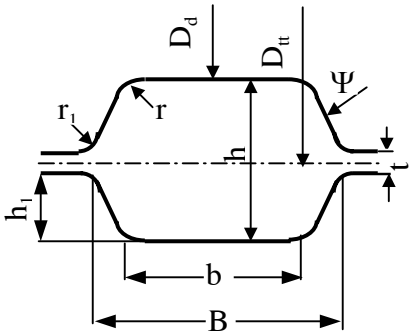
$$D_{tb} = D_{tt} - h_t + 0{,}2.b_t$$

$D_{tb} = D_{tt} - h_t + 0{,}35h_t = D_{tt} - 0{,}65h_t$.

+ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình:

$$D_{tb} = D_{tt}\frac{0{,}5b_t h_t}{b_t} = D_{tt} - 0{,}5h_t$$

Lỗ hình lục giác



+ Theo chiều cao trung bình của lỗ hình:

$$D_{tb} = D_{tt} - \frac{q}{b}$$

q - diện tích tiết diện lỗ hình lục giác.

b - chiều rộng vật cán khi ra khỏi lỗ hình

+ Theo chu vi đường bao lỗ hình:

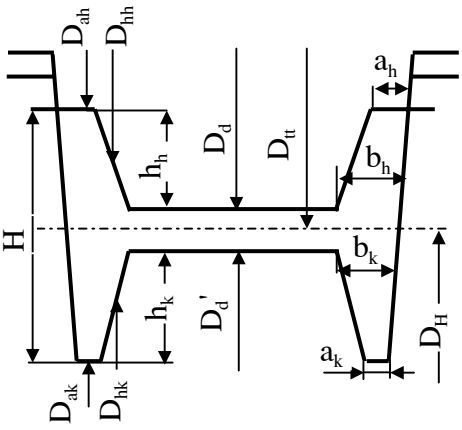
$$D_{tb} = \frac{(D_{tt} - h)b_d + 2D_d.a}{b_d + 2a}; \quad D_d = D_{tt} - t - \frac{h}{2}$$

Lỗ hình phức tạp

$$D_{tb} = \frac{\sum D_{tx}.l}{\sum l} = \frac{D_1 l_1 + D_2 l_2 + ... + D_n l_n}{l_1 + l_2 + ... + l_3}$$

$l_1, l_2, ..., l_n$ -từng phân tố đường bao.

$D_1, D_2, ...D_n$ - đường kính làm việc trung bình tương ứng với các phân tố đường bao.



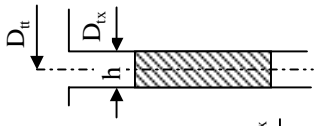
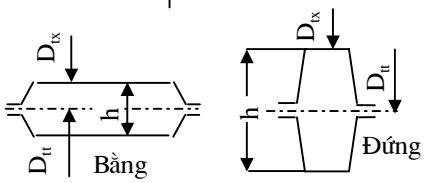
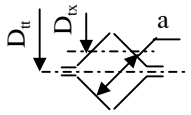
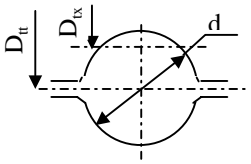
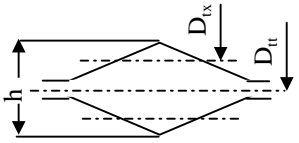
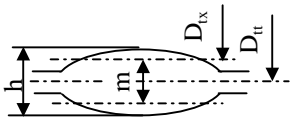
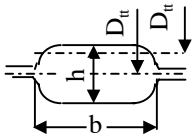
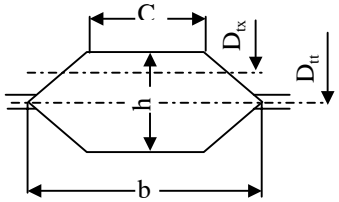
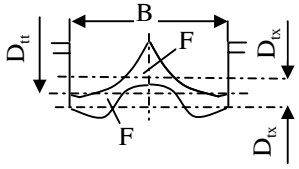
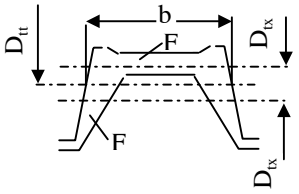
Ví dụ: với lỗ hình dầm chữ I thì:

- Đường kính làm việc trung bình ở chân hở cho trục trên: $D_{k.h} = \frac{2D_{h.k} + D_d(B - 2b_h)}{2h_h + B - 2b_h}$

- Đường kính làm việc trung bình ở chân kín cho trục dưới:

$$D_{k.k} = \frac{2D_H.H + 2D_{h.k}.h_k + D_d(B - 2b_k) + 2D_{a.k}.a_k}{2H + 2h_k + (B - 2b_k) + 2a_k}$$

Từ những phân tích trên có thể tham khảo cách xác định đường kính làm việc (tiếp xúc) của một số lỗ hình thường gặp (bảng 2.1)

Tên lỗ hình	Hình minh hoạ	Đường kính làm việc
Lỗ hình phẳng		$D_{tx} = D_{tt} - h$
Lỗ hình hộp		$D_{tx} = D_{tt} - h$
Lỗ hình vuông		$D_{tx} = D_{tt} - 0{,}76a$
Lỗ hình tròn		$D_{tx} = D_{tt} - 0{,}8d$
Lỗ hình thoi		$D_{tx} = D_{tt} - 0{,}55h$
Lỗ hình ôvan		1. $D_{tx} = D_{tt} - \frac{2h+m}{3}$
		2. $D_{tx} = D_{tt} - \frac{b.h+0{,}2h^2}{b}$
Lỗ hình 6 cạnh		$D_{tx} = D_{tt} - \frac{h}{2}\left(1+\frac{C}{b}\right)$
Lỗ hình phức tạp	 	$D_{tx} \approx D_{tt} - \frac{F}{b}$

2.1.6. Bố trí lỗ hình trên trục cán

a. Kích thước trục cán và đường cán

Để bố trí được lỗ hình trên trục cán phải xuất phát từ các kích thước cơ bản của trục cán.

Đường kính trục cán D_{tt} của máy cán là khoảng cách giữa 2 đường tâm của trục cán trên và dưới ở vị trí bình thường khi cán.

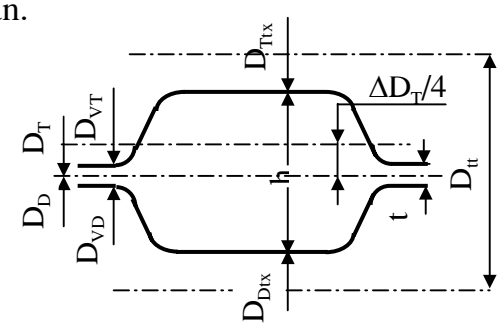
$$D_{tt} = \frac{D_T + D_D}{2}$$

Khi 2 trục tiếp xúc nhau hoàn toàn không có khe hở ta có đường kính ban đầu của trục cán:

$D_T = D_{VT} + t$; $D_D = D_{VD} + t$

t - khe hở giữa 2 vành trục

D_{VT} , D_{VD} - đường kính theo vành trục



Hình 2.14- Bố trí lỗ hình trên trục cán.

Đường tiếp xúc của 2 đường kính ban đầu D_T, D_D gọi là đường cán.

D_{Ttb}, D_{Dtb} -đường kính trung bình của trục trên và dưới.

D_{Ttx}, D_{Dtx} - đường kính làm việc của trục trên và dưới.

Đối với các lỗ hình đơn giản như hộp chữ nhật, vuông, thoi, ôvan, tròn khi bố trí lỗ hình trên trục cán thì trục đối xứng nằm ngang của lỗ hình (đường trung tuyến) luôn trùng với đường cán. Trong thực tế nhằm ổn định phôi lúc ra khỏi lỗ hình đi theo một hướng, người ta sử dụng sử chênh lệch đường kính ban đầu của 2 trục cán. Nếu $D_T > D_D$: ta gọi là có áp lực trên (phôi luôn cong xuống dưới lúc ra khỏi lỗ hình, nếu $D_T < D_D$ ta gọi là có áp lực dưới. Áp lực trên ΔD_T và áp lực dưới ΔD_T được biểu thị:

$$\Delta D_T = D_T - D_D \; ; \qquad \Delta D_D = D_D - D_T \; .$$

Khi cán các sản phẩm có biên dạng phức tạp thì dùng áp lực đối với trục nào có chứa phần rãnh lỗ hình kín. Khi cán hình người ta dùng áp lực trên. Ap lực trên có trị số 1 ÷ 3 mm cho máy cán hình cỡ nhỏ và 10 mm cho máy cán hình cỡ lớn.

Áp lực dưới thường dùng ở các máy cán mà phôi cán có trọng lượng lớn (cán tấm nóng) với trị số áp lực 10 ÷ 15 mm.

Trong trường hợp bố trí lỗ hình có sử dụng áp lực trên với một đại lượng $\Delta D_T = D_T - D_D$ thì đường cán phải là đường ở vị trí thấp hơn đường tiếp xúc giữa 2 đường kính ban đầu của trục trên và trục dưới một khoảng cách là $\Delta D_T /4$ bởi vì:

$$\frac{D_T}{2} = \frac{D_{TTB}}{2} + \frac{\Delta D_T}{4} \; ; \quad \frac{D_D}{2} = \frac{D_{DTB}}{2} + \frac{\Delta D_D}{4}$$

Vì $D_{TTB} = D_{DTB}$ cho nên biểu thức trên có thể viết:

$$D_T - D_D = \Delta D_T$$

Trong trường hợp sử dụng áp lực dưới thì đường cán sẽ nằm ở vị trí cao hơn

đường trung bình của trục cán một đại lượng $\Delta D_T/4$. Vì đường trung tuyến của lỗ hình nằm trùng với đường cán nên không cần phải xây dựng một đường phụ trung bình của trục cán mà ta có thể tính đường kính trục trên và trục dưới như sau:

$$D_T = D + \frac{\Delta D_T}{2} \; ; \quad D_D = D - \frac{\Delta D_D}{2}$$

với D là khoảng cách giữa 2 đường tâm trục, chính là đường kính của trục cán.

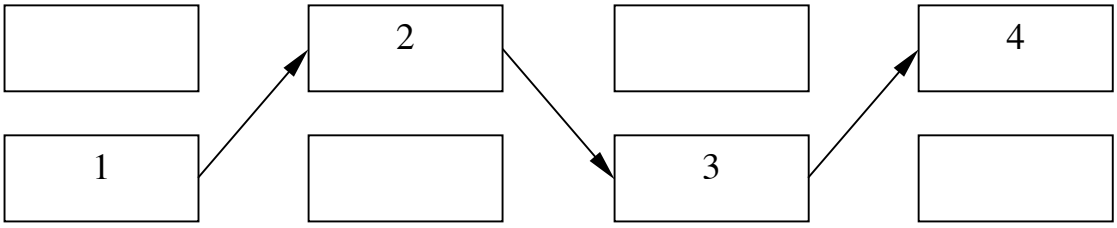
b. Sắp xếp và bố trí lỗ hình trên giá cán 3 trục

Giá cán 3 trục thường gặp nhiều ở máy cán hình bố trí hàng, nó làm nhiệm vụ cán phá, cán thô. Hệ lỗ hình thường dùng ở các giá này là hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông hoặc thoi - vuông tùy theo kích thước phôi.

Bố trí lỗ hình trên giá 3 trục có hai cách: xen kẽ và lên xuống.

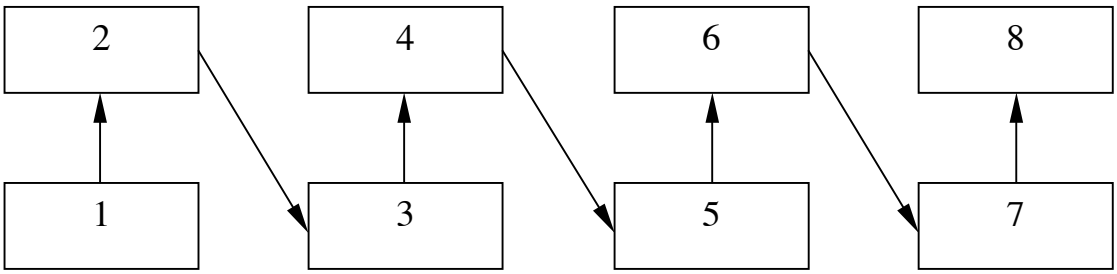
**** Bố trí xen kẽ:***

Theo cách bố trí này thì trên một chiều dài của trục cán chỉ xếp được ít lỗ hình. Nhưng nếu dùng một bộ trục cán 4 trục: một trục trên, một trục dưới và hai trục giữa để phối lỗ hình thì vẫn có thể tiết kiệm được trục cán. Bố trí xen kẽ thì thiết kế lỗ hình sẽ đơn giản.



*** Bố trí lên xuống:**

Trong cách bố trí này thì trục giữa được dùng chung cho trục trên và trục dưới, do đó bố trí được nhiều lỗ hình, quá trình lật thép được thực hiện ở lỗ hình dưới. Sử dụng cách bố trí lên xuống thì khi thiết kế lỗ hình sẽ phức tạp hơn.



2.1.7. Các đại lượng biến dạng khi thiết kế lỗ hình

a. Hệ số biến dạng

Trong lý thuyết cán đã trình bày về các đại lượng biến dạng khi thiết kế lỗ hình:

$$\eta = \frac{H}{h} \; ; \quad \beta = \frac{b}{B} \; ; \quad \mu = \frac{l}{L}$$

Nếu hệ số giãn dài sau một lần cán là:

$$\frac{F}{f_1} = \frac{l}{L} = \mu$$

Nếu quá trình cán phải qua nhiều lần (n) cán, để có được sản phẩm cuối cùng thì hệ số giãn dài μ gọi là tổng lượng biến dạng $\mu_\Sigma = \frac{F}{f_n}$ qua mỗi lần biến dạng, diện tích tiết diện lần lượt giảm dần và ta lần lượt có các hệ số giãn dài tương ứng:

$$\mu_1 = \frac{F}{f_1} \; ; \quad \mu_2 = \frac{F_1}{f_2} \; ; \; ..... \; ; \quad \mu_n = \frac{F_{n-1}}{f_n}$$

Vậy: $$\mu_\Sigma = \frac{F}{f_n} = \frac{F}{f_1}.\frac{f_1}{f_2}....\frac{f_{n=1}}{f_n} = \mu_1.\mu_2....\mu_n$$

Lấy giá trị trung bình cho lượng giãn dài ta có:

$$\mu_\Sigma = \frac{F}{f_n} = \mu_{TB}^n \quad \text{hoặc} \quad \mu_{TB} = \sqrt[n]{\mu_\Sigma}$$

Trị số hệ số giãn dài trung bình là một đại lượng đặc trưng cho cường độ biến dạng, mức sử dụng phụ tải của thiết bị, sự tiêu hao năng lượng của từng giá cán, đồng thời nó có mối liên hệ với các thông số công nghệ khác v.v.. Các hệ số giãn dài từng phần (μ_1, μ_2, μ_3..) phụ thuộc vào nhiều yếu tố chủ yếu là lực ép, lượng giãn rộng, nhiệt độ, tính chất thành phần hóa học của vật cán, trạng thái bề mặt trục cán, ma sát...

Quá trình thiết kế lỗ hình thông thường xuất phát từ điều kiện công nghệ như: vật liệu và kích thước cho trước (phôi và sản phẩm cần có). Vì vậy, chúng ta có thể tìm được số lần biến dạng từng phần n:

$$\frac{F}{f_n} = \mu_{TB}^n \quad \rightarrow \quad n = \frac{\lg F - \lg f_n}{\lg \mu_{TB}}$$

b. Sự liên hệ giữa các đại lượng biến dạng

Từ sơ đồ cán như hình 2.15 có thể xác định được mối liên hệ giữa các đại lượng biến dạng.

$$l_g = R.\alpha; \qquad l_g = \sqrt{R.\Delta h}$$

với, α: góc ăn kim loại

l_g: độ dài cung tiếp xúc trên trục cán

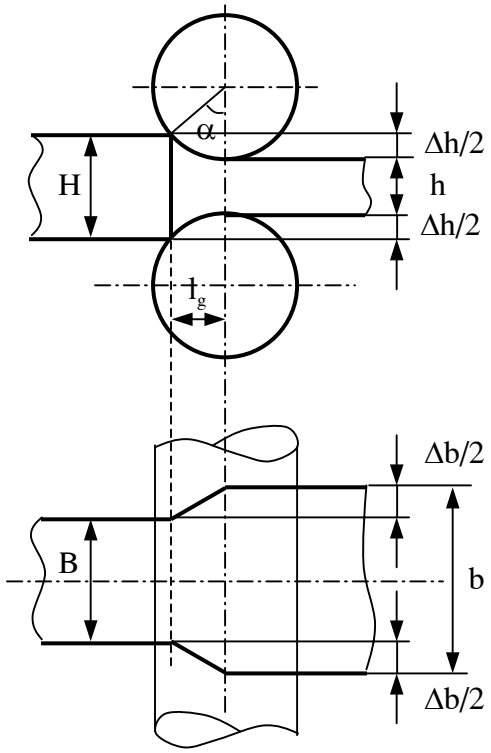
R: bán kính làm việc của trục cán

Khi góc ăn kim loại α nhỏ, ta có:

$$R.\alpha \approx \sqrt{R.\Delta h}$$

hoặc $$\alpha = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}}$$

Từ hình ta có:



Hình 2.15- Sơ đồ quá trình cán.

$$\cos\alpha = 1 - \frac{\Delta h}{D}$$

hoặc $\Delta h_{max} = D(1 - \cos\alpha)$

với, Δh: lượng biến dạng

Vì góc ăn kim loại cực đại α_{max} xuất phát từ điều kiện ma sát trên bề mặt tiếp xúc:

$$\cos\alpha_{max} = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2\alpha_{max}}}$$

$$\cos\alpha_{max} = \frac{1}{\sqrt{1 + f^2}}$$

Suy ra,

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

Để xác định sơ bộ lượng ép cực đại có thể dùng các biểu thức đơn giản hơn

$$\Delta h_{max} = \alpha^2_{max}.R = R.f^2$$

Giá trị góc ăn kim loại tuỳ theo máy cán có thể tham khảo theo bảng 2.2

Bảng 2.2 Góc ăn của kim loại khi cán thép

Điều kiện cán và vật liệu trục cán	**Góc ăn kim loại α (độ)**	**$\Delta h/D_K$**
Cán nguội thép và thép hợp kim không nén trục sau khi ăn kim loại:		
Có dung dịch bôi trơn	3 ÷ 4	1/700 ÷ 1/400
Không có dung dịch bôi trơn	6 ÷ 8	1/250 ÷ 1/100
Cán nóng:		
Thép tấm	18 ÷ 22	1/20 ÷ 1/15
Thép hình	22 ÷ 24	1/15 ÷ 1/12
Thép hình trên trục có hàn vết	27 ÷ 34	1/9 ÷ 1/6
Cán nóng kim loại màu:		
Nhôm 350^0C	20 ÷ 22	1/16 ÷ 1/15
Đồng thau 800^0C	21 ÷ 24	1/15
Niken 1100^0C	22	
Đồng đỏ 900^0C	27	1/9

2.1.8. Những nguyên tắc cơ bản khi thiết kế lỗ hình trục cán

Quá trình thiết kế lỗ hình trục cán phụ thuộc vào sản phẩm cán, kiểu máy, đặc điểm kỹ thuật của máy, công suất động cơ, chất lượng kim loại và các yếu tố khác.

① Xác định số lần cán (chế độ ép) phải xuất phát từ khả năng trục cán ăn được vào kim loại (góc ăn α). Trong trường hợp độ bền trục, công suất động cơ không đảm bảo phải tăng số lần cán. Đôi khi số lần cán còn phụ thuộc vào cách bố trí giá cán...

② Xác định lượng ép μ ở những lần cán đầu tiên theo góc ăn α cho phép, các lần cán sau phải xem xét theo độ bền trục, công suất động cơ, chất lượng sản phẩm.

③ Xác định lượng ép ở lỗ hình tinh và trước tinh theo điều kiện biến dạng trong lỗ hình để đạt được độ chính xác của sản phẩm và điều kiện mài mòn lỗ hình. Cụ thể như sau:

- Với lỗ hình tinh: $\mu = 1,1 \div 1,2$
- Với lỗ hình trước tinh: $\mu = 1,25 \div 1,35$

④ Xác định kích thước phôi ban đầu trên cơ sở dung sai âm Δ cho phép và xác định như sau:

- Kích thước phôi ở trạng thái nguội a_{ng}:

$$a_{ng} = a - \Delta/2$$

- Kích thước phôi ở trạng thái nóng a_n:

$$a_n = (a - \Delta/2).(1,012 \div 1,015) \qquad (mm)$$

⑤ Thiết kế lỗ hình trục cán phải xuất phát từ kích thước sản phẩm. Kích thước lỗ hình sẽ là kích thước sản phẩm theo tiêu chuẩn có xét đến hệ số nở nóng của thép. Ví dụ với thép tròn có đường kính $d^{\pm}$, phụ thuộc vào dung sai kích thước để tính kích thước sản phẩm d_n ở trạng thái nóng.

⑥ Tính toán lượng giãn rộng Δb trong lỗ hình phải chính xác. Khoảng trống của lỗ hình dàng cho giãn rộng bao giờ cũng phải lớn hơn lượng giãn rộng tính toán

$$b_{KL} = (0,95 \div 1)b_{LH}$$

trong đó, b_{KL}: chiều rộng kim loại sau cán; b_{LH}: chiều rộng của lỗ hình

⑦ Đối với các sản phẩm có biên dạng phức tạp (thép chữ $\subset$, thép chữ I, thép đường ray) phải chia lỗ hình thành các phân tố riêng biệt và tính hệ số biến dạng cho từng phân tố đó. Do đó cần giảm bớt số lỗ hình phức tạp. Quá trình thiết kế lỗ hình bắt buộc theo hướng ngược với hướng cán.

⑧ Với máy cán bố trí giá cán theo hàng phải chú ý phân bố số lần cán ở các giá cán hợp lý để đảm bảo năng suất cao và phụ tải đều trên các giá. Với máy cán liên tục phải bảo đảm tốc độ cán lớn.

⑨ Tính đến tải trọng động cơ. Yếu tố này giúp tiết kiệm năng lượng, giảm giá thành sản phẩm.

⑩ Tính đến tuổi bền của trục. Yếu tố này dẫn đến tránh phải thay trục nhiều lần, giảm năng suất của xưởng.

2.1.9- Phân tích đặc điểm các hệ thống lỗ hình giãn dài

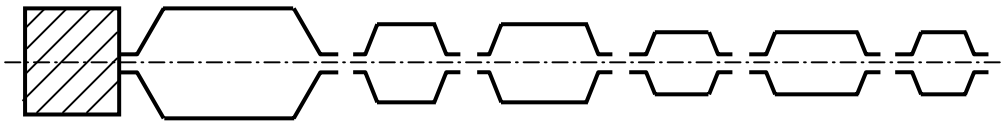
Các lỗ hình cán thô (tạo sự giãn dài) rất đa dạng, chúng được dùng để giảm nhanh tiết diện vật cán. Tùy thuộc vào tiết diện, hệ số giãn dài, đường kính trục cán... mà dùng lỗ hình giãn dài có hình dáng khác nhau theo một thứ tự nối tiếp nhau nhất định.

Tập hợp một loạt các lỗ hình tạo sự giãn dài cùng một kiểu theo một thứ tự gọi là hệ thống lỗ hình. Các hệ thống lỗ hình tạo sự giãn dài thường dùng là:

- Hệ thống lỗ hình hộp chữ nhật - vuông.
- Hệ thống lỗ hình hộp - trục phẳng.
- Hệ thống lỗ hình ôvan - vuông.
- Hệ thống lỗ hình thoi - vuông.
- Hệ thống lỗ hình ôvan bằng - ôvan đứng.
- Hệ thống lỗ hình ôvan - tròn.
- Hệ thống lỗ hình thoi - thoi.
- Hệ thống lỗ hình vuông - vuông.
- Hệ thống lỗ hình vạn năng
- Hệ thống lỗ hình hỗn hợp.

a) Hệ thống lỗ hình hộp chữ nhật - vuông

Hệ thống này tập hợp một loạt các lỗ hình chữ nhật và lỗ hình vuông. Trong quá trình cán có thể có lật phôi hoặc không lật phôi. Hệ thống này được dùng ở máy cán phá, cán phôi liên tục, ở các giá cán thô của máy cán hình, dùng sản xuất phôi cho máy cán thép dầm.



Hình 2.16- Hệ thống lỗ hình hộp chữ nhật - vuông.

① ***Đặc điểm***

- *Ưu điểm:* Độ sâu rãnh nhỏ, cho lượng ép lớn và đồng đều, tiêu hao năng lượng ít, thuận tiện cho việc cơ giới hoá khi đưa vật cán từ lỗ hình nọ sang lỗ hình kia. Trong một lỗ hình có thể cán được nhiều lần bằng cách thay đổi khoảng cách tâm trục cán, có góc ăn lớn ($\alpha = 20^0 \div 30^0$).

- *Nhược điểm:* Dễ tạo ra bề mặt lồi nếu quá điền đầy, dễ bị lệch phôi khi đi vào lỗ hình, khó nhận được phôi vuông chính xác.

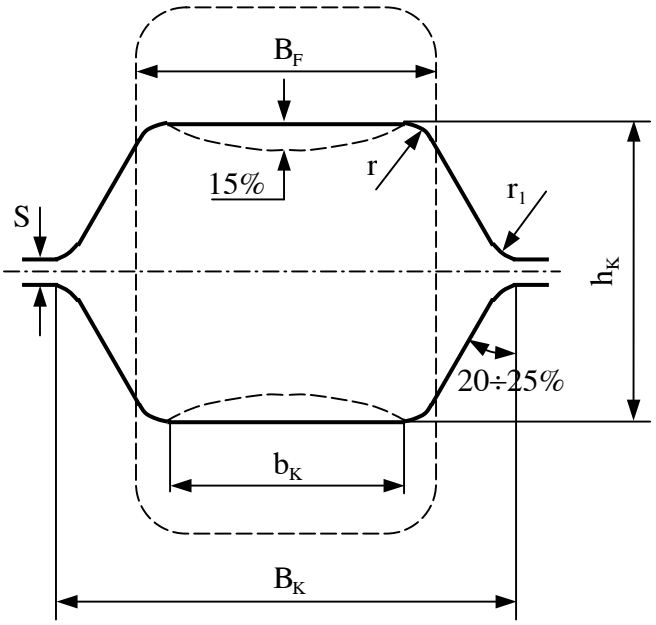
② **Xác định kích thước và các thông số của hệ thống**

- Chiều rộng của đáy lỗ hình b_K có thể chọn theo chiều rộng phôi vào lỗ hình.

$$b_K \approx (0{,}95 \div 1)B_I$$

- Chiều rộng miệng của lỗ hình B_K:

$$B_K = B_I + \Delta b$$



Hình 2.17- Kích thước lỗ hình hộp.

với, Δb là lượng giãn rộng trong lỗ hình, Δb = 5 ÷ 10mm

Nếu cán nhiều lần trong lỗ hình thì phân tích tổng lượng giãn rộng ΣΔb của các lần cán để xác định được chiều rộng miệng lỗ hình B_K:

$$B_K = b_K + \Sigma\Delta b$$

Ở đáy lỗ hình có độ lồi 10 ÷ 15%, độ nghiêng thành bên của lỗ hình chọn trong phạm vi 20 ÷ 25%, hệ số hạn chế giãn rộng $k_{\Delta b}$ có giá trị:

$$k_{\Delta b} = 0,6 \div 0,8$$

- Lượng giãn rộng Δb có thể xác định theo biểu thức:

$$\Delta b = \frac{2b_{TB}.\Delta h.k_{\Delta b}}{(H+h)\left[1+(1+\alpha)\left(\frac{b_{TB}}{R.\alpha}\right)^n\right]} \qquad (2.1)$$

hoặc:

$$\Delta b = 1,15.\frac{\Delta h}{2H}\left(\sqrt{R.\Delta h}-\frac{\Delta h}{2f}\right) \qquad (2.2)$$

trong đó, H, h: chiều cao vật cán trước và sau khi cán.

b_{TB}: chiều rộng trung bình vùng biến dạng.

α: góc ăn kim loại, rad.

R.α: độ dài cung ăn.

n = 1 khi $b_{TB} < R.\alpha$; n = 2 khi $b_{TB} > R.\alpha$

Δh: lượng ép, Δh = H - h

t: nhiệt độ cán.

f: hệ số ma sát khi cán, $f = n_1.n_2.n_3(1,05 - 0,0005.t)$ (2.3)

n_1: hệ số xét đến trạng thái bề mặt và vật liệu chế tạo trục cán; n_1 = 1 đối với trục thép, n_1 = 0,8 đối với trục gang.

n_2: hệ số xét đến ảnh hưởng của tốc độ cán (hình 2.18).

n_3: hệ số xét đến ảnh hưởng của thành phần hoá học của vật liệu cán (bảng 2.3).

Hệ số ma sát f còn có thể tính theo biểu thức Ghelây:

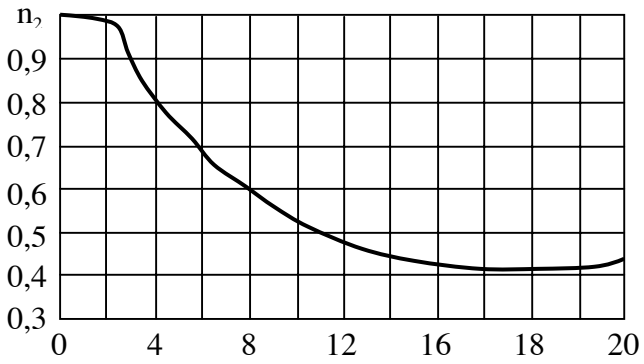
+ Cán trên trục thép: f = 1,05 - 0,0005t - 0,056V

+ Cán trên trục gang: f = 0,92 - 0,0005t - 0,056V

với V: tốc độ cán (V < 5m/s); t: nhiệt độ cán ($t > 700^0C$).

Bảng 2.3 Hệ số n_3 phụ thuộc vào vật liệu

Vật liệu	**Hệ số n_3**
Thép Cacbon (CT1)	1
Thép P18 (ledeburit)	1,1
Thép Peclit - mactenxit	1,24 ÷ 1,3
Thép ostenit (X13H4Г9)	1,4
Thép ferit (1X17ЮA)	1,55
Thép ostenit + cácbit (X15H60)	1,6



Hình 2.18- Xác định $n_?$ theo tốc độ cán.

Với hệ thống lỗ hình hộp như hình 2.16, căn cứ vào kích thước phôi và sản phẩm, điều kiện phân bố hệ số giãn dài để xác định các kích thước lỗ hình vuông trung gian, sau đó mới tính các kích thước lỗ hình chữ nhật. Quá trình tính toán được thực hiện bằng cách cho trước một lượng giãn rộng Δb, dựa vào biểu thức đã cho xác định các kích thước b_K, B_K, h_K...

Trên cơ sở các biểu thức này, tính các đại lượng giãn rộng Δb theo các biểu thức ① và ②, nếu giá trị lượng giãn rộng Δb tính được có giá trị tương đương với lượng giãn rộng Δb đã chọn thì không tính toán lại. Song, nếu không phù hợp thì phải căn cứ vào lượng giãn rộng Δb tính toán để xác định lại các kích thước của lỗ hình hộp chữ nhật.

Để xác định sơ bộ các kích thước của lỗ hình hộp chữ nhật trung gian dùng các biểu thức:

$$h_2 = C_3 - k_3(b_2 - C_3)$$
$$b_2 = C_1 - k_2(C_1 - h_2)$$

Như vậy, có chiều cao của lỗ hình hộp chữ nhật trung gian là:

$$h_2 = \frac{(1+k_3)C_3 - (k_3 + k_2k_3)C_1}{1 - k_2k_3}$$

trong đó, k_2, k_3: các hệ số hạn chế giãn rộng trong lỗ hình, với lỗ hình cán thô k_2, k_3 thay đổi trong phạm vi 0,25 ÷ 0,3.

Nếu chọn $k_2 = k_3 = 0,3$ thì ta có:

$$h_2 = \frac{1,3C_3 - 0,39C_1}{0,91}$$

Từ h_2 ta tính lại b_2.

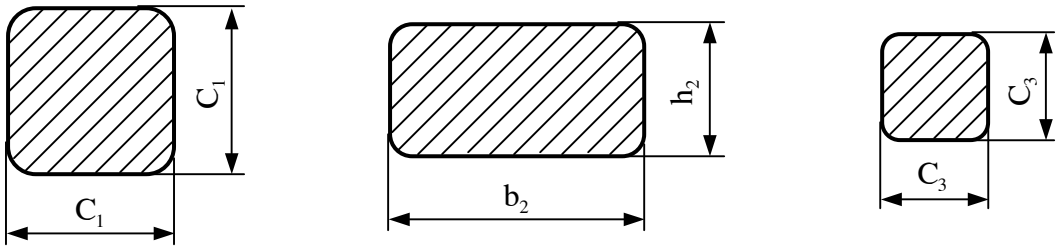
Nếu xác định kích thước của lỗ hình hộp chữ nhật theo góc ăn α, tính lượng ép Δh theo góc ăn α.

Ví dụ: với $\alpha = 26^0$ có $\Delta h = D_k(1 - \cos\alpha)$.

Vậy, $\Delta h = 0,1D_k$, suy ra:

$C_1 - h_2 = 0,1(D - h)$ (D: đường kính ban đầu của trục cán)

$$h_2 = \frac{C_1 - 0,1D}{0,9}$$



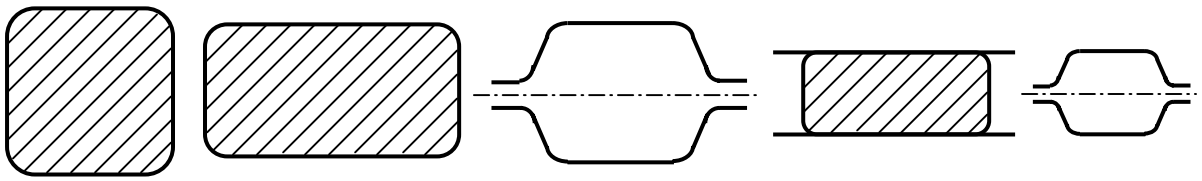
Hình 2.19- Sơ đồ xác định tiết diện lỗ hình hộp trung gian.

Tìm được kích thước h_2 xác định Δb_2 và b_2 cùng với các thông số khác của lỗ hình theo cấu tạo của nó. Có thể chỉnh lại kích thước sao cho phù hợp với điều kiện ăn, giãn rộng trong lỗ hình vuông thứ ba.

b) Hệ thống lỗ hình hộp - trục phẳng (không rãnh)

Hệ thống này được dùng ở nhóm giá cán thô của máy cán liên tục, ở các máy cán bố trí theo bàn cờ và chữ Z.

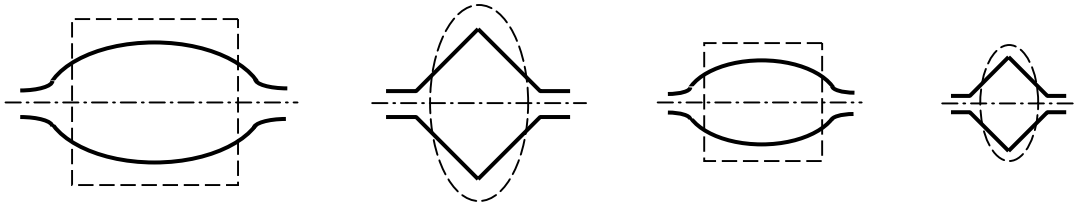
Hệ thống này vạn năng hơn vì có thể thay đổi lượng ép Δh bằng cách thay đổi khoảng cách 2 trục cán, dễ khử bỏ vảy rèn khi cán trên trục phẳng.



Hình 2.20-Hệ thống lỗ hình hộp - trục phẳng.

Về hệ số giãn dài thì hệ thống này kém hơn hệ thống trước. Song với 2 ưu điểm trên, người ta vẫn sử dụng. Phương pháp tính toán với hệ thống này cũng tương tự như hệ thống trước, tuy nhiên các lần cán trên trục phẳng có hệ số giãn rộng tự do và góc ăn α cho phép nhỏ hơn.

c) Hệ thống lỗ hình ôvan - vuông

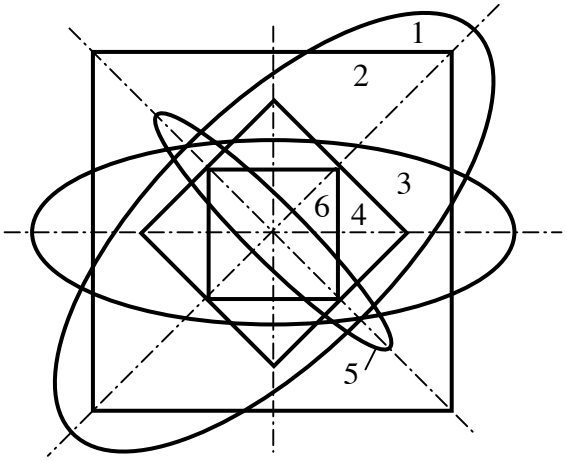


Hình 2.21-Hệ thống lỗ hình ôvan - vuông.

① Đặc điểm:

Đặc điểm của hệ thống ôvan - vuông là giảm rất nhanh tiết diện vật cán và được ứng dụng nhiều ở các máy cán hình cỡ nhỏ, máy cán dây.

- *Ưu điểm:* có hệ số giãn dài lớn, khi cán trong lỗ ôvan $\mu_{ôv} = 1,3 \div 2$; cán trong lỗ vuông $\mu_v = 1,2 \div 1,6$.

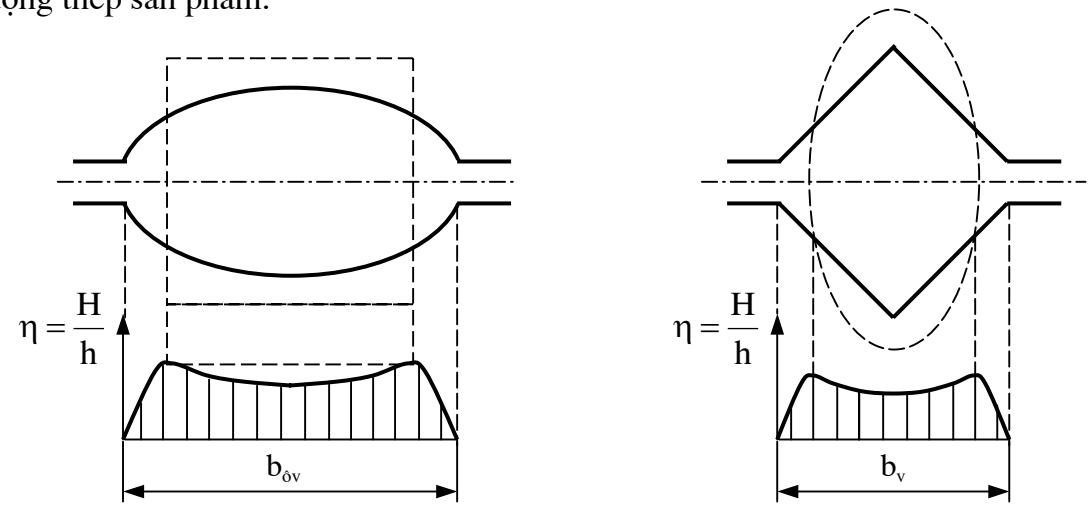


Hình 2.22- Lật thép khi cán trong hệ thống lỗ hình ôvan - vuông.

Trong quá trình cán, phôi được lật ở nhiều góc độ nên cơ tính của sản phẩm được cải thiện.

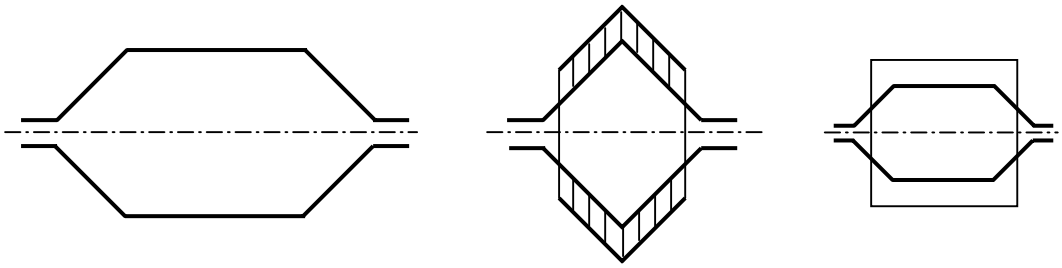
Phôi tiết diện vuông dễ đưa vào lỗ hình ôvan, dễ dùng cơ cấu dẫn hướng với lỗ hình ôvan, ít khoét sâu vào trục, khi cán phôi vuông thì các cạnh vuông chuyển ra phía ngoài ôvan, dễ loại bỏ khuyết tật bề mặt.

- *Nhược điểm:* Phôi ôvan cán trong lỗ hình vuông khó ổn định. Để dẫn hướng phải kẹp chặt, khó đặt máng vòng để đưa phôi từ lỗ hình ôvan sang lỗ hình vuông, có biến dạng không đồng đều theo chiều rộng của lỗ hình nên làm giảm chất lượng thép sản phẩm.



Hình 2.23- Biến dạng không đều trong lỗ hình ôvan và vuông.

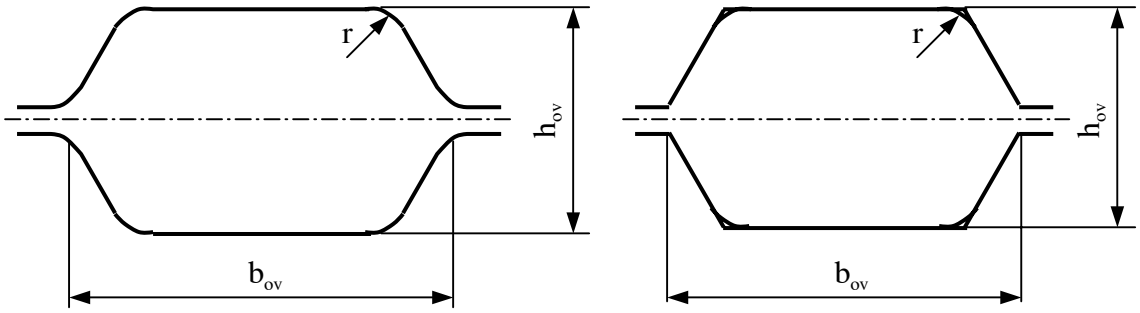
Lỗ hình vuông có độ khoét sâu vào trục lớn, có hiện tượng biến dạng không đều phôi ôvan trong lỗ hình vuông. Để khắc phục nhược điểm này người ta thay lỗ hình ôvan bằng lỗ hình sáu cạnh.



Hình 2.24- Hệ thống lỗ hình sáu cạnh - vuông.

Ngoài biến dạng đồng đều, hệ sáu cạnh - vuông ổn định trong lỗ hình vuông và dễ ăn vào trục, hệ sáu cạnh - vuông được sử dụng ở giá cán phá của các máy cán hình loại nhỏ, máy cán dây.

Từ dạng của một lỗ hình sáu cạnh, khi sử dụng bán kính đáy lỗ hình r có thể chuyển lỗ hình sáu cạnh thành lỗ hình ôvan bằng và ôvan có cạnh phẳng.



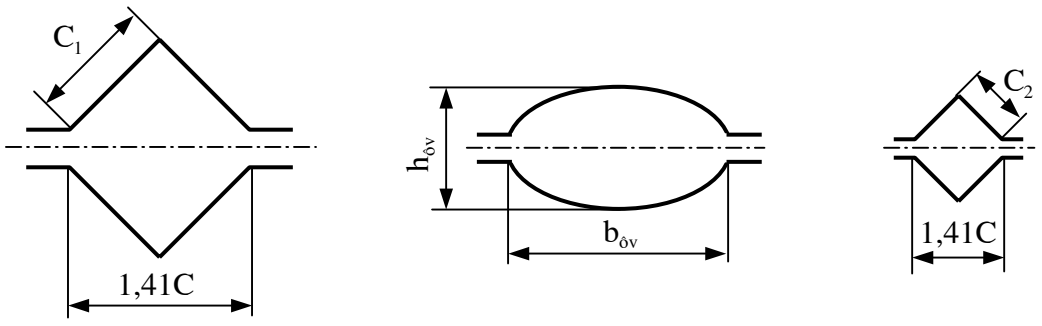
a) b)

Hình 2.25- Hệ lỗ hình ôvan bằng (a) và ôvan có cạnh phẳng (b).

Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều rộng và chiều cao của ôvan trên trục $\frac{b_{ov}}{h_{ov}}$ và mức độ hạn chế giãn rộng trong lỗ hình $k_{\Delta b}$.

② Tính toán, thiết kế lỗ hình ôvan - vuông

Giả thiết hệ có 3 lỗ hình như hình sau:



Hình 2.26- Hệ lỗ hình ôvan - vuông.

Lượng ép trung bình trong lỗ hình ôvan có thể xác định theo biểu thức:

$$\Delta h_{TB} = C_1 - 0{,}74h_{ov}$$

Trên cơ sở mức độ giãn rộng trong lỗ hình ôvan ta có thể có một chiều rộng của lỗ hình b_{ov}:

$$\begin{aligned} b_{ov} &= C_1 + \Delta b_{ov} \\ &= C_1 + k_{\Delta b}^{ov}\left(C_1 - 0{,}74h_{ov}\right) \\ b_{ov} &= \left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)C_1 - 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}h_{ov} \end{aligned}$$

Xác định tỷ số giữa chiều rộng và chiều cao của lỗ hình ôvan:

$$\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = \frac{\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)C_1 - 0{,}74h_{ov}k_{\Delta b}^{ov}}{h_{ov}} = a$$

Suy ra, $$h_{ov} = \frac{\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)C_1}{a + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}}$$

Ta xác định lại b_{ov}: $$b_{ov} = a.h_{ov} = \frac{a\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)C_1}{a + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}}$$

Biểu thức này không chứa lượng ép Δh_{TB}, trên cơ sở kích thước về chiều cao và chiều rộng của lỗ hình ôvan, xác định được diện tích F_{ov} của lỗ hình ôvan:

$$F_{ov} = 0{,}74b_{ov}h_{ov} = \frac{0{,}74\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)a.C_1^2}{\left(a + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Diện tích phôi vuông cán trong lỗ hình ôvan:

$$F_v = 0{,}98.C_1^2$$

Trên cơ sở diện tích tiết diện, tính hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan:

$$\mu_{ov} = \frac{F_v}{F_{ov}} = \frac{0{,}98.C_1^2}{\dfrac{0{,}74\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)^2.a.C_1^2}{\left(a + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}}$$

Sau khi biến đổi và rút gọn, ta có:

$$\mu_{ov} = \frac{1{,}33\left(\dfrac{b_{ov}}{h_{ov}} + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}{\dfrac{b_{ov}}{h_{ov}}\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)^2} \qquad (2.4)$$

Từ biểu thức này, ta nhận thấy hệ số biến dạng trong lỗ hình ôvan phụ thuộc vào một biến số trong tỷ số giữa chiều rộng và chiều cao của lỗ hình $\dfrac{b_{ov}}{h_{ov}}$ và vào mức độ hạn chế giãn rộng trong lỗ hình $k_{\Delta b}^{ov}$. Theo lý thuyết về giãn rộng thì hai

biến số này cũng phụ thuộc lẫn nhau.

Từ biểu thức (2.4) ta có thể hình thành mối quan hệ giữa μ_{ov}, cạnh vuông a và $k_{\Delta b}^{ov}$ như bảng sau:

Bảng 2.4- Hệ số giãn dài μ_{ov} theo a và $k_{\Delta b}^{ov}$

$a = \frac{b_{ov}}{h_{ov}}$	Trị số μ_{ov} theo $k_{\Delta b}^{ov}$					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,5	1,38	1,31	1,25	1,20	1,15	1,11
2,0	1,66	1,55	1,46	1,38	1,31	1,25
2,5	1,95	1,80	1,68	1,57	1,48	1,40
3,0	2,24	2,10	1,90	1,77	1,65	1,55
3,5	2,53	2,30	2,10	1,96	1,83	1,71

Trên cơ sở biểu thức (2.4) ta có thể tính toán thiết kế cấu tạo lỗ hình ôvan một cách tối ưu:

$$\mu_{ov} = \frac{1,33\left(a_i + 0,74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}{a_i\left(1 + k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Từ kinh nghiệm thực tiễn, người ta nhận thấy rằng:

+ C_1 = (50 ÷ 100) mm khi $k_{\Delta b}^{ov}$ = 0,5 ÷ 0,6; a = 2 thì μ_{ov} = 1,55 ÷ 1,65.

+ C_1 = (20 ÷ 50) mm khi $k_{\Delta b}^{ov}$ = 0,6 ÷ 0,8; a = 2 ÷ 3 thì μ_{ov} = 1,44 ÷ 2.

+ C_1 = (7 ÷ 20) mm khi $k_{\Delta b}^{ov}$ = 0,8 ÷ 1; a = 2,5 ÷ 3 thì μ_{ov} = 1,4 ÷ 1,7.

(trường hợp này $k_{\Delta b}^{ov}$ khá lớn gần như có giãn rộng tự do).

Đối với lỗ hình vuông của hệ ôvan - vuông thì trên thực tế hệ số giãn dài μ_{ov} cũng phụ thuộc vào diện tích tiết diện ôvan cán trong lỗ hình vuông, có nghĩa là phụ thuộc vào tỷ số $\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = a$ và hệ số hạn chế giãn rộng trong lỗ hình vuông $k_{\Delta b}^{v} = \frac{\Delta b}{\Delta h_{TB}}$, ta có:

$$h_{ov} = b_v - k_{\Delta b}^{v}\left(b_{TB}^{ov} - h_{TB}^{v}\right)$$

$$= 1,29.C_2 - k_{\Delta b}^{v}\left(0,74.b_{ov} - 0,76.C_2\right)$$

$$h_{ov} = \left(1,29 + 0,76.k_{\Delta b}^{v}\right)C_2 - 0,74.k_{\Delta b}^{v}.b_{ov}$$

(trị số $b_v = 1,29C_2$ vì ta đã xét đến bán kính lượn ở vành trục $r = 0,15C_2$).

Với, $$\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = a = \frac{b_{ov}}{\left(1,29 + 0,76.k_{\Delta b}^{ov}\right)C_2 - 0,74.k_{\Delta b}^{v}.b_{ov}}$$

Từ 2 biểu thức trên có thể tính lại các kích thước của tiết diện lỗ hình ôvan:

$$b_{ov} = \frac{\left(1,29 + 0,76.k^{v}_{\Delta b}\right)a.C_2}{1 + 0,74.a.k^{v}_{\Delta b}};$$

$$h_{ov} = \frac{b_{ov}}{a} = \frac{\left(1,29 + 0,76.k^{v}_{\Delta b}\right)C_2}{1 + 0,74.a.k^{v}_{\Delta b}}$$

Chiều cao trung bình của lỗ hình vuông:

$$h^{v}_{TB} = \frac{F_v}{b_v} = \frac{0,98.C_2^2}{1,29.C_2} = 0,76.C_2 \text{ (có bán kính lượn ở đáy)}$$

Diện tích tiết diện phôi ôvan cán trong lỗ hình vuông:

$$F_{ov} = 0,74.b_{ov}.h_{ov} = \frac{0,74\left(1,29 + 0,76.k^{v}_{\Delta b}\right)^2.a.C_2^2}{\left(1 + 0,74.a.k^{v}_{\Delta b}\right)^2}$$

$$F_v = 0,98.C_2^2$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông μ_v:

$$\mu_v = \frac{F_{ov}}{F_v} = \frac{0,755.a.\left(1,29 + 0,76.k^{v}_{\Delta v}\right)^2}{\left(1 + 0,74.a.k^{v}_{\Delta v}\right)^2} \qquad (2.5)$$

Từ biểu thức này, ta có nhận xét: hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông phụ thuộc vào tỷ số của diện tích ôvan của hai trục cán trong lỗ hình và chỉ số hạn chế giãn rộng của lỗ hình vuông. Trị số μ_v theo a và $k^{v}_{\Delta b}$ cho trong bảng 2.5.

Bảng 2.5- Hệ số giãn dài μ_v theo a và $k^{v}_{\Delta b}$

$a = \frac{b_{ov}}{h_{ov}}$	Trị số μ_v theo $k^{v}_{\Delta b}$			
	0,4	0,5	0,6	0,7
1,5	1,38	1,31	1,24	1,19
2,0	1,52	1,39	1,29	1,21
2,5	1,58	1,42	1,29	1,19
3,0	1,61	1,42	1,27	1,15
3,5	1,62	1,40	1,23	1,11

Trên cơ sở bảng 2.4 và 2.5 ta thấy hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông nhỏ hơn nhiều so với trong lỗ ôvan. Do đó có thể đưa ra các kết luận:

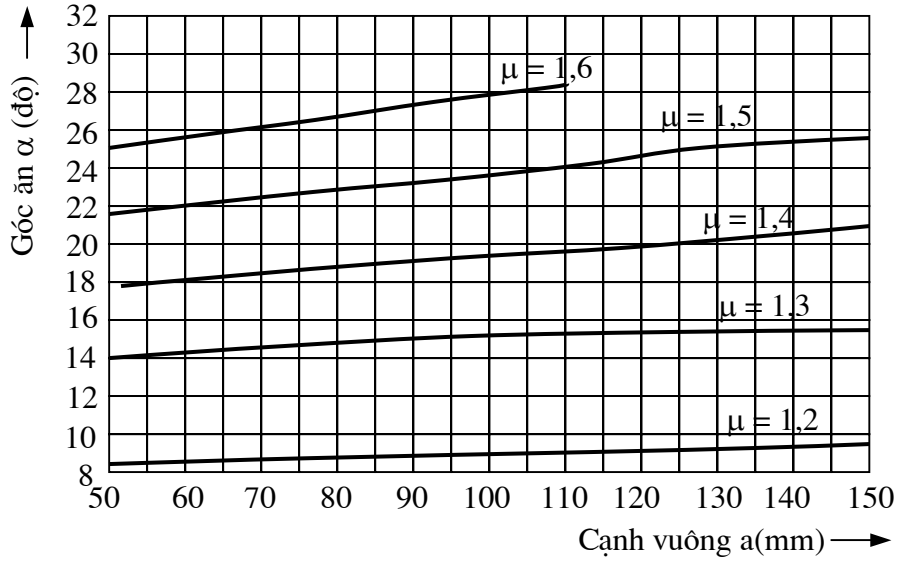
- Tùy theo trị số $k^{ov}_{\Delta b}$ và $k^{v}_{\Delta b}$ mà hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan và vuông có mối quan hệ: $\mu_{ov} = 1 + (1,2 \div 1,8)(\mu_v - 1)$ (2.6)

Thông thường, hay dùng: $\mu_{ov} = 1 + 1,5(\mu_v - 1)$

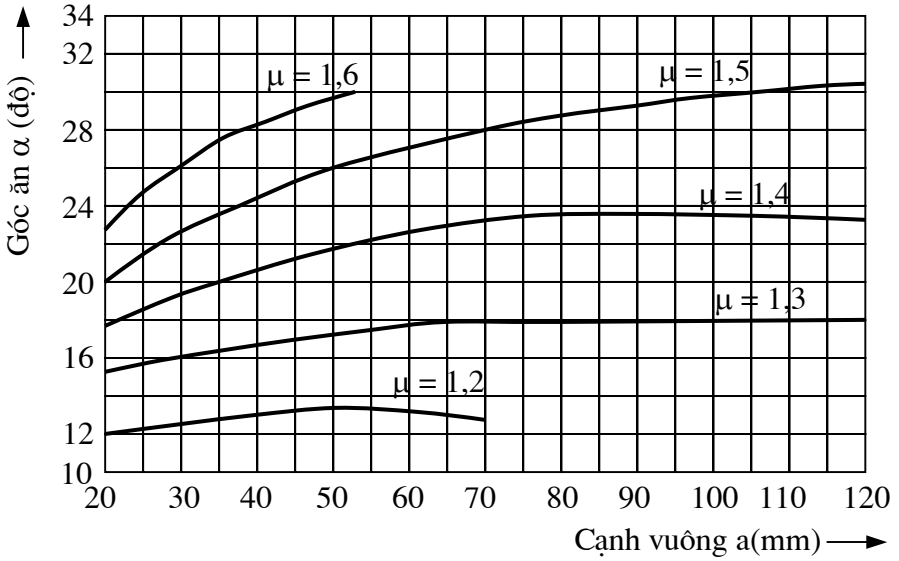
- Theo tỷ số giữa chiều rộng và chiều cao $\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = 2,2 \div 2,7$ việc chọn hệ số giãn dài phải đảm bảo được điều kiện ổn định của phôi khi cán

③ Các bước thiết kế lỗ hình ôvan - vuông

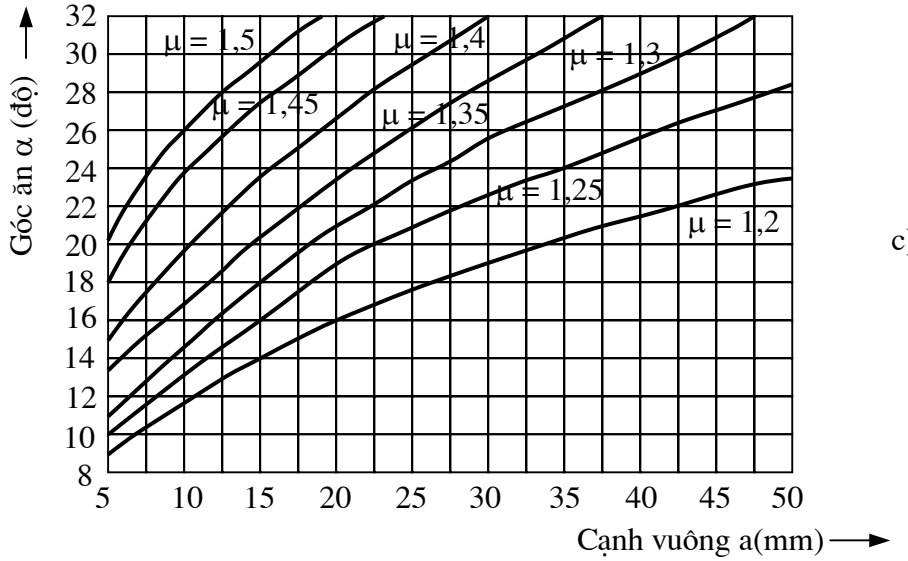
- Từ góc ăn cho phép, tìm hệ số giãn dài μ_v trong lỗ hình vuông (hình 2.27)



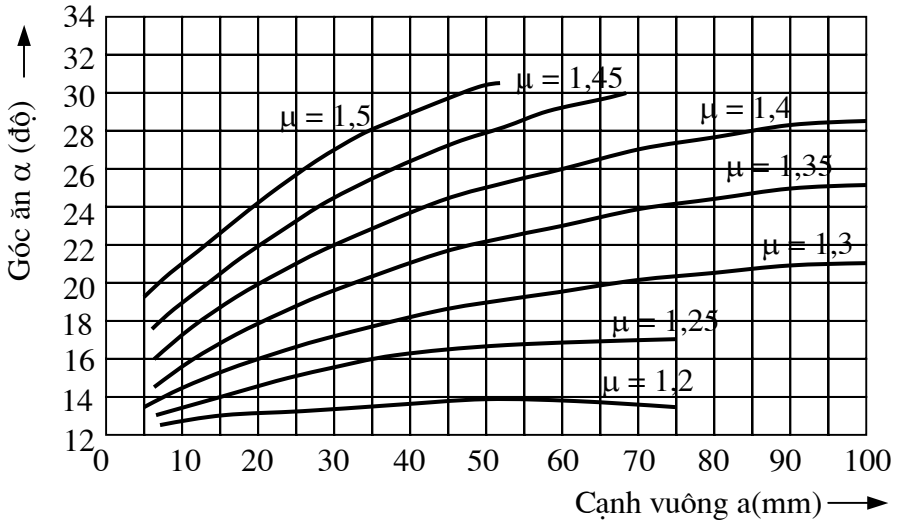
a)



b)



c)



d)

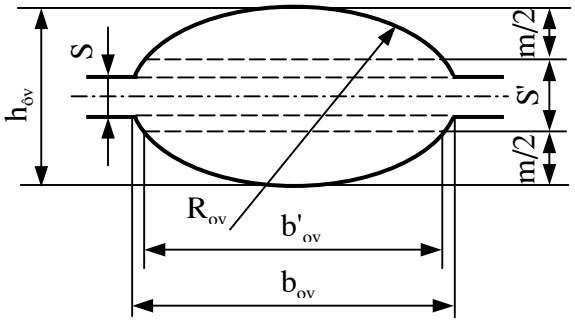
Hình 2.27- Các đồ thị xác định μ_v theo α và cạnh vuông a theo hệ thống lỗ hình ôvan - vuông cho các đường kính trục cán.
a) D = 800mm; b) D = 500mm;
c) D = 250mm; d) D = 350mm

- Trên cơ sở biểu thức (2.5) và (2.6), xác định hệ số giãn dài μ_{ov} ở lỗ hình ôvan lớn (nếu tính ngược hướng cán).

- Trên cơ sở μ_v và μ_{ov}, xác định được hệ số giãn dài từ lỗ hình vuông trước đến lỗ hình vuông sau: $\mu_{□} = \mu_v . \mu_{ov}$. Sau đó có thể điều chỉnh lại kích thước của lỗ hình ôvan trung gian.

Chiều cao của lỗ hình ôvan có thể tìm theo đồ thị hoặc tính toán theo lượng giãn rộng Δb trong lỗ hình vuông và lỗ hình ôvan. Quá trình tính toán phải đảm bảo sự điền đầy bình thường, tránh bavia. Kích thước của lỗ hình ôvan sau khi xác định lượng giãn rộng Δb phải chỉnh lại.

- Tính diện tích của lỗ hình ôvan và lỗ hình vuông.



Hình 2.28- Cấu tạo lỗ hình ôvan.

+ Đối với lỗ hình ôvan:

$$F_{ov} = \frac{\pi}{4} b_{ov}(h_{ov} - S) + b_{ov} S$$

Gọi a_0 là tỷ số giữa chiều rộng b_{ov} và chiều cao h_{ov} khi khe hở S = 0:

$$a_0 = \frac{b_{ov}}{(h_{ov} - S)}$$

khi đó, diện tích lỗ hình là:

$$q' = a_0 . b_{ov}(h_{ov} - S)$$

Nếu như lỗ hình không được điền đầy thì diện tích q' có dạng:

$$q' = a_0 . b'_{ov}(h_{ov} - S')$$

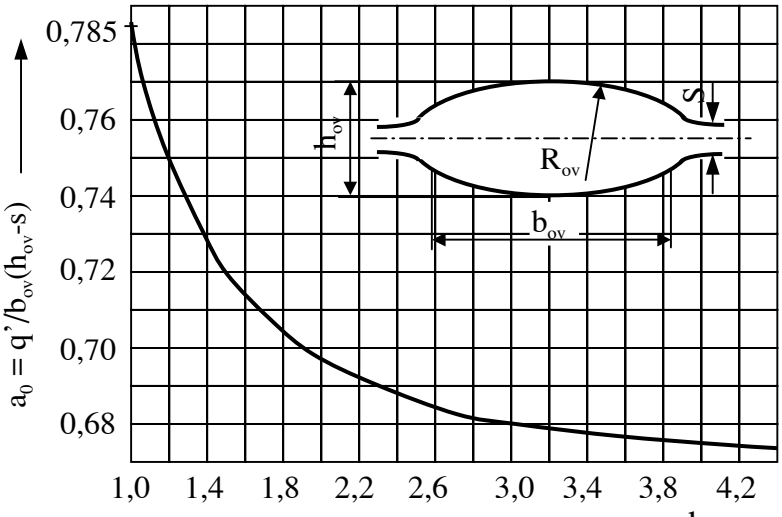
với,

$$a_0 = \frac{b'_{ov}}{(h_{ov} - S')}$$

Theo hình 2.28, ta có:

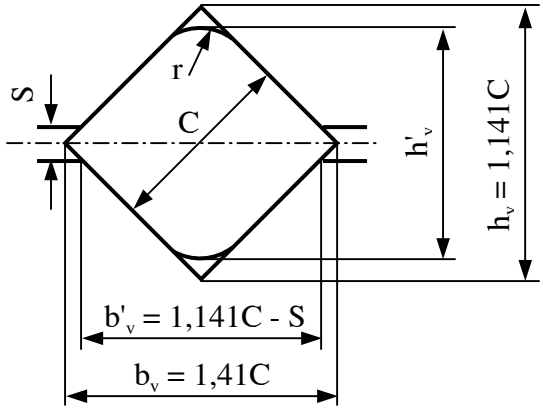
$$m = h_{ov} - S' \text{ và } m = 2R_{ov} - 2\sqrt{R_{ov}^2 - 0{,}25b_{ov}^2}$$

Bán kính ôvan: $R_{ov} = \dfrac{b_{ov}^2 + h'^2_{ov}}{4h'_{ov}}$, trong đó: $h'_{ov} = h_{ov} - S'$



Hình 2.29- Xác định diện tích ôvan.

+ Đối với lỗ hình vuông:



$$b_v = h_v = 1{,}41C$$

Kích thước thực tế có bán kính lượn:

$$b'_v = h_v = 1{,}141C - S$$

$$h'_v = 1{,}141C - 0{,}828r$$

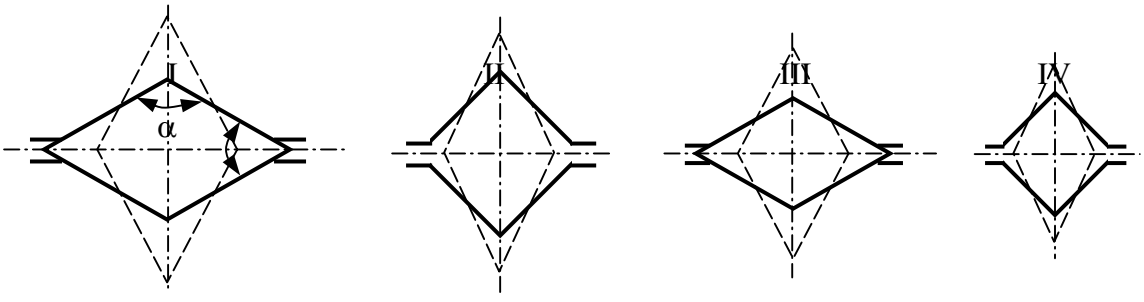
với $r \approx 0{,}15C$ thì:

$$F'_v = F_v - 0{,}858.r^2 \approx 0{,}98C^2$$

Hình 2.30- Xác định kích thước lỗ hình vuông.

d) Hệ thống lỗ hình thoi - vuông

Hệ thống này được dùng nhiều ở các máy cán hình cỡ trung bình và nhỏ trên máy cán phôi liên tục.



Hình 2.31- Hệ thống lỗ hình thoi - vuông.

① **Đặc điểm:**

Hệ số giãn dài trong lỗ hình thoi và vuông gần giống nhau và có trị số:

$$\mu_v \approx \mu_t = 1{,}15 \div 1{,}4$$

với, μ_v: hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông.

μ_t: hệ số giãn dài trong lỗ hình thoi.

Góc ăn $\alpha = 110 \div 115^0$.

- Ưu điểm:

+ Cho sản phẩm vuông chính xác, sắc cạnh.

+ Được ép từ mọi phía của lỗ hình.

+ Khử tốt vảy rèn.

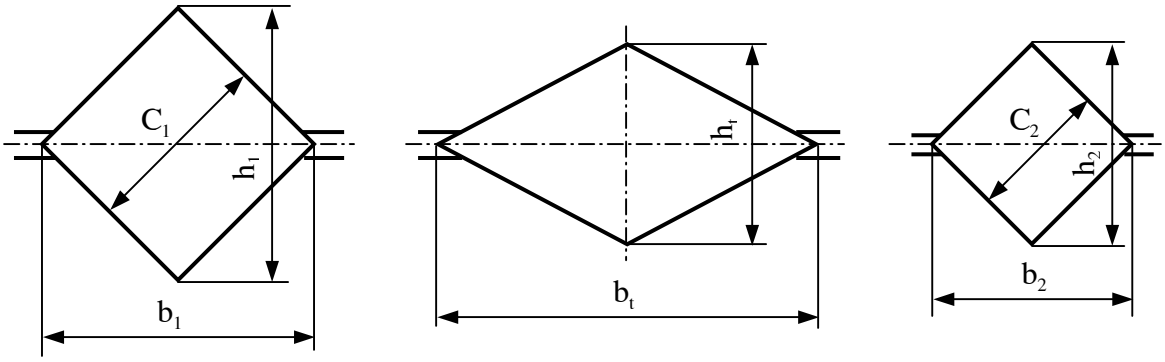
- Nhược điểm:

+ Rãnh của lỗ hình khoét sâu vào trục.

+ Dễ hình thành bavia khi quá điền đầy lỗ hình.

② **Tính toán hệ số giãn dài và kích thước của lỗ hình thoi - vuông:**

Giả thiết có 3 lỗ hình và các kích thước được ghi như hình 2.32.



Hình 2.32- Xác định kích thước hệ thống lỗ hình thoi - vuông.

- Kích thước của lỗ hình thoi không có bán kính lượn:

$$b_t = 1{,}41C_1 + k^t_{\Delta b}\left(h_{tTB} - .....\right)$$

$$= 1{,}41C_1 + \frac{k^t_{\Delta b}}{2}\left(1{,}41C_1 - h_t\right)$$

$$b_t = \left(1 + \frac{k^t_{\Delta b}}{2}\right).1{,}41C_1 - \frac{k^t_{\Delta b}.h_t}{2}$$

trong đó, $k^t_{\Delta b}$: hệ số giãn rộng trong lỗ hình thoi.

Ta có:
$$\frac{b_t}{h_t} = a = \frac{\left[\left(1 + \frac{k^t_{\Delta b}}{2}\right).1{,}41C_1 - \frac{k^t_{\Delta b}.h_t}{2}\right]}{h_t} \qquad (2.7)$$

Suy ra:
$$h_t = \frac{\left(1 + 0{,}5.k^t_{\Delta b}\right).1{,}41C_1}{a + 0{,}5.k^t_{\Delta b}} \qquad (2.8)$$

Từ hai biểu thức (2.7) và (2.8) ta tìm được b_t:

$$b_t = a.h_t = \frac{a.\left(1+0,5.k^t_{\Delta b}\right)1,41C_1}{a+0,5.k^t_{\Delta b}}$$

Diện tích lỗ hình thoi:

$$F_t = \frac{h_t.b_t}{2} = \frac{a\left(1+0,5.k^t_{\Delta b}\right)^2 C_1^2}{\left(a+0,5.k^t_{\Delta b}\right)^2}$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình thoi:

$$\mu_t = \frac{F_v}{F_t} = \frac{C_1^2}{F_t} = \frac{\left(a+0,5.k^t_{\Delta b}\right)^2}{a\left(1+0,5.k^t_{\Delta b}\right)^2}$$

Từ biểu thức này, ta có thể viết dưới dạng:

$$\mu_{ti} = \frac{\left(a_i+0,5.k^t_{\Delta bi}\right)^2}{a_i\left(1+0,5.k^t_{\Delta bi}\right)^2}$$

Trong bảng 2.6 cho trị số của μ_{ti} theo a_i và $k^t_{\Delta bi}$:

Bảng 2.6- Hệ số giãn dài μ_{ti} theo $k^t_{\Delta bi}$

α(độ)	$a=\frac{b_t}{h_t}$	Trị số μ_{ti} theo $k^t_{\Delta bi}$					
		0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
100	1,19	1,19	1,13	1,12	1,10	1,10	1,09
105	1,30	1,30	1,20	1,18	1,16	1,15	1,14
110	1,43	1,43	1,29	1,26	1,24	1,22	1,20
115	1,57	1,57	1,39	1,35	1,32	1,29	1,25
120	1,73	1,73	1,50	1,45	1,41	1,37	1,34
125	1,92	1.92	1,63	1,57	1,52	1,47	1,43
130	2,15	2.15	1,79	1,72	1,65	1,59	1,55

Từ bảng ta thấy khi a tăng thì μ_{ti} tăng, đồng thời khi $k^t_{\Delta bi}$ tăng thì μ_{ti} giảm.

Từ thực tiễn, ta nhận thấy rằng:

+ Khi $C_1 = 10 \div 50$mm; $\alpha = 110^0 \div 120^0$ với $k^t_{\Delta bi} = 0,5 \div 0,8$ thì $\mu_{ti} = 1,2 \div 1,45$

+ Khi $C_1 = 50 \div 100$mm; $\alpha = 105^0 \div 115^0$ với $k^t_{\Delta bi} = 0,4 \div 0,6$ thì $\mu_{ti} = 1,15 \div 1,4$

- Kích thước lỗ hình vuông của hệ thống thoi - vuông:

Theo hình 2.32 ta có:

$$h_t = 1,41.C_2 - 0,5.k^v_{\Delta b}(b_t - 1,41C_2) = 1,41C_2(1+0,5\,k^v_{\Delta b}) - 0,5.k^v_{\Delta b}.b_t$$

với,
$$\frac{b_t}{h_t} = a = \frac{b_t}{1,41C_2\left(1+0,5k^v_{\Delta b}\right) - 0,5k^v_{\Delta b}b_t}$$

Suy ra: $$b_t = \frac{a\left(1+0,5.k^v_{\Delta b}\right)1,41.C_2}{1+0,5.k^v_{\Delta b}.a}$$

Tính lại: $$h_t = \frac{b_t}{a} = \frac{\left(1+0,5.k^v_{\Delta b}\right)1,41.C_2}{1+0,5.k^v_{\Delta b}.a} \qquad (2.9)$$

Từ hai biểu thức trên, tính diện tích hình thoi:

$$F_t = \frac{h_t.b_t}{2} = \frac{a\left(1+0,5.k^v_{\Delta b}\right)^2.C_2^2}{\left(1+0,5.a.k^v_{\Delta b}\right)^2}$$

Tính hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông tiếp theo:

$$\mu_v = \frac{F_t}{F_v} = \frac{F_t}{C_2^2} = \frac{a\left(1+0,5.k^v_{\Delta b}\right)^2}{\left(1+0,5.a.k^v_{\Delta b}\right)^2}$$

hoặc tương tự: $$\mu_{vi} = \frac{a_i\left(1+0,5.k^v_{\Delta bi}\right)^2}{\left(1+0,5.a_i.k^v_{\Delta bi}\right)^2}$$

Từ biểu thức (2.9) và bảng 2.7 cho ta một số giá trị theo a_i và $k^v_{\Delta bi}$:

Bảng 2.7- Hệ số giãn dài μ_{vi} theo $k^v_{\Delta bi}$

α(độ)	$a = \frac{b_{ti}}{h_{ti}}$	Trị số μ_{vi} theo $k^v_{\Delta bi}$					
		0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
100	1,19	1,19	1,13	1,11	1,10	1,09	1,08
105	1,30	1,30	1,21	1,18	1,16	1,14	1,12
110	1,43	1,43	1,28	1,25	1,21	1,19	1,16
115	1,57	1,57	1,36	1,31	1,27	1,23	1,19
120	1,73	1,73	1,44	1,37	1,32	1,27	1,22
125	1,92	1.92	1,53	1,44	1,37	1,31	1,25
130	2,15	2.15	1,62	1,52	1,42	1,34	1,27

Từ thực tiễn nhận thấy rằng:

+ Khi $C_2 = 5 \div 30$mm; $k^v_{\Delta b} = 0,4 \div 0,65$ thì $\mu_v = 1,19 \div 1,37$.

+ Khi $C_2 = 40 \div 120$mm; $k^v_{\Delta b} = 0,3 \div 0,4b$ thì $\mu_v = 1,18 \div 1,44$.

Nói chung khi tính μ theo hệ thống lỗ hình thoi - vuông như đã nêu ở trên ta có thể chọn $\mu_t \approx \mu_v$.

Thứ tự các bước tính toán và thiết kế hệ thống lỗ hình thoi - vuông cũng tương tự như với hệ thống ôvan - vuông.

- Đối với những lỗ hình thoi có góc lượn thì diện tích hình thoi:

$$F'_t = 0,98.b'_t.h'_t = 0,49.b_t.h_t$$

với: $r_t = 0,15.h_t$; $r = (0,15 \div 0,2)C_t$; $C_t = \dfrac{b_t}{2.\sin\dfrac{\alpha}{2}} = \dfrac{h_t}{2.\cos\dfrac{\alpha}{2}}$

Tùy theo góc ăn α ở đỉnh lỗ hình thoi, có thể tham khảo kích thước lỗ hình khi có bán kính lượn ở đỉnh ở bảng 2.8.

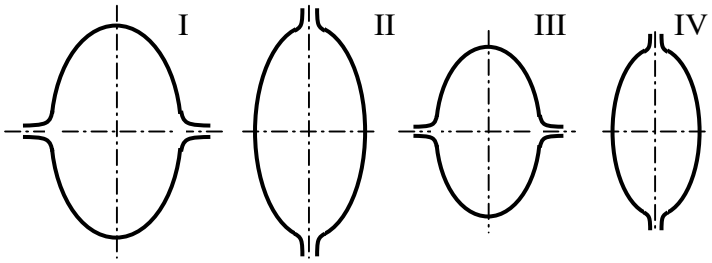
Bảng 2.8- Kích thước lỗ hình thoi khi có bán kính lượn

α (độ)	$\dfrac{b_t}{h_t} = tg\dfrac{\alpha}{2}$	h'_t	b'_t	F'_t
100	1,19	h_t - 0,61r	b_t - 1,19S	F_t - 0,29r^2 - 0,59S^2
105	1,30	h_t - 0,52r	b_t - 1,30S	F_t - 0,23r^2 - 0,65S^2
110	1,43	h_t - 0,44r	b_t - 1,43S	F_t - 0,18r^2 - 0,72S^2
115	1,57	h_t - 0,37r	b_t - 1,57S	F_t - 0,14r^2 - 0,79S^2
120	1,73	h_t - 0,31r	b_t - 1,73S	F_t - 0,112r^2 - 0,87S^2
125	1,92	h_t - 0,28r	b_t - 1,92S	F_t - 0,085r^2 - 0,96S^2
130	2,15	h_t - 0,21r	b_t - 2,15S	F_t - 0,052r^2 - 1,08S^2

e) Hệ thống lỗ hình ôvan bằng - ôvan đứng

Hệ thống này dùng chủ yếu ở các máy cán hình cỡ nhỏ liên tục có trục bằng và trục đứng xen kẽ.

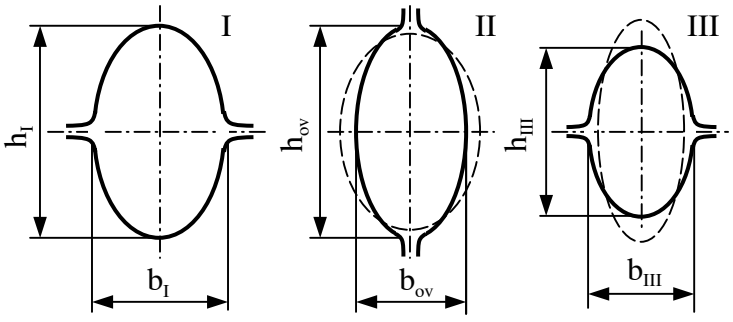
① **Đặc điểm:**



Hình 2.33- Hệ thống lỗ hình ôvan bằng - ôvan đứng.

Hệ thống lỗ hình ôvan bằng - ôvan đứng có ưu điểm là không cần lật phôi, có tỷ số $\dfrac{h}{b} = 1,2 \div 1,3$, bảo đảm ổn định phôi trong lỗ hình, chất lượng bề mặt sản phẩm tốt.

② **Tính toán hệ số giãn dài, kích thước trong hệ thống ôvan bằng - đứng:**



Hình 2.34- Sơ đồ cấu tạo lỗ hình ôvan bằng - ôvan đứng.

Giả thiết có 3 lỗ hình với các ký hiệu như hình 2.34.

Với tỷ số chiều rộng và chiều cao $\dfrac{h_I}{b_I} = 1,2$; ta có:

$$h_{ov} = h_I + \Delta b_{ov} = h_I + k^{ov}_{\Delta b}\left(b^I_{TB} - b^{ov}_{TB}\right)$$

$$= 1{,}2b_I + k_{\Delta b}^{ov}\left(b_{TB}^{I} - b_{TB}^{ov}\right)$$

$$= 1{,}2b_I + k_{\Delta b}^{ov}\left(0{,}75b_I - 0{,}74b_{ov}\right)$$

$$h_{ov} = \left(1{,}2 + 0{,}75k_{\Delta b}^{ov}\right)b_I - 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}b_{ov}$$

Mức độ giãn rộng: $k_{\Delta b}^{ov} = \dfrac{\Delta b}{\Delta h_{TB}}$

Đặt: $a_{II} = \dfrac{h_{ov}}{b_{ov}}$, ta có: $a_{II} = \dfrac{\left(1{,}2 + 0{,}75k_{\Delta b}^{ov}\right)b_I - 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}b_{ov}}{b_{ov}}$

Từ 2 biểu thức trên, ta suy ra:

$$b_{ov} = \frac{\left(1{,}2 + 0{,}75k_{\Delta b}^{ov}\right)b_I}{a_{II} + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}}; \qquad h_{ov} = \frac{a_{II}\left(1{,}2 + 0{,}75k_{\Delta b}^{ov}\right)b_I}{a_{II} + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}}$$

Diện tích lỗ hình ôvan bằng II:

$$F_{ov} \approx 0{,}74.b_{ov}.h_{ov} = \frac{0{,}74.a_{II}\left(1{,}2 + 0{,}75k_{\Delta b}^{ov}\right)b_I^2}{\left(a_{II} + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Diện tích lỗ hình ôvan đứng I:

$$F_I \approx \frac{\pi}{4}b_I.h_I \approx 0{,}75.1{,}2.b_I.h_I \approx 0{,}9.b_I^2$$

Tìm hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan bằng II:

$$\mu_{ov} = \frac{F_I}{F_{ov}} = \frac{1{,}215\left(\dfrac{h_{ov}}{b_{ov}} + 0{,}74.k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}{\dfrac{h_{ov}}{b_{ov}}\left(1{,}2 + 0{,}74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Ta nhận thấy, hệ số giãn dài μ_{ov} phụ thuộc vào a_{II} và $k_{\Delta b}^{ov}$, có thể viết dưới dạng:

$$\mu_{ov} = \frac{1{,}215\left(a_{II\,i} + 0{,}74.k_{\Delta b\,i}^{ov}\right)^2}{a_{II\,i}\left(1{,}2 + 0{,}74k_{\Delta b\,i}^{ov}\right)^2}$$

Bảng 2.8 cho ta trị số của μ_{ov} theo $a_{II\,i}$ và $k_{\Delta b\,i}^{ov}$.

Bảng 2.8- Hệ số giãn dài $\mu_{ov\,i}$ theo $k_{\Delta b\,i}^{ov}$ và $a_{II\,i}$

$a = \dfrac{b_{ti}}{h_{ti}}$	Trị số $\mu_{ov\,i}$ theo $k_{\Delta b\,i}^{ov}$							
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
1,5	1,16	1,14	1,13	1,11	1,10	1,09	1,07	1,07
2,0	1,43	1,37	1,33	1,29	1,27	1,23	1,20	1,18
2,5	1,69	1,61	1,55	1,49	1,45	1,39	1,35	1,31
3,0	1,95	1,86	1,77	1,68	1,63	1,55	1,49	1,44

Trong thực tế, người ta thường chọn $\frac{h_{ov}}{b_{ov}} = 2 \div 2,5$ và tương ứng có hệ số giãn dài $\mu_{ov} = 1,61 \div 1,18$.

Đối với lỗ hình ôvan đứng III ta có:

$$b_{ov}^{III} = b_2 - k_{\Delta b}^{III}\left(h_{TB}^{ov} - h_{TB}^{III}\right)$$

$$= b_{III} - k_{\Delta b}^{III}\left(0,74.h_{ov} - 0,9.b_{III}\right)$$

$$b_{ov}^{III} = \left(1 + 0,9.k_{\Delta b}^{III}\right)b_{III} - 0,74.k_{\Delta b}^{III}.h_{ov}$$

với

$$a_I = \frac{h_{ov}}{\left(1 + 0,9k_{\Delta b}^{III}\right)b_{III} - 0,74.k_{\Delta b}^{III}.h_{ov}}$$

Biến đổi và rút ra được:

$$h_{ov} = \frac{\left(1 + 0,9k_{\Delta b}^{III}\right)a_I.b_{II}}{1 + 0,74.a_I.k_{\Delta b}^{III}}; \quad b_{ov} = \frac{\left(1 + 0,9k_{\Delta b}^{III}\right)b_{III}}{1 + 0,74.a_I.k_{\Delta b}^{III}}$$

Diện tích tiết diện của lỗ hình ôvan bằng II:

$$F_{ov} \approx 0,74.b_{ov}.h_{ov} = \frac{0,74\left(1 + 0,9.k_{\Delta b}^{III}\right)^2.a_I.b_{III}^2}{\left(1 + 0,74.a_I.k_{\Delta b}^{III}\right)^2}$$

Bằng cách tính toán như trên ta rút ra được hệ số giãn dài μ_2 trong lỗ hình ôvan đứng III:

$$\mu_2 = \frac{F_{ov}}{F_2} \approx \frac{0,822.a_I\left(1 + 0,9.k_{\Delta b}^{III}\right)^2}{\left(1 + 0,74.a_I.k_{\Delta b}^{III}\right)^2}$$

hoặc:

$$\mu_2 = \frac{0,822.a_{Ii}\left(1 + 0,9.k_{\Delta bi}^{III}\right)^2}{\left(1 + 0,74.a_I.k_{\Delta bi}^{III}\right)^2}$$

Bảng 2.10 cho một vài trị số μ_2 được tính toán theo công thức trên.

Bảng 2.10- Hệ số giãn dài μ_2 theo a_i và $k_{\Delta bi}^{III}$

$a_i = \frac{h_{ov}}{b_{ov}}$	Trị số μ_2 theo $k_{\Delta bi}^{III}$				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1,5	1,17	1,12	1,09	1,07	1,04
2,0	1,37	1,27	1,21	1,14	1,09
2,5	1,53	1,37	1,26	1,16	1,10
3,0	1,65	1,43	1,27	1,17	1,08

Trên thực tế, người ta thường sử dụng $a_I = 2 \div 2,5$ và $k_{\Delta b}^{III} = 0,3 \div 0,5$ và cho hệ số $\mu_2 = 1,37 \div 1,14$.

Nếu cho trước một hệ số giãn dài μ_2 có thể xác định hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan bằng theo biểu thức:

$$\mu_{ov} \approx 1 + (1,2 \div 1,3)(\mu_2 - 1) \qquad (2.10)$$

③ ***Các bước tính toán và thiết kế theo hệ thống ôvan bằng - ôvan đứng:***

- Tìm một hệ số giãn dài tổng quát từ lỗ hình ôvan đứng này sang ôvan đứng kia: $\mu_\Sigma = \mu_{ov}.\mu_2 = 1,4 \div 1,9$. Ở đây giá trị μ nhỏ ứng với $b_I = 5 \div 15$ mm, giá trị lớn ứng với $b_I = 30 \div 40$ mm.

- Xác định mọi kích thước của lỗ hình ôvan đứng (theo nhiệm vụ thiết kế).

- Xác định diện tích tiết diện và các kích thước của lỗ hình ôvan bằng trung gian (trên cơ sở μ_Σ và biểu thức *). Đồng thời phải xác định lượng giãn rộng Δb trong lỗ hình ôvan đứng và ôvan bằng theo các biểu thức tính lượng giãn rộng.

f) Hệ thống lỗ hình ôvan - tròn

Hệ thống này thường sử dụng để cán thép tròn ở các máy cán hình cỡ trung, cỡ nhỏ, cán dây thép, sử dụng ở các hệ blốc để cán dây.

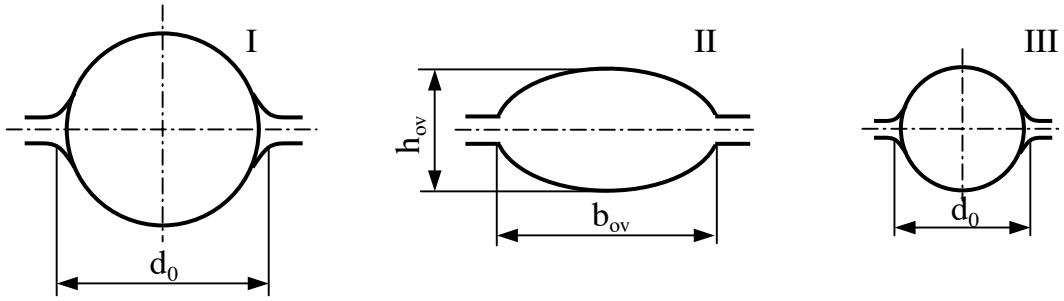
① **Đặc điểm:**

- *Ưu điểm:* không có góc nhọn, phôi nguội đồng đều, đảm bảo chất lượng bề mặt sản phẩm cán, lượng ép đồng đều nên hạn chế được ứng suất dư trong sản phẩm. Ít mài mòn lỗ hình hơn so với hệ thống ôvan - vuông.

- *Nhược điểm:* phôi ôvan vào lỗ hình tròn khó, hay vặn vật cán trong lỗ hình, phải dùng dẫn hướng nghiêm ngặt (cứng), hệ số giãn dài không lớn ($\mu_2 = 1,2 \div 1,4$).

② **Tính toán hệ số giãn dài của hệ thống:**

Giả thiết có 3 lỗ hình như hình sau:



Hình 2.35- Hệ thống lỗ hình ôvan - tròn.

Tương tự như hệ ôvan - vuông ta có:

$$\begin{aligned} b_{ov} &= d_0 + \Delta b_{ov} \\ &= d_0 + k_{\Delta b}^{ov}\left(\frac{F_0}{d_0} - 0,74.h_{ov}\right) \\ &= d_0 + k_{\Delta b}^{ov}\left(0,8.d_0 - 0,74.h_{ov}\right) \\ b_{ov} &= \left(1 + 0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)d_0 - 0,74.k_{\Delta b}^{ov}.h_{ov} \end{aligned}$$

Đặt $$\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = a$$

Ta có: $$\frac{\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)d_0 - 0,74.h_{ov}.k_{\Delta b}^{ov}}{h_{ov}} = a$$

Suy ra: $$h_{ov} = \frac{\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)d_0}{a+0,74k_{\Delta b}^{ov}}; \qquad b_{ov} = \frac{a.\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)d_0}{a+0,74k_{\Delta b}^{ov}}$$

Diện tích tiết diện của lỗ hình ôvan:

$$F_{ov} \approx 0,74.b_{ov}.h_{ov} = \frac{0,74.a.\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)^2.d_0^2}{\left(a+0,74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Diện tích tiết diện phôi tròn vào lỗ hình ôvan:

$$F_O \approx \frac{\pi.d_0^2}{4} = 0,785.d_0^2$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan:

$$\mu_{ov} = \frac{F_O}{F_{ov}} = \frac{1,06\left(a+0,74k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}{a.\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{ov}\right)^2}$$

Ở đây hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan cũng phụ thuộc vào tỷ số a và hệ số hạn chế giãn rộng $k_{\Delta b}^{ov}$, vì vậy:

$$\mu_{ov} = \frac{1,06\left(a_i+0,74k_{\Delta b\,i}^{ov}\right)^2}{a_i.\left(1+0,8.k_{\Delta b\,i}^{ov}\right)^2}$$

Xác định hệ số giãn dài trong lỗ hình tròn, ta có:

$$\begin{aligned} h_{ov} &= d_I + k_{\Delta b}^{I}\left(b_{TB}^{ov} - h_{TB}^{I}\right) \\ &= d_I + k_{\Delta b}^{I}\left(0,74.b_{ov} - 0,8.d_I\right) \\ h_{ov} &= \left(1+0,8.k_{\Delta b}^{I}\right)d_I - 0,74.b_{ov}.k_{\Delta b}^{I} \end{aligned}$$

Với tỷ số $\frac{b_{ov}}{h_{ov}} = a$ có thể biến đổi tương tự như trên và tìm được các giá trị của b_{ov} và h_{ov}:

$$h_{ov} = \frac{\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{I}\right)d_I}{1+0,74.a.k_{\Delta b}^{I}}; \qquad b_{ov} = \frac{a.\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{I}\right)d_I}{1+0,74.a.k_{\Delta b}^{I}}$$

Diện tích tiết diện của phôi ôvan:

$$F_{ov} \approx 0,74.b_{ov}.h_{ov} = \frac{0,74.a.\left(1+0,8.k_{\Delta b}^{I}\right)^2.d_I^2}{\left(1+0,74.a.k_{\Delta b}^{I}\right)^2}$$

Diện tích lỗ tiết diện phôi tròn:

$$F_I \approx \frac{\pi.d_I^2}{4} = 0{,}785.d_I^2$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình tròn:

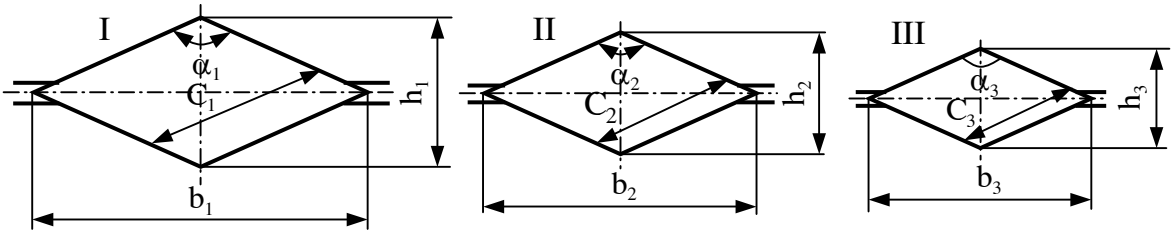
$$\mu_I = \frac{F_{ov}}{F_I} = \frac{0{,}94.a.\left(1+0{,}8k_{\Delta b}^I\right)^2}{\left(1+0{,}74.a.k_{\Delta b}^I\right)^2}$$

Viết dưới dạng tổng quát:

$$\mu_{Ii} = \frac{0{,}94.a_i.\left(1+0{,}8k_{\Delta bi}^I\right)^2}{\left(1+0{,}74.a_i.k_{\Delta bi}^I\right)^2}$$

g) Hệ thống lỗ hình thoi - thoi

Hệ thống này thường sử dụng nhiều ở các máy cán hình cỡ lớn và trung bình khi cán thép chất lượng, thép hợp kim.



Hình 2.36- Hệ thống lỗ hình thoi - thoi.

① **Đặc điểm:**

- *Ưu điểm:* sắc cạnh, dễ nhận được tiết diện vuông chính xác, lượng giãn rộng trong lỗ hình nhỏ.

- *Nhược điểm:* vật cán dễ bị lật trong lỗ hình, dễ hình thành bavia, hệ số giãn dài nhỏ ($\mu = 1{,}1 \div 1{,}3$).

② **Quan hệ kích thước và sự hình thành hệ số giãn dài biến dạng:**

Theo hình ta có: $b_1 = h_1.tg\frac{\alpha_1}{2}$; $b_2 = h_2.tg\frac{\alpha_2}{2}$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình II:

$$\mu_2 = \frac{F_1}{F_2} = \frac{0{,}5.b_1.h_1}{0{,}5.b_2.h_2} = \frac{h_1^2.tg\frac{\alpha_1}{2}}{h_2^2.tg\frac{\alpha_2}{2}}$$

Nếu như $\Delta b_2 = 0$ thì $h_1 = b_2$. Vậy:

$$\mu_2 = \frac{h_1.b_1}{h_2.b_2} = \frac{b_1}{h_2} = \frac{h_1.tg\frac{\alpha_1}{2}.tg\frac{\alpha_2}{2}}{b_2} = tg\frac{\alpha_1}{2}.tg\frac{\alpha_2}{2} \qquad (2.11)$$

Nếu như khi cán có giãn rộng Δb thì hệ số giãn dài sẽ giảm đi cùng với sự tăng của $k^t_{\Delta b}$ và mọi sự tính toán sẽ tương tự như hệ thống thoi - vuông. Như ở bảng 2.6, khi $k^t_{\Delta b} = 0$ thì hệ số giãn dài trong lỗ hình thoi bằng hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông.

$$\mu_t = \mu_v = \frac{b_1}{h_1} = tg\frac{\alpha}{2}$$

Với hệ thống thoi - thoi, nếu hai góc của hình thoi liền kề như nhau $\alpha_1 = \alpha_2$ thì từ biểu thức (2.11) ta có:

.
$$\mu_2 = \frac{h_1^2}{h_2^2} = \frac{b_1^2}{b_2^2} = \frac{C_1^2}{C_2^2}$$

Vì vậy, $b_1 = b_2.\sqrt{\mu_2}$; $h_1 = h_2.\sqrt{\mu_2}$

có nghĩa là khi biết được μ_2 ta có thể xác định được kích thước của lỗ hình trước đó (tức lỗ hình I).

Nếu với một lượng giãn rộng $\Delta b = 0$ ($h_1 = b_2$) thì:

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{b_1}{h_1} = \sqrt{\mu_2}$$

suy ra $\mu_2 = \left(\frac{b_1}{h_1}\right)^2 = tg^2\frac{\alpha_1}{2}$

Khi một lỗ hình thoi có góc ở đỉnh $\alpha_1 = 100^0$ thì hệ số giãn dài μ_2 trong lỗ hình thoi II:

$$\mu_2 = tg^2\frac{\alpha_1}{2} = tg^2\frac{100}{2} = (1{,}19)^2 = 1{,}416$$

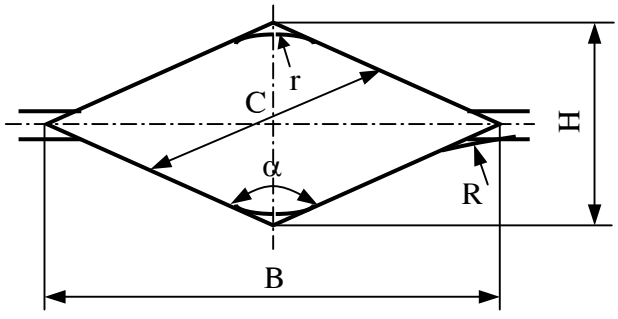
Ta có nhận xét rằng, với hệ thống thoi - vuông, khi $k_{\Delta b} = 0$, ta có:

$\mu_v = \mu_t = 1{,}19$ (bảng 2.6 và 2.7)

Khi thiết kế theo hệ thống thoi - thoi phải xét đến khoảng trống cho giãn rộng và lượng giãn rộng có thể tính theo biểu thức:

$$\Delta b = (0{,}35 \div 0{,}4)\sqrt{(b_1 - h_2)R_{k2}}.\frac{b_1 - h_2}{b_1} = b_2 - h_1$$

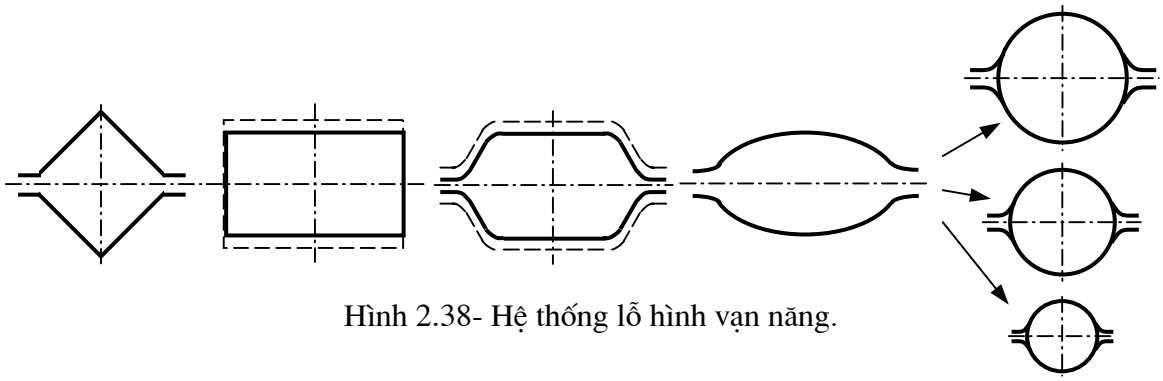
Khi dùng hệ thống thoi - thoi như hình 2.37 thì R_{k2} là bán kính làm việc ở đáy lỗ hình tương ứng có góc $\alpha = 24 \div 26^0$; $r \approx 0{,}2C$; $a = C/3$; $R_1 = C$.



Hình 2.37- Cấu tạo lỗ hình thoi có bán kính mở rộng.

h) Hệ thống lỗ hình vạn năng

Hệ thống này là tập hợp lỗ hình các loại như: vuông, trục phẳng, ôvan đứng, ôvan bằng, tròn. Hệ thống này được sử dụng nhiều để cán các loại thép tròn từ thép có chất lượng, thép hợp kim trên các máy cán cỡ lớn, trung bình.



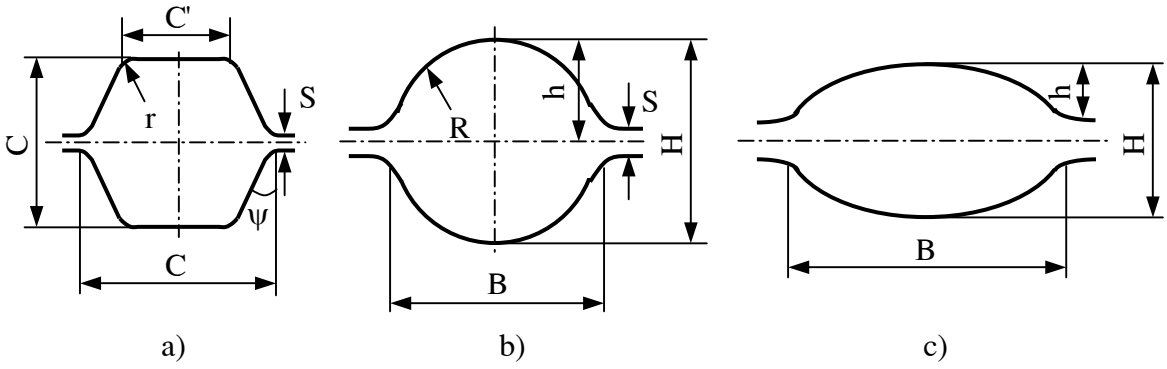
Hình 2.38- Hệ thống lỗ hình vạn năng.

① Đặc điểm:

- *Ưu điểm:* bằng cách thay đổi khe hở của trục cán, trong lỗ hình có thể cán được nhiều kích thước thép tròn. Ở một số lỗ hình có giãn rộng tự do nên loại trừ được khuyết tật, dễ làm sạch vảy rèn, đảm bảo chất lượng bề mặt sản phẩm.

- *Nhược điểm:* hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan nhỏ (μ_{ov} = 1,2 ÷ 1,25).

② Kết cấu của các lỗ hình ôvan đứng và ôvan bằng của hệ thống lỗ hình vạn năng:



a) b) c)

Hình 2.39- Kết cấu kích thước lỗ hình ôvan.

- Ôvan đứng kiểu hộp vuông (hình 2.39a):

S = 3 ÷ 10mm; ψ = 20 ÷ 25%; r = 0,2C; góc ăn cho phép $\alpha = 21 \div 22^0$ với μ = 1,3 ÷ 1,35.

Khi cán trên trục phẳng thì phôi vuông được ép theo chiều cao với hệ số giãn dài μ = 1,1 ÷ 1,2; hệ số hạn chế giãn rộng trong lỗ hình vuông $k_{\Delta b}$ = 0,7.

- Ôvan đứng kiểu tròn (hình 2.39b):

Lỗ hình này cho phép cán thép tròn với 4 ÷ 5 loại kích thước. Tâm bán kính R thấp hơn đường nằm ngang khi khe hở S nhỏ nhất.

Ví dụ, để cán thép tròn ϕ20 ÷ 33 mm thì ôvan đứng kiểu tròn có kích thước B

= 36 mm, h = 15 mm, R = 18,3 mm. Với ϕ = 27 mm thì S = 3 mm, H = 33 mm. Với ϕ = 33 mm thì S tăng lên S = 6 mm.

- *Ôvan bằng (hình 2.39c):*

Lỗ hình này có khe hở rất lớn, thuận lợi cho việc khử vảy rèn. Chọn các kích thước như sau: chiều rộng B = 1,15d + 5 mm (d bằng đường kính ngoài thép tròn lớn nhất trong nhóm sản phẩm được cán ra), h = 25 ÷ 7 mm, phụ thuộc vào đường kính ngoài của thép tròn.

Ở lỗ hình này μ = 1,18 ÷ 1,24.

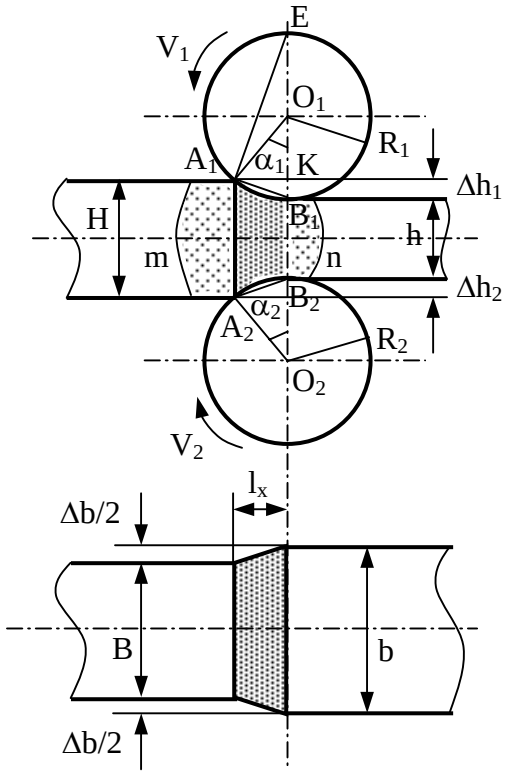
Kích thước phôi vuông (hình 2.39a): C_0 = 1,3d.

Chương 3

CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CHO SỰ BIẾN DẠNG CỦA KIM LOẠI KHI CÁN

3.1- CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA VÙNG BIẾN DẠNG

Quan sát mô hình cán với hai trục cán có tâm O_1 và O_2 quay ngược chiều nhau với các tốc độ V_1 và V_2. Bán kính trục cán là R_1 và R_2, các điểm tiếp xúc giữa phôi cán với trục là $A_1B_1B_2A_2$, góc ở tâm chắn các cung A_1B_1 và B_2A_2 là α_1 và α_2.



Hình 3.1- Sơ đồ cán giữa hai trục.

Với các ký hiệu như trên, ta có các khái niệm về thông số hình học của vùng biến dạng khi cán như sau:

- $A_1B_1B_2A_2$: vùng biến dạng hình học
- $A_1B_1nB_2A_2m$: vùng biến dạng thực tế.
- m, n: biến dạng ngoài vùng biến dạng hình học.
- α_1, α_2: các góc ăn.
- A_1B_1, A_2B_2: các cung tiếp xúc.
- l_x: hình chiếu cung tiếp xúc lên phương nằm ngang.
- H, h: chiều cao vật cán trước và sau khi cán.
- B, b: chiều rộng vật cán trước và sau khi cán.
- L, l: chiều dài vật cán trước và sau khi cán.

3.2- Mối quan hệ giữa các đại lượng hình học

$H - h = \Delta h$: lượng ép tuyệt đối.

$\frac{H-h}{H} = 1 - \frac{h}{H} = \frac{\Delta h}{H}$: lượng ép tỷ đối.

$b - B = \Delta b$: dãn rộng tuyệt đối.

$\frac{b-B}{B} = \frac{b}{B} - 1 = \frac{\Delta b}{B}$: dãn rộng tỷ đối.

3.3. LƯỢNG ÉP

Khi cán, tiết diện ngang của vật cán đều giảm xuống khi qua các lỗ hình trục cán. Sự giảm tiết diện ngang chính là sự giảm chiều cao của vật cán sau mỗi lần cán qua các lỗ hình ta gọi là lượng ép.

Lượng ép trong mỗi lần cán phải dựa vào các yếu tố sau đây mà phân chia hợp lý cho từng lỗ hình:

- Thành phần hóa học, cơ lý tính của kim loại cán
- Hệ thống lỗ hình, từng loại lỗ hình củ thể.
- Lực cán cho phép của trục, công suất động cơ, mômen cán v.v..
- Thiết bị phụ khác của máy cán cho phép tiến hành quy trình công nghệ.

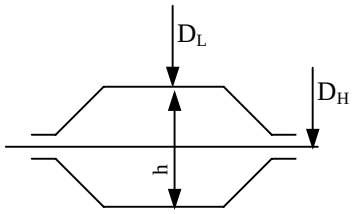
Ngoài các yếu tố trên còn phải lưu ý tới năng lực của thiết bị trong khi cán mà điều chỉnh cho phù hợp đồng thời không ngừng cải tiến và tìm ra quy trình công nghệ mới hợp lý hơn để đạt được lượng ép lớn nhất.

Lượng ép lớn nhất (lượng ép cực đại) được tính theo công thức sau:

$$\Delta h_{MAX} = \frac{D_L}{2}.\alpha^2 \quad (mm) \qquad (3.1)$$

trong đó: D_L - đường kính làm việc của trục cán.

α - góc ăn của vật cán



Trong quá trình cán, trục cán luôn luôn bị mài mòn vì vậy bề mặt làm việc của trục dần không đạt được yêu cầu kỹ thuật. Để ép kim loại được tốt và đảm bảo chất lượng bề mặt của sản phẩm chúng ta phải tiến hành mài, tiện lại trục cán.

Hệ số mài lại trục cán được tính như sau:

$$K = \frac{D_{MAX} - D_{MIN}}{D_H} \qquad (3.2)$$

trong đó:

K - hệ số mài lại

D_{MAX} - đường kính trục cán mới chế tạo

D_{MIN} - đường kính trục cán được mài lại lần cuối cùng.

D_H - đường kính trục cán danh nghĩa

Trong thực tế K = 0,08 ÷ 0,12 đối với trục cán phôi;

K = 0,1 đối với trục cán hình

Ngoài ra Δh_{MAX} dùng cho máy cán phá 2 trục đảo chiều được tính theo công thức sau:

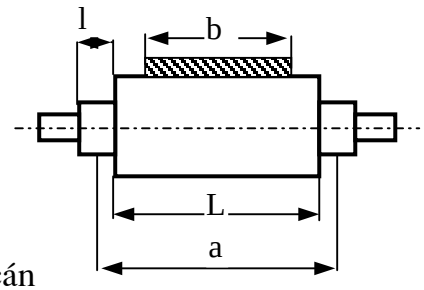
$$\Delta h_{MAX} = D_L\left(1 - \frac{1}{1+f^2}\right) \quad (mm) \qquad (3.3)$$

trong đó: f - hệ số ma sát giữa vật cán và trục cán (được tính theo Lý thuyết cán).

Trong trường hợp đang cán mà tính dẻo của kim loại bị giảm buộc ta phải điều chỉnh lại lượng ép thì phải kiểm tra lại mômen uốn của trục và lực cán theo công thức sau:

$$M_u = P\left(\frac{a}{4} - \frac{b}{8}\right) \qquad (3.4)$$

trong đó: $P = \dfrac{0,8.D^3.\sigma_u}{(2a-b)}$ (3.5)



Thay (3.5) vào (3.4) ta được:

$$M_u = 0,1.D^3.\sigma_u \qquad (3.6)$$

trong đó: D - đường kính trục cán

a = L + l: tổng chiều dài thân trục và cổ trục cán

b - chiều rộng vật cán

σ_u - ứng suất uốn cho phép của vật liệu làm trục

Chú ý: Khi xác định lực cán theo (3.5) và mômen uốn theo (3.6) thì ta bỏ qua mômen xoắn của trục cán.

Lực cán sau mỗi lần cán được xác định bằng công thức:

$$P = P_{tb}.F = P_{tb}.B.l_{tx}$$

Trong đó: P_{tb}: áp lực trung bình của kim loại lên trục cán

B: chiều rộng trung bình của kim loại cán

l_{tx}: chiều dài vùng biến dạng, như vậy ta suy ra lượng ép sau mỗi lần cán:

$$\sqrt{R.\Delta h} = \frac{P}{P_{tb}.B} \Rightarrow \Delta h = \frac{1}{R}\left(\frac{P}{P_{tb}.R}\right)^2 \qquad (3.7)$$

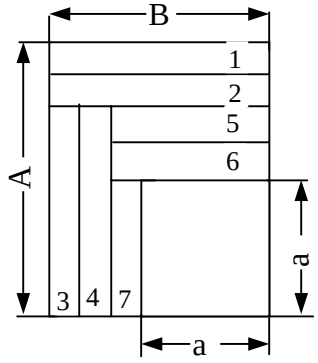
3.4. Lượng ép trung bình và tổng lượng ép

Khi thực hiện chế độ ép cần thiết phải biết được kích thước của thỏi thép đúc hay kích thước của phôi cán ban đầu, kích thước của sản phẩm cán và tổng lượng ép.

Ví dụ: cần phải cán ra một sản phẩm có tiết diện hình vuông từ phôi thép tiết diện hình chữ nhật (H.3.1). Tổng lượng ép được tính theo công thức:

$$\sum \Delta h = m.[(A-a)+(B-a)] \quad (3.8)$$

trong đó: m - hệ số biến dạng ngang của vật cán, đối với trục cán phẳng m = 1,15.



H.3.1. Sơ đồ cán thép vuông từ phôi thép chữ nhật

Lượng ép trung bình sau mỗi lần cán:

$$\Delta h_{tb} = \frac{\sum \Delta h}{n} \qquad (3.9)$$

trong đó: n - số lần cán, $\Delta h_{tb} = (0,8 \div 0,9)\Delta h_{MAX}$.

Đối với trục cán phẳng số lần cán được tính theo công thức:

$$n = \frac{1,15[(A-a)+(B-a)]}{\Delta h_{tb}} \qquad (3.10)$$

Đối với trục cán hình, vì tiết diện mặt cắt ngang của thép hình phức tạp nên khó phân tính toán để phân phối lượng ép, cho nên người ta dựa vào sự phân phối hệ

số giãn dài cho từng lần cán và tính diện tích mặt cắt để tiến hành quy trình công nghệ.

Tổng biến dạng có thể được biểu hiện qua tổng hệ số giãn dài:

$$\sum\mu = \frac{F_0}{F_n} = \frac{F_0}{F_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{F_2}{F_3} \ldots \frac{F_{n-1}}{F_n} = \mu_1.\mu_2.\mu_3 \ldots \mu_n = n.\mu_{tb} \quad (3.10)$$

trong đó F_0, F_n - diện tích tiết diện ngang của phôi và sản phẩm cán.

Số lần cán có thể được xác định theo công thức:

$$n = \frac{\lg\sum\mu}{\lg\mu_{tb}} = \frac{\lg F_0 - \lg F_n}{\lg\mu_{tb}} \quad (3.11)$$

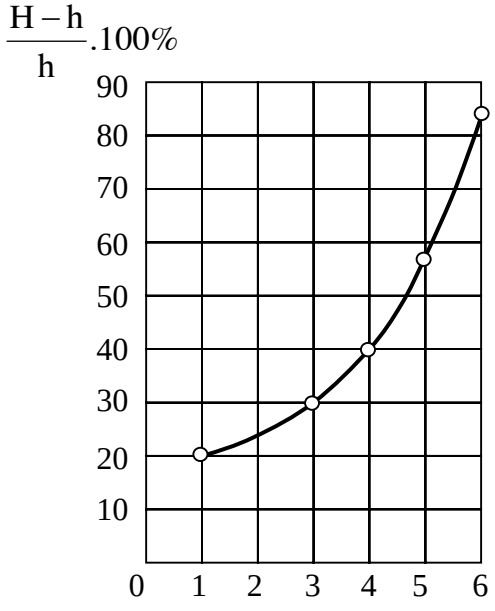
Như vậy, biết được diện tích tiết diện ngang của phôi và sản phẩm cán, biết được hệ số giãn dài trung bình, ta có thể tính được số lần cán theo (3.11).

Mối quan hệ giữa μ_{tb} với lỗ hình và kim loại được cán, cũng như việc phân bố hệ số μ_{tb} hoàn toàn giống như phân bố lượng ép theo nguyên tắc:

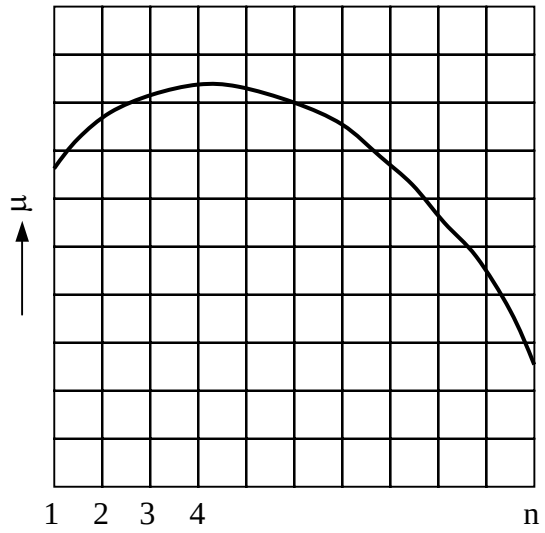
- Dùng hết khả năng ép và giãn dài của lỗ hình
- Năng suất đạt cao nhất mà số lần cán là ít nhất
- Ở lần cán đầu tiên và cuối cùng thì hệ số giãn dài nhỏ hơn các lần cán trung gian.

Trong cán nguội cũng như cán nóng, lượng ép không cố định mà thay đổi theo các lần cán. Theo nguyên lý thì lượng ép giảm dần từ lượt cán đầu đến cuối vì lượng biến cứng ngày càng tăng (đồ thị 3.1).

Tuy nhiên ở những lượt cán đầu do phụ thuộc vào điều kiện cán nên lượng ép không lớn lắm sau đó do tiết diện của vật cán nhỏ nên không còn phụ thuộc vào điều kiện cán mà vào điều kiện bền của giá cán và công suất động cơ nên lượng ép tăng lên, tiếp đến vì khả năng mòn của trục cán nên lượng ép giảm xuống theo đồ thị (3.2) :



Đồ thị 3.1.Thứ tự khuôn cán



Đồ thị 3.2. Số thứ tự các lần cán.

Trong thực tế μ_{tb} được phân phối cho một số loại lỗ hình và sản phẩm hay dùng theo bảng (3.1):

Bảng (3.1): phân phối hệ số μ_{tb} cho một số sản phẩm cán và các loại lỗ hình tưng ứng.

Loại sản phẩm cán	Loại lỗ hình	μ_{tb}
1. Loại sản phẩm có mặt cắt đơn giản (vuông, tròn, chữ nhật, dẹt, tam giác, ...)	Lỗ hình cán tinh	1,13÷1,15
	Lỗ hình chữ nhật - vuông	1,10÷1,30
	Lỗ hình thoi - vuông	1,25÷1,60
	Lỗ hình bàu dục	1,20÷1,80
	Lỗ hình vuông	1,20÷1,80
2. Loại có mặt cắt ngang phức tạp (đường ray, chữ I, U, T, ...)	Lỗ hình tinh	1,12÷1,20
	Lỗ hình thô	1,30÷1,40

3.5. LƯỢNG GIÃN RỘNG

Vật cán qua mỗi lần ép trong các lỗ hình đều có sự giãn rộng. Trong lý thuyết cán ta có lượng giãn rộng tuyệt đối Δb được tính theo công thức:

$$\Delta b = b - B$$

Lượng dãn rộng Δb phát sinh một cách tự nhiên theo quy luật biến dạng trong không gian ba chiều, thế nhưng trên thực tế, trong quá trình cán nó là một đại lượng biến dạng không mong muốn vì Δb là một thông số biến dạng chịu ảnh hưởng của nhiều thông số công nghệ cán, Δb cũng chính là nguyên nhân gây ra phế phẩm ở nhiều trường hợp.

Vì vậy, mà việc nghiên cứu đại lượng biến dạng ngang và lượng dãn rộng Δb khi cán là rất cần thiết nhằm mục đích khống chế hoặc cưỡng bức khi cần thiết. Song, vấn đề lại rất khó lý giải trong lý thuyết cán bởi vì mọi sự diễn biến các thông số công nghệ đều xảy ra trong vùng biến dạng.

Đã có nhiều tác giả và cũng đã có nhiều công trình được công bố, mọi nghiên cứu đều tập trung vào các yếu tố làm ảnh hưởng đến lượng dãn rộng Δb.

Ta biết rằng khi một phân tố kim loại bị nén theo mọt chiều thì sẽ chảy dẻo theo hai chiều còn lại, trên cơ sở đó ta thấy đại lượng Δh là yếu tố công nghệ đầu tiên ảnh hưởng đến lượng biến dạng ngang b.

Một số công trình nghiên cứu khác đem lại các biểu thức tính Δb.

Trong tính toán thường sử dụng công thức của B.P. Bactinov:

$$\Delta b = 1{,}15.\frac{\Delta h}{2H}\left(\sqrt{R.\Delta h} - \frac{\Delta h}{2f}\right) \qquad (3.12)$$

trong đó, H: chiều cao ban đầu của phôi cán;

f: hệ số ma sát trên bề mặt tiếp xúc.

R: bán kính trục cán; Δh: lượng ép tuyệt đối.

Với biểu thức của Petrov, tác giả đã đề cập đến nhiều yếu tố công nghệ ảnh hưởng đến Δb như là trạng thái ứng suất trung bình σ_2, hệ số ma sát, yếu tố hình dáng vùng biến dạng, lượng ép Δh...:

$$\Delta b = \left(1 + \frac{\Delta h}{H}\right).f.\left(\sqrt{R.\Delta h} - \frac{\Delta h}{2f}\right)\frac{\Delta h}{H} \qquad (3.13)$$

Qua các biểu thức trên ta nhận xét: Lượng dãn rộng Δb phụ thuộc vào các yếu tố công nghệ: chiều rộng ban đầu vật cán B, chiều cao vật cán H, lượng ép tuyệt đối Δh, đường kính trục cán D, hệ số ma sát f, ứng suất pháp σ, ứng suất tiếp τ...

Trong bảng 3.2 sau đây cho ta biết lượng giãn rộng thực tế của máy cán phôi thỏi Blumin với chế độ ép, góc ăn, số lần cán từ thỏi đúc nặng từ 6,7÷71 tấn và tiết diện (680 x 685)mm xuống phôi có tiết diện (250 x 250) mm.

Bảng 3.2: chế độ ép khi cán phôi thỏi (250 x 250) từ thỏi đúc (680 x 685) mm

Lần cán	**Kích thước sau cán**		**Lượng ép (mm)**	**Dãn rộng (mm)**	**Góc ăn α (độ)**
	Dày (mm)	**Rộng (mm)**			
1	680	685	80	5	$23^0 35$
2 x	600	690	75	5	$23^0 35$
3	615	605	75	5	$22^0 55$
4 x	540	610	75	5	$22^0 55$
5	470	615	70	5	$22^0 05$
6 x	400	620	70	5	$22^0 55$
7	540	410	80	10	$23^0 50$
8 x	460	420	80	10	$23^0 50$
9	380	435	80	15	$23^0 50$
10 x	300	450	80	15	$23^0 50$
11	370	315	80	15	$23^0 20$
12 x	290	330	80	15	$23^0 20$
13	280	300	50	10	$17^0 40$
14 x	240	310	40	10	$16^0 30$
15	250	250	60	10	$20^0 30$

Chú thích: có dấu x là có lật trở phôi tương ứng với hành trình.

3.6. CUNG TIẾP XÚC VÀ GÓC ĂN KHI CÁN

Cung tạo bởi trục cán và kim loại khi ăn vào trục gọi là cung tiếp xúc. Trong lý thuyết can ta đã chứng minh cung tiếp xúc phụ thuộc vào bán kính trục cán và góc ăn của vật cán vào trục:

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

với D: đường kính làm việc của trục cán.

Khi góc α bé ($\alpha \approx 10 - 15^0$) thì: $1 - \cos\alpha = 2\sin^2(\alpha/2) = 2(\alpha/2)^2 = \alpha^2/2$

Do đó, $$\Delta h = D(1-\cos\alpha) = D.2.\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) = D.\frac{\alpha^2}{2}$$

Suy ra, $$\alpha = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}} \quad \text{(rad)} \qquad (3.14)$$

Hoặc: $$\alpha = \frac{180}{\pi}\sqrt{\frac{\Delta h}{R}} = 57{,}5.\sqrt{\frac{\Delta h}{R}} \quad \text{(độ)}$$

3.7. SỰ VƯỢT TRƯỚC VÀ SỰ TRỄ

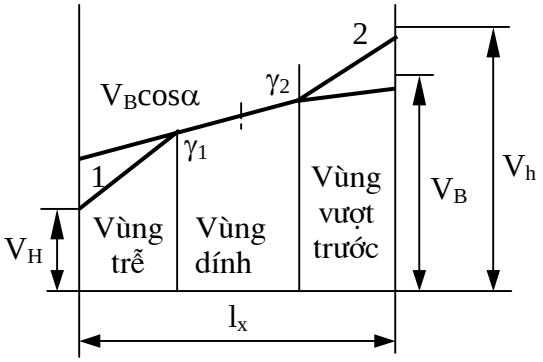
Trên một độ dài cung tiếp xúc trong vùng biến dạng, sự chênh lệch tốc độ tạo nên 2 vùng phân cách bởi một tiết diện mà tại đó $V_B\cos\alpha = V_H = V_h$, ta gọi là tiết diện trung hoà. Vùng (1) tốc độ của phôi nhỏ hơn tốc độ của trục cán ($V_B\cos\alpha$), ta gọi là vùng trễ. Vùng (2) tốc độ của phôi lớn hơn tốc độ của trục cán ($V_B\cos\alpha$), ta gọi là vùng vượt trước.

Ký hiệu γ là góc ở tâm chắn bởi phần cung tiếp xúc thuộc vùng vượt trước và được gọi là góc trung hoà. Góc ở tâm chắn bởi cung thuộc vùng trễ sẽ là $(\alpha - \gamma)$.

Nhiều công trình nghiên cứu người ta nhận thấy rằng, nếu như độ dài cung tiếp xúc l_x khá lớn thì không phải chỉ có tiết diện trung hoà mà có cả một vùng trung hoà. Vùng này người ta gọi là vùng dính. Có nghĩa rằng, trên vùng này không tồn tại sự trượt trên bề mặt tiếp xúc, lực ma sát có giá trị rất bé $\tau \to 0$ và đổi dấu.

Đồ thị tốc độ trong trường hợp này như hình 2.9.

Từ những khái niệm đã tình bày trên đây ta nhận thấy rằng, hiện tượng trễ và vượt trước là một quá trình động xảy ra một cách tự nhiên trong vùng biến dạng. Độ lớn của từng vùng có thể thay đổi tùy theo các thông số công nghệ xảy ra trong vùng biến dạng, kể cả các thông số hình học của vùng biến dạng. Vì vậy, việc xác định độ lớn của từng vùng, nhất là trị số vượt trước có ý nghĩa thực tế trong công nghệ cán.



Hình 3.2- Sơ đồ tốc độ trục và vật cán khi tồn tại vùng dính

Khi xét mối liên hệ giữa các thông số hình học ta có: $\Delta h_{max} = D(1 - \cos\alpha)$. Với biểu thức này, nếu như ta tính lượng ép tại tiết diện trung hoà thì ta có thể viết:

$$\Delta h_\gamma = h_\gamma - h = D(1 - \cos\gamma) \qquad (3.15)$$

Suy ra, $h_\gamma = D(1 - \cos\gamma) + h$

Theo Phike thì lượng vượt trước được tính theo biểu thức:

$$S_h\% = \frac{[D(1-\cos\gamma)+h]\cos\gamma}{h} - 1 \qquad (3.16)$$

Trong (3.16) để tìm được S_h% cần phải xác định được cosγ là chủ yếu. Từ (3.15) ta tìm được: $\cos\gamma = 1 - \frac{\Delta h_\gamma}{D}$ (3.17)

Hoặc theo biểu thức Đrezđen:

$$S_h^{\%} = \frac{R}{h}\gamma^2 \quad (3.18)$$

Cũng như vượt trước, đại lượng trễ có thể tính từ điều kiện thể tích không đổi khi phôi di chuyển trong vùng biến dạng trong một đơn vị thời gian: $V_H F = V_h f$.

ở đây ta ký hiệu: $F/f = \lambda$, do đó: $V_H = V_h/\lambda$ (3.19)

Ký hiệu S_H là đại lượng trễ, ta có:

$$S_H = \frac{V_B\cos\alpha - V_H}{V_B\cos\alpha} = 1 - \frac{V_H}{V_B\cos\alpha} \quad (3.20)$$

Với α là một góc biến đổi theo tiết diện quan sát. Đưa (3.19) vào (3.20) ta có

$$S_H = 1 - \frac{V_H}{\lambda V_B\cos\alpha} \quad (3.21)$$

3.8. ÁP LỰC CỦA KIM LOẠI LÊN TRỤC CÁN

Áp lực của kim loại lên trục cán là nguyên nhân chính tạo ra trạng thái ứng suất trong vùng biến dạng, đặc điểm biến dạng của trục cán. áp lực từ phía trục cán lên kim loại có sự tương tác với vượt trước, sự dãn rộng, điều kiện ăn kim loại. Từ điều kiện và các thông số công nghệ ta có thể tính được áp lực của kim loại lên trục cán và qua đó xác định được mômen cán, công suất cán, công suất động cơ và tiêu hao năng lượng trong quá trình cán.

Trị số và sự phân bố áp lực trên cung tiếp xúc của vùng biến dạng có ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ mòn trục cán và do đó ảnh hưởng đến thời gian làm việc của trục. Trị số mômen và công suất cán là các thông số cần thiết để tính các kích thước giá cán và các chi tiết máy cán. Trị số mômen không chỉ phụ thuộc vào áp lực mà còn phụ thuộc vào điểm đặt lực tổng hợp trên cung tiếp xúc.

Xác định được áp lực trung bình chúng ta có thể tính được lực cán P:

$$P = P_{tb}.F \quad (3.22)$$

trong đó, F: diện tích bề mặt tiếp xúc

$$F = b_{TB}.l_x = \frac{B+b}{2}\sqrt{R\Delta h}$$

trong đó, B: chiều rộng phôi cán; b: chiều rộng vật cán;

l_x: chiều dài cung tiếp xúc

R: bán kính trục cán;

Δh: lượng ép tuyệt đối;

Trong thực tế, khi tính áp lực cán người ta thường dùng một số biểu thức thực nghiệm. Thực chất các biểu thức này của một số tác giả khi nghiên cứu chỉ xét

một số các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến áp lực cán, kết quả nhận được thoả mãn để tính toán công nghệ.

① Tính áp lực cán theo công thức Êkelun - cho kết quả thoả mãn điều kiện cán hình ở trạng thái nóng khi $t > 800^0C$, với thép Cacbon và thép Crôm.

$$P = (K + \eta\omega)(1 + m) \qquad (3.23)$$

trong đó, K: trở kháng của vật liệu (giới hạn chảy ở nhiệt độ cán), KG/mm^2

η: độ nhớt (sệt) của vật liệu cán, $KG/s/mm^2$

ω: tốc độ biến dạng trung bình, 1/s

m: hệ số tính đến sự tăng trở kháng biến dạng do ma sát tiếp xúc.

- Trên cơ sở phân tích các số liệu thực nghiệm, Êkelun đưa ra biểu thức tính trị số K:

$$K = (14 - 0,01T)(1,4 + C + Mn + 0,3Cr) \qquad (3.24)$$

trong đó, T: nhiệt độ cán, ^0C

C: Hàm lượng cácbon trong vật liệu cán, (%)

Mn: Hàm lượng Mangan trong vật liệu cán, (%)

Cr: Hàm lượng Crôm trong vật liệu cán, (%)

- Độ nhớt (sệt) η của vật liệu cán được tính theo biểu thức:

$$\eta = 0,01(14 - 0,01t)C_v \qquad (3.25)$$

với, C_v là một đại lượng phụ thuộc vào tốc độ quay của trục cán, xác định theo số liệu ở bảng 3.3.

Bảng 3.3

V (m/s)	< 6	6 ÷ 10	10 ÷ 15	15 ÷ 20
C_v	1	0,8	0,65	0,6

- Hệ số m (ảnh hưởng của ma sát) tính theo biểu thức:

$$m = \frac{1,6.f\sqrt{\Delta hR} - 1,2\Delta h}{H + h} \qquad (3.26)$$

với, f là hệ số ma sát được xác định như sau:

Trục thép: $f = 1,05 - 0,0005t$

Trục gang: $f = 0,8(1,05 - 0,0005t)$

- Tốc độ biến dạng trung bình ω tính theo biểu thức:

$$\omega = 2V\frac{\sqrt{\frac{\Delta h}{R}}}{H + h} \qquad (1/s) \qquad (3.27)$$

② Tính áp lực cán theo công thức Shunberge

Trên cơ sở của biểu thức Êkelun, bằng cách phân tích toán học các kết quả nghiên cứu ở một số máy cán công nghiệp, Shunberge đưa ra biểu thức sau:

$$P_{TB} = 0,011(T_{ch} - T_c)\left(a + 0,001.\frac{n.l_x}{h_{TB}}\right)\left[0,315\frac{\mu.l}{h} + \sqrt{1 + \left(0,315.\frac{\mu l}{h}\right)^2}\right] \qquad (3.28)$$

trong đó, T_{ch}: nhiệt độ chảy của vật liệu nhân với hệ số 0,95.

T_c: nhiệt độ cán; n: số vòng quay của trục cán, vg/ph

a: hệ số xét đến thành phần hoá học của vật cán (a = K), KG/mm^2

μ: hệ số biến dạng; $l_x = \sqrt{R\Delta h}$; $h_{TB} = (H + h)/2$

Nhược điểm của biểu thức (3.28) là thứ nguyên của các số hạng không phù hợp với thứ nguyên của các kết qủa, có nghĩa là biểu thức thực nghiệm không có ý nghĩa về mặt vật lý.

③ Tính áp lực cán theo công thức Gheley

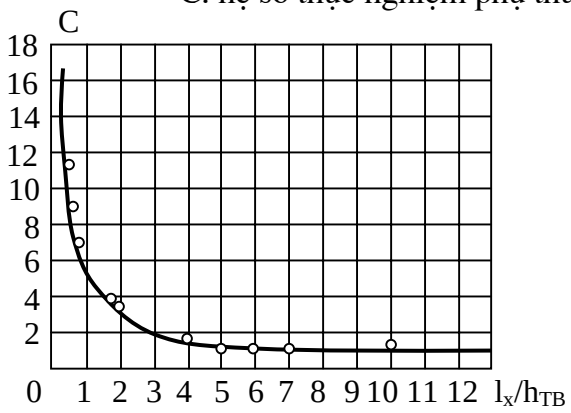
Theo Gheley có thể tính áp lực trung bình khi cán nguội và nóng với trục cán phẳng theo công thức:

$$P_{TB} = K_f\left(1 + C\frac{\mu.l}{h}\sqrt[4]{V_c}\right) \qquad (3.29)$$

trong đó, K_f: trở kháng biến dạng trung bình, $K_f = 1{,}15\sigma_S$

V_c: tốc độ cán, m/s

C: hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào tỷ số l_x/h_{TB} xác định theo hình 3.3



Hình 3.3- Sự phụ thuộc của hệ số C (hệ số thực nghiệm của Gheley C = $\varphi(\frac{l_x}{h_{TB}})$) vào tỷ số $\frac{l_x}{h_{TB}}$.

3.9. CÔNG, CÔNG SUẤT VÀ MÔMEN KHI CÁN

3.9.1. Công làm kim loại biến dạng

Theo Pavlov thì công thức tính toán công làm kim loại biến dạng tương đối chính xác là:

$$A = P_{tb}.V.\ln\left(\frac{H}{h}\right) \qquad (3.30)$$

trong đó, P_{tb}: áp lực trung bình (đơn vị) của kim loại lên trục cán;

V: thể tích của kim loại;

H, h: chiều cao kim loại trước và sau khi cán;

3.9.2. Công suất và mômen khi cán

Công suất khi cán được tính theo công thức:

$$W = \frac{A}{t} \qquad (3.31)$$

trong đó, t: thời gian làm kim loại biến dạng (s)

Công suất động cơ của thiết bị cán được tính toán trên cơ sở lý thuyết hoặc theo số liệu thực tế của sự tiêu hao năng lượng đơn vị theo sản phẩm cán.

Trên cơ sở tính toán, người ta thường dùng cách xác định công suất theo mômen cán:

$$N = M_c . \frac{V}{r} \qquad (3.32)$$

trong đó, V: tốc độ quay của trục cán

r: bán kính trục cán

$$M_c = M_{ms} + M_{bd} \qquad (3.33)$$

M_{ms}: mômen ma sát gồm mômen ma sát do lực cán sinh trên cổ trục cán (M_{ms1}) và mômen ma sát tại các chi tiết quay (M_{ms2}). Mômen ma sát được tính:

$$M_{ms} = M_{ms1} + M_{ms2}$$

Trong đó: $M_{ms1} = f.P.d \qquad (3.34)$

với, f: hệ số ma sát trên cổ trục cán

P: lực cán (N, KG)

D: đường kính cổ trục (mm)

Hệ số ma sát ổ đỡ (f)

Loại ổ đỡ trục cán	Hệ số ma sát f
ổ đỡ ma sát lỏng	0,003 ÷ 0,0005
ổ đỡ ma sát nữa lỏng	0,006 ÷ 0,01
ổ bi	0,003 ÷ 0,008
ổ trượt bằng thép	0,04 ÷ 0,1
ổ trượt bằng sứ	0,005 ÷ 0,01

$$M_{ms2} = (0,08 \div 0,12)(M_0 + M_{ms1})$$

Mômen không tải M_0 sinh ra để thắng trọng lượng của các chi tiết quay khi máy chạy không tải. Mômen không tải thường bằng 3 ÷ 6% mômen cán:

$$M_0 = (3 \div 6)\% M_c$$

Mômen động $M_d = 0$ khi cán không có sự tăng giảm tốc độ.

Mômen cán được xác định khác nhau theo những trường hợp cán khác nhau:

① Đối với trường hợp cán đơn giản, trục cán có cùng đường kính và quay với cùng một tốc độ:

$$M_{bd} = 2.P.a \qquad (3.35)$$

với, a: tay đòn, có thể lựa chọn a trong phạm vi:

$$a = (0,3 \div 0,55)l_x$$

Có thể tham khảo theo số liệu:

Khi cán nóng: $a = (0,45 \div 0,5)l_x$

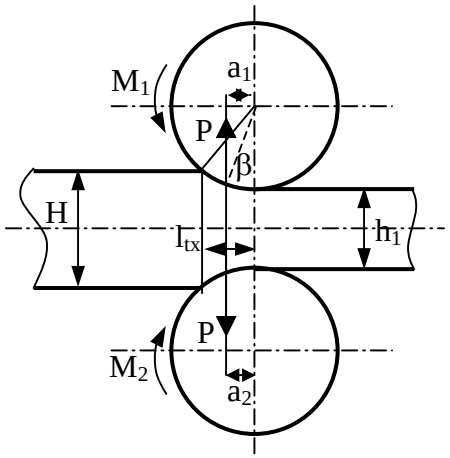
Khi cán nguội: $a = (0,35 \div 0,45)l_x$

$$l_x = \sqrt{R\Delta h}$$

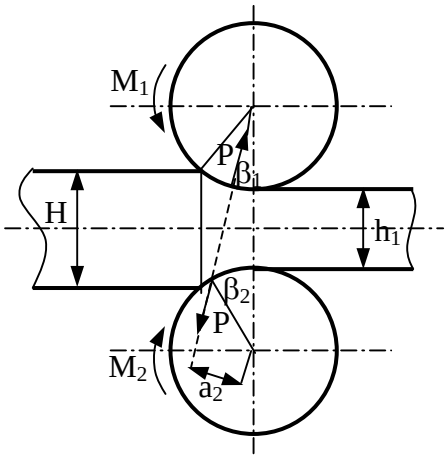
② Trong trường hợp cán có lực kéo trước và sau vật cán thì mômen biến dạng có thể tính theo biểu thức:

$$M_{bd} = 2.P.a + (Q_n - Q_h).r \qquad (3.36)$$

với Q_n, Q_h là trị số lực kéo trước và sau vật cán.



Hình 3.4- Hướng áp lực cán trong quá trình cán đơn giản



Hình 3.5- Hướng áp lực cán trong quá trình cán trục dưới dẫn động

③ Trong trường hợp cán trên máy cán chỉ một trục được dẫn động, lúc đó mômen ở trục trên bằng không, mômen chỉ được truyền qua trục dưới:

$$M_{bd} = P.a_2 \qquad (3.37)$$

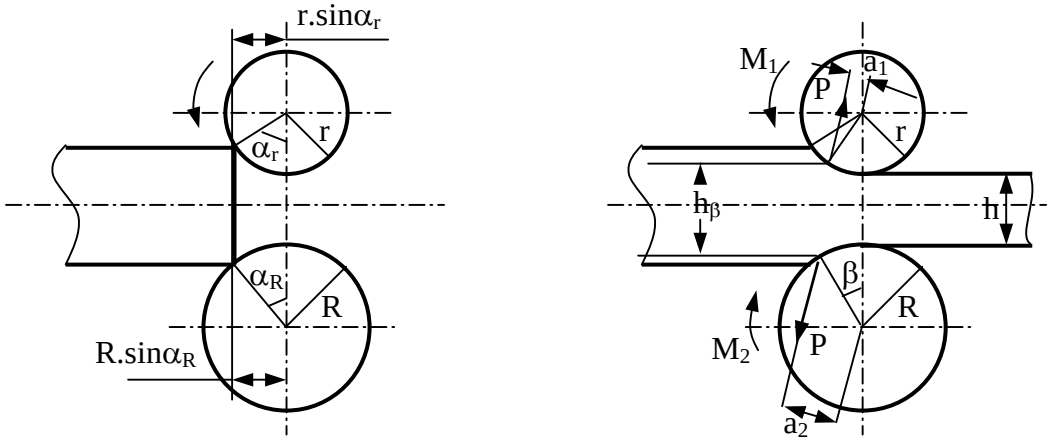
Trong đó: $a = (0{,}35 \div 0{,}45)l_{tx}$.

④ Khi cán trong 2 trục cán khác nhau về đương kính, lúc đó mômen cán phân bố không đều giữa 2 trục cán lúc đó:

$$M_1 = P.a_1; \quad M_2 = P.a_2$$

Trong thực tế sự chênh lệch đường kính của 2 trục cán không lớn (5÷6%), do đó có thể cho $a_1 \approx a_2$ lúc đó:

$$M_{bd} = 2P.a \qquad (3.38)$$



Hình 3.6- Sơ đồ hướng lực cán khi đường kính trục khác nhau

Để có thể tính được công suất trên trục động cơ của máy cán, chúng ta cần phải xác định công suất tiêu hao trên hệ thống truyền lực từ trục động cơ đến máy cán (trục cán). Thông thường ta xác định công suất tổn hao này theo một hệ số hữu ích η.

Vậy, công suất cán được xác định như sau:

$$N_c = \frac{N_{bd} + N_{ms}}{\eta} \qquad (3.38)$$

Khi tính toán công thức truyền động chính của máy cán thì ngoài công suất cán và công suất tổn hao trên hệ thống truyền lực còn phải tính đến công suất không tải của động cơ. Nếu như trong quá trình cán có điều chỉnh tốc độ hoặc không thì cũng phải tính đến mômen động.

$$M_{đc} = M_t \pm M_đ \qquad (3.39)$$

trong đó, M_t: mômen động cơ khi phụ tải không đổi ($M_{bd} + M_{ms} + M_0$)

M_0: mômen không tải của động cơ

$M_đ$: mômen động

Dấu (-) khi giảm tốc độ và dấu (+) khi tăng tốc độ

Tính toán công suất động cơ

Công suất động cơ khi cán được tính theo công thức:

$$N_{đc} = M_{tđc}.\omega_{đc} \text{ (kw)}$$

Trong đó: $M_{tđc}$ - Mômen tĩnh trên trục động cơ:

$$M_{tdc} = \frac{M_c + M_{ms1}}{\eta.i} \qquad (3.40)$$

M_c - mômen cán; $\eta = \eta_1 . \eta_2 . \eta_3$ - hệ số truyền động hữu ích của máy thường lấy bằng 0,85 ÷ 0,93.

η_1 = 0,93 ÷ 0,95 - hệ số truyền động hữu ích của hộp giảm tốc

η_2 = 0,92 ÷ 0,95 - hệ số truyền động hữu ích của hộp bánh răng chữ V.

η_3 = 0,99 - hệ số truyền động hữu ích của trục khớp nối.

i - Tỉ số truyền từ động cơ đến trục cán:

$$i = \frac{n_{dc}}{n_t} = \frac{\omega_{dc}}{\omega_t}$$

n_{dc}, n_t - tốc độ quay của động cơ và trục cán (vg/ph)

ω_{dc}, ω_t - vận tốc góc của động cơ và trục cán (1/s)

sau khi tính được $N_{đc}$ thì tra bảng và chọn động cơ cần thiết cho máy cán theo điều kiện:

$$N_{đc} \le [N] \quad \text{(kw)}$$

[N] công suất cho phép thực tế của động cơ, kw.

Sau khi tính toán mômen cho một lần cán, điều trước tiên là chọn động cơ, xây dựng đồ thị mômen tĩnh cho phép ta tính được công suất động cơ khi đã kiểm

tra đầy đủ về quá tải và đốt nóng động cơ.

Khi kiểm tra về sự quá tải cho phép của động cơ thì mômen định mức của động cơ được tính như sau:

$$M_{dm} \geq \frac{M_{max}}{k} \qquad (5.67)$$

trong đó, M_{max}: mômen cực đại tính theo đồ thị mômen tĩnh

k: hệ số quá tải của động cơ

Với động cơ không đảo chiều: k = 2

Với động cơ đảo chiều: k = 2,5 ÷ 3

Bên cạnh việc tính toán về mômen, người ta cũng thường dùng chỉ tiêu tiêu hao năng lượng trên một đơn vị sản phẩm cán để xác định công suất cán:

$$N_e = \frac{3600}{T} G(e_{n-1} - e_n)$$

trong đó, N_e: công suất tiêu hao cho biến dạng kim loại khi cán (tính cả công suất không tải), KW

e_{n-1}, e_n: tiêu hao năng lượng trên một tấn thép cán, kw/giờ

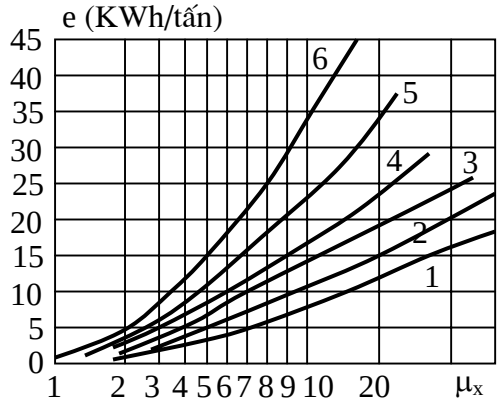
G: trọng lượng vật cán, tấn

T: thời gian cán (không tính thời gian nghỉ giữa các lần cán), giây

Tiêu hao năng lượng trên một tấn thép cán được tính: $e = \frac{N_e}{A}$

với, A: năng suất cán

Trị số e thay đổi theo loại máy cán, mức độ hiện đại của máy cán. Trên cơ sở các số liệu sản xuất, thực tế ta có thể tham khảo trị số của e theo lượng biến dạng tổng μ_x cho một chiều dày thành phẩm như hình 3.7



Hình 3.7- Sự tiêu hao năng lượng khi cán
1. Bliumin; 2. Slabin;
3. Cán phôi liên tục
4. Cán ray, dầm
5. Cán hình
6. Cán dây

Chương 4
VẬN HÀNH, KIỂM TRA KỸ THUẬT, LÀM NGUỘI VÀ TINH CHỈNH SẢN PHẨM SAU CÁN

4.1. CÔNG TÁC VẬN HÀNH VÀ KIỂM TRA KỸ THUẬT

Vì để đảm bảo chất lượng và quy cách của sản phẩm cho nên việc vận hành máy đúng kỹ thuật và kiểm tra quá trình thao tác kỹ thuật là một khâu vô cùng quan trọng trong công nghệ cán. Đây không phải chỉ làm sản phẩm có chất lượng tốt, tiêu hao kim loại ít, máy móc ít hao mòn và hỏng hóc mà còn chủ động ngăn ngừa và phát hiện kịp thời các biến cố xảy ra trong quá trình sản xuất cán như phế phẩm, khuyết tật, các sự cố máy móc v.v... để chủ động sản xuất và nâng cao năng suất, tăng sản lượng. Công tác kiểm tra các quy trình sản xuất và kỹ thuật của sản xuất cán có thể chia ra các giai đoạn sau:

4.1.1. Kiểm tra mẻ nấu và đóng nhãn hiệu

Để tổ chức quá trình công nghệ sản xuất cán được tốt và liên tục thì công việc kiểm tra mẻ nấu và đóng nhãn hiệu là rất quan trọng. Hàng ngày trong một xưởng luyện thép hiện đại có thể sản xuất ra 7.000÷10.000 tấn thép và cao hơn nữa, số lượng mác thép được sản xuất cũng đến vài chục loại. Đặc biệt đối với thép hợp kim thì mỗi mác thép được dùng theo công dụng trực tiếp của nó. Vì vậy việc kiểm tra mẻ nấu là rất quan trọng, đóng mác thép và các ký hiệu khác phải thật chính xác. Nếu đóng sai nhãn hiệu sẽ dẫn đến những tác hại vô cùng lớn, không chỉ sử dụng sai loại thép mà còn làm hư hỏng máy móc trong quá trình cán.

Một mác thép không phù hợp với đơn đặt hàng hoặc không theo tiêu chuẩn quốc gia (TCVN) thì có thể dẫn đến phế phẩm toàn bộ nhóm sản phẩm của thép đó. Việc nhầm lẫn số mẻ nấu và nhầm lẫn mác thép là điều không thể cho phép, đặc biệt đối với công nghệ cán thép hình mà sản phẩm đó phải qua nhiệt luyện vì quy trình nhiệt luyện phụ thuộc rất nhiều vào thành phần hóa học của thép.

4.1.2. Kiểm tra thỏi nung

Tiến hành kiểm tra thỏi nung qua các công việc sau đây:

- Xác định chất lượng thỏi nung.
- Căn cứ vào chất lượng thỏi nung và xác định chính xác chế độ cán, lượng ép và số lần cán cho phù hợp với tính toán thiết kế.
- Căn cứ vào đặc tính đặc biệt của lò nung mà có thể có chế độ công nghệ đặc biệt để đảm bảo chất lượng sản phẩm.

Đối với sản phẩm là thép thông thường thì mỗi lò ta chỉ lấy 1÷2 thỏi nung để kiểm tra là được. Đối với các loại thép đặc biệt ta phải tiến hành kiểm tra từng thỏi nung một. Công việc kiểm tra thường được tiến hành phân tích các chỉ tiêu về cơ lý tính, thành phần hóa học, nhiệt độ nung v.v...

4.1.3. Kiểm tra từng công đoạn theo thứ tự trong quy trình sản xuất cán

Mục đích việc kiệm tra này là để biết chất lượng của vật cán qua từng công đoạn sản xuất, nhằm đảm bảo chính xác kích thước của tiết diện ngang của vật cán sau từng lần cán, đảm bảo các tính năng và yêu cầu kỹ thuật đồng thời tìm ra các thiếu sót để khắc phục. Công tác kiểm tra này sẽ kịp thời phát hiện những thiếu sót và những khâu bất hợp lý trong quá trình công nghệ để khắc phục và cải tiến cho tốt hơn nhằm không ngừng nâng cao chất lượng sản phẩm và tăng năng suất.

4.1.4. Kiểm tra lần cuối cùng

Lần kiểm tra cuối cùng nhằm xác định chính xác chất lượng và kích thước của sản phẩm cán. Phương pháp kiểm tra này phải dựa vào các tiêu chuẩn và quy cách của nhà nước đã ban hành hoặc theo đơn đặt hàng của cơ quan ban, người tiêu dùng yêu cầu kiểm tra, kiểm tra lần cuối cùng có một ý nghĩa quan trọng tới chất lượng và năng suất của một nhà máy sản xuất thép cán.

4.2. LÀM NGUỘI VÀ TINH CHỈNH SAU CÁN

4.2.1. Làm nguội

Đây là một khâu quan trọng của giai đoạn cuối của quy trình công nghệ sản xuất cán. Khâu này làm tốt thì không những chất lượng sản phẩm tốt, năng suất cao mà công việc kiểm tra sản phẩm cũng tiến hành thuận tiện.

Làm nguội sản phẩm sau cán có ảnh hưởng rất lớn đến tổ chức hạt của thép và các tính năng kỹ thuật khác của thép. Thực tế cho thấy rằng làm nguội sản phẩm sau cán thực chất là nhiệt luyện sản phẩm để đạt được các tiêu chuẩn kỹ thuật. Ta biết rằng nhiệt độ kết thúc cán thường là trên đường A_{r1} ($T^0 = 723^0c$) trong giản đồ trạng thái Fe-C. Các thép khác nhau có nhiệt độ kết thúc cán khác nhau. Trong sản xuất cán người ta đã lợi dụng nhiệt độ kết thúc cán khác nhau kết hợp với tốc độ làm nguội khác nhau của từng loại thép mà tiến hành các biện pháp công nghệ để đạt được tổ chức hạt theo yêu cầu và sản phẩm có tính năng kỹ thuật có chất lượng tốt nhất.

Hiện nay tất cả các nhà máy luyện cán thép đều làm nguội sản phẩm theo một trong 3 cách sau đây tuỳ thuộc theo loại thép.

a/ Làm nguội sản phẩm bằng nước

Dùng nước làm nguội sản phẩm cán trong các trường hợp sau đây:

① Thép trước cùng tích

Muốn cho sản phẩm cán là thép trước cùng tích có hạt nhỏ, mịn và tổ chức hạt đồng đều ta phải làm nguội bằng nước với tốc độ nhanh, làm nguội như vậy sản phẩm lại có cơ lý tính và các tính năng kỹ thuật khác cũng tốt hơn. Ví dụ: thép tấm chế tạo từ thép cácbon thấp có nhiệt độ kết thúc cán cao hơn đường A_3 thì được đưa vào làm nguội nhanh bằng nước để đạt được mục đích như đã nói trên.

② Thép sau cùng tích

Đây chủ yếu là thép cácbon cao và thép các bon dụng cụ, người ta cũng làm nguội bằng nước với tốc độ nhanh để loại bỏ sự hình thành của các mạng lưới các-bít trong thép. Tuy nhiên làm nguội nhanh bằng nước đối với sản phẩm loại thép này hay xảy ra hiện tượng nứt nẻ. Vì vậy sau khi làm nguội nhanh bằng nước đến nhiệt độ chuyển biến pha thì chúng ta phải làm nguội chậm sản phẩm trong các hố nhiệt để giảm bớt các ứng lực bên trong, như vậy sẽ tránh được hiện tượng nứt nẻ.

③ Đối với các loại thép mà sản phẩm đòi hỏi bề mặt có độ sạch cao

Gồm các loại phôi thép bản mỏng, phôi thép tấm mỏng, cực mỏng, sau khi cán nóng cho vào nước làm nguội luôn. Nhiều khi người ta dùng vòi nước phun trực tiếp vào bề mặt sản phẩm. Như vậy các lớp vảy sắt bung ra hoàn toàn. Tuy nhiên phương pháp này chỉ ứng dụng đối với các loại thép không xảy ra khuyết tật khi làm nguội bằng phương pháp này.

b/ Làm nguội sản phẩm bằng không khí

Đại đa số các sản phẩm cán được làm nguội bằng không khí. Có thể làm nguội ở điều kiện bình thường ở những nơi khô ráo, có thể dùng các quạt gió với lưu lượng khác nhau để làm nguội sản phẩm.

Sản phẩm là phôi cán thường được làm nguội bằng không khí. Mục đích chủ yếu là làm giảm các ứng lực bên trong phôi độ cứng thấp để dễ dàng tiếp tục thực hiện các biện pháp xử lý bề mặt của phôi cho sạch sẽ và hết các khuyết tật.

c/ Làm nguội trong lò

Đây là phương pháp làm nguội đẳng nhiệt. Phương pháp làm nguội này chủ yếu dùng cho các loại sản phẩm là thép hợp kim cao và thép cácbon cao. Nếu ta làm nguội trong môi trường không khí bình thường thì sản phẩm sẽ bị nứt nẻ và xuất hiện đốm trắng. Vì vậy ta phải tiến hành làm nguội chậm trong các lò hoặc hố nhiệt. Thực chất của phương pháp này là ủ. Tóm lại phải căn cứ vào công dụng, tổ chức hạt và tính năng kỹ thuật của sản phẩm cán mà chúng ta tiến hành các phương pháp nhiệt luyện như tôi, thường hoá, ủ v.v...

4.2.2. Tinh chỉnh sản phẩm sau cán

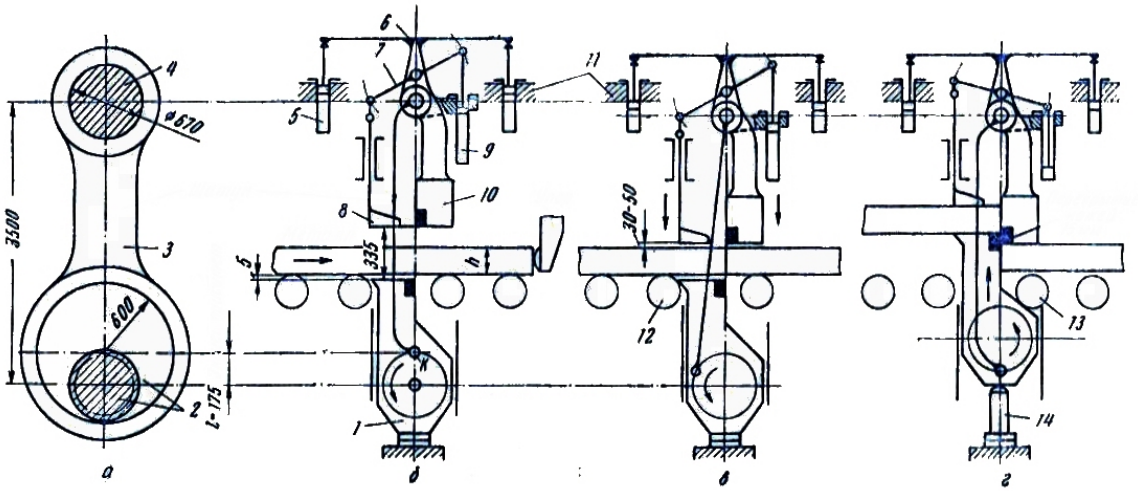
Để sản phẩm cán có kích thước chính xác, hình dáng đúng với yêu cầu kỹ thuật ta tiến hành công tác tinh chỉnh sản phẩm với các nguyên công sau:

a/ Nguyên công cắt

Sản phẩm cán (sau khi cán lần cuối cùng) đạt được các tiêu chuẩn kỹ thuật, ta tiến hành cắt đầu, cắt đuôi, cắt các gờ mép và cắt ra từng đoạn theo kích thước đã quy định của nhà nước (TCVN).

Các máy cắt được dùng để tiến hành cắt sản phẩm được dùng rộng rãi trong các nhà máy luyện cán thép:

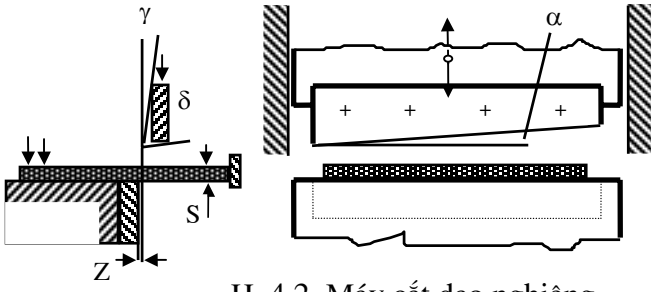
① Máy cắt lưỡi dao phẳng



H.4.1. Sơ đồ dao cắt dưới lên của máy cắt thuỷ lực

② Máy cắt dao nghiêng:

Lưỡi dao dưới nằm ngang, lưỡi dao trên nghiêng một góc $\alpha = 2 \div 6^0$. Góc cắt $\delta = 75 \div 85^0$; góc sau $\gamma = 2 \div 3^0$. Để đơn giản khi mài dao cho phép $\delta = 90^0$; góc sau $\gamma = 0$.

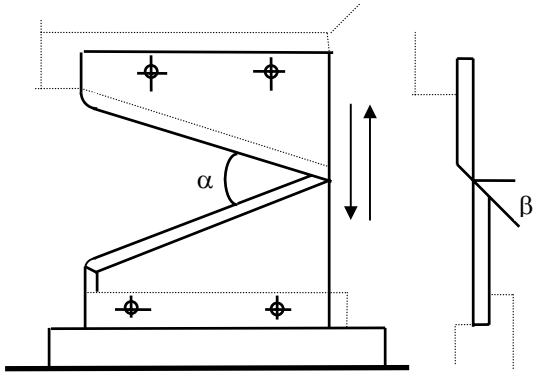


H. 4.2. Máy cắt dao nghiêng

Lực cắt không lớn, cắt được các tấm dày; Cắt được các đường cong; Đường cắt không thẳng và nhẵn

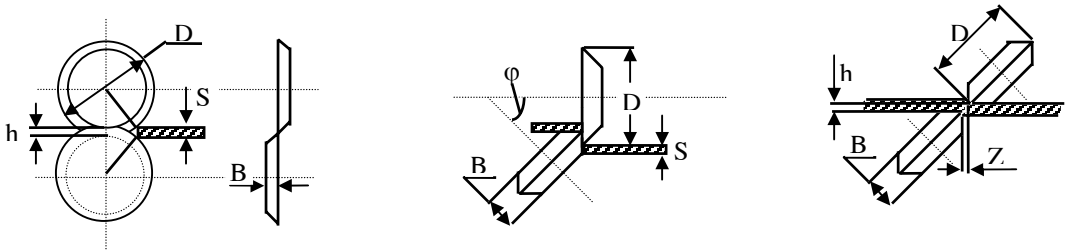
③ Máy cắt chấn động

Máy có 2 lưỡi dao nghiêng tạo thành một góc $\alpha = 24 \div 30^0$; góc trước $\beta = 6 \div 7^0$, khi cắt lưỡi cắt trên lên xuống rất nhanh (2000÷3000 lần/phút) và với hành trình ngắn 2÷3 mm. Cắt được tấm có $S \leq 10$ mm.



H. 4.3. Máy cắt chấn động

④ Máy cắt dao đĩa một cặp dao

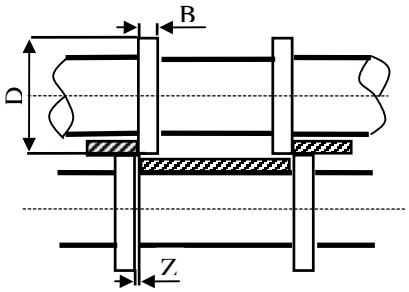


a/ Dao đĩa có tâm trục song song *b/ Máy cắt dao dưới nghiêng* *c/ Hai dao nghiêng*

H. 4.4. Máy cắt một cặp dao đĩa

⑤ Máy cắt nhiều dao đĩa.

- Lưỡi cắt là 2 đĩa tròn quay ngược chiều nhau; máy có thể có hai hoặc nhiều cặp đĩa cắt.
- Góc cắt 90^0; Z = (0,1 ÷ 0,2)S
- Đường kính dao đĩa: D =(40 ÷ 125)S (mm).
- Chiều dày dao: B = 15 ÷ 30 (mm)
- Vận tốc cắt: v = 1 ÷ 5 m/s
- Vật liệu làm dao: 50CrWSi



H. 4.5. Máy cắt nhiều cặp dao đĩa

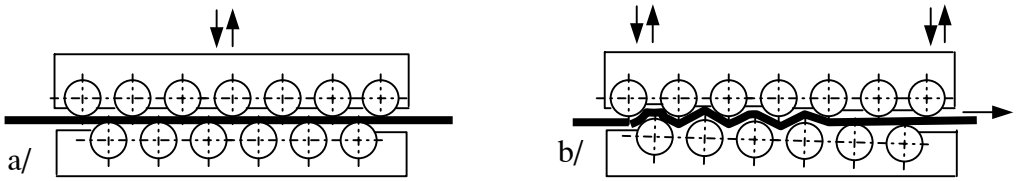
Máy này dùng để cắt các đường thẳng và đường cong chiều dài tuỳ ý. Các tấm cắt mỏng < 10 mm.

b/ Nguyên công nắn thẳng

Sản phẩm cán chế tạo ra có những phần bị cong cục bộ chúng ta phải tiến hành nắn thẳng, là bề mặt sản phẩm cho bằng phẳng.

Nắn thẳng hoặc là phẳng là quá trình biến dạng dẻo kim loại tại chỗ bị cong của sản phẩm.

Cắt và nắn thẳng sản phẩm cán đều có thể tiến hành ở trạng thái nóng hoặc nguội. Ngoài ra để bề mặt của sản phẩm khỏi bị ỗy hoá và đẹp người ta còn tiến hành tẩm thực, tráng thiếc và làm các nguyên công tu sửa bề mặt khác.



H.4.6. Sơ đồ máy nắn thẳng con lăn thẳng (a) và con lăn nghiêng (b)

Sản phẩm sau khi được tinh chỉnh nếu là dây thép thì cần đóng gói; Thép tấm, thép hình cở lớn được đưa vào kho bảo quản, đóng mác thép và ký hiệu riêng biệt.

4.2.3. Bảo quản sản phẩm

Đây là một khâu không kém phần quan trọng trong công tác bảo vệ chất lượng sản phẩm để tiến hành gia công cán tiếp theo hoặc để xuất xưởng. Công tác nay bao gồm bảo quản các kho chứa, bãi chứa thỏi đúc, phôi từ nhiên liệu ban đầu cho đến các kho thành phẩm.

Đối với kho chứa vật liệu ban đầu, chúng ta chú ý đến cách bố trí kho, phương tiện vận chuyển, để đảm bảo an toàn lao động và thiết bị vận chuyển. Thực tế sản xuất cho ta thấy rằng khối lượng dự trữ kim loại trong kho của xưởng cán thường bằng 8÷10 lần năng suất của nó. Trường hợp xưởng cán chỉ sản xuất 1, 2 mặt hàng thì số lượng có thể ít hơn. xuất phát từ khối lượng dự trữ phôi mà ta sắp xếp nó thành từng chồng, đống theo quy định và quy cách để dể dàng vận chuyển

và có sự bảo quản riêng biệt theo yêu cầu cụ thể của thép đó và thực tế sản xuất của xưởng. Sắp xếp phôi cán có khoa học không những tạo điều kiện thuận lợi cho các cần trục làm việc dể dàng mà công tác kiểm kê cũng dể dàng chính xác.

Đối với kho chứa thành phẩm: việc sắp xếp, phân loại sản phẩm lại càng phải khoa học để thuận tiện bốc dỡ hàng, thuận tiện vận chuyển. Ngoài ra còn phải bao gói, bó buộc sản phẩm theo lô, theo hàng v.v... Đối với một số loại sản phẩm đặc biệt cần tiến hành các biện pháp chống gỉ bằng cách bôi dầu (thép tấm mỏng và cực mỏng).

Chương 5
NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ CƠ BẢN CỦA MỘT SỐ THÉP KHI CÁN

5.1. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA MỘT SỐ THÉP THÔNG DỤNG TRONG CÔNG NGHỆ CÁN

Qua nghiên cứu lý thuyết và từ thực tế sản xuất, người ta đã đúc kết được những kinh nghiệm và những đặc điểm chung khi tiến hành công nghệ sản xuất cán cho các loại thép mà trong các ngành công nghiệp, xây dựng cũng như các ngành khác của nền kinh tế quốc dân thường sử dụng.

5.1.1. Thép các bon kết cấu

Thép cácbon kết cấu bao gồm các loại thép cácbon thấp và trung bình. Khoảng nhiệt độ nung và cán của những loại thép này rộng rãi hơn. Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1170÷1220^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 900÷950^{0}C. Trong phạm vi nhiệt độ cán ở trên thép có trở kháng biến dạng nhỏ, tính dẻo tốt và dể biến dạng khi cán. Tuy nhiên chúng ta cũng phải chú ý tới kích thước, hình dáng và bề mặt sản phẩm cùng với chất lượng sản phẩm mà kết thúc cán với nhiệt độ thật thích hợp, làm nguội với tốc độ thích hợp để đạt được chất lượng cơ lý tính tốt, tính năng kỹ thuật cao.

5.1.2. Thép cácbon dụng cụ

Đặc điểm của loại thép này là tính dẻo kém, hàm lượng cácbon ở trong thép càng cao thì tính dẻo lại càng kém. Nhiệt độ cán càng hạ thấp tính dẻo càng kém.

Thời gian nung phôi dài, nhiệt độ nung cao thì lượng thoát cácbon càng nhiều. Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1050÷1100^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 800÷850^{0}C.

5.1.3. Thép hợp kim kết cấu

Đại bộ phận thép hợp kim kết cấu có tính dẻo rất cao. Nhiều thép hợp kim thấp ở nhiệt độ cao có trỏ kháng biến dạng gần như thép cácbon kết cấu. Vì vậy công nghệ cán thép này gần giống như công nghệ cán thép cácbon kết cấu. Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1170÷1220^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 900÷950^{0}C.

Điều đáng chú ý là lớp vảy sắt trên bề mặt của thép này khó bị bong ra khi cán và lớp này có rất nhiều ở bề mặt vật cán. cho nên trong quá trình công nghệ phải chú ý để khắc phục.

5.1.4. thép hợp kim dụng cụ

Là loại thép có chứa hàm lượng cácbon cao và hàm lượng các nguyên tố hợp kim trong thép cũng rất cao. Trở kháng biến dạng của thép này rất lớn nên khi cán

phải chú ý tới lượng ép và đề phòng hư hỏng cho thiết bị.

Để ngăn ngừa tổ chức cácbít mạng tập trung hình thành ở sản phẩm ta nên kết thúc cán ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ cán lý thuyết nói chung và giữ ở nhiệt độ đó một thời gian bằng cách làm nguội trong các lò hoặc hố nhiệt.

5.1.5. Thép có chất lượng cao

Là loại thép có trở kháng biến dạng rất lớn khi gia công bằng phương pháp cán. Tính dẻo của loại thép này thấp, nhiệt độ giảm thấp thì tính dẻo của chúng cũng giảm thấp, ngược lại thì tính dẻo sẽ tăng.

Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1150÷1220^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 950÷1.000^{0}C. Do tính dẫn nhiệt của thép kém cho nên khi nung phôi có thể xảy ra các hiện tượng: nứt nẻ, quá nhiệt, mất cácbon, cháy nếu thời gian nung quá lâu hoặc nung với tốc độ nhanh.

Khi tiến hành công nghệ cán ta cần chú ý: không nên dùng lượng ép quá lớn đối với các lần cán đầu nên dùng khoảng ε = 15÷25%. Khi tổ chức hạt bị phá vỡ rồi thì các lần cán tiếp theo tiến hành với lượng ép từ từ tăng lên.

Đây là loại thép khó ăn vào trục cán, vì vậy tốc độ cán không nên nhanh. Các lần cán sau tăng lượng ép lên để phá vỡ các tổ chức mạng cácbít tập trung trong thép để bảo đảm chất lượng.

Đề phòng hiện tượng nứt nẻ sinh ra khi làm nguội, người ta tiến hành làm nguội chậm sản phẩm cán trong lò và hố nhiệt. Khi kết thúc cán xong nhiệt độ của sản phẩm khoảng 800^{0}C thì ta bắt đầu làm nguội chậm. Tốt nhất là ủ sản phẩm ở nhiệt độ 750^{0}C vừa tránh được nứt nẻ lại vừa xử lý bề mặt sản phẩm dẻ dàng.

5.1.6. Thép không gỉ

a/ Thép không gỉ Crôm

Là loại thép có trở kháng biến dạng thấp, tính dẻo của thép này tương đối tốt. Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1100÷1160^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 870÷950^{0}C. Đặc điểm của thép là dẫn nhiệt kém, vì vậy khi nung phôi dưới nhiệt độ 800^{0}C thi nung với tốc độ chậm để tránh hiện tượng nứt nẻ khi nung. Loại thép này lại khó chuyển biến pha vì vậy không thể dựa vào nhiệt luyện để có tổ chức hạt mịn tinh thể không thô v.v... Từ đặc điểm đó muốn tổ chức hạt nhỏ mịn, chúng ta phải dựa vào lượng ép và phương pháp gia công. Đề phòng tổ chức hạt lớn, thô khi nung phôi ta tiến hành nung ở nhiệt độ không cao lắm. nhiệt độ kết thúc cán của chủng loại thép này càng nhỏ càng tốt để có thể nhận được tổ chức hạt nhỏ mịn.

b/ Thép không gỉ Crôm-Niken

Trở kháng biến dạng của loại thép này lớn, tính dẻo kém. Nhiệt độ bắt đầu cán thường từ 1100÷1160^{0}C. Nhiệt độ kết thúc cán từ 900÷950^{0}C. tính dẫn nhiệt kém nên khi phôi nung đạt đến 800^{0}C thì ta phải tiến hành nung với tốc độ chậm.

Nhiệt độ kết tinh lại của thép này khá cao khoảng từ 850÷900^{0}C, vì thế để

tránh hiện tượng biến cứng trên bề mặt thành phẩm gây khó khăn cho các bước gia công cắt gọt sau này, ta nên kết thúc cán ở nhiệt độ cao hơn một ít. Nhưng nếu kết thúc cán ở nhiệt độ cao quá thì tổ chức hạt của sản phẩm lại to và thô. Loại sản phẩm này được làm nguội bằng không khí, có khi làm nguội bằng nước.

5.2. CHẾ ĐỘ CÁN VÀ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CÁN THÉP VÒNG BI

5.2.1. Công dụng và những yêu cầu của thép vòng bi

Thép vòng bi là một loại thép được sản xuất nhiều và sử dụng rộng rãi trong các ngành: giao thông, cơ khí chế tạo máy, thiết bị điện v.v... Đặc tính của thép là chịu mài mòn tốt, chịu áp lực tập trung lớn, yêu cầu về đọ cứng của thép cao lại phải đồng đều cho nên các tạp chất phi kim loại trong thép đòi hỏi rất ít và thành phần hoá học phải đảm bảo chính xác.

Đa số thép vòng bị trong sản xuất cán đều ở dạng thép tròn vì vậy mà đòi hỏi bề mặt sản phẩm phải nhẵn bóng và kích thước chính xác. Một số lớn thép này lại được kéo nguội để ra thành phẩm cho nên yêu cầu kỹ thuật cán của nó càng đòi hỏi cao. Thép vòng bi có nhiều loại như: OLCr6, OLCr9, OLCr15 v.v...thường dùng nhất là thép vòng bi OLCr15.

Thép vòng bi OLCr15 có thành phần hoá học như sau:

$C = 0,95 \div 1,05$ %; $Mn = 0,2 \div 0,4$ %; $Si = 0,15 \div 0,35$ %

$Cr = 1,35 \div 1,65$ %; $S < 0,02$ %; $P < 0,027$ %

Vì công dụng của thép lớn, yêu cầu kỹ thuật cao cho nên các yêu cầu về tổ chức hạt, khử vảy sắt, bề mặt sản phẩm, các tính năng kỹ thuật v.v...cũng đòi hỏi phải đúng với quy định.

5.2.2. Đặc tính của thép vòng bi khi tiến hành công nghệ cán

Là loại thép có điểm chảy thấp, có hiện tượng thoát cácbon và xuất hiện đốm trăng khi nung phôi. Thép có hệ số dẫn nhiệt thấp, trở kháng biến dạng cao. Khi nung thép dể bị quá nhiệt đặc biệt là ở tâm thỏi đúc vì khi thỏi đúc đông đặc các tạp chất tập trung ở giữa thép . Lượng giãn rộng lớn hơn khi cán thép cácbon.

5.2.3. Chế độ cán và quy trình công nghệ cán thép vòng bi

a/ Chuẩn bị phôi ban đầu

Xuất phát từ yêu cầu bề mặt sản phẩm phải bóng đẹp, chất lượng tốt cho nên phải tiến hành xử lý và làm sạch bề mặt của thỏi đúc và phôi ban đầu cho tốt. Chúng ta tiến hành xử lý phôi và làm sạch bề mặt phôi ban đầu ở trạng thái nguội nếu chúng có hình dáng và tiết diện ngang nhỏ, ở trạng thái nóng nếu chúng có hình dáng và tiết diện ngang lớn.

Vì hệ số dẫn nhiệt thấp nên khi xử lý bề mặt thép bằng lửa chúng ta phải nung phôi đến nhiệt độ $> 350^0$C khi đó mới tiến hành khử khuyết tật bằng lửa được và có thể dùng phương pháp mài.

b/ Nung phôi

Ban đầu phôi được tăng nhiệt với tốc độ nhanh. Khi phôi đạt đến nhiệt độ 800^0C thì tốc độ nung phải giảm lại và tăng nhiệt từ từ để tránh hiện tượng mất cácbon. Muốn giảm bớt lượng vảy sắt, giảm tiêu hao năng lượng thì giữ phôi ở nhiệt độ nung một thời gian nhưng thời gian nung toàn bộ phải ngắn. Nếu phôi ban đầu là thỏi đúc thì ta phải nung đến nhiệt độ cao hơn lý thuyết một ít thường ở nhiệt độ $1170\div1190^0$C và giữa nó ở nhiệt độ đó khoảng ≥ 2 giờ.

Nếu nung phôi có kích thước tiết diện nhỏ thì cần chú ý đến hiện tượng thoát cácbon. Nhiệt độ nung phôi có thấp hơn thỏi đúc và thường là $1050\div1070^0$C và thời gian giữa ở nhiệt độ đó cũng ngắn hơn một ít.

c/ Chế độ cán

Thỏi đúc và phôi sau khi nung tới nhiệt độ cán thì tính dẻo của thép rất tốt, trở kháng biến dạng nhỏ vì vậy lượng ép ở các lần cán ta có thể tiến hành được rất lớn. Lượng giãn rộng của thép vòng bi lớn hơn thép cácbon khoảng 20% cho nên: với cùng một lượng ép như nhau thì lỗ hình trục cán của thép vòng bi phải rộng hơn khi cán thép cácbon một chút để tránh hiện tượng bavia khi cán.

Vì chất lượng bề mặt của sản phẩm đòi hỏi cao cho nên bề mặt của lỗ hình đòi hỏi phải sạch, bóng và không bị xây xước. Người ta dùng hệ thống lỗ hình bầu dục-tròn để cán thép này.

Nhiệt độ kết thúc cán của thép vòng bi từ $800\div900^0$C. Ơr nhiệt độ này thuận tiện cho việc hình thành cácbít tập trung ở dạng lưới trên biên giới hạt. Nhiệt độ kết thúc cán càng cao, tốc độ làm nguội chậm thì tổ chức P□clit được tạo thành với hạt to và thô. Nếu nhiệt độ kết thúc cán từ $850\div860^0$C và thấp hơn một chút thì chúng ta nhận được tổ chức nhỏ, mịn và không có sự hình thành các mạng các bít tập trung ở bề mặt sản phẩm và ở biên giới hạt. Tuy nhiên ở nhiệt độ kết thúc đó cũng có sự hình thành một lớp mỏng của tổ chức mạng lưới cácbít, nhưng lớp này sẽ bị loại trừ khi ta tiến hành làm nguội chậm hoặc ủ thép.

Nếu ta kết thúc cán ở nhiệt độ < 800^0C thì các hạt tinh thể sẽ bị kéo dài ra, dẫn tới việc các hạt cácbít mạng ở dạng lưới vì vậy nhiệt độ kết thúc cán nên khoảng $810\div850^0$C.

Đối với lần cán cuối cùng nên cán với một lượng ép tương đối lớn với mục đích phá vỡ các hạt để có tổ chức hạt nhỏ, mịn và đề phòng sự hình thành các mạng cácbít lưới trong sản phẩm.

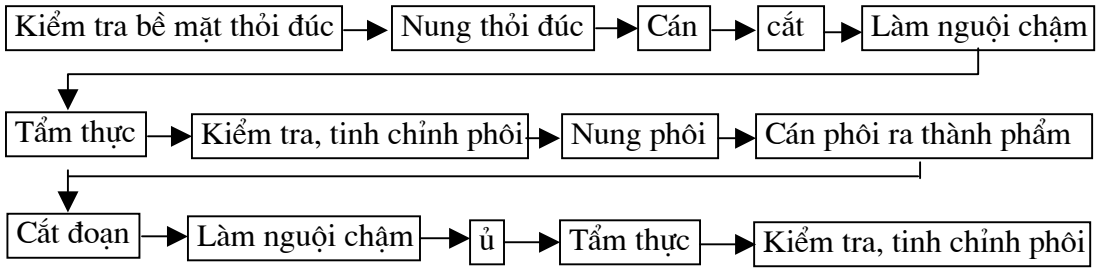
d/ Làm nguội sản phẩm thép vòng bi

Để phòng sự hình thành các mạng cácbít lưới xuất hiện xuất hiện trong sản phẩm nên người ta làm nguội nhanh sản phẩm tới nhiệt độ $600\div650^0$C. Sau đó đề phòng sự xuất hiện đóm trắng người ta lại tiến hành làm nguội chậm (Đối với sản phẩm có ϕ = 20÷30 mm không cần làm nguội chậm). Để giảm độ cứng của thép có

lợi cho việc gia công cơ khí sau này thì tiến hành ủ sản phẩm.

Ngoài ra còn phải tẩm thực bề mặt để khử hết các lớp vảy sắt và tiến hành các công tác kiểm tra, tinh chỉnh để nâng cao chất lượng bề mặt sản phẩm.

Tóm lại quy trình công nghệ cán thép vòng bi có thể vắn tắt theo sơ đồ công nghệ sau:



5.3. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ VÀ KỸ THUẬT TRONG SẢN XUẤT CÁN

Các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật trong sản xuất cán chủ yếu là năng suất cán/giờ, năng suất/ năm; các tiêu hao về điện, nước, hao mòn trục cán v.v...

5.3.1. Năng suất của máy cán

Năng suất giờ của máy cán được tính theo công thức sau:

$$A = \frac{3600G}{T} \qquad \text{(tấn/giờ)}$$

trong đó, G: trọng lượng của thỏi đúc hoặc phôi (tấn)

T: chu kỳ cán (giây) (chu kỳ cán là một khoảng thời gian bắt đầu cán thỏi thứ nhất đến thỏi thứ 2 trên cùng một giá cán. Các máy cán khác nhau có chu kỳ cán khác nhau.

Từ công thức trên ta thấy rằng muốn tăng năng suất cho máy cán ta phải tăng trọng lượng của thỏi đúc hoặc phôi, đồng thời giảm chu kỳ cán T. thực ra tăng trọng lượng của thỏi đúc hoặc phôi, thì chu kỳ cán T cũng tăng theo vì vậy việc tăng sản lượng cho máy cán phải tuỳ thuộc vào điều kiện cụ thể để tính.

5.3.2. các chỉ tiêu tiêu hao chủ yếu

a/ Hệ số tiêu hao kim loại

như ta đã biết kim loại bị tiêu hao khi nung phôi, cắt đầu phôi, làm sạch bề mặt v.v...trong quá trình công nghệ cán. Người ta dùng hệ số tiêu hao kim loại K để biểu thị và tính:

$$\sum K = \frac{G_0}{G_n}$$

trong đó, G_0: trọng lượng của thỏi đúc hoặc phôi ban đầu

G_n: trọng lượng của sản phẩm.

$$\sum K = \frac{G_0}{G_1}.\frac{G_1}{G_2}.\frac{G_2}{G_3}...\frac{G_{(n-1)}}{G_n} = K_1.K_2.K_3...K_n$$

Tỷ số đảo ngược $\frac{G_n}{G_0} = b$ được gọi là hiệu suất của sản phẩm.

b/ Các tiêu hao khác

- Tiêu hao điện được tính bằng KW.h/tấn sản phẩm
- Tiêu hao nước được tính bằng KW.m^3/h sản phẩm.
- Tiêu hao trục cán được tính bằng KW.kg/tấn sản phẩm.

Trong các chỉ tiêu tiêu hao thì tiêu hao kim loại là chủ yếu, vì nó chiếm tới 90% trong sản xuất cán. cho nên làm giảm chỉ tiêu về tiêu hao kim loại là rất cần thiết. Chúng ta sẽ nghiên cứu kỹ hơn các tiêu hao này trong các chương sau.

Chương 6
CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHÔI

6.1. NHỮNG ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHÔI

6.1.1. phạm vi sản xuất phôi

Trong sản xuất cán thì cán phôi chiếm một khối lượng rất lớn về trang thiết bị và sản lượng. Sản phẩm của cán phôi là nguyên liệu ban đầu cho tất cả máy cán khác như: cán hình, cán tấm, cán ống, cán dây .v.v...Nguyên liệu ban đầu dùng cho máy cán phôi là thỏi đúc. Người ta chia ra 2 loại phôi thỏi và phôi tấm.

a/ Phôi thỏi

Phôi thỏi (còn gọi là thép thỏi) là sản phẩm của máy cán phôi thỏi (Blumin). Tiết diện mặt cắt ngang của phôi thỏi có kích thước từ (140 x 140) mm ÷ (450 x 450) mm.

Phôi thỏi được cán ra làm nguyên liệu ban đầu cho máy cán hình cở lớn và trung bình để chế tạo các loại thép đường ray, thép chữ I, chữ U, chữ T v.v...Ngoài ra nó còn được dùng để làm phôi ban đầu cho các máy cán phôi có kích thước nhỏ hơn như phôi có tiết diện (40 x 40) mm, (50 x 50) mm, (80 x 80) mm, (100 x 100) mm, v.v...

Nguyên liệu ban đầu để chế tạo ra phôi thỏi trên các máy cán phôi là những thỏi đúc có trọng lượng lớn.

b/ Phôi tấm

Phôi tấm là phôi có tiết diện mặt cắt hình chử nhật, tỷ số giữa chiều dày và chiều rộng khoảng chừng từ (3÷12). Phôi tấm được cán trên các máy cán phôi tấm (Xlabin) cũng có khi cán ở máy cán tấm và cán phôi.

Phôi tấm là nguyên liệu ban đầu cho các máy cán tấm. Kích thước của phôi tấm về chiều dày có khi đạt tới > 350 mm và chiều rộng > 2.000 mm.

Phôi tấm loại nhỏ người ta dùng để chế tạo ra các loại ống có hàn trong công nghệ cán ống.

Ngoài phôi thỏi và phôi tấm ra người ta còn chế tạo các loại phôi có tiết diện vuông và chữ nhật nhỏ hơn. Phôi tiết diện vuông (40 x 40) mm ÷ (140 x 140) mm dùng để cán các loại thép hình cở bé và dây thép. Các loại thép phôi này ta gọi là phôi thông thường.

6.1.2. Sản phẩm của máy cán phôi

Theo TCVN có các loại sản phẩm của máy cán phôi sau đây:

a/ Phôi cán cho máy cán hình cở lớn, loại sản phẩm này có tiết diện hình vuông (200 x 200) mm ÷(450 x 450) mm. Có khi tiết diện là hình chữ nhật có kích thước tương tự. Phôi này cung cấp cho các máy cán hình cỡ lớn và các máy cán Ray-dầm

b/ Phôi cán cho máy cán hình cỡ trung bình và cỡ nhỏ. Phôi có tiết diện vuông

với kích thước (38 x 38)mm ÷(150 x 150) mm. Có khi tiết diện mặt cắt ngang là hình chữ nhật có kích thước tương tự. Phôi này cung cấp cho các máy cán hình cỡ trung bình và cỡ nhỏ.

c/ Phôi cán cho máy cán tấm nóng dày và dày vừa. Phôi này có chiều dày (65 ÷ 350) mm và có chiều rộng (1.800 ÷ 2.000) mm.

d/ Phôi cho máy cán tấm mỏng: Sản phẩm này có chiều rộng (150 ÷ 300)mm và chiều dày (7 ÷ 30) mm.

6.1.3. Các loại máy cán phôi

Hiện nay trên thế giới người ta dùng các loại máy cán phôi sau:

- Máy cán phá (thường là loại 2 trục đảo chiều)
- Máy cán phôi thỏi (máy cán Blumin)
- Máy cán phôi tấm (máy cán Slabin)
- Máy cán phôi 3 trục
- Máy cán phôi liên tục: ở các giá cán phôi liên tục thường có 2 trục không đổi chiều. Máy được chia ra 2 nhóm: gồm nhóm máy cán thô và nhóm giá cán tinh. Mỗi nhóm có 6 ÷ 8 giá cán.

Máy cán phôi tấm dày và dày vừa có năng suất cao sản phẩm lại ít loại, chúng không dùng được hỗn hợp cho các loại phôi tấm và phôi để cán hình trong tổ hợp máy cán tấm và hình. Vì vậy chúng ít được sử dụng. Các nước trên thế giới hiện nay đều có xu hướng dùng máy cán phá để sản xuất phôi.

Chúng ta đã biết rằng dùng máy cán phá để sản xuất ra phôi có tiết diện mặt cắt nhỏ là không kinh tế. Máy cán phá có đường kính trục D = 750 mm thì tiết diện phôi bé nhất được cán là; (120÷120) mm. Nếu với đường kính ấy mà cán phôi có tiết diện < (120÷120) mm là không kinh tế. Máy cán phá có D = 1.000 mm thì phôi cán ra có kích thước tiết diện ngang nhỏ nhất (200÷200) mm.

Để cán phôi cho các máy cán hình cỡ trung bình, cỡ nhỏ, tấm mỏng, thép bản v.v...thì người ta cán trên các máy cán phôi chuyên dùng để chế tạo phôi cho thích hợp.

Ở các xí nghiệp luyện kim được chuyên môn hoá thì sản xuất thép hình cỡ trung bình và cỡ nhỏ người ta thường đặt máy cán phôi liên tục ở sau máy cán phá để phù hợp với năng suất của máy.

Các xí nghiệp cán hình cỡ lớn và Ray-dầm thì dùng máy cán phôi thỏi và máy cán phôi tấm dày không nên dùng máy cán phôi liên tục.

Máy cán phá có D ≤ 850 mm thì sau máy đặt những thiết bị có năng suất thấp hơn, thiết bị đầu tư cũng thấp hơn đó là máy cán phôi 3 trục. Máy cán phôi 3 trục có thể đứng độc lập một mình đảm nhiệm sản xuất phôi cho thép hình cỡ bé. Có thể dùng phôi đã qua máy cán phá và nung 1 lần để cán ở máy cán phôi 3 trục. Cũng có thể dùng thỏi đúc nhỏ với trọng lượng ≤ 15 tấn làm phôi ban đầu cho máy

cán phôi 3 trục. Tiết diện cán cuối cùng đạt tới kích thước (38 x 38) mm.

Bảng 6.1. Các loại máy cán phôi

Tên máy cán	Đường kính trục (mm)	G thỏi đúc (tấn)	Kích thước sản phẩm (mm)	Sản lượng tấn/năm
Máy cán phá 2 trục đảo chiều	750÷1.200	1,2÷16	(120x120)÷(450x450) (75÷250)÷(500÷1.500)	60.000 đến 350.000
Máy cán phôi tấm	Trục ngang 1.100÷1.500 Trục đứng 680÷940	6,5÷32	(65÷300) x (700÷2.000)	> 250.000
Máy cán phôi 3 trục	500÷800	< 1,5	(38 x 38) ÷ (160 x 160) và phôi cho các máy cán tấm mỏng.	20.000 đến 40.000
Máy cán phôi liên tục	Nhóm 1: 600÷850 Nhóm 2: 450÷450	1,2 ÷ 16	(200 x 200)÷(300 x 300) (55 x 55)÷(200 x 200) (7÷30) x 150	Phôi thỏi 60.000 đến 350.000 Phôi tấm: 250.000

6.2. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHÔI CỦA MÁY CÁN PHÁ 2 TRỤC ĐẢO CHIỀU

trong phần này chúng ta nghiên cứu một số máy cán phá điện hình, cách bố trí, sắp đặt máy cán cũng như tính năng và quy trình công nghệ sản xuất của máy và thiết bị phụ trợ. Nghiên cứu chế độ ép, tốc độ cán và thiết kế lỗ hình trục cán phá.

6.2.1. Phân loại máy cán phá

Các loại máy cán phá chế tạo ra phôi thỏi và phôi tấm hai trục đảo chiều được chia ra thành 3 loại theo đương kính trục cán.

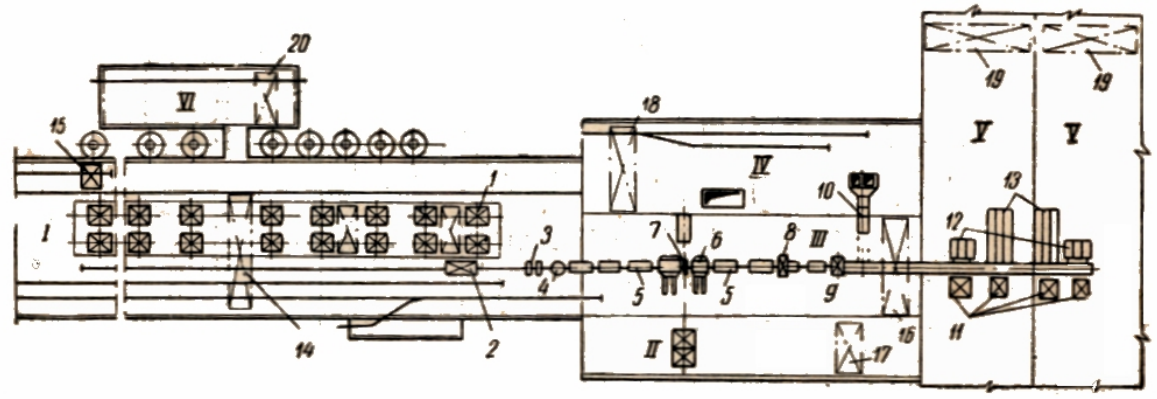
- Loại lớn: có đường kính trục cán D = (1.100 ÷ 1.300) mm.
- Loại vừa: có đường kính trục cán D = (900 ÷ 1.000) mm.
- Loại nhỏ: có đường kính trục cán D < 900 mm.

6.2.2. Máy cán phá 1150

Đây là loại máy cán phá 2 trục đảo chiều loại lớn. Nó được dùng rộng rãi và phổ biến ở các nước. Máy dùng để sản xuất phôi thỏi có tiết diện từ (200 x 200) mm tới (350 x 350) mm và sản xuất phôi tấm có chiều rộng đạt tới 1.600 mm, chiều dày đạt tới 100 ÷ 250 mm

Vật liệu ban đầu của máy là những thỏi đúc nặng từ 5 ÷ 10 tấn. Nếu sản phẩm là phôi tấm thì trọng lượng của thỏi đúc là 20 tấn. Năng suất máy cán phá này đạt tới 3 triệu tấn/năm.

a/ Sơ đồ bố trí mặt bằng của máy cán phá 2 trục đảo chiều 1150



H.6.1. Sơ đồ bố trí mặt bằng của máy cán phá 2 trục đảo chiều Bluimin 1150
I- khu lò nung; II- khu để máy cán; III- khu cắt; IV- khu thu hồi phế liệu;
V- Khu làm nguội và kho chứa; VI- khu tiếp liệu và nguyên liệu nung.
1: Lò nung; 2: xe chở thỏi; 3: con lăn; 4: bàn quay; 5: băng tải công tác;
6: máy đảo phôi; 7: máy cán; 8: máy làm sạch vảy sắt; 9: máy cắt;
10: thiết bị để phoi cắt; 11: máy đẩy; 12: bàn nâng xếp phôi tấm; 13: thiết bị làm nguội; 14: cầu trục 20/30 tấn; 15: cầu trục 10 T; 16: cầu trục 100/20 T;
17: cầu truc 75/15 T; 18; cầu truc 15/3 T; 19: cầu truc đôi 15 tấn; 20: cầu truc 5 tấn.

Từ sơ đồ bố trí mặt bằng của máy cán phá ta có thể thấy được: khu vực lò nung được đặt ngang chiều với khu vực đặt máy cán. Kiểu bố trí này hợp lý hơn kiểu đặt vuông góc. Đây là kiểu bố trí được sử dụng phổ biến trong các nhà máy luyện kim.

Khu vực bố trí động cơ điện và phế liệu nằm hai bên máy cán. Các vảy sắt và mẫu thừa đầu đuôi sau khi cắt được đưa vào hố chứa, từ đó nó được đưa sang phân xưởng luyện thép để nấu luyện lại.

Khu vực tinh chỉnh phôi và kho chứa phôi thành phẩm sau cán được bố trí vuông góc với nhà đặt máy cán. Như vậy kho chứa phôi thành phẩm vừa là của máy cán phá vừa là của máy cán tiếp theo để ra thành phẩm. Bố trí như vậy vừa khoa học, vừa tiết kiệm diện tích nhà xưởng lại vừa vận chuyển dễ dàng.

Gian bố trí lò nung thường có 15 cụm cặp lò. Mỗi cụm có 2 lò giếng hợp thành. Lò có nhiệm vụ nung thỏi đúc trước khi cán. Mỗi lò giếng có kích thước dài 5.100 mm, rộng 4.800 mm và sâu 3.000 mm. Mỗi lò có thể nung được 100 tấn/1 mẻ, nghĩa là mỗi lò nung được từ 6÷14 thỏi đúc trong một lần nung.

Nhiên liệu dùng để nung thỏi đúc trong các lò giếng này là khí của lò cốc và lò cao. Năng suất toả nhiệt của khí này là 1.400÷1.500 kcal/m^3. Không khí dẫn vào lò đốt được sấy nóng tới nhiệt độ 750÷850^{0}C. Việc điều hoà nhiên liệu đốt và khống chế nhiệt độ lò được sử dụng bằng các máy móc và thiết bị tự động.

b/ Thiết bị của máy cán phá

Máy có 2 trục cán với đường kính D = 1150 mm, dài 2.800 mm. Trục cán được chuyển động quay nhờ 2 động cơ điện một chiều công suất 4.560 kw. Loại

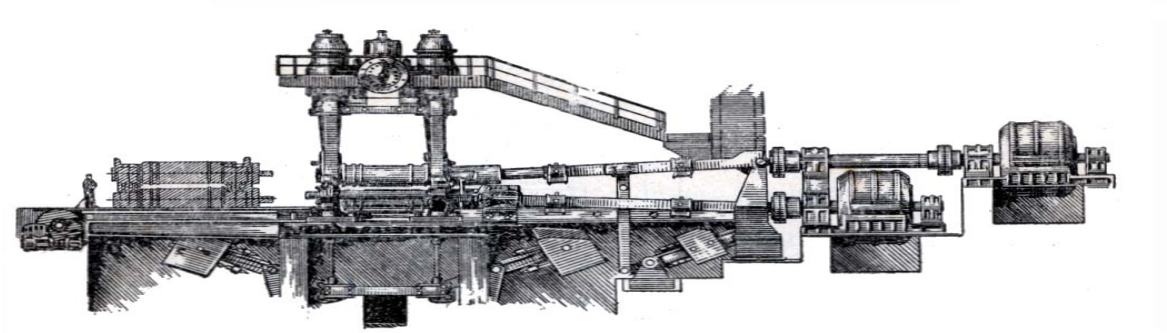
động cơ điện một chiều này có số vòng quay được thay đổi theo các tốc độ 0-50-120 vòng/phút hoặc có loại 0-70-120 v/ph.

Trục cán phía trên có thể điều chỉnh lên cao tới 1.500 mm. Tốc độ cán đạt tới 180 mm/s. Các thiết bị điều chỉnh lượng ép được truyền động bởi 2 động cơ điện có công suất 200 kw và được điều khiển tự động.

Trục cán trên được nâng lên nhờ cơ cấu đối trọng đẩy nó khi trục vítme điều chỉnh lượng ép được chuyển động đi lên.

Khi thỏi đúc chuyển động tới máy, máy có cơ cấu dẫn hướng đưa vật cán ăn vào đúng lỗ hình trục cán đồng thời có bộ phận khắc phục những chỗ chưa đồng đều và nắn những chỗ bị cong của vật cán. Trước máy cán có cầu trục nâng phôi và lật phôi để đưa vật cán vào lỗ hình. Sau máy cán ta bố trí máy cắt để cắt sản phẩm có kích thước đúng với tiêu chuẩn. Máy cắt có lực cắt tối đa là 1.600 tấn.

Sơ đồ máy cán phá 2 trục đảo chiều 1150 (H.6.2)



H.6.2. Thiết bị chính của máy cán phá Bluimin 2 trục đảo chiều 1150

c/ Công nghệ sản xuất phôi của máy cán phá 1150

Thỏi đúc từ thép sôi và thép lắng được tách ra khỏi khuôn xong đều được đưa tới khu vực lò nung. Các thỏi đúc này được chuyển từ xưởng luyện đúc thép sang bộ phận lò nung của xưởng cán. Thỏi đúc được đưa vào lò nung ở trạng thái nóng. Trong điều kiện bình thường thỏi đúc đưa vào lò nung có nhiệt độ từ 800÷850^{0}C. Khi thỏi đúc nóng không cung cấp đủ cho lò nung ta bổ sung thêm các thỏi đúc nguội từ kho tới lò nung. Lượng thỏi đúc nguội đưa vào lò nung không quá 10%. Thỏi đúc được đưa vào lò nung bằng các cầu trục ngoạm. Nhiệt độ bình quân của thỏi đúc trước khi đưa vào lò 650^{0}C thì sau 2-3 giờ nung thỏi đúc có nhiệt độ lên tới 1200÷1300^{0}C. thỏi đúc nguội muốn nung tới nhiệt độ cán phải mất từ 5-7 giờ.

Muốn nâng cao năng suất của lò nung ta phải nâng cao nhiệt độ của thỏi đúc trước khi đưa vào lò nung, nghĩa là thỏi đúc sau khi ra khuôn được vận chuyển sang xưởng cán với nhiệt độ đảm bảo từ (800÷850^{0}C). Ngoài ra còn phải làm tốt công tác kỹ thuật vận hành lò.

Thỏi đúc sau khi nung đạt tới nhiệt độ cán được cầu trục ngoạm nhấc ra khỏi lò đưa ra đặt lên xe, xe này chở thỏi đúc tới máy cán phá. Tuỳ theo trọng lượng của thỏi đúc mà xe chở được một hay nhiều thỏi đúc. Tổng trọng lượng chở là 15

tấn. Tốc độ lớn nhất của xe chở thỏi là 6 m/s. Thỏi đúc được đưa tới bàn quay và đi vào trục cán.

Bàn quay của máy có thể xoay được 180 độ để quay đầu nhỏ vào đúng hướng ăn vào của lỗ hình trục cán. Đầu nhỏ của thỏi đúc bao giờ cũng ăn vào trước, đầu to vào sau có như vậy quá trình cán mới được thực hiện dể dàng.

Năng suất của máy này rất lớn vì vậy phải bố trí rất nhiều lò nung mới có thể đủ phôi cung cấp cho máy làm việc. Để giảm bớt quảng đường vận chuyển để đảm bảo cho thỏi đúc có nhiệt độ cán đúng quy định và tăng được số lần vận chuyển của xe chở thỏi. Ta thường bố trí các lò nung dạng chữ U.

Căn cứ vào hình dáng và kích thước, trọng lượng, mác thép v.v...của thỏi đúc và kích thước tiết diện của sản phẩm máy cán phá phải sản xuất mà số lần cán thường được tiến hành từ 9÷13 lần sản phẩm là phôi tấm thì phải cán từ 9÷15 lần. Số lần quay đầu để vật cán dể ăn vào trục là 2÷4 lần.

Phôi thỏi và phôi tấm sau khi cán ra được qua máy cắt 1.600 tấn để cắt thành từng đoạn theo kích thước quy chuẩn. Các đầu, đuôi thừa được đưa ra băng tải vào hố chứa sau đó được đem đi nấu lại. Phôi thỏi và phôi tấm được đưa vào sàn làm nguội. Sau đó phôi được đóng mác và ký hiệu, phân loại sản phẩm.

Toàn bộ sản phẩm sau khi làm nguội đưa vào kho chứa để tiếp tục làm nguội và tiến hành tinh chỉnh sản phẩm.

Hiện nay trên thế giới người ta đã chế tạo được những loại máy cán phá cỡ lớn với đường kính trục là 1.300 mm và dài 2.800 mm. Máy cán này cán ra các loại phôi thỏi có tiết diện lớn (300 x 300)÷(450 x 450) mm và phôi tấm dày từ (100 ÷ 100) mm, rộng (700 ÷ 1000) mm và lớn hơn. Trọng lượng thỏi đúc cán trên máy này nặng từ (10 ÷ 18) tấn. Động cơ điện của máy có công suất 6.800 kw. Tốc độ của động cơ điều chỉnh được theo các cấp 0-60-90 v/ph. Năng suất của máy cán phá 1300 đạt khá lớn, khoảng 5,5÷6 triệu tấn/năm. Công nghệ cán và sơ đồ bố trí mặt bằng giống như máy cán phá 1150.

6.2.3. Máy cán phá 850

Là loại máy cán phá có đường kính trục cán D = 850 mm . Máy được dùng trong các xí nghiệp liên hợp gang thép cỡ vừa. Sản phẩm của máy là phôi ban đầu cho các máy cán hình trung bình. Máy sản xuất ra các loại phôi thỏi có tiết diện từ (120 x 120) đến (180 x 180) mm và phôi tấm dày từ (75 ÷100) mm, rộng từ (400 ÷ 600)mm. Năng suất máy đạt tới 700000 tấn/năm. Mặt bằng của máy được bố trí như máy cán phá 1150.

Toàn bộ xưởng cán do máy cán phá 850 và các thiết bị phụ trợ của nó hợp thành. Trục cán dài 2.400 mm. Tỷ số giữa chiều dài L và đường kính trục cán D thường bằng (2,1 ÷ 2,7).

Trục cán quay nhờ một động cơ một chiều có công suất khoảng 3.600 kw, tốc độ của động cơ có các cấp (0-50-120) v/ph. Trục trên có thể nâng lên cao 850

mm. Bộ phận điều chỉnh lượng ép được điều khiển bằng động cơ điện. Tốc độ điều chỉnh khi lên xuống của trục cán khi ép là (40÷120) mm/s.

Trước và sau máy có đặt bàn nâng hạ, có cơ cấu quay phôi, lật phôi và đỡ phôi trước và sau máy cán.

Sau máy cán người ta bố trí một máy cắt 900 tấn để cắt phôi ra từng đoạn và cắt đầu phôi. Các đầu, đuôi thừa được băng tải đưa về hố chứa để chờ nấu lại. Sản phẩm được đóng mác và ghi ký hiệu rồi đưa vào làm nguội ở sàn nguội. Sau đó ta tiến hành các khâu tinh chỉnh, bảo quản thành phẩm.

Toàn bộ khu vực lò nung được thiết kế và bố trí theo hình chữ U, gồm có 7 nhóm lò. Mỗi nhóm có 2 lò giếng. Đặc điểm của lò nung của máy này là: đầu tư vốn ít, diện tích nhỏ, thao tác thuận tiện, đường vận chuyển thỏi ngắn, năng suất chở cao. Thỏi đúc cũng được đưa tới lò nung từ lò luyện đúc thép. ậ đây cầu trục ngoạm cũng làm nhiệm vụ đưa thỏi đúc ra vào lò nung. Phôi nung đạt tới nhiệt độ (1.200 ÷ 1250^{0}C) được đưa ra lò vào máy cán. Tốc độ xe chở thỏi đạt từ 2 ÷ 5 m/s.

Trọng lượng của thỏi đúc thường < 3 tấn và qua từ 17 ÷ 21 lần cán ta sẽ nhận được phôi thỏi có tiết diện từ (120 x 120) ÷ (180 x 180) mm hoặc phôi tấm có kích thước dày từ (75 ÷100) mm, rộng từ (400 ÷ 600)mm.

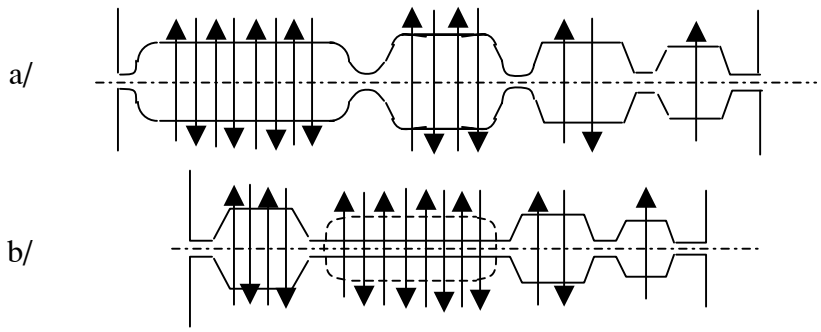
Có khi người ta dùng lò liên tục để nung phôi cho máy cán phá loại nhỏ này. Dùng loại lò này chẳng những giảm bớt tiền đầu tư kiến thiết lò lại vừa không dùng loại cầu trục ngoạm. Nếu chỉ sản xuất phôi có tiết diện (120 x 120) mm thì sau máy cán phá 850 ta có thể đặt tiếp máy cán phôi 3 trục.

6.2.4. Bố trí lỗ hình trên máy cán phá

Lỗ hình dùng trong máy cán phá được bố trí trên trục cán gồm 2 loại: Loại lỗ hình bố trí thuận (H. 6.3a), loại lỗ hình bố trí đối xứng (H.6.3b)

a/ loại lỗ hình bố trí thuận

Ưu điểm: bố trí lỗ hình theo kiểu này thuận tiện cho việc vật cán ăn vào trục khi ta quay đầu thỏi đúc sau mỗi lần cán. Vật cán ăn đúng vào lỗ hình và chuyển động ngang qua lại ít, đường đi ngắn. từ đó giảm được chu kỳ cán và thời gian cán, tăng năng suất máy dẫn đến tăng sản lượng. Bố trí lỗ hình thuận được sử dụng rộng rãi ở các xí nghiệp luyện kim hiện đại vì nó cho năng suất và sản lượng rất cao.



H.6.3. sơ đồ bố trí lỗ hình thuận (a);
Lỗ hình bố trí đối xứng (b)

Nhược điểm: Do lỗ hình đầu tiên bố trí ngay ở đầu trục bằng cách khoét đi một lớp kim loại đáng kể cho nên khi cán sẽ có hiện tượng lực cán phân bố không đều trên trục, cổ trục v.v...Từ đó bạc trục, cổ trục, gối trục mòn không đều nhau, ngoài ra vảy sắt có thể rơi vào cổ trục cán.

b/ Loại lỗ hình bố trí theo kiểu đối xứng

Lỗ hình này được dùng rộng rãi song song với loại lỗ hình bố trí thuận. Đặc điểm nổi bật của loại lỗ hình này là: ở khoảng giữa 2 trục ta không khoét rãnh trục cán để tạo lỗ hình mà để trục trơn bằng phẳng. ở đó sẽ tiến hành cán phá thỏi đúc bằng những lần cán đầu. Sau đó tuỳ theo yêu cầu đòi hỏi của sản phẩm mà vật cán sẽ đi vào các lỗ hình đã bố trí ở 2 bên trục cán.

Ưu điểm: Phần nhẵn bằng phẳng ở giữa trục cán dùng để cán phá sơ bộ thỏi đúc và cán phôi tấm là rất tốt. Tiết diện nguy hiểm của trục cán nằm ở giữa không bị yếu vì vậy ta cán được những lượng ép lớn. áp lực kim loại khi cán tác dụng lên trục là rất đều và ở cổ trục cũng rất đều. Các vảy sắt bị bong ra ngay lần cán đầu tiên vì lượng ép lớn và được rơi xuống máng dẫn về hố vảy sắt. Khả năng vảy sắt rơi vào cổ trục như kiểu bố trí thuận là không thể xảy ra. Năng suất cán cao do lượng ép ở giữa trục cán lớn và do thời gian ngừng máy ít.

Nhược điểm: Vật cán phải chuyển động qua lại 2 bên cho nên thời gian cán có dài hơn. Hệ thống lỗ hình thuận lợi cho công nghệ cán phôi tấm hơn là phôi thỏi.

6.2.5. Thiết kế lỗ hình trên máy cán phá 2 trục đảo chiều

Máy cán đảo chiều thường sản xuất các phôi có kích thước lớn (phôi thỏi, phôi tấm) từ thỏi đúc có trọng lượng lớn. Ddường kính trục cán lớn D = 800 ÷ 1200 mm. Trên mỗi lỗ hình được tiến hành cán nhiều lần bằng cách thay đổi khoảng cách giữa 2 trục cán. Mỗi trục cán có thể dẫn động bằng một động cơ và số vòng quay của trục cán thay đổi trong phạm vi 0 - 50 - 120 v/ph.

a/ Phương pháp cán và thiết kế lỗ hình

Khi cán trên máy đảo chiều thì lượng ép sẽ dựa vào góc ăn α cho phép, công suất động cơ, độ bền trục cán để xác định sơ bộ sau tính toán và hiệu chỉnh lại kích thước đã tính toán. Các bước tổng quát để xác định chế độ ép như sau:

- Xác định củ thể các số liệu ban đầu: Đường kính trục cán ban đầu, kích thước phôi ban đầu, mác thép, kích thước thành phẩm v.v...

- xác định góc ăn α cho phép trung bình: thường $\alpha_{tb} = 26^0$ (đối với một số thép cácbon thì $\alpha_{tb} = 25 \div 27^0$; với các mác thép đặc biệt $\alpha_{tb} = 24 \div 25^0$).

- Xác định đường kính làm việc trung bình của trục cán theo biểu thức:

$$D_{KTB} = 0{,}9D - h_{KTB} \qquad (6.1)$$

Biểu thức trên đã xét đến đường kính nhỏ tối thiệu khi đã phục hồi lại trục cán. h_{KTB}: là chiều cao trung bình của các chiều cao lỗ hình mà ta cán phôi trong đó được xác định bằng biểu thức:

$$h_{KTB} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \qquad (6.2)$$

trong đó, h_1, h_2, h_3, h_4 : các chiều cao của lỗ hình trục cán.

- Xác định lượng ép trung bình theo góc ăn trung bình (α_{tb}):

$$\Delta h_{TB} = D_{KTB}(1-\cos\alpha_{tb}) \approx 0{,}1D_{KTB}$$

Nếu $\alpha_{tb} = 24 \div 25^0$ ta có $\Delta h_{TB} = D_{KTB}(1-\cos\alpha_{tb}) \approx 0{,}09D_{KTB}$

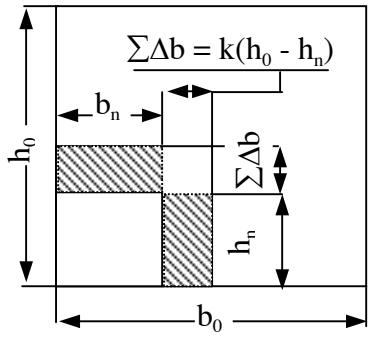
- Xác định lượng ép tổng cộng trên các cạnh của vật cán:

$$\sum \Delta h_H = h_0 - h_n + k(b_0 - b_n)$$

$$\sum \Delta h_B = b_0 - b_n + k(h_0 - h_n)$$

Trong đó, $k(b_0 - b_n)$ hoặc $k(h_0 - h_n)$ là tổng lượng giãn rộng ở các cạnh khác nhau mà ta ép bổ sung.

$k = \dfrac{\sum \Delta b}{b_0 - b_n}$ là mức độ giãn rộng khi ép theo cạnh b_0.



H.6.4. Sơ đồ cán theo các cạnh b_0, h_0

$k = \dfrac{\sum \Delta b}{h_0 - h_n}$ là mức độ giãn rộng khi ép theo cạnh h_0. Thường $k = 0{,}1 \div 0{,}25$

- Xác định số lần lật thép và sơ đồ cán.

- Tính chế độ ép. Mỗi lần cán đều phải xác định lượng giãn rộng theo các biểu thức đã biết.

- Điều chỉnh lại chế độ ép cho phù hợp để nhận được sản phẩm có kích thước chính xác.

- Thành lập bảng chế độ ép chính thức và cấu tạo lỗ hình trên trục cán để thực hiện quá trình cán.

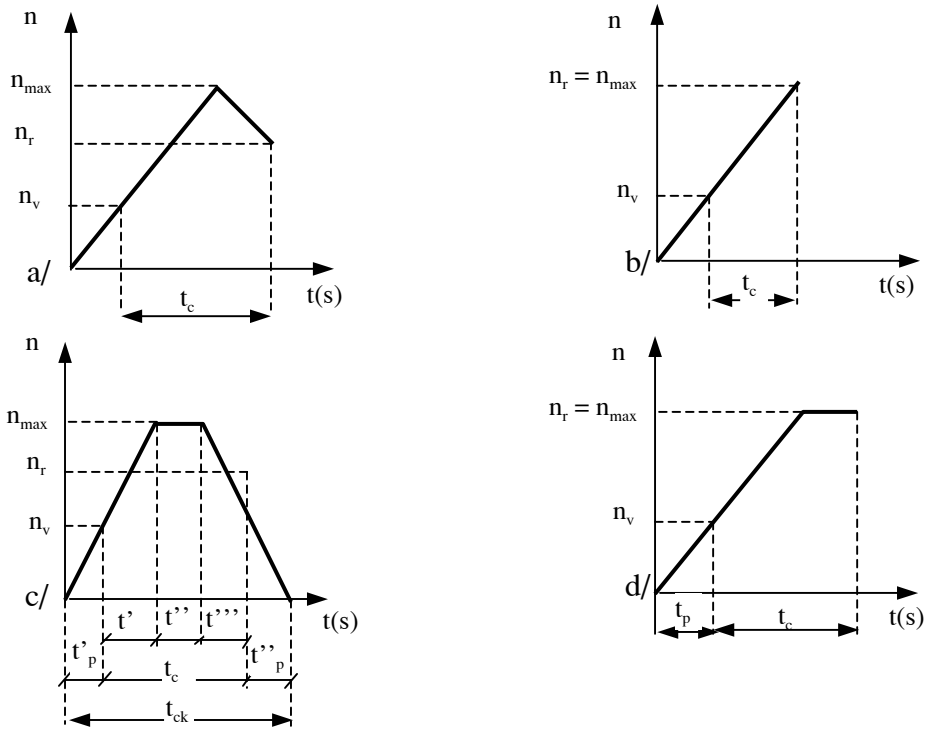
b/ Tốc độ cán trên máy cán đảo chiều

Đối với máy cán phá 2 trục đảo chiều việc sử dụng tốc độ cán hợp lý có ý nghĩa rất lớn ảnh hưởng đến năng suất của máy. Biết rằng khi cán trên máy cán đảo chiều thì đồ thị tốc độ tăng, giảm.

Trong quá trình tăng, giảm ấy chúng ta phải lựa chọn được tốc độ để phôi ăn vào trục và phôi ra khỏi trục hợp lý, nhằm giảm tối đa thời gian cán, thời gian phụ chung của máy.

Như đã nói ở trên, dẫn động trục cán là loại động cơ có 3 cấp tốc độ: 0 - 50 - 100 hoặc 0 - 50 - 120 v/ph. Tuỳ thuộc vào chiều dài vật cán có thể tính toán để sử dụng tốc độ của trục cán một cách hợp lý để không lãng phí thời gian phụ của máy. Từ (H.6.5) cho ta sơ đồ tốc đồ cán tương ứng với 4 trường hợp tuỳ theo chiều dài vật cán (H.6.5a, b, c, d).

Khi tăng tốc độ, động cơ quay với gia tốc a (v/ph/s). Khi giảm tốc độ động cơ giảm với gia tốc giảm b (v/ph/s) (H.6.5a, b).



H.6.5. Sơ đồ tốc độ cán khi cán trên máy đảo chiều

Trong đó:

t_c: thời gian cán; t_p: thời gian phụ của máy

n_v: tốc độ, tại đó vật cán đi vào trục;

n_r: tốc độ, tại đó vật cán ra khỏi trục;

n_{max}: tốc độ tối đa của trục cán;

① Tuỳ theo chiều dài vật cán và số lần lật vật cán trong quá trình cán mà chúng ta có thể sử dụng một trong các sơ đồ tốc độ (H.6.5) để xác định thời gian cán (t_c) và thời gian phụ của máy (t_n) được hợp lý, đồng thời cũng có thể tính toán được tốc độ của trục cán mà ở đó phôi vào trục (n_v) và ra khỏi trục cán (n_r) (H.6.5c).

$$t_c = t' + t'' + t''' \qquad (6.3)$$

Trong đó, t': thời gian cán lúc tăng tốc.

t'': thời gian cán khi tốc độ đạt cực đại n_{max}.

t''': thời gian cán lúc giảm tốc để giảm chiều quay cho lần cán tiếp theo.

$$t_{ck} = t'_p + t''_p + t_c$$

t_{ck}: thời gian quay của một chu kỳ động cơ.

Theo các số liệu thực tế thì gia tốc tăng a = 30 v/ph/s.

Để tính được thời gian cán t_c cần xác định các t', t'', t''':

$$t' = \frac{n_{max} - n_v}{a}; \quad t''' = \frac{n_{max} - n_r}{b} \qquad (6.4)$$

Tương ứng với thời gian t' ta có chiều dài vật cán l'; tương ứng với t''' ta có chiều dài vật cán l'''.

$$l' = t'V'_{tb} = \frac{n_{max} - n_v}{a}.\frac{\pi D_k}{60}.\frac{n_{max} + n_v}{2} = \frac{\pi D_k}{2.60.a}\left(n_{max}^2 - n_v^2\right)$$

$$l''' = t'''V'''_{tb} = \frac{n_{max} - n_r}{b}.\frac{\pi D_k}{60}.\frac{n_{max} + n_r}{2} = \frac{\pi D_k}{2.60.b}\left(n_{max}^2 - n_r^2\right)$$

Tốc độ cán tương ứng với số vòng quay cực đại:

$$V'' = \frac{\pi D_k}{60} n_{max}$$

vậy: $l'' = t''.V'' = t''.\frac{\pi D_k}{60} n_{max}$ suy ra $t'' = \frac{60l''}{\pi D_k.n_{max}}$

vì l'' = l - l' - l''' do đó : $t'' = \frac{60.l}{\pi D_k.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_v^2}{2a.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_r^2}{2b.n_{max}}$ (6.5)

Như vậy:

$$t_c = \frac{n_{max} - n_v}{a} + \frac{60.l}{\pi D_k.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_v^2}{2a.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_r^2}{2b.n_{max}} + \frac{n_{max} - n_r}{b}$$

Trong trường hợp (H.6.5a) ta có:

$$t_c = t' + t''' = \frac{n_{max} - n_v}{a} + \frac{n_{max} - n_r}{b} \qquad (6.6)$$

Trong trường hợp (H.6.5c) ta có:

$$t_c = t' = \frac{n_{max} - n_v}{a} \qquad (6.7)$$

Trong trường hợp (H.6.5d) ta có:

$$t_c = t' + t'' = \frac{n_{max} - n_v}{a} + \frac{60.l}{\pi D_k.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_v^2}{2a.n_{max}} - \frac{n_{max}^2 - n_r^2}{2b.n_{max}} \quad (6.8)$$

② Xác định số vòng quay cực đại khi cán theo sơ đồ tốc độ (H6.5a) ở đây ta có: l = l' + l''' ta suy ra:

$$n_{max} = \sqrt{\frac{a.b}{a+b}\left(\frac{120.l}{\pi D_k} + \frac{n_v^2}{2a} + \frac{n_r^2}{2b}\right)} \qquad (6.9)$$

Nếu với a = 30 v/ph/s và b = 60 v/ph/s ta có:

$$n_{max} = 49\sqrt{\left(\frac{1}{\pi D_k} + \frac{n_v^2}{3600} + \frac{n_r^2}{7200}\right)} \qquad (6.10)$$

khi l = l' (H6.5b) ta có: $n_{max} = \sqrt{\left(\frac{120.a.l}{\pi D_k} + n_v^2\right)}$

Với a = 30 v/ph/s ta có: $n_{max} = 60\sqrt{\left(\frac{1}{\pi D_k} + \frac{n_v^2}{3600}\right)}$

Số vòng quay của trục cán n_v và n_r trên cơ sở các số liệu của các máy cán đảo chiều thực tế có thể chọn như sau:

- Với các lần cán đầu: $n_v = 10 \div 15$ v/ph, $n_r = 15 \div 20$ v/ph, $n_{max} = 50$ v/ph (hoặc tính theo biểu thức (6.10).

- Với những lần cán sau (phôi cán đã dài):

$n_v = 15 \div 30$ v/ph, $n_r = 20 \div 40$ v/ph, $n_{max} = 60 \div 70$ v/ph .

③ Thời gian máy chạy không (thời gian phụ) giữa 2 lần cán tính theo biểu thức thực nghiệm:

$$t_p = 0{,}345 + 0{,}781V_{TB} \qquad (6.11)$$

trong đó, V_{TB}: tốc độ cán trung bình. M/s; $V_{TB} = \dfrac{l}{t_c}$.

Nếu có lật phôi, thời gian chạy không của máy t_p có giá trị:

$$t_p = 4{,}24 + 0{,}611V_{TB} \qquad (6.12)$$

④ Thời gian phụ giữa 2 phôi (t_0) phụ thuộc vào tốc độ quay của vít nén và độ cao trục cán trên cần di chuyển về vị trí ban đầu để lặp lại quá trình cán đối với phôi tiếp theo (thực tế 3÷5 giây).

Sau khi đã xác định được thời gian cán, thời gian phụ giữa 2 lần cán và thời gian phụ giữa 2 phôi ta có thể tính tổng thời gian cán một phôi:

$$T = \sum t_c + \sum t_p + t_0 \qquad (6.13)$$

Năng suất cán của máy cán đảo chiều được tính theo T:

$$Q = \frac{3600.G}{T} \text{ tấn/giờ} \qquad (6.14)$$

trong đó, G: trọng lượng của 1 phôi cán, tấn.

T: thời gian cán 1 phôi (chu kỳ cán), s.

Nếu trong một năm sản xuất nhiều kích thước sản phẩm, mỗi một sản phẩm cho một năng suất thì có thể tính năng suất trung bình Q_{TB} của máy:

$$Q_{TB} = \frac{100}{\frac{a_1}{q_1} + \frac{a_2}{q_2} + \frac{a_3}{q_3} + ... + \frac{a_n}{q_n}}, \text{ tấn/giờ} \qquad (6.15)$$

trong đó, a_1, a_2, a_3...a_n: khối lượng của các loại phôi, sản phẩm khác nhau cán trong năm, %.

q_1, q_2, q_3...q_n: năng suất cán của các loại sản phẩm, tấn/giờ.

Trong một năm với số giờ làm việc là 7500÷7700 giờ. Năng suất của máy cán đảo chiều trong một năm là:

$$Q = 7600.k.Q_{TB} \text{ (tấn)}$$

K: hệ số xét giảm thời gian đột xuất và chu kỳ cán bị dao động k = 0,9÷0,95

6.3. MÁY CÁN PHÔI 3 TRỤC

Với các xí nghiệp gang thép liên hợp có năng suất khoảng 30 vạn tấn/năm, người ta thường dùng máy cán phôi 3 trục để sản xuất các loại phôi cho máy cán hình cở trung bình, cở nhỏ và phôi cho máy cán tấm mỏng.

6.3.1. Một số ưu nhược điểm của máy cán phôi 3 trục

a/ Ưu điểm

Năng suất tương đối cao, truyền động lại đơn giản cho nên nó được ứng dụng tương đối rộng rãi. Mô tơ truyền động của máy là loại không đổi chiều nên tốc độ quay ổn định. Máy có khả năng ép với trị số lớn nhờ có khả năng quá tải của động cơ và bánh đà lớn. Máy này rất thích hợp với các khu gang thép loại vừa và nhỏ.

b/ Nhược điểm

Thiết bị điều chỉnh lượng ép phức tạp và cồng kềnh hơn máy 2 trục.

Máy chỉ dùng để cán các loại thỏi đúc cở vừa và nhỏ. Nếu dùng nó cán thỏi đúc có trọng lượng lớn thì phải tăng đường kính, chiều dài của trục cán và thao tác khó khăn.

6.3.2. Phạm vi sử dụng và sơ đồ mặt bằng bố trí máy

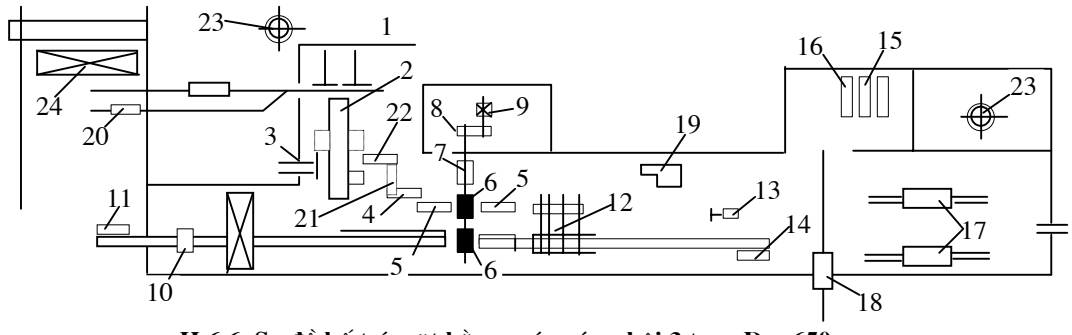
a/ Phạm vi sử dụng

Đối với các xí nghiệp luyện kim có năng suất hàng năm khoảng trên dưới 30 vạn tấn, người ta chỉ cần dùng một giá cán 3 trục có đường kính D = (750÷850) mm hoặc D = 1.100 mm là đủ. ở khu gang thép Thái nguyên năng suất khoảng 25 vạn tấn/năm nên chỉ cần một giá cán phôi 3 trục 650 mm.

Nhiều xí nghiệp luyện kim có năng suất từ 50 vạn đến 1 triệu tấn/năm, người ta cũng dùng máy cán 3 trục để sản xuất phôi. Những máy này có thể có 1 giá cán hoặc 2 giá cán 3 trục.

b/ Sơ đồ bố trí mặt bằng

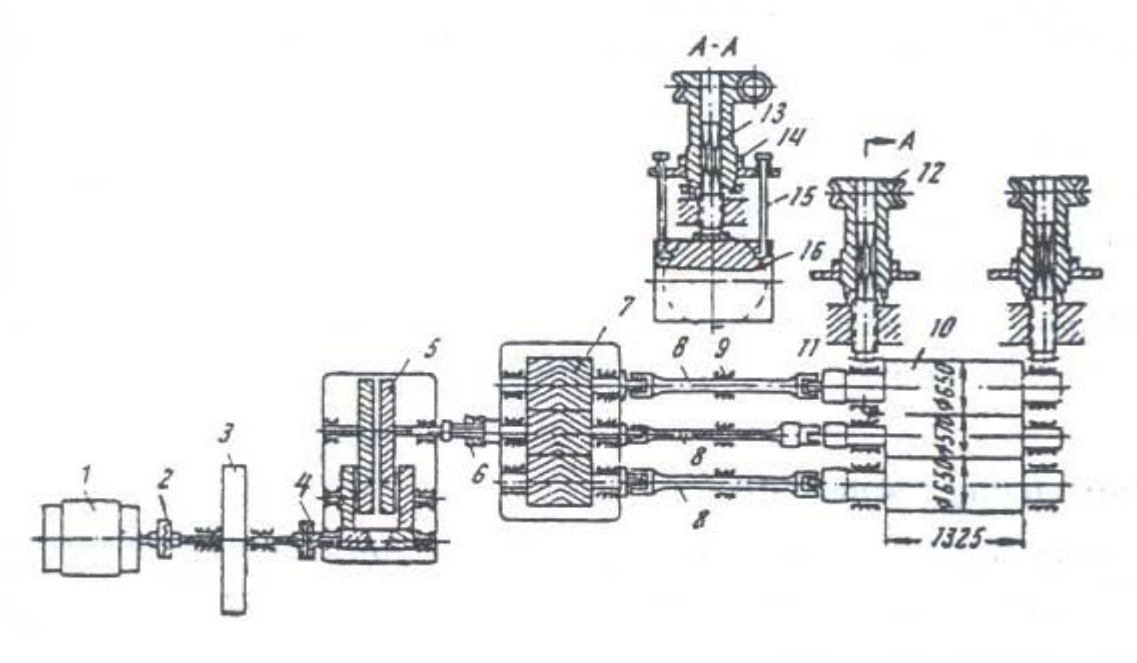
Mặt bằng máy cán phôi 3 trục thường bố trí có dạng giống nhau



H.6.6. Sơ đồ bố trí mặt bằng máy cán phôi 3 trục D = 650 mm

1: máy đẩy phôi vào lò; 2: lò nung liên tục; 3: máy tống phôi ra lò; 4: bàn quay đầu; 5: bàn nâng hạ; 6: giá cán; 7: hộp phân lực; 8: hộp giảm tốc; 9: động cơ; 10: máy cắt; 11: bàn chứa phoi cắt; 12: máy kéo phôi; 13: máy cưa nóng; 14: sàn chứa thành phẩm; 15: bể rửa axít; 16: bể làm sạch; 17: lò nhiệt luyện; 18: xe đẩy; 19: máy tiện trục cán; 20: xe chở thỏi đúc; 21: đường ra lò của thỏi nung; 22: máy vận chuyển; 23: ống khói; cầu trục 5/30 tấn.

c/ Sơ đồ động của máy cán phôi 3 trục 650



H.6.7. sơ đồ máy cán phôi 3 trục D = 650 mm

6.3.3. Nguyên liệu và sản phẩm của máy cán phôi 3 trục

a/ Nguyên liệu ban đầu:

Nguyên liệu ban đầu cho máy cán phôi 3 trục là thỏi đúc có trọng lượng khoảng 0,8÷2 tấn bằng thép sôi hoặc thép lắng. Thỏi đúc có chiều dài 1.400 mm, có mặt cắt tiết diện hình vuông (270 x 270)mm. Có khi nguyên liệu ban đầu của máy là phôi có mặt cắt tiết diện (120 x 120)mm ÷ (200 x 200) mm. Những phôi này là sản phẩm của máy cán phá 2 trục đảo chiều.

b/ Sản phẩm của máy cán phôi 3 trục

- Hiện nay máy cán phôi 3 trục có thể cán được các sản phẩm có kích thước tiết diện (80 x 80) ÷ (180 x 180).

- Nếu cán phôi thỏi để cung cấp cho các máy cán hình cỡ trung bình và nhỏ thì phôi có tiết diện từ (65 x 65) mm đến (135 x 135) mm. Để phục vụ cho các xưởng cán hình cỡ nhỏ và cán dây thép đồng thời phục vụ cho các xí nghiệp cán nhỏ địa phương, máy cán ra các loại phôi thỏi có tiết diện nhỏ hơn từ (38 x 38) ÷ (45 x 45) ÷ (90 x 90)mm.

- Nếu sản phẩm là phôi tấm cho các máy cán tấm mỏng thì phôi có tiết diện chữ nhật (9 x 250) ÷ (18 x 250) mm.

Năng suất của máy này thường đạt trên dưới 25 vạn tấn/năm.

6.3.4. Quy trình công nghệ máy cán phôi 3 trục 650

Quy trình công nghệ máy cán phôi 3 trục 650 trên hình (H.6.6) mô tả văn tắt như sau:

Thỏi đúc sau khi đã kiểm tra được đưa từ xưởng thép sang xưởng cán và vào lò nung liên tục 2 nhờ máy đẩy 1. Thỏi đúc được nung tới nhiệt độ cán từ (1200 ÷ 1250^0C). sau khi ra khỏi lò nung thỏi đúc được đưa tới giá cán 3 trục nhờ hệ thống con lăn. Bàn nâng hạ 5 được nâng lên hạ xuống nhịp nhàng ứng với từng lần cán ở các lỗ hình trên và dưới. Cơ cấu quay đầu 4 có nhiệm vụ quay đầu thỏi đúc để dể ăn vào lỗ hình của trục.

Thỏi đúc qua từ (9÷15) lần cán thì ta được các loại phôi thỏi có tiết diện ngang vuông (135 x 135) ÷ (65 x 65) mm hoặc phôi tấm có tiết diện ngang (9÷18) x 250 mm.

Dựa vào tình hình thực tế sản xuất và kích thước yêu cầu của phôi tiêu chuẩn mà chiều dài của phôi sản phẩm được cắt ra theo đúng yêu cầu. Sản phẩm phôi thỏi và phôi tấm sau cắt được đưa lên sàn làm nguội. Sau đó sản phẩm được tiến hành kiểm tra, tinh chỉnh và xử lý khuyết tật sau đó đưa vào kho chứa.

Ngày nay do tiến bộ khoa học kỹ thuật không ngừng tăng lên, quá cơ khí hoá và tự động hoá quá trình sản xuất cán ngày càng được hoàn thiện, vì vậy mà khâu nung trung gian thường là không cần thiết nhưng nhiệt độ kết thúc cán của sản phẩm vẫn đảm bảo đúng quy định, chất lượng sản phẩm vẫn đảm bảo tốt, năng suất cán vì thế mà tăng lên.

6.3.5. Thiết kế lỗ hình trên máy cán 3 trục

a/ Đặc điểm của máy cán 3 trục và giá cán ba trục

Máy cán ba trục được sử dụng với hai chức năng:

- Sử dụng để sản xuất ra các loại phôi cung cấp cho các nhà máy cán hình cỡ trung và cỡ nhỏ.

- Sử dụng ở các máy cán hình ở các hàng giá cán đầu tiên với hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông.

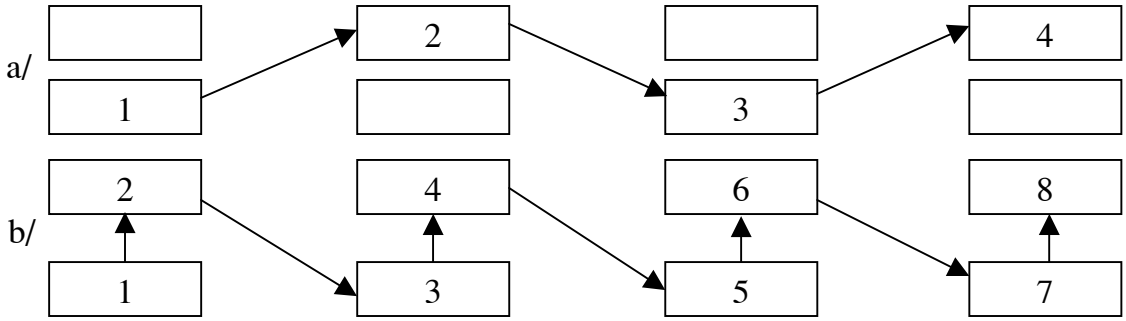
Loại máy giá cán ba trục dùng rộng rãi trong nhiều nhà máy ở Việt nam như: nhà máy cán thép Gia Sàng, nhà máy cán thép Lưu Xá, các liên doanh Vinausteel, Nasteelvina, Công ty Thép Đà nẵng v.v...Loại giá 3 trục có kết cấu đơn giản, không đảo chiều, với động cơ không đảo chiều có thể lắp bánh đà, do đó cho phép cán với lượng ép lớn. Máy cán phôi 3 trục thích hợp với cán thép có chất lượng. Máy cán phôi 3 trục và giá cán thô 3 trục thường bố trí thành một hàng dẫn động chung một động cơ, trên mỗi lỗ hình chỉ cán một lần. Đường kính trục cán từ D = 550 ÷ 850 mm. Ngày nay, người ta có xu hướng thay thế giá cán 3 trục bằng giá hai trục đảo chiều có đường kính D = 700 mm.

b/ Sắp xếp và bố trí lỗ hình trên gia cán ba trục

Giá cán 3 trục thường gặp nhiều ở máy cán hình bố trí hàng, nó làm nhiệm vụ cán phá, cán thô. Hệ lỗ hình thường dùng ở các giá cán này là hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông hoặc thoi - vuông v.v...tuỳ theo kích thước phôi.

Bố trí lỗ hình trên giá 3 trục cán có 2 cách: xen kẽ và lên xuống

① Bố trí xen kẽ (H.6.8a): Theo cách bố trí này thì trên một chiều dài của trục cán chỉ xếp được ít lỗ hình. Nhưng nếu dùng một bộ 4 trục cán: một trục trên, một trục dưới và 2 trục giữa để phối lỗ hình thì vận tiết kiệm được trục cán. Bố trí xen kẽ thì thì thiết kế lỗ hình sẽ đơn giản hơn.



H.6.8. cách bố trí lỗ hình trên giá 3 trục
a/ bố trí xen kẽ; b/ bố trí lên xuống

② Bố trí lên xuống (H.6.8b): Trong cách bố trí này thì trục giữa được dùng chung cho trục trên và trục dưới, do đó bố trí được nhiều lỗ hình, quá trình lật thép được thực hiện ở trục dưới. Sử dụng cách bố trí lên xuống thì khi thiết kế lỗ hình sẽ phức tạp hơn.

c/ Xác định lực ép khi bố trí lên xuống

Giả thiết rằng đường kính ban đầu của ba trục là như nhau thì với cặp trục trên và giữa có lực ép trên (ΔD_B) với cặp trục cán giữa và dưới có áp lực trên (ΔD_C). Chiều cao của lỗ hình dưới h_1 lớn hơn chiều cao của lỗ hình trên h_2 ($h_1 > h_2$).

Nếu lực ép quá lớn thì vật cán bị cong nhiều, vì vậy khi thiết kế lỗ hình cần phải điều chỉnh để có áp lực phù hợp, tránh được các hiện tượng mòn lỗ hình nhanh, gây ứng suất dư và các khuyết tật bề mặt ở vật cán. Tính toán áp lực khi thiết kế lỗ hình ở giá cán 3 trục với cách bố trí lên xuống (H.6.9)

Ta có:

$$D_I = \frac{D_B + D_C}{2}$$

$$D_{II} = \frac{D_C + D_H}{2}$$

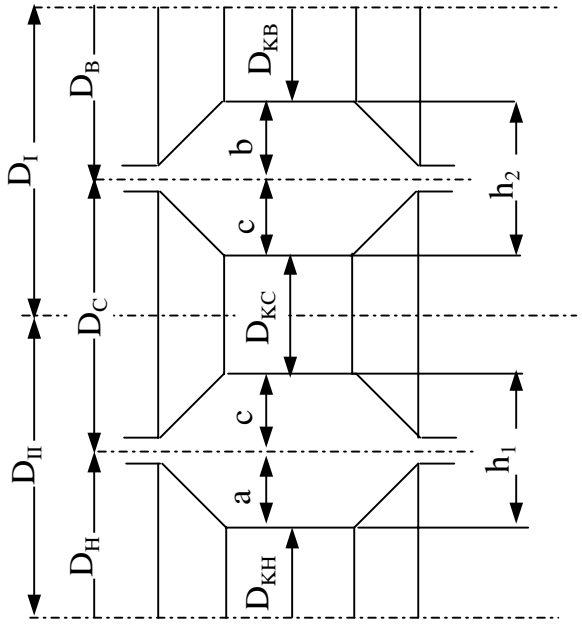
$$D_{KB} = D_B - 2b$$

$$D_{KC} = D_C - 2c$$

$$D_{KH} = D_H - 2a$$

$$D_I = \frac{D_{KB}}{2} + \frac{D_{KC}}{2} + h_2$$

$$D_{II} = \frac{D_{KC}}{2} + \frac{D_{KH}}{2} + h_1$$



H.6.9. Bố trí lỗ hình lên xuống ở giá 3 trục

Vậy: $D_I - D_{II} = \frac{D_{KB}}{2} + \frac{D_{KC}}{2} + h_2 - \frac{D_{KC}}{2} - \frac{D_{KH}}{2} - h_1$

Hoặc $\frac{D_{KB}}{2} - \frac{D_{KC}}{2} + \frac{D_{KC}}{2} - \frac{D_{KH}}{2} = D_I - D_{II} + h_1 - h_2$.

Rút ra: $\Delta D_B + \Delta D_C = 2(D_I - D_H) + 2\Delta h_2$ (6.16)

Trong đó, $\Delta h_2 = h_1 - h_2$;

ΔD_B: áp lực trên (trục trên và giữa); ΔD_C: áp lực trên (trục giữa và dưới)

Sự chênh lệch tốc độ giữa 2 bề mặt trên và dưới của phôi là:

$$V_B - V_C = \frac{\pi n}{60}(D_{KB} - D_{KC})$$

Để bù đắp áp lực thì trong biểu thức (6.16) vế trái phải có điều kiện là bằng 0, nghĩa là:

$$D_I - D_{II} = h_1 - h_2 = \Delta h_2.$$

Nếu thiết kế theo cách này sẽ làm cho hiệu số đường kính ban đầu rất lớn và do đó góc nghiêng của trục nối sẽ rất lớn. Để tránh cho hiệu số đường kính làm việc không lớn phải khoét vào trục các rãnh a, b, c sao cho tổng áp lực trên phân bố đồng đều. Ta chọn:

$$\left.\begin{aligned} a &= 0{,}75h_1 - 0{,}25\,h_2 \\ b &= 0{,}75h_2 - 0{,}25\,h_1 \\ c &= 0{,}75h_1 + 0{,}25\,h_2 \end{aligned}\right| \qquad (6.17)$$

Với cách chọn theo biểu thức (6.17) phải có điều kiện:

$D_B = D_C = D_H$; $D_I = D_{II}$; $\Delta D_B = \Delta D_C$;

Ta có:

$D_{KC} - D_{KH} = h_1 - h_2 = (D_C - 2c) - (D_H - 2a)$

$h_1 - h_2 = 2a - 2c$; $h_1 = a + c$; $h_2 = c + b$.

$h_1 - h_2 = 2(h_1 - c) - 2c \Rightarrow 4c = h_1 + h_2$

Từ đây có thể suy ra:

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{3}{4}h_1 - \frac{1}{4}h_2 \\ b &= \frac{3}{4}h_2 - \frac{1}{4}h_1 \\ c &= \frac{3}{4}h_1 + \frac{1}{4}h_2 \end{aligned}\right| \qquad (6.18)$$

Khi thiết kế phải tuân thủ nguyên tắc rãnh trục giữa nhỏ nhất để làm tăng thời gian làm việc của trục.

Giả thiết khi đường kính ban đầu của trục cán khác nhau và ta nhận được một áp lực trên bất kỳ đối với cặp trục trên và cặp trục dưới ΔD_B và ΔD_H ta có các trường hợp sau:

+ $D_{II} - D_I = 0$ và $D_B = D_C = D_H$

Áp lực trên $\Delta D_B = \Delta D_H = \Delta h_2$.

+ $D_{II} = D_I = \Delta h$ hoặc $D_H - D_C = D_C - D_B = \Delta h$

Áp lực trên $\Delta D_B = \Delta D_H = 0$.

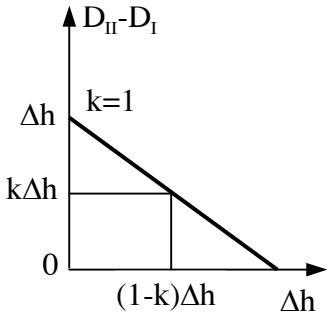
+ $D_{II} - D_I = k.\Delta h$; ở đây $k = 1 \div 0$

Ta có áp lực trên $\Delta D_B = \Delta D_H = (1 - k)\Delta h$.

Khi có sự cân bằng của áp lực trên thì:

$2\Delta D = 2\Delta h - 2(D_{II} - D_I)$ hoặc $\Delta D = \Delta h - (D_{II} - D_I)$

$\Delta D = \Delta h - k\Delta h = (1 - k)\Delta h$ (6.19)



H.6.10. Quan hệ giữa áp lực trên ΔD với hiệu số đường kính trục $D_{II} - D_I$

Khi có nhiều cặp lỗ hình đi kèm phải dùng lượng ép trung bình Δh_{TB} và như vậy:

$$D_{II} - D_I = k.\Delta h_{TB} \quad (6.20)$$

Trong thực tế thì $\Delta D_B \neq \Delta D_H$ và $c \neq (h_1 + h_2)/4$.

Bằng cách thay đổi trị số c có thể cân bằng được áp lực trên và ta có thể chọn được đường kính ban đầu hợp lý để có được trị số c nhỏ nhất. Có thể chọn $c = (0{,}25 \div 0{,}5)h_1$, trị số c càng nhỏ vật cán càng ổn định trong lỗ hình.

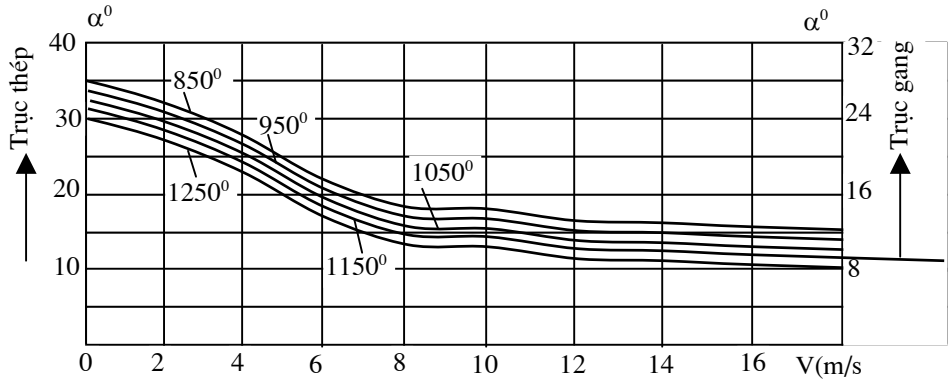
Ví du:

Thiết kế lỗ hình cho máy cán 3 trục, các số liệu ban đầu:

- Đường kính ban đầu D = 650 mm.
- Số vòng quay của trục cán n = 75 v/ph.
- Vật liệu làm trục cán: thép 40Cr
- Kích thước phôi ban đầu: 240 x 240 mm.
- Kích thước của sản phẩm: 110 x 110 mm

Các bước tính toán:

Góc ăn α: kích thước lỗ hình hộp xác định trên cơ sở góc ăn α cực đại. Còn tính góc ăn α trên cơ sở đường kính trục cán nhỏ nhất.



H.6.11. xác định góc ăn α theo nhiệt độ và tốc độ cán

Lượng giãn rộng Δb tính theo đường kính ban đầu D

- chiều cao trung bình của lỗ hình $h_{KTB} = 150$ mm.
- Đường kính nhỏ nhất sau phục hồi $D_{min} = 600$ mm.

- Đường kính làm việc trung bình

$$D_{TB} = D_{min} - h_{KTB} = 600 - 150 = 450 \text{ mm}.$$

- Tốc độ quay trung bình của trục cán:

$$V_{TB} = \frac{\pi.D_{KTB}.n}{60} = \frac{4,14.0,45.75}{60} = 1,77 m/s$$

Theo (H.6.11) tìm được góc ăn α cho phép ứng với nhiệt độ 1250^0C thì $\alpha = 26 \div 27^0$.

① Lần cán thứ nhất

Ta có kích thước phôi: $b_0 = h_0 = 240$ mm;

Với $\alpha = 26^0 \Rightarrow \cos\alpha = 0,899$.

$h_0 - h_1 = (D_{min} - h_1)(1 - \cos\alpha) \Rightarrow h_1 = 200$ mm.

Lượng ép Δh_1 có trị số: $\Delta h_1 = 240 - 200 = 40$ mm;

Đường kính làm việc: $D_{K1} = 650 - 200 = 450$ mm.

Trên cơ sở lượng ép Δh_1 xác định lại góc ăn α_1 (góc ăn tính toán):

$$\alpha_1 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h_1}{D_{K1}}\right) = \arccos\left(1 - \frac{40}{450}\right) = 24^0 15' = 0,392 rad$$

Tính lượng giãn rộng theo biểu thức:

$$\Delta b_1 = \frac{2b_{TB}.\Delta h.k_{\Delta b}}{(H+h)\left[1 + (1+\alpha)\left(\frac{b_{TB}}{R.\alpha}\right)^n\right]} =$$

$$= \frac{2.240.40.0,8}{(240+200)\left[1 + (1+0,392)\left(\frac{240}{225.0,392}\right)^2\right]} = 3,82 \approx 4 mm$$

Chiều rộng phôi sau khi cán:

$$b_1 = b_0 + \Delta b_1 = 240 + 4 = 244 \text{ mm}$$

Tính hệ số giãn dài trong lỗ hình thứ nhất:

$$\mu_1 = \frac{F_0}{F_1} = \frac{b_0 h_0}{b_1 h_1} = \frac{240.240}{244.200} = 1,18$$

② Lần cán thứ hai

Ta có kích thước phôi: $b_1 = 244$; $h_1 = 200$ mm;

Với $\alpha = 26^0 \Rightarrow \cos\alpha = 0,899 \Rightarrow h_2 = 156$ mm.

Lượng ép Δh_2 có trị số: $\Delta h_2 = 200 - 156 = 44$ mm;

Đường kính làm việc: $D_{K2} = 650 - 156 = 494$ mm.

Trên cơ sở lượng ép Δh_1 xác định lại góc ăn α_2 (góc ăn tính toán):

$$\alpha_2 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h_2}{D_{K2}}\right) = \arccos\left(1 - \frac{44}{494}\right) = 24^0 15' = 0,392 rad$$

Tính lượng giãn rộng theo biểu thức:

$$\Delta b_2 = \frac{2b_{TB}.\Delta h.k_{\Delta b}}{(H+h)\left[1+(1+\alpha)\left(\frac{b_{TB}}{R.\alpha}\right)^n\right]} =$$

$$= \frac{2.246.40.0{,}8}{(200+156)\left[1+(1+0{,}392)\left(\frac{246}{247.0{,}392}\right)^2\right]} = 6{,}1 \approx 6mm$$

Chiều rộng phôi sau khi cán:

$$b_2 = b_1 + \Delta b_2 = 244 + 6 = 250 \text{ mm}$$

Tính hệ số giãn dài trong lỗ hình thứ hai:

$$\mu_2 = \frac{F_1}{F_2} = \frac{b_1 h_1}{b_2 h_2} = \frac{244.200}{250.156} = 1{,}25$$

③ Lần cán thứ ba

Ở lần cán này lật phôi 90^0. Lỗ hình thứ ba được phối hợp với lỗ hình thứ tư ở trên (lỗ hình thứ 3: trục giữ và trục dưới, lỗ hình thứ 4: trục giữa và trục trên).

Phương pháp tính cũng tương tự như trên (với kích thước phôi $h = b_2$; $b = h_2$). Kết quả tính toán cho bảng (6.3).

Theo thiết kế thì hai lỗ hình thoi - vuông cuối cùng phải đạt được kích sản phẩm 110 x 110 mm, đồng thời số lần cán phải là một số lẻ. Vì vậy mà lần cán lỗ hình hộp vuông cũng phải là lần cán lẻ. Song ở lần cán thứ 5 chưa nhận được sản phẩm như ý như vậy thành phẩm chỉ có thể nhận được ở lần cán thứ 7. Do đó lỗ hình thứ 7 phải là lỗ hình hộp vuông và trên các lỗ hình thứ 5 và thứ 6 phải giảm lượng ép.

Bảng (6.2). Kết quả tính kích thước lỗ hình hộp chữ nhật cho máy cán phá 3 trục D = 650.

Lần cán	α (độ)	h (mm)	b (mm)	Δh (mm)	D_{KTB} (mm)	α_i (độ)	α_i Rad	Δb (mm)	μ
I	26	240	240	-	-	-	-	-	-
		200	224	40	450	24÷15	0,392	4	1,18
II	26	156	250	44	494	24÷15	0,392	6	1,25
Lật thép									
III	26	210	261	40	440	24÷30	0,428	5	1,15
IV	26	167	168	43	483	24÷15	0,392	7	1,20
Lật thép									
V	-	148	170	20	502	16÷15	0,284	8	1,12
VI	-	128	173	20	522	16÷00	0,270	3	1,14
Lật thép									
VII	-	135	135	38	315	22÷00	0,380	7	1,22

Trên cơ sở góc ăn α cho phép với $\Delta h = 40$ mm chia thành 2 lần với $\Delta h = 20$ mm. Sau lần cán thứ 6, lật thép và nhận được ở lỗ hình thứ 7 sản phẩm phôi vuông 135 x 135 mm (bảng 6.2). từ kích thước ở lỗ hình thứ 7 cho phép cán tiếp tục trong lỗ hình thứ 8 (thoi) và lỗ hình thứ 9 (vuông) để nhận được sản phẩm cuối cùng theo điều kiện thiết kế.

④ Tính kích thước lỗ hình ở lần cán thứ 8 và thứ 9:

Phôi vào lỗ hình 8:

$$H_8 = B_8 = 1{,}41.C_7 = 1{,}41.135 = 190 \text{ mm}.$$

Kích thước phôi ra khỏi lỗ hình 9:

$$h_9 = b_9 = 1{,}41.C_9 = 1{,}41.110 = 155 \text{ mm}.$$

Trong đó C: cạnh hình vuông của phôi

Chọn hệ số giãn dài trong cả 2 lỗ hình:

$$\mu = \frac{F_7}{F_9} = \frac{135^2}{110^2} = 1{,}51$$

Chọn hệ số giãn dài trong lỗ hình thoi và hình vuông như nhau:

$$\mu_T = \mu_V = \sqrt{\mu} = \sqrt{1{,}51} = 1{,}23$$

Bảng 6.3. Kết quả tính toán tổng hợp

Số lần cán	Dạng Lỗ hình	h (mm)	b (mm)	Δh (mm)	D_K (mm)	Δb (mm)	α (độ)	μ
	Phôi	240	240	-	-	-	-	-
1	Hộp	200	244	40	450	4	24÷15	1,18
2	chữ	156	250	44	414	6	24÷15	1,25
3	nhật	210	261	40	440	5	24÷30	1,15
4	-	167	168	43	483	7	24÷15	1,20
5	-	148	169	20	502	2	16÷15	1,12
6	-	129	171	19	521	2	15÷30	1,13
7	-	135	135	36	515	6	21÷33	1,21
8	Thoi	144	206	46	506	16	24÷37	1,23
9	Vuông	155	155	51	495	11	26÷38	1,23

Lượng giãn rộng trong lỗ hình thoi và lỗ hình vuông được xác định theo đồ thị hình (6.12a,b)

Ta có: $\Delta b_9 = 11$ mm. Vậy chiều cao của hình thoi:

$$h_8 = b_9 - \Delta b_9 = 155 - 11 = 144 \text{ mm}.$$

Diện tích của lỗ hình thoi: $F_8 = F_9.\mu_9 = 110^2.1{,}23 = 14.900 \text{ mm}^2$.

Chiều rộng hình thoi: $b_8 = \frac{2F_8}{h_8} = \frac{2.14900}{144} = 46\text{mm}$;

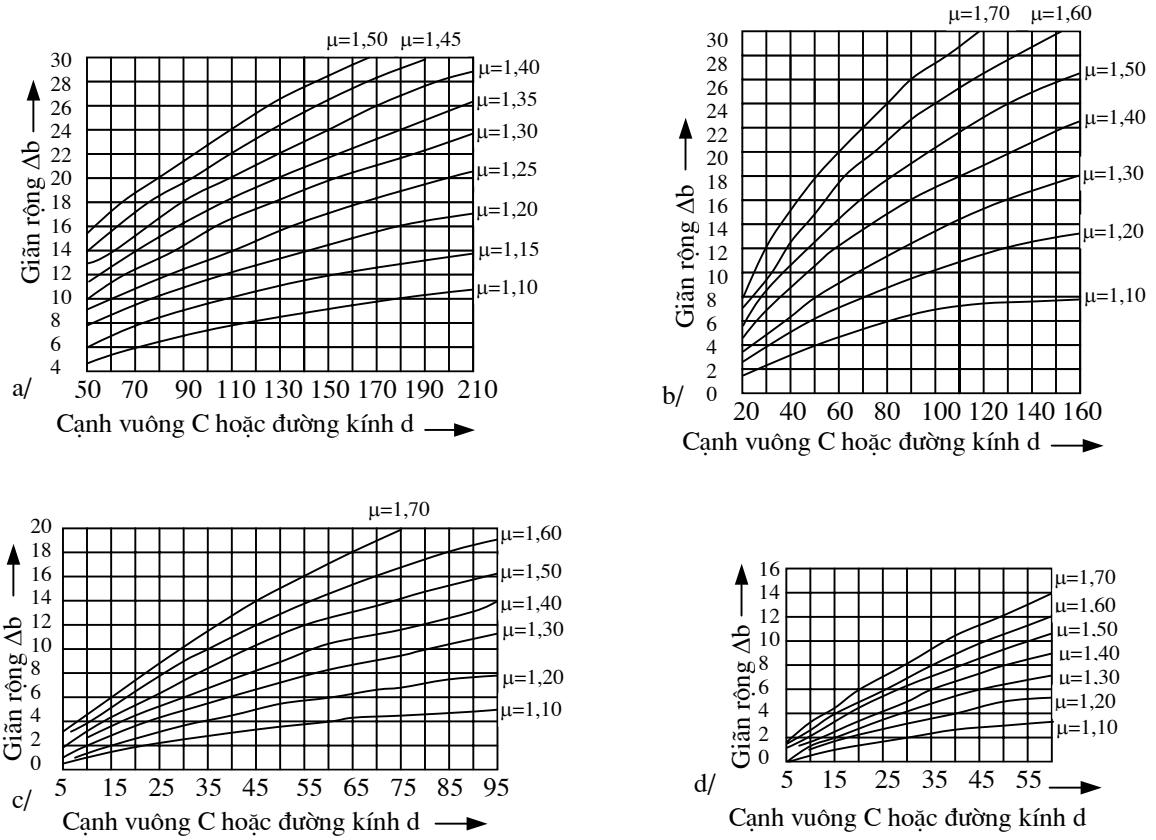
Lượng ép ở hình 8: $\Delta h_8 = H_8 - h_8 = 190 - 144 = 46$ mm.

Đường kính làm việc: $D_{K8} = 650 - 144 = 506$ mm.

Góc ăn $\alpha_8 = \arccos\left(1 - \frac{46}{506}\right) = 24^0 37'$

Lượng ép ở lỗ hình 9: $\Delta h_9 = b_8 - h_9 = 206 - 155 = 495$ mm.

Góc ăn $\alpha_9 = \arccos\left(1 - \frac{51}{495}\right) = 26^0 38'$.



H.6.12. Xác định lượng giãn rộng Δb khi cán phôi thoi trong lỗ hình vuông hoặc phôi ôvan trong lỗ hình tròn.
a/ D = 800 mm; b/ D = 500 mm; c/ D = 350 mm; d/ D = 250 mm.

6.3.6. Cấu tạo và cách bố trí lỗ hình phối hợp

Trước khi sắp xếp llỗ hình trên trục cán giá 3 trục cần phải biết đường kính ban đầu D và áp lực trên ΔD. Với ví dụ thiết kế và tính toán trên ta có:

$$\Delta h_{TB} = 40 \text{ mm}.$$

Để giảm được áp lực trên ta chọn: $D_{II} - D_I = 20$ mm

vậy $\Delta D_B = \Delta D_H = \Delta h_{TB} - (D_{II} - D_I) = 40 - 20 = 20$ mm.

Để giảm bớt chiều sâu khoét vào trục giữa ta chọn đường kính ban đầu như sau: $\Delta D_B = 600$ mm; $\Delta D_C = 620$ mm; $\Delta D_H = 700$ mm.

Đường kính trung bình của trục cán:

$$D_I = \frac{D_B + D_C}{2} = \frac{660 + 620}{2} = 640\text{mm}$$

$$D_{II} = \frac{D_H + D_C}{2} = \frac{700 + 620}{2} = 660\text{mm}$$

Xác định chiều sâu khoét vào trục đối với cặp lỗ hình phối hợp thứ nhất và thứ hai, ta có: $h_1 = 200$ mm; $h_2 = 156$ mm.

Vậy chiều sâu khoét vào trục giữa là:

$$C_1 = \frac{h_1 + h_2 + D_C - 0{,}5(D_H + D_B)}{4} =$$

$$= \frac{200 + 156 + 660 - 0{,}5(700 + 660)}{4} = 74\text{mm}.$$

Chiều sâu khoét vào trục dưới và trục trên:

- Trục dưới: $a_1 = h_1 - C_1 = 200 - 74 = 126$ mm.
- Trục trên: $b_1 = h_2 - C_1 = 156 - 74 = 82$ mm.

Đường kính làm việc:

$D_{KB} = 660 - 2.74 = 496$ mm;

$D_{KC} = 620 - 2.74 = 472$ mm;

$D_{KH} = 700 - 2.126 = 448$ mm;

Áp lực trên của cặp trục dưới (giữa và dưới):

$\Delta D_H = 472 - 448 = 24$ mm.

Áp lực trên của cặp trục trên (giữa và trên):

$\Delta D_H = 496 - 472 = 24$ mm.

Lượng ép trong lỗ hình thứ 2 (trên cặp truc I):

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 200 - 156 = 44$ mm.

Hiệu số đường kính trung bình:

$D_{II} - D_I = 20$ mm

Vậy áp lực trên của cả hai cặp trục (trên và giữa; giữa và dưới):

$\Delta D_H = \Delta D_B = 44 - 20 = 24$ mm.

Vậy kết quả tính toán ở trên là phù hợp.

Đường kính làm việc đối với lỗ hình phối hợp thứ 7 xác định theo trị số áp lực trên.

Lấy $\Delta D_K = D_{KC} - D_{KH} = 10$ mm.

Biết rằng: $\Delta D_{II} = D_{KC}/2 + D_{KH}/2 + h_7$ (H.6.9)

Hoặc $\Delta D_{II} = D_{KH}/2 + \Delta D_K/2 + D_{KH}/2 + h_7 = D_{KH} + \Delta D_K/2 + h_7$.

Suy ra: $D_{KH} = D_{II} - \Delta D_K/2 - h_7 = 660 - 5 - 135 = 520$ mm.

$D_{KC} = 520 + 10 = 530$ mm.

$D_{K7} = D_{KH}/2 + \Delta D_{KC}/2 = 520/2 + 530/2 = 525$ mm.

Độ nghiêng của lỗ hình ở trục dưới: $\psi = 10 \div 15\% h_r$ (h_r là chiều sâu rãnh lỗ hình).

Chiều rộng đáy lỗ hình trục dưới b_H lấy bằng chiều cao lỗ hình trước đó.

Chiều rộng đáy lỗ hình trục giữa b_C lấy lớn hơn b_H từ 2 ÷ 3 mm:

$$b_C = b_H + (2 \div 3) \text{ mm}$$

Chiều rộng đáy lỗ hình trục trên b_B lấy lớn hơn b_C từ 2 ÷ 3 mm:

$$B_B = b_C + (2 \div 3) \text{ mm}$$

Các độ lồi ở đáy lỗ hình: $\delta = 1 \div 3$ mm

Các bán kính lượn ở đáy lỗ hình r:

$$r = (10 \div 20)\%b$$

Các bán kính lượn ở vành trục r_1:

$$r_1 = r - (4 \div 5)\text{mm}.$$

Đối với lỗ hình thoi - vuông không cấu tạo phối hợp (lên - xuống).

Đối với máy ba trục khi thiết kế lỗ hình cần chú ý đến góc ăn cực đại, trị số của nó phụ rhuộc vào trạng thái bề mặt trục cán và tốc độ cán.

6.4. MÁY CÁN PHÔI LIÊN TỤC

Máy cán phôi liên tục dùng để chế tạo các loại phôi cho các loại máy cán hình cỡ vừa, cỡ nhỏ, máy cán thép bản và thép ống không hàn. Sản phẩm của máy thường là phôi thỏi có kích thước tiết diện ngang (50 x 50) ÷ (150 x 150) mm. Ngoài ra còn chế tạo phôi tròn có đường kính khác nhau để sản xuất thép ống không hàn.

Ưu điểm: Năng suất rất cao, chất lượng sản phẩm tốt, ít khuyết tật, dể cơ khí hoá và tự động hoá

Nhược điểm: Vốn đầu tư xây dựng quá lớn, nhiều thiết bị phụ và chiếm nhiều diện tích nhà xưởng.

Tuy có nhược điểm song hiện nay máy cán liên tục nói chung và máy cán phôi liên tục nói riêng được sử dụng rộng rãi ở các nước có ngành Luyện kim phát triển như Nga, Mỹ, Nhật, Đức, Trung Quốc v.v...

6.4.1. Sơ đồ bố trí mặt bằng của máy cán phôi liên tục

Máy cán phôi liên tục với các giá cán có trục cán đặt nằm ngang, máy gồm 2 nhóm. Mỗi nhóm gồm 6 giá cán đặt liên tiếp nhau. Nhóm đầu gọi là nhóm cán thô, nhóm thứ 2 người ta gọi là nhóm giá cán tinh. Các máy cắt được bố trí ngay trên đường con lăn để cắt đầu, đuôi và cắt vật cán ra từng đoạn.

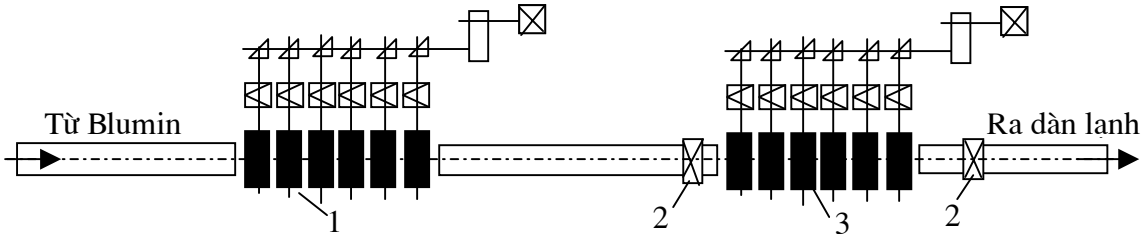
Máy cắt thứ nhất dùng để cắt những vật cán quá dài sau khi đã quá nhóm cán thô với mục đích là để nhóm cán tinh cán được dể dàng hơn.

Máy cắt thứ hai dùng để cắt phôi thành phẩm theo kích thước đã quy định.

Những con lăn quay nhờ các động cơ riêng biệt, con lăn quay sẽ làm cho vật cán chuyển động thẳng tịnh tiến và ăn vào trục cán.

Nguyên liệu ban đầu cho máy cán phôi liên tục là những sản phẩm của máy cán phá. Nó có tiết diện ngang từ (200 x 200) trở lên, thông thường là loại có tiết

diện (200 x 200) mm. Tất cả các trục cán của mỗi nhóm được chuyển động quay nhờ một động cơ điện với công suất khoảng 3.680 kw.



H.6.13. Sơ đồ bố trí máy cán phôi liên tục 630/450
a/ nhóm giá cán thô; b/ dao cắt; c/ nhóm giá cán tinh

6.4.2. Quy trình công nghệ của máy cán phôi liên tục

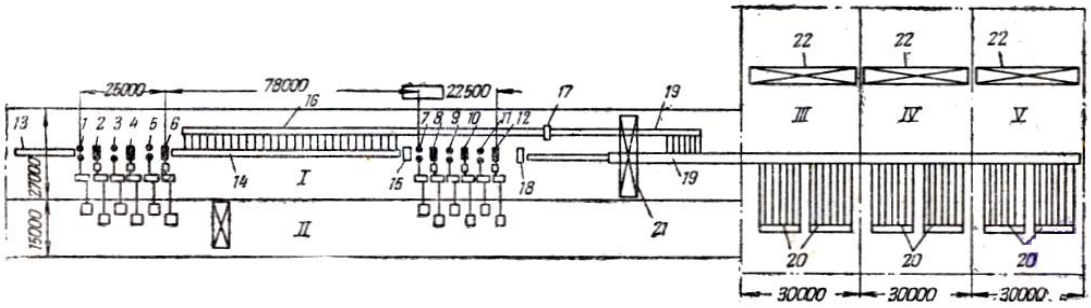
Vật cán được nung nóng trong lò nung liên tục đến nhiệt độ cán (1200 ÷ 1250)^{0}C. sau đó vật cán được cán ở nhóm giá cán thứ nhất có trục cán D = 650 mm. qua nhóm cán thứ nhất vật cán có tiết diện (200 x 200) mm xuống còn (100 x 100) mm hoặc lớn hơn. Nếu chiều dài vật cán quá lớn thì vật cán được cắt ra từng đoạn ngắn hơn ở máy cắt thứ nhất. Sau khi vật cán qua nhóm giá cán thứ 2 thì tiết diện ngang của vật cán đạt được (45 x 45) mm. Đây cũng là tiết diện ngang nhỏ nhất của mấy cán phôi liên tục.

Ngày nay với đà phát triển của khoa học, máy cán phôi liên tục hiện đại đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Máy được bố trí với các giá cán có trục nằm ngang và trục thẳng đứng xen kẽ. Theo cách bố trí này chẳng những cho ta năng suất rất cao mà còn phù hợp với công nghệ cán phôi có năng suất cao và phôi định hình dùng cho các máy cán hình nói chung và cán hình đặc biệt nói riêng (H.6.13).

Đặc trưng đặc biệt của máy cán phôi hiện đại là các giá cán đặt kế tiếp nhau với các trục cán nằm và đứng bố trí xen kẽ, Vì vậy mà kích thước sản phẩm đảm bảo chính xác.

Sơ đồ mặt bằng bố trí thiết bị của máy cán phôi liên tục hiện đại 730/530 với 6 giá cán trục đặt nằm ngang được khống chế và điều chỉnh một cách chính xác. Một điểm khác nữa là mỗi một giá cán của máy cán phôi liên tục hiện đại được truyền động bằng một động cơ riêng biệt. Điều đó cho phép chúng ta điều chỉnh tốc độ của máy vừa tốt lại vừa chính xác.

Máy cán phôi liên tục hiện đại cho phép cán được ra sản phẩm là những phôi tròn lớn và các phôi định hình phức tạp mà vật cán không bị xoắn ở giữa các giá cán. Ngoài ra máy không dùng cơ cấu lật trở vật cán mà vật cán tự động lật trở bằng thiết bị đặc biệt cho nên bề mặt sản phẩm tốt hơn, không bị xước và không bị các vết nứt nhỏ.



H.6.14. Máy cán phôi liên tục hiện đại 730/530
1÷6 - nhóm giá cán thứ nhất; 7÷12 - nhóm giá cán thứ 2
13: dàn con lăn dẫn phôi vào; 14: dàn con lăn trung gian; 15: máy cắt;
16: dàn con lăn bao viền ngoài; 17: máy cắt 850 tấn; 18: máy cắt bay;
19: dàn con lăn ra; 20: dàn làm nguội; 21, 22, 23: cầu trục (5/15) tấn;
24: động cơ điện; 25: hộp giảm tốc; 26: hộp bánh răng chữ V

Trên (H.6.14) giới thiệu sơ đồ mặt bằng của máy cán phôi liên tục hiện đại gồm 2 nhóm giá cán. Nhóm thứ nhất gồm các giá cán với đường kính trục nằm ngang D = 730 mm. Nhóm có 3 giá cán với trục thẳng đứng là (1, 3, 5), 3 giá cán còn lại (2, 4, 6) có trục cán đặt nằm ngang. Trục thẳng đứng có chiều dài mặt trục là 1.000 mm. Trục nằm ngang có chiều dài mặt trục là 1.200 mm. Trục cán của các giá được quay nhờ các động cơ riêng biệt, công suất của mỗi động cơ là 1.324 kw; số vòng quay của động cơ từ 250 ÷ 500 v/phút.

Nhóm thứ hai gồm các giá cán với đường kính trục là 530mm. Các giá 7, 9, 11 được bố trí trên các trục cán thẳng đứng, các giá 8, 10, 12 có trục cán bố trí nằm ngang. Trục thẳng đứng có chiều dài mặt trục là 600mm còn trục nằm ngang có chiều dài mặt trục 800mm. Mỗi trục cán cũng được truyền động bằng một động cơ riêng biệt. Công suất của mỗi động cơ cũng bằng 1.324kw và có tốc độ là (250 ÷500) vòng/phút. Tốc độ cán ở nhóm thứ nhất thường là (1,5÷2,5)m/s. Tốc độ cán ở giá cuối cùng của nhóm thứ hai không vượt quá 7 m/s.

Sản phẩm sau khi cán ra được qua máy cắt bay để cắt thành từng đoạn theo tiêu chuẩn. Với loại máy 12 giá cán này thì sản phẩm của nó là phôi có tiết diện (55 × 55) mm. Muốn có sản phẩm là phôi có tiết diện (120×120) mm ta dùng máy cán liên tục hiện đại 6 giá cán.

Toàn bộ máy cán phôi liên tục hiện đại này được đặt sau máy cán phá Blu min 1150.

Nếu muốn sản xuất phôi có tiết diện từ (80×80) mm đến (200×200) mm trên máy cán liên tục hiện đại thì ta bố trí 14 giá cán với các thông số ở (bảng 6.4). Mặt bằng của nó cũng giống như mặt bằng của hình 6.14.

Bảng 6.4. Các thông số đặc trưng về trục cán và động `cơ điện dùng trong máy cán phôi liên tục hiện đại 900/730/530

Số TT	Cách bố trí	Kích thước trục cán	Động cơ

giá cán	trục cán	D (mm)	L (mm)	$N_{đc}$ (kw)	n (v/ph)
1	Nằm ngang	900	1300	2000	125 ÷ 300
2	Nằm ngang	900	1300	2000	125 ÷ 300
3	Nằm ngang	900	1300	2000	125 ÷ 300
4	Nằm ngang	900	1300	2000	125 ÷ 300
5	Thẳng đứng	730	1300	2000	125 ÷ 300
6	Nằm ngang	730	1300	2000	125 ÷ 300
7	Thẳng đứng	730	1300	2000	125 ÷ 300
8	Nằm ngang	730	1300	2000	125 ÷ 300
9	Thẳng đứng	530	900	2000	125 ÷ 300
10	Nằm ngang	530	900	2000	125 ÷ 300
11	Thẳng đứng	530	900	2000	125 ÷ 300
12	Nằm ngang	530	900	2000	125 ÷ 300
13	Thẳng đứng	530	900	3200	250 ÷ 420
14	Nằm ngang	530	900	3210	250 ÷ 420

Có điểm khác là 4 giá cán đầu tiên người ta bố trí trục nằm ngang, 10 giá cán sau mới bố trí các giá cán có trục đứng và nằm ngang xen kẽ. Phôi ban đầu cho máy cán liên tục hiện đại là sản phẩm của máy cán Bluimin 1150 có mặt cắt tiết diện là (370×370) mm.

Máy cán phôi liên tục hiện đại này có đường kính trục lớn nhất là 900 mm, loại vừa là 750 mm và loại nhỏ nhất là 550 mm. Người ta viết tắt là máy cán phôi liên tục hiện đại 900/750/530.

6.4.3. Thiết kế lỗ hình cho máy cán phôi liên tục

Như đã biết khi cán liên tục thì tại một thời điểm vật cán được cán trên nhiều giá vì thế muốn đảm bảo được quá trình cán thì khối lượng kim loại di chuyển qua các giá trong một đơn vị thời gian phải như nhau (theo hướng cán thì tiết diện vật cán giảm đi, chiều dài vật cán tăng lên, cho nên tốc độ cán của giá cán sau phải lớn hơn giá cán trước đó).

Để đảm bảo được quá trình cán liên tục phải có điều kiện:

$$HBL = h_1b_1l_1 = h_2b_2l_2 = \ldots\ldots\ldots = h_nb_nl_n$$

$$F.L = F_1l_1 = F_2l_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = F_nl_n \quad .$$

Hoặc $$\frac{F.L}{t} = \frac{F_1.l_1}{t} = \frac{F_2.l_2}{t} = \ldots\ldots\ldots\ldots = \frac{F_n.l_n}{t} .$$

Do đó, $$F.V = F_1.V_1 = F_2.V_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = F_n.V_n = C \quad (6.21)$$

Trong đó, F_1, F_n, ...F_n : diện tích tiết diện vật cán trên các giá.

V_1, V_2 ..... Vn: tốc độ cán trên các giá.

F.V, $F_1.V_1$, $F_2.V_2$ .....$F_n.V_n$: khối lượng kim loại đi qua các giá trong một đơn vị thời gian.

V: hằng số thiết kế lỗ hình.

Muốn đảm bảo được hằng số C thì hoặc phải điều chỉnh F hoặc điều chỉnh V. Biểu thức (6.21) chưa tính đến lượng vượt trước trong quá trình cán, để tính đến nó ta có:

$$F_1.V_1.k_1 = F_2.V_2.k_2 = ...= F_n.V_n.k_n = C = const \quad (6.22)$$

k_1, k_2, k_3: các hệ số xét đến lượng vượt trước trong quá trình cán.

Từ biểu thức (6.22) ta có:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_2.k_2}{V_1.k_1} = \mu_1; \frac{F_2}{F_3} = \frac{V_3.k_3}{V_2.k_2} = \mu_2; \frac{F_n}{F_{n+1}} = \frac{V_{n+1}.k_{n+1}}{V_n.k_n} = \mu_n; \quad (6.23)$$

Số vòng quay của trục cán được tính:

$$V = \frac{\pi.D_K.n}{60} \quad (6.24)$$

Kết hợp 2 biểu thức (6.22) và (6.24) ta có:

$$F_1.D_{K1}.n_1.k_1 = F_2.D_{K2}.n_2.k_2 = ...= F_n.D_{Kn}.n_n.k_n = C = const \quad (6.25)$$

Hoặc:

$$F_1.D_{K1}.n_1.(1+S_{h1}) = F_2.D_{K2}.n_2.(1+S_{h2}) = ...= F_n.D_{Kn}.n_n.(1+S_{hn}) = C \quad (6.26)$$

Trong đó;

S_{h1}, S_{h2}, S_{hn} : Lượng vượt trước trên các giá cán, %.

n_1, n_2, n_3 : Số vòng quay của trục cán ở các giá, vòng/phút.

D_{K1}, D_{K2}, D_{K3} : Đường kính làm việc của trục cán ở các giá, mm.

Trong thực tế nếu như không có hiện tượng kéo phôi hoặc đùn đẩy phôi thì hệ số C (hằng số thiết kế lỗ hình) rất dể dàng giữa được chính xác. Song điều đó trên thực tế khó thực hiện được bởi vì khi một trong các điều kiện biến dạng thay đổi dù là nhỏ (nhiệt độ cán, hệ số ma sát do sự mài mòn lỗ hình, khe hở giữa 2 trục cán vì sự mài mòn ổ trục v.v...) cũng làm cho kích thước vật cán lúc ra khỏi lỗ hình bị thay đổi do đó trị số lượng vượt trước cũng thay đổi.

Do những điều kiện thực tế nên khi thiết kế lỗ hình cán liên tục người ta thường thiết kế với một lượng kéo căng nhỏ giữa các giá đề phòng sự tạo vòng và điền đầy giữa các giá gây nguy hiểm cho thiết bị cán. Có ngiã là khối lượng kim loại đi qua giá sau lớn hơn giá liền kề trước đó một lượng là 1÷2%. Trong trường hợp đó khi thiết kế lỗ hình có thể không xét đến hệ số vượt trước:

$$C = F.D.n \quad (6.27)$$

Ví dụ: ở nhóm giá cán tinh có 6 giá thì hằng số thiết kế lỗ hình C ở giá thứ 6 cuối cùng là: $C_6 = F_6.D_{K6}.n_6$

Hằng số thiết kế lỗ hình C ở giá thứ năm là:

$$C_5 = \frac{C_6}{1,01 \div 1,02} = \frac{F_6.D_{K6}.n_6}{1,01 \div 1,02}$$

Tương tự ta có:

$$C_4 = \frac{C_5}{1,01 \div 1,02} = \frac{F_5 . D_{K5} . n_5}{1,01 \div 1,02}$$

.....

$$C_1 = \frac{C_2}{1,01 \div 1,02} = \frac{F_2 . D_{K2} . n_2}{1,01 \div 1,02}$$

Hằng số thiết kế lỗ hình được tính toán trên cơ sở các điều kiện cụ thể của máy cán, nghĩa là với máy cán truyền động riêng lẻ hay truyền động chung nhiều giá hoặc phải điều chỉnh tốc độ quay hay điều chỉnh tiết diện lỗ hình, hay điều chỉnh đường kính làm việc của trục cán. Trường hợp phải điều chỉnh tiết diện và đường kính làm việc thì đồng thời phải thay đổi các thông số như: Δh, h, b, khe hở giữa 2 trục cán S, v.v...

Hệ lỗ hình thường dùng ở máy cán liên tục:

- Với máy cán phôi: hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông; hệ thoi - vuông v.v...
- Với các máy cán hình: hệ ôvan - vuông; sáu cạnh-vuông-ôvan-tròn.

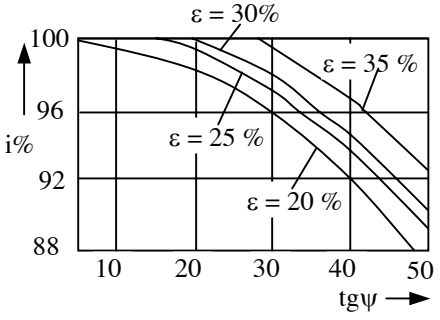
Nếu dùng hệ thống lỗ hình hộp thì nên thiết kế độ nghiêng của lỗ hình lớn vì có ưu điểm sau:

- Trong cùng một lỗ hình có thể cán với những lượng ép khác nhau khi thay đổi khe hở giữa 2 trục cán S.
- Giảm được lượng vượt trước nhờ giảm thấp ảnh hưởng của tốc độ cán.
- Giảm được áp lực của kim loại lên trục cán, nên giảm được ứng suất trong trục cán.
- Giảm độ mòn thành bên của lỗ hình nên tăng tuổi thọ của trục cán. Độ nghiêng thành lỗ hình ψ xác định theo công thức:

$$tg\psi = \frac{B_K - b_K}{2h_r} 100\%$$

Một số chú ý khi sử dụng lỗ hình hộp chữ nhật ở máy cán phôi liên tục:

- Chọn lượng ép $\frac{\Delta h}{H} = 20 \div 30\,\%$
- Chọn khe hở S giữa 2 trục cán S = 20 ÷ 30% chiều cao lỗ hình (chọn S lớn cho lỗ hình đầu).
- Chiều rộng đáy lỗ hình lấy bằng chiều rộng phôi vào lỗ hình $b_r = b_k$.
- Mức độ điền đầy lỗ hình theo góc nghiêng ψ và lượng ép tỷ đối ε. Ở đây :



H.6. 15. Sự phụ thuộc của tgψ vào sự điền đầy lỗ hình và lượng ép tỷ đối ε

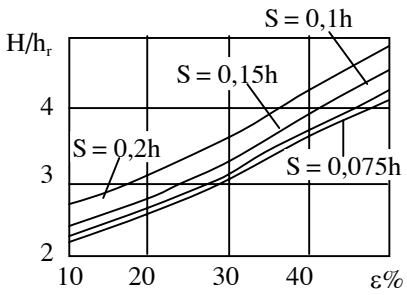
$$i = \frac{F_{phôi}}{F_{LH}} 100\% = 96 \div 98\% \qquad (6.28)$$

Thứ tự xác định các thông số của lỗ hình hộp:

① Chọn chiều rộng đáy lỗ hình b_r.

② Xác định i% (cho trước) theo (H.6.15), tìm ψ theo lượng ép tỷ đối ε%.

③ Chọn một tỷ số S theo đồ thị (H.6.16) tìm thị số $\frac{H}{h_r}$ theo đấy xác định trị số h_r (chiều sâu rãnh) của lỗ hình.



H.6.16. Xác định tỷ số H/h_r theo ε và khe hở giữa 2 trục S

④ Xác định các thông số khác:

$h = 2h_r + S;$

$B_K = b_K + 2h_r.tg\psi;$

⑤ Xác định các bán kính lượn:

$r = (0,12 \div 0,2)b_k;$ $r_1 = (0,08 \div 0,12)b_k;$

6.4.4. Ví dụ về thiết kế lỗ hình khi cán liên tục

Cho một máy cán phôi liên tục 630/450 để sản xuất các loại phôi. Như ta đã biết khi cán liên tục thì phải bảo đảm hằng số cán liên tục C. Trong trường hợp máy cán liên tục truyền động riêng lẻ thì quá trình thiết kế thì sẽ căn cứ vào hằng số C ở giá cuối cùng và tính ngược hướng cán để xác định số vòng quay cần thiết cho các giá cán tiếp theo trên cơ sở hằng số cán liên tục. Với những máy có truyền động chung thì quá trình tính toán cũng sẽ thực hiện ngược hướng cán và cũng trên cơ sở hằng số cán liên tục của giá cán cuối cùng. ở đây trên mỗi giá tiếp theo số vòng quay n của trục cán đã xác định. Muốn đảm bảo hằng số cán phải trên cơ sở kích thước lỗ hình và đường kính làm việc của trục cán.

a/ Các số liệu ban đầu

① Máy cán liên tục truyền động theo nhóm; Kích thước phôi ban đầu: 285 x 285 mm; Kích thước sản phẩm cuối cùng: 60 x 60 mm; Kích thước sản phẩm trung gian: 120 x 120 mm; Đường kính ban đầu của trục cán:

+ Nhóm thứ nhất: D = 630 mm.

+ Nhóm thứ hai: D = 450 mm.

② Dự kiến các kích thước vuông trung gian:

80 x 80 mm; 100 x 100 mm; 120 x 120 mm; 150 x 150 mm

③ Số vòng quay của trục cán ở các giá, (vòng/phút).

Nhóm giá cán thứ nhất (tám giá):

$n_1 = 9,2$ $n_3 = 15,8$ $n_5 = 26,46$ $n_7 = 38,76$

$n_2 = 11,6$ $n_4 = 20,4$ $n_6 = 31,86$ $n_8 = 48,42$

Nhóm giá cán thứ 2 (6 giá):

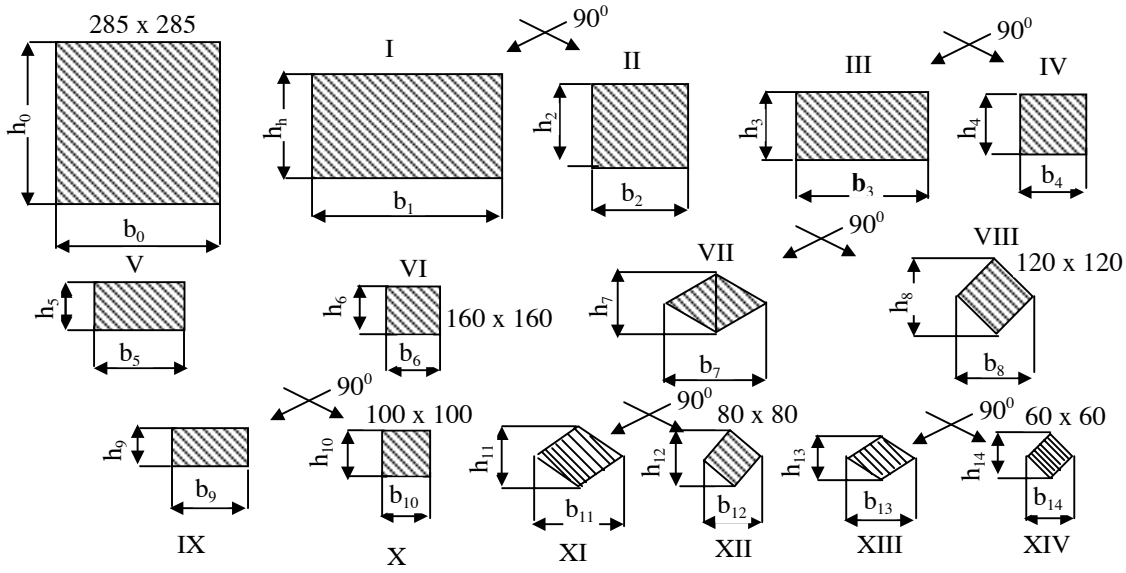
$N_9 = 61,64$ $n_{11} = 93,88$ $n_{13} = 155,6$

$N_{10} = 75,69$ $n_{12} = 115,75$ $n_{14} = 201,6$

④ Chọn hệ số kéo căng giữa các giá của nhóm giá cán thứ nhất k = 1,01 và ở nhóm giá cán thứ 2: k = 1,015.

⑤ Chọn hệ số hạn chế giãn rộng $k_{\Delta b}$ ở 2 giá đầu tiên $k_{\Delta b} = 1$, ở các giá cán còn lại $k_{\Delta b} = 0,7$.

b/ Các bước thiết kế và tính toán:



H.6.17. Sơ đồ ứng dụng để cán phôi vuông trên máy cán liên tục 630/450)0 x 100 mm; 120 x 120 mm; 150 x 150 mm sẽ cán được trên các giá thứ 6, thứ 8, thứ 10 và sản phẩm có tiết diện 80 x 80 mm; 60 x 60 mm sẽ cán được trên các giá cán thứ 12 và 14.

Trước tiên phải tính toán cho giá cán thứ 2 sau đó mới tính toán cho nhóm giá cán thứ nhất.

❶ Tính toán lỗ hình trục cán cho nhóm giá cán thứ hai.

Với sản phẩm có dung sai âm ta chọn cạnh vuông a_{14} ở trạng thái nóng đúng bằng kích thước 60 mm: $a_{14} = 60$ mm.

Để đảm bảo điều kiện ăn phôi bình thường khi tính toán dùng đường kính nhỏ nhất sau khi đã phục hồi lại trục cán lần cuối cùng.

- Tính hằng số cán liên tục ở giá cán cuối cùng (thứ 14):

Diện tích lỗ hình không có bán kính lượn:

$$F_{14} = a_{14}^2 = 60^2 = 3600\text{mm}^2 .$$

Đường kính làm việc của trục cán:

$$D_{k14} = D_0 - \frac{h_{14}}{2} = 450 - \frac{1,44.a_{14}}{2} = 408\text{mm} .$$

h_{14}: chiều cao lỗ hình ở giá 14.

Hằng số cán liên tục C_{14}:

$$C_{14} = F_{14}.D_{K14}.n_{14} = 3600.408.201,6 = 297.10^6 .$$

- Xác định hằng số cán liên tục từ giá 13 đến giá 9:

$$C_{13} = \frac{C_{14}}{1,015} = \frac{297.10^6}{1,015} = 293.10^6$$

$$C_{12} = \frac{C_{13}}{1,015} = \frac{293.10^6}{1,015} = 289.10^6$$

$$C_{11} = \frac{C_{12}}{1,015} = \frac{289.10^6}{1,015} = 285.10^6$$

$$C_{10} = \frac{C_{11}}{1,015} = \frac{285.10^6}{1,015} = 281.10^6$$

$$C_9 = \frac{C_{10}}{1,015} = \frac{281.10^6}{1,015} = 277.10^6$$

- Tính kích thước lỗ hình cho các giá 13 trục đứng và 14 trục nằm ngang:

Chiều cao lỗ hình vuông giá 14:

$h_{14} = 1,419.a_{14} = 1,414.60 = 85$ mm.

Chiều rộng lỗ hình vuông giá 14:

$b_{14} = h_{14} = 85$ mm.

Hệ số giãn dài trong cã 2 lỗ hình:

$$\mu_{13:14} = \frac{80.80}{60.60} = 1,78.$$

Chọn hệ số giãn dài ở giá 13 bằng giá 14:

$$\mu_{13} = \mu_{14} = \sqrt{\mu_{13:14}} = \sqrt{1,78} = 1,33.$$

Diện tích tiết diện vật cán sau lỗ hình 13:

$F_{13} = F_{14}.\mu_{14} = 3600.1,33 = 4780$ mm^2.

Để xác định được chiều cao lỗ hình thoi 13 cần phải biết được lượng giãn rộng khi cán phôi hình thoi trong lỗ hình vuông Δb_{14}.

Trị số Δb_{14} có thể tìm trên đồ thị (6.12a, b, c, d) không có trường hợp đường kính trục cán D = 450 mm nên phải xác định Δb_{14} theo phương pháp nội suy từ 2 đồ thị D = 500 mm (6.12b) và D = 350 mm (6.12c).

Với D = 500 mm ta có $\Delta b = 11$
Với D = 350 mm ta có $\Delta b = 8$ | $\Delta b_{14} = 11$ mm. Vậy:

Chiều cao lỗ hình thoi giá 13 là:

$h_{13} = b_{14} - \Delta b_{14} = 85 - 10 = 75$ mm.

Chiều rộng lỗ hình thoi giá 13 là:

$$b_{13} = \frac{2F_{13}}{h_{13}} = \frac{2.4780}{75} = 127\text{mm}.$$

Lượng ép trong lỗ hình vuông giá 14:

$\Delta h_{14} = b_{13} - h_{14} = 127 - 85 = 42$ mm.

Lượng ép trong lỗ hình thoi giá 13:

$$\Delta h_{13} = 1{,}41.a_{12} - h_{13} = 1{,}41.80 - 75 = 38 \text{ mm}.$$

Khoảng trống dành cho lượng giãn rộng trong lỗ hình thoi giá 13:

$$\Delta B_{13} = b_{13} - 1{,}41.a_{12} = 127 - 1{,}41.80 = 14 \text{ mm}.$$

Lượng giãn rộng tính toán trong lỗ hình thoi giá 13:

$$\Delta b_{13} = 0{,}4\sqrt{(1{,}41.a_{12} - 75)\frac{450-75}{2}} \approx 8\text{mm} \qquad (6.29)$$

Δb_{13} tính toán theo công thức có giá trị rất nhỏ so với khoảng trống dành cho nó ΔB_{13} . Vì vậy các kích thước của lỗ hình thoi giá 13 có thể giữ nguyên.

Đường kính làm việc của trục cán ở giá 13:

$$D_{K13} = \frac{C_{13}}{F_{13}.n_{13}} = \frac{293.10^6}{4780.155{,}5} = 396\text{mm}.$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 13:

$$D_{013} = D_{k13} + \frac{h_{13}}{2} = 396 + \frac{75}{2} = 433\text{mm.mm}\,.$$

Góc ăn ở giá 14:

$$\alpha_{14} = \arccos(1 - \frac{\Delta h_{14}}{D_{\min 14}}) = 26^0 30'$$

D_{min14} - đường kính ở chỗ sâu nhất của lỗ hình.

$$D_{\min 14} = D_{014} - h_{14} = 450 - 85 = 365\text{mm}\,.$$

Vậy: $$\alpha_{14} = \arccos(1 - \frac{42}{365}) = 28^0\,.$$

Góc ăn ở giá 13:

$$\alpha_{13} = \arccos(1 - \frac{38}{430-75}) = 26^0 30'$$

- Tính kích thước lỗ hình ở giá 11 và 12:

Hai lỗ hình này cũng là thoi (11) và vuông (12), vì thế phương pháp và trình tự tính toán cũng như đối với 2 lỗ hình 13 và 14.

Hệ số giãn dài ở với 2 lỗ hình 11 và 12:

$$\mu_{11:12} = \frac{F_{10}}{F_{12}} = \frac{100.100}{80.80} = 1{,}78 \text{ chọn:}$$

$$\mu_{11} = \mu_{12} = \sqrt{\frac{100^2}{80^2}} = 1{,}25\,.$$

Theo đồ thị (6.12) xác định được Δb_{12} = 9 mm, do đó:

$$h_{11} = b_{12} - 9 = 1{,}41.80 - 9 = 104 \text{ mm}.$$

$$b_{11} = \frac{2F_{11}}{h_{11}} = 154\text{mm}.$$

Khoảng trống dành cho lượng giãn rộng ở lỗ hình thoi:

$$\Delta B_{11} = b_{11} - 1{,}41.a_{10} = 154 - 1{,}41.100 = 13 \text{ mm}.$$

Lượng giãn rộng tính toán trong lỗ hình thoi giá 11:

$$\Delta b_{11} = 0{,}4\sqrt{(1{,}41.a_{10} - h_{11})\frac{D_0 - h_{11}}{2}} = 0{,}4\sqrt{(1{,}41.100 - 104)\frac{450 - 104}{2}} = 8{,}5\text{mm}$$

Vì vậy các kích thước của lỗ hình thoi không phải tính lại.

Mức độ điền đầy lỗ hình:

$$i = \frac{141 + 8{,}5}{154}100\% = 97\%.$$

Các lỗ hình tiếp theo tính theo hệ số hình hộp chữ nhật - vuông.

Khi tính theo hệ thoi-vuông thì biến dạng theo chiều rộng lỗ hình là không đồng đều. Các số liệu tính toán trên đây cho lượng ép trong lỗ hình (14, 13, 12, 11) đều lấy theo chiều cao tối đa. Song để tính toán lượng ép hợp lý hơn thì nên lấy theo lượng ép trung bình trên cơ sở diện tích tiết diện tương đương.

- Tính lỗ hình 10:

Tiết diện lỗ hình vuông không có bán kính lượn:

$$F_{10} = 100 \text{ x } 100 = 10.000 \text{ mm}^2.$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 10:

$$D_{K10} = \frac{C_{10}}{F_{10}.n_{10}} = \frac{281.10^6}{10000.75{,}69} = 382\text{mm}$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 10:

$$D_{010} = D_{k10} + h_{10} = 382 + 100 = 482\text{mm.mm}.$$

Góc ăn ở giá 10:

$$\alpha_{10} = 23^0 = 0{,}401\text{rad}$$

$$\cos\alpha_{10} = \cos 230 = 0{,}920$$

Lượng ép tuyệt đối ở giá 10:

$$\Delta h_{10} = D_{010}(1 - \cos\alpha_{10}) = 482.(1 - 0{,}920) = 27\text{mm}.$$

Chiều cao của phôi vào lỗ hình 10:

$$H_{10} = h_{10} + \Delta h = 100 + 27 = 127 \text{ mm}.$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 10:

$$\Delta b_{10} = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_{10}.k_{\Delta b}}{(h_9 + h_{10})\left[1 + (1+\alpha_{10})\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_{10}}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.97.27.0,7}{(127+100)\left[1 + (1+0,401)\left(\frac{97}{191.0,401}\right)^2\right]} = 5\text{mm}$$

b_{tb} = 97 mm (cho rằng b = 100 mm ra khỏi lỗ hình, B là chiều rộng phôi vào lỗ hình, B < b).

- Tính lỗ hình 9:

Chiều cao của lỗ hình 9:

$h_9 = b_{10} - \Delta b_{10} = 100 - 5 = 95$ mm.

Chiều rộng của lỗ hình 9:

$b_9 = H_{10} = 127$ mm.

Diện tích tiết diện của lỗ hình 9:

$F_9 = h_9.b_9 = 95 \text{ x } 127 = 12.000 \text{ mm}^2$.

Hệ số giãn dài ở giá 10:

$$\mu_{10} = \frac{F_9}{F_{10}} = \frac{12000}{10000} = 1,2\,.$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 9:

$$D_{K9} = \frac{C_9}{F_9.n_9} = \frac{277.10^6}{12000.61,64} = 374\text{mm}$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 9:

$$D_{09} = D_{k9} + h_9 = 374 + 95 = 469\text{mm.mm}\,.$$

Góc ăn ở giá 9:

$$\alpha_9 = 21^0 = 0,366\text{rad}$$

$$\cos\alpha_9 = \cos 21^0 = 0,932$$

Lượng ép tuyệt đối ở giá 9:

$$\Delta h_9 = D_{K9}(1 - \cos\alpha_9) = 374.(1 - 0,932) = 25\text{mm}\,.$$

Chiều cao của vật cán vào lỗ hình 9:

$H_9 = h_9 + \Delta h = 95 + 25 = 120$ mm.

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 9 với b_{tb} = 125 (cho rằng b_9 = 127 mm; H_9 = B_9 =120 mm):

$$\Delta b_9 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_9.k_{\Delta b}}{(H_9 + h_9)\left[1 + (1+\alpha_9)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_9}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.125.25.0,7}{(120+95)\left[1 + (1+0,366)\left(\frac{125}{187.0,366}\right)^2\right]} = 5mm$$

Chiều rộng của vật cán lúc vào lỗ hình 9:

$$B_9 = b_9 - \Delta b_9 = 127 - 5 = 122 \text{ mm.}$$

Cần phải hiệu chỉnh lại lỗ hình ở giá 9 và 10.

Theo dự kiến trên giá 8 cần một phôi vuông 120 x120 mm. Theo kết quả tính toán lại có 12o x 122 mm. Để loại trừ được sai sót này phải thay đổi kích thước vật cán vào giá 10. Để làm được điều này có 2 phương pháp:

Phương pháp 1:

Tự chọn một lượng ép ở giá 10 (tham khảo giá trị Δh_{10} đã tính toán được):

$$\Delta h_{10} = 25 \text{ mm}$$

Chiều cao của vật cán vào lỗ hình 10:

$$H_{10} = h_{10} + \Delta h_{10} = 100 + 25 = 125 \text{ mm.}$$

Góc ăn ở giá 10:

$$\alpha_9 = \arccos(1 - \frac{\Delta h_{10}}{D_{K10}}) = \arccos(1 - \frac{25}{382}) = 21^0 = 0,366rad$$

$$\cos\alpha_{10} = \cos 21^0 = 0,932$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 10 với $b_{tb} = 125$ (cho rằng $h_{10} = 100$ mm; $H_{10} = 120$ mm):

$$\Delta b_{10} = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_{10}.k_{\Delta b}}{(H_{10} + h_{10})\left[1 + (1+\alpha_{10})\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_{10}}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.125.25.0,7}{(125+100)\left[1 + (1+0,366)\left(\frac{125}{187.0,366}\right)^2\right]} = 5mm$$

Chiều rộng của vật cán khi vào lỗ hình 10:

$$B_{10} = b_{10} - \Delta b_{10} = 100 - 5 = 95 \text{ mm.}$$

Diện tích tiết diện của lỗ hình 9:

$$F_9 = h_9.b_9 = H_{10}.B_{10} = 125 \text{ x } 95 = 11.650 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài ở giá 10:

$$\mu_{10} = \frac{F_9}{F_{10}} = \frac{11650}{10000} = 1{,}16 .$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 9:

$$D_{K9} = \frac{C_9}{F_9 . n_9} = \frac{277.10^6}{11650.61{,}64} = 385\text{mm}$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 9:

$$D_{09} = D_{k9} + h_9 = 385 + 95 = 480\text{mm.mm} .$$

Lượng ép tuyệt đối vẫn giữ nguyên như trước:

$$\Delta h_9 = 25 \text{ mm}$$

Chiều cao của vật cán đưa vào lỗ hình 9:

$$H_9 = h_9 + \Delta h = 95 + 25 = 120 \text{ mm.}$$

Góc ăn ở giá 9:

$$\alpha_9 = 20^0 30' = 0{,}38\text{rad}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 9 với $b_{tb} = 122$:

$$\Delta b_9 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_9.k_{\Delta b}}{(H_9 + h_9)\left[1 + (1 + \alpha_9)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_9}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.122.25.0{,}7}{(120 + 95)\left[1 + (1 + 0{,}38)\left(\frac{125}{192.0{,}38}\right)^2\right]} = 5{,}2 \approx 5\text{mm}$$

Chiều rộng của vật cán khi vào lỗ hình 9:

$$B_9 = b_9 - \Delta b_9 = 125 - 5 = 120 \text{ mm.}$$

Diện tích tiết diện của lỗ hình 9:

$$F_9 = b_9.h_9 = 125 \text{ x } 95 = 11.650 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài ở giá 9:

$$\mu_9 = \frac{F_8}{F_9} = \frac{120^2}{11650} = 1{,}24 .$$

Phương pháp 2:

Sử dụng một số biểu thức để xác định lại kích thước cần tìm khi đã biết kích thước vật cán vào một số lỗ hình nhất định và kích thước của lỗ hình tiếp theo. Phương pháp này thuận tiện khi sai số giữa tính toán và kích thước cần xác định không lớn.

Có thể dùng các biểu thức sau để tính:

$$h_9 = \frac{b_{10} - k_{10}(b_8 + k_9.h_8 - h_{10})}{1 - k_9.k_{10}} \qquad (6.30)$$

$$b_9 = b_8 + k_9(h_8 - h_9) \qquad (6.31)$$

Trong đó:

h_9: chiều cao của vật cán khi ra khỏi lỗ hình 9 (sau hiệu chỉnh)

b_9: chiều rộng của vật cán khi ra khỏi lỗ hình 9 (sau hiệu chỉnh)

k_9, k_{10}: các hệ số hạn chế giãn rộng ở giá 9 và 10.

$$k_9 = \frac{\Delta b_9}{\Delta h_9} = \frac{5}{25} = 0{,}2.$$

$$k_{10} = \frac{\Delta b_{10}}{\Delta h_{10}} = \frac{5}{27} = 0{,}185.$$

Vậy suy ra chiều cao của vật cán sau hiệu chỉnh:

$$h_9 = \frac{100 - 0{,}185(120 + 0{,}2.122 - 100)}{1 - 0{,}2.0{,}185} = 95\text{mm}$$

Chiều rộng vật cán sau hiệu chỉnh:

$$b_9 = 120 + 0{,}2.(122 - 15) = 125 \text{ mm}.$$

Kích thước của lỗ hình hộp chữ nhật xác định được giống như khi hiệu chỉnh theo phương pháp thứ nhất nên các thông số khác như đường kính làm việc, lượng giãn rộng, góc ăn là không thay đổi.

❷ Tính toán lỗ hình trục cán cho nhóm giá cán I

Xác định hằng số cán liên tục cho nhóm giá cán thứ nhất khi có bán kính lượn:

$$C_8 = 0{,}98.F_8.D_{k8}.n_8$$

Đường kính làm việc của trục cán giá 8:

$$D_{k8} = D_{08} - \frac{h_8}{2} = 639 - \frac{1{,}41.120}{2} = 545\text{mm}.$$

Vậy: $C_8 = 0{,}98.F_8.D_{k8}.n_8 = 0{,}98.14400.545.48{,}42 = 380.10^6$

- Xác định hằng số cán liên tục từ giá 7 đến giá 1:

$$C_7 = \frac{C_8}{1{,}01} = \frac{380.10^6}{1{,}01} = 377.10^6$$

$$C_6 = \frac{C_7}{1{,}01} = \frac{377.10^6}{1{,}015} = 374.10^6$$

$$C_5 = \frac{C_6}{1{,}01} = 371.10^6$$

$$C_4 = \frac{C_5}{1{,}01} = 368.10^6$$

$$C_3 = \frac{C_4}{1{,}01} = 365.10^6$$

$$C_2 = \frac{C_3}{1,01} = 362.10^6$$

$$C_1 = \frac{C_2}{1,01} = 359.10^6$$

- Tính kích thước lỗ hình cho các giá 7 trục đứng và 8 trục nằm ngang:

Chiều cao lỗ hình vuông giá 8:

$h_8 = 1,41.a_8 = 1,41.120 = 169$ mm.

Chiều rộng lỗ hình vuông giá 8:

$b_8 = h_8 = 169$ mm.

Diện tích tiết diện của lỗ hình 8 (không có bán kính lượn):

$F_8 = 120 \text{ x } 120 = 14400 \text{ mm}^2$.

Hệ số giãn dài trong cả giá 7 và giá 8:

$$\mu_{7,8} = \frac{150.150}{120.120} = 1,56 .$$

Ta phân bố hệ số giãn dài trên giá 7 và giá 8 như nhau:

$$\mu_7 = \mu_8 = \sqrt{\mu_{7,8}} = \sqrt{1,56} = 1,25$$

Diện tích vật cán sau lỗ hình thoi ở giá 7 (không bán kính lượn):

$$F_7 = F_8.\mu_8 = 14400.1,25 = 18.000 \text{mm}^2 .$$

Nếu có bán kính lượn:

$F_7 = 0,98.18000 = 17600 \text{ mm}^2$.

Lượng giãn rộng của phôi hình thoi trong lỗ hình vuông 8 xác định trên đồ thị (6.12):

$\Delta b_8 = 13$ mm

Chiều cao lỗ hình thoi giá 7 là:

$h_7 = b_8 - \Delta b_8 = 169 - 13 = 156$ mm.

Chiều rộng lỗ hình thoi giá 7 không bán kính lượn là:

$$b_7 = \frac{2F_7}{h_7} = \frac{2.18000}{156} = 230\text{mm}.$$

Lượng ép tuyệt đối trong lỗ hình vuông giá 8:

$\Delta h_8 = b_7 - h_8 = 230 - 169 = 61$ mm.

Lượng ép tuyệt đối trong lỗ hình thoi giá 7:

$\Delta h_7 = 1,41.a_6 - h_7 = 1,41.150 - 156 = 56$ mm.

Đường kính làm việc trục cán ở giá 7:

$$D_{K7} = \frac{C_7}{F_7.n_7} = \frac{377.10^6}{17600.38,74} = 555\text{mm}$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 7:

$$D_{07} = D_{k7} + \frac{h_7}{2} = 555 + \frac{156}{2} = 633\text{mm}.$$

Khoảng trống dành cho lượng giãn rộng ở lỗ hình thoi 7:

$$\Delta b_7 = b_7 - 1{,}41.a_6 = 226 - 1{,}41.150 = 14 \text{ mm}.$$

Lượng giãn rộng tính toán cán phôi vuông trong lỗ hình thoi giá 7:

$$\Delta b_7 = 0{,}4\sqrt{(1{,}41.a_6 - h_7)\frac{D_{07} - h_7}{2}} = 0{,}4\sqrt{(1{,}41.150 - 156)\frac{633 - 156}{2}} = 12{,}2\text{mm}$$

Vì vậy các kích thước của lỗ hình thoi không phải tính lại.

Góc ăn ở giá 8:

$$\alpha_8 = 28^0 40'$$

Góc ăn ở giá 7:

$$\alpha_7 = \arccos(1 - \frac{56}{633 - 150}) = 25^0 20'$$

Khi tính toán các đại lượng về lượng ép Δh, đường kính làm việc v.v...theo hệ thống thoi-vuông nên dùng lượng ép trung bình trên cơ sở tiết diện tương đương như đã học ở chương 2.

Tính toán kích thước của hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông từ 1 ÷ 6:

- Tính lỗ hình 6:

Tiết diện lỗ hình vuông có bán kính lượn:

$$F_6 = 0{,}98.100^2 = 22.050 \text{ mm}^2.$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 6:

$$D_{K6} = \frac{C_6}{F_6.n_6} = \frac{374.10^6}{22050.31{,}84} = 530\text{mm}.$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 6:

$$D_{06} = D_{k6} + h_6 = 530 + 150 = 680\text{mm}.$$

Góc ăn ở giá 6:

$$\alpha_6 = 24^0 = 0{,}419\text{rad}$$

$$\cos\alpha_6 = \cos 24^0 = 0{,}913$$

Lượng ép tuyệt đối ở giá 6:

$$\Delta h_6 = D_{k6}(1 - \cos\alpha_6) = 530.(1 - 0{,}913) = 45\text{mm}.$$

Chiều cao của phôi vào lỗ hình 6:

$$H_6 = h_6 + \Delta h_6 = 150 + 45 = 195 \text{ mm}.$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 6 với $b_{tb} = 145$ mm :

$$\Delta b_6 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_6.k_{\Delta b}}{(H_6 + h_6)\left[1 + (1+\alpha_6)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_6}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.145.45.0,7}{(195+150)\left[1 + (1+0,419)\left(\frac{145}{265.0,419}\right)^2\right]} = 7,5 \approx 8mm$$

- Tính lỗ hình 5:

Chiều cao của lỗ hình 5:

$$h_5 = b_6 - \Delta b_6 = 150 - 8 = 142 \text{ mm.}$$

Chiều rộng của lỗ hình 5:

$$b_5 = H_6 = 195 \text{ mm.}$$

Diện tích tiết diện của lỗ hình 5:

$$F_9 = 0,98.(h_5.b_5) = 0,98.195 \text{ x } 142 = 27200 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài ở giá 6:

$$\mu_6 = \frac{F_5}{F_6} = \frac{27200}{22050} = 1,23.$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 5:

$$D_{K5} = \frac{C_5}{F_5.n_5} = \frac{371.10^6}{27200.26,46} = 515mm$$

Đường kính danh nghĩa của trục cán ở giá 5:

$$D_{05} = D_{k5} + h_5 = 515 + 142 = 657mm..$$

Góc ăn ở giá 5:

$$\alpha_5 = 25^0 = 0,436rad$$

$$\cos\alpha_5 = \cos 25^0 = 0,906$$

Lượng ép tuyệt đối ở giá 5:

$$\Delta h_5 = D_{K5}(1 - \cos\alpha_5) = 515.(1 - 0,906) = 48,3 \approx 48mm.$$

Chiều cao của vật cán vào lỗ hình 5:

$$H_5 = h_5 + \Delta h_5 = 142 + 48 = 190 \text{ mm.}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 5 với $b_{tb} = 190$:

$$\Delta b_5 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_5.k_{\Delta b}}{(H_5 + h_5)\left[1 + (1+\alpha_5)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_5}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.190.48.0,7}{(190+142)\left[1 + (1+0,436)\left(\frac{190}{252.0,436}\right)^2\right]} = 7,2 \approx 7mm$$

Các lỗ hình tiếp theo từ 1 ÷ 4 của hệ lỗ hình hộp chữ nhật - vuông đều có cách tính tương tự như trên và kết quả tham khảo cho ở bảng (6.5).

Quá trình tính toán ngược hướng cán nên kích thước của hình ở giá trước là:

- Khi không lật vật cán: h' = h + Δh; b' = b - Δb.

- Khi không lật vật cán: h' = b - Δb; b' = h + Δh.

Hiệu chỉnh lại kích thước ở giá 1 và giá 2.

Theo số liệu tính toán ngược hướng cán thì nhận được phôi có kích thước 285 × 288, khác với phôi đã cho ban đầu là: 285 × 285. Sự khác nhau này phải khắc phục ở lần cán 1 và 2.

Để hiệu chỉnh lại ta lấy: $\Delta h_2 = 50$ mm

Với chiều cao phôi vào lỗ hình 2 sẽ là:

$$H_2 = h_2 + \Delta h_2 = 240 + 50 = 290 \text{ mm}$$

Góc ăn ở lỗ hình 2: $\alpha_2 = 24^0 50' = 0,433rad$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 2 với $b_{tb} = 240$ mm:

$$\Delta b_2 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_2.k_{\Delta b}}{(H_2 + h_2)\left[1 + (1+\alpha_2)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_2}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.240.50.1}{(290+240)\left[1 + (1+0,433)\left(\frac{240}{270.0,433}\right)^2\right]} = 6,8 \approx 7mm$$

Chiều rộng phôi đưa vào lỗ hình 2:

$$B_2 = b_2 - \Delta b_2 = 242 - 7 = 235 \text{ mm}.$$

Bảng 6.5. Kết quả tính toán kích thước lỗ hình hộp chữ nhật - vuông từ giá I ÷ IV của máy cán liên tục 630/450

Lỗ hình	n vòng/phút	C $C.10^6$	B	b'	F	D_K	D_0	α		Δh	b_{TB}	Δb	μ
								Độ	Rad				
IV	31,76	374	150	150	22050	530	680	24	0,419	45	145	8	1,23
Lật thép													
V	26,46	371	142	195	27200	515	657	25	0,436	48	190	7	1,29
IV	20,40	368	190	188	35000	500	690	29	0,506	60	184	8	1,26
Lật thép													
III	15,8	365	180	250	44000	510	690	29	0,506	60	245	8	1,29
II	11,6	362	240	242	57000	550	790	20	0,453	54	240	7	1,18
Lật thép													
I	9,2	359	235	291	68000	575	810	24	0,419	50	293	6	

α - Góc ăn cho phép; n - số vòng quay của trục cán
b - Kích thước phôi sau mỗi lần cán (mm).
B - Kích thước sản phẩm sau mỗi lần cán (mm).
Δb - Lượng giãn rộng tính toán cho mỗi lần cán.
Δh - Lượng ép sau mỗi lần cán (mm).
μ_1: Hệ số dãn dài tính toán cho mỗi lần cán.
D_K - Đường kính làm việc trung bình của mỗi lần cán (mm).
D_0 - Đường kính ban đầu của trục cán (mm).
F - Diện tích tiết diện phôi cán (mm^2).
C - Hằng số cán liên tục.

- Trên giá 1:

Diện tích tiết diện phôi sau lỗ hình 1:

$$F_1 = 0,98.(h_1.b_1) = 0,98.(290 \text{ x } 235) = 66787 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài ở giá 2:

$$\mu_2 = \frac{F_1}{F_2} = \frac{66787}{57000} = 1,18.$$

Diện tích tiết diện phôi trước khi vào lỗ hình 1:

$$F_0 = 0,98.(h_0.b_0) = 0,98.(285 \text{ x } 285) = 79.600 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài ở giá 1:

$$\mu_1 = \frac{F_0}{F_1} = \frac{79600}{66787} = 1,19.$$

Đường kính làm việc trục cán ở giá 1:

$$D_{K1} = \frac{C_1}{F_1.n_1} = \frac{359.10^6}{66787.9,2} = 582\text{mm}$$

Đường kính ban đầu của trục cán ở giá 1:

$$D_{01} = D_{k1} + h_1 = 582 + 235 = 50\text{mm}..$$

Lượng ép tuyệt đối ở giá 1:

$$\Delta h_1 = H_0 - h_1 = 285 - 235 = 50\text{mm}.$$

Góc ăn ở lỗ hình 1:

$$\alpha_1 = 24^0 = 0{,}419\text{rad}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình 1 với b_{tb} = 287 mm:

$$\Delta b_1 = \frac{2.b_{tb}.\Delta h_1.k_{\Delta b}}{(H_0 + h_1)\left[1 + (1+\alpha_1)\left(\frac{b_{tb}}{R.\alpha_1}\right)^2\right]} =$$

$$\frac{2.287.50.1}{(285+235)\left[1 + (1+0{,}419)\left(\frac{287}{286.0{,}419}\right)^2\right]} = 5{,}2 \approx 5\text{mm}$$

Các số liệu tính toán được thống kê trong bảng (6.6).

Khe hở giữa hai vành trục cán lấy như nhau:

- Ở nhóm thứ nhất S = (0,15 ÷ 0,2)h.
- Ở nhóm thứ nhất S = (0,15 ÷ 0,2)h.

Trên đây chúng ta đã xem xét cách thiết kế lỗ hình cho máy cán liên tục đối với hệ thống lỗ hình hộp chữ nhật - vuông và thoi - vuông. Quá trình thiết kế sẽ tương tự khi sử dụng hệ thống lỗ hình ôvan - vuông, 6 cạnh vuông hoặc ôvan - tròn. Các hệ thống này được sử dụng rất rộng rãi trên các máy cắt hình cỡ trung, cỡ nhỏ và máy cán dây thép liên tục.

Bảng 6.6: *Kích thước lỗ hình nhóm giá 630 máy cán liê*

Số giá	Dạng lỗ hình	Kích thước lỗ hình			Δh	Δb	F	n	D_K	D	C $c.10^6$	μ	α	
		h	b	a									D_{max}	D_{min}
1	Phôi	285	285	285	-	-	79600	-	-	-	-	-	24^0	$25^030'$
	Hộp	235	290	-	50	5	67400	9,2	582	817	359	1,19		
Lật thép														
2	Hộp	240	212	-	54	7	57000	11,6	550	790	362	1,18	$24^050'$	$26^030'$
3	Hộp	180	250	-	60	8	44000	15,8	510	690	365	1,29	$28^010'$	$28^040'$
Lật thép														
4	Hộp	190	188	-	60	8	35000	20,4	500	690	368	1,26	$28^020'$	$28^030'$
5	Hộp	142	195	-	48	7	27200	26,46	515	657	371	1,29	25^0	$26^030'$
Lật thép														
6	Hộp	150	150	150	45	8	22050	31,46	530	680	374	1,23	24^0	$25^010'$
Lật thép														
7	Thoi	156	226	-	56	12	17600	38,74	555	633	377	1,25	$25^010'$	$26^030'$
Lật thép														
8	Vuông	169	169	120	57	13	14400	48,42	545	630	380	1,25	$28^040'$	30^0

h - chiều cao, mm; b - chiều rộng, mm a - cạnh vuông, mm; Δh - lượng ép, mm; Δb - lượng giãn rộng, mm; F - Diện tích tiết diện, mm^2

n - số vòng quay của trục cán, vòng/phút; D_K - Đường kính làm việc trục cán, mm;

D - Đường kính ban đầu, mm

C - hằng số cán liên tục $C.10^6$; μ - hệ số giãn dài;

α - góc ăn cho phép, độ (^{0});

Chương 7

SẢN XUẤT THÉP HÌNH

7. 1. SẢN XUẤT THÉP HÌNH TRÊN MÁY CÁN HÌNH CỠ LỚN

7.1.1. Các loại sản phẩm thép hình

Các loại sản phẩm thép hình cỡ lớn đa số được sản xuất ra trên máy cán hình cỡ lớn, còn lại một số ít được sản xuất trên máy cán ray-dầm. Các loại sản phẩm thép hình cỡ lớn cũng bao gồm các loại thép ray, thép chữ I, chữ U, thép chữ T, chữ L, thép góc, thép vuông, tròn v.v...Các loại sản phẩm này có kích thước tiết diện và trọng lượng theo chiều dài được sản xuất trên máy cán hình cỡ lớn 650 và 550 trình bày trong Bảng 7.1:

Bảng 7.1: Một số sản phẩm của máy cán hình cỡ lớn 650 và 550

Loại máy cán	Kích thước sản phẩm							
	Thép tròn ϕ (mm)	Thép vuông a (mm)	Thép bản (mm)	Ray (kg/m)	Chữ T (mm)	Chữ I	Chữ U	Thép góc (mm)
650	70÷220	70x70÷220x220	350	24÷33	220	$N^0$16÷$N^0$30	$N^0$16÷$N^0$30	90x90 ÷ 220x220
550	50÷150	50x50÷150x150	300	24	150	$N^0$10÷$N^0$20	$N^0$10÷$N^0$20	75x75÷ 150x150

Đối với máy cán hình 750 và lớn hơn thì sản phẩm trên có kích thước lớn hơn.

7.1.2. Máy cán hình cỡ lớn

Máy cán hình cỡ lớn có đường kính trục cán tinh từ 500 ÷ 750 mm và có khi lớn hơn thường được bố trí theo kiểu hàng và được chia ra 2 nhóm: nhóm cán thô và nhóm cán tinh.

a/ Nhóm giá cán thô:

Gồm một giá cán 2 trục đảo chiều có đường kính trục D = 800 mm đặt ở hàng thứ nhất và 1 giá cán thô 3 trục đặt ở hàng thứ 2. Vật liệu ban đầu của máy cán có khi là thỏi đúc cũng có khi là phôi. Các giá cán thô có nhiệm vụ cán thô các dầm chữ I, U, T và các loại hình cỡ lớn khác.

Riêng đối với máy cán thô 2 trục đảo chiều này có vốn đầu tư cơ bản và tổng chi phí lớn hơn so với giá cán thô 3 trục. Giá cán thô đảo chiều này cho phép thay đổi lượng ép theo sơ đồ riêng độc lập và cho ta một khả năng với lượng ép lớn vì vậy mà số lần cán được giảm đi.

b/ Nhóm giá cán tinh:

Gồm 2 giá cán trong đó có 1 giá cán 3 trục và một giá cán 2 trục. Giá cán 2 trục có đường kính trục 650 mm. Giá cán 2 trục này dùng để cán tinh lại lần cuối

cùng cho sản phẩm. Sử dụng giá cán tinh 2 trục có ưu điểm: Độ cứng vững lớn, điều chỉnh trục nhanh và chính xác bảo đảm chất lượng sản phẩm v.v...

Trục cán của giá cán tinh 2 trục quay được nhờ một động cơ riêng biệt truyền động qua trục bánh răng chữ V và trục khớp nối vạn năng. Giữa giá cán 2 trục và 3 trục người ta đặt dự phòng một thiết bị truyền động bằng khớp nối vạn năng để khi có một sự cố nào đó xảy ra với một trục nối nào của hệ thống thì trục nối dự phòng sẽ làm việc. Như vậy tất cã các trục cán của 2 giá cán đó vẫn làm việc bình thường bằng một động cơ điện khác.

Đối với các loại máy cán hình cỡ lớn nói riêng và cán hình hiện đại ngày nay thì các trục cán có số vòng quay thay đổi tương đối rộng vì có một động cơ điện có khả năng điều chỉnh tốc độ trong một khoảng rộng và chính xác. Ngoài ra máy còn có một hệ thống đường con lăn chuyển dịch phôi hoàn toàn tự động có máy đảo lật phôi, cơ cấu dịch chuyển, bàn nâng thuỷ lực và các cơ cấu cơ khí hiện đại khác.

Đa số các máy cán hình cỡ lớn loại (650 ÷ 750) mm được đặt trong các nhà máy cán thép có máy cán Ray-Dầm cỡ lớn. Bố trí như vậy có thể sản xuất được tất cả các loại thép hình cỡ lớn có kích thước khác nhau.

Các loại máy cán hình hiện đại dùng để cán các thép hình cỡ lớn có chân rộng, nó khác với máy cán vạn năng ở giá cán tinh cuối cùng là loại giá cán tinh 2 trục.

Máy cán hình cỡ lớn thường được bố trí hàng, đôi khi bố trí theo hình chữ Z (còn gọi là bàn cờ). Sự phân chia các loại máy cán hình cũng phụ thuộc vào quy ước của từng nước. Ở Việt Nam thì sự phân chia như sau: máy cán hình cỡ lớn 500 có nghĩa là máy cán hình cỡ lớn ấy có giá cán tinh cuối cùng là giá 500.

Khi nói giá cán 500, thì ta hiểu rằng giá cán ấy có khoảng cách tâm của 2 trục bánh răng chữ V là 500 mm, còn đường kính trục cán trong giá 500 có kích thước từ (500 ÷ 530) mm. Một máy cán hình cỡ lớn có thể có từ (3 ÷ 7) giá cán.

7.1.3. Quy trình công nghệ sản xuất thép hình trên máy cán hình cỡ lớn

Các máy cán hình cỡ lớn sản xuất ra các loại thép chữ I, U, T, thép đương ray, thép tròn, vuông, góc cỡ lớn và các loại khác. Quy trình công nghệ sản xuất cho từng loại thép hình có những đặc điểm và quy trình khác nhau nhưng quy chung lại đều qua các bước sau:

① Chọn phôi ban đầu và làm sạch bề mặt

Máy cán hình cỡ lớn dùng các loại phôi thỏi của máy cán phá Bluimin hoặc của máy cán phôi có kích thước tiết diện từ (125 x 125) mm đến (200 x 200) mm. chiều dài của phôi từ (5 ÷ 6) m và có trọng lượng từ (0,6 ÷ 1,8) tấn.

Khử khuyết tật và làm sạch bề mặt của phôi hoàn toàn giống như công việc khử khuyết tật và làm sạch bề mặt của phôi cán trong chương 6. Công việc khử

khuyết tật của phôi ở đây có phần nào đơn giản hơn vì phôi đã qua tinh chỉnh sau khi cán phôi, ngoài ra phôi ban đầu rất ít khi dùng là loại thỏi đúc thuần tuý.

② Nung phôi trước khi cán:

Đây là một khâu vô cùng quan trọng trong quy trình công nghệ sản xuất thép hình. Đối với các loại phôi của thép hình cỡ lớn thì chế độ nung và các yêu cầu chung của quá trình nung phôi cũng giống như khi nung phôi cán nói chung. Nghĩa là nung tới nhiệt độ cán đã quy định mà phôi không bị cháy, không bị quá nhiệt v.v... Kinh nghiệm cho thấy rằng:

- Đối với các loại thép cácbon có hàm lượng thấp (<0,45%) như thép C08 ÷ C40. Các loại thép hợp kim thấp như 15Mn, 30Mn2, 15CrMo v.v...thì phôi nung tới nhiệt độ từ $(1200 \div 1220)^0$C là tốt nhất.

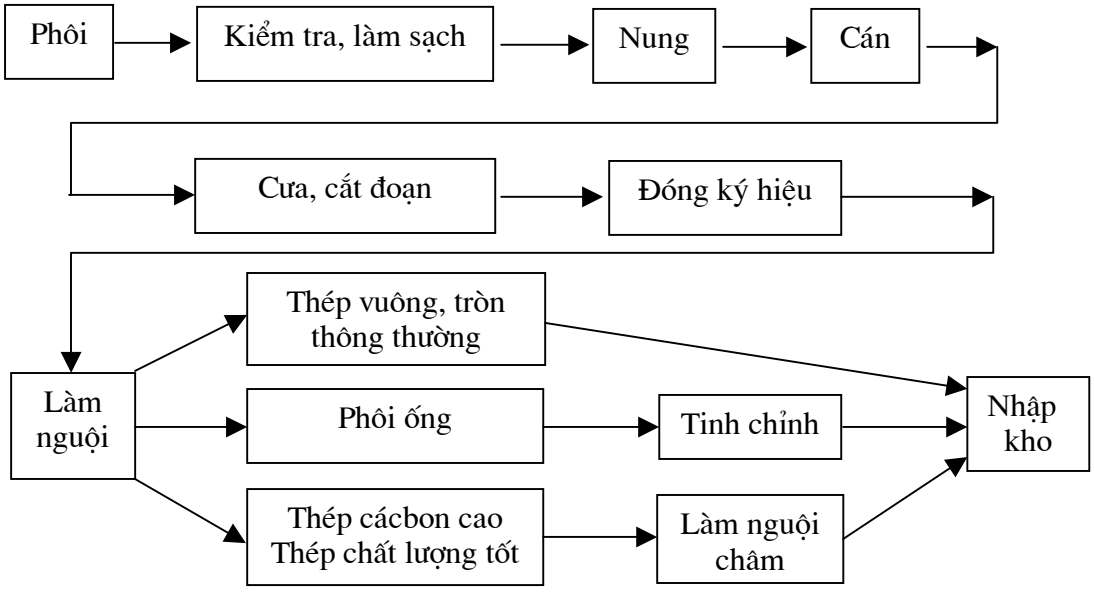
- Các loại thép cácbon cao như C50, C60, C65; các loại thép hợp kim 60CrSi2, 30CrNi3, 35CrMnSiA v.v... thì nhiệt độ nung của phôi là $(1140 \div 1200)^0$C.

- Các loại thép C70, C85, CD70, CD80 v.v...có nhiệt độ nung phôi tốt nhất là $(1140 \div 1160)^0$C.

trong cán hình cỡ lớn thì các loại sản phẩm cán đều là các loại thép cácbon thường và thấp, các loại thép hợp kim thấp cho nên chúng ta tiến hành nung phôi đến nhiệt độ từ $(1200 \div 1220)^0$C là tốt nhất và được nung trong lò liên tục.

③ Công nghệ cán

Khi nung phôi tới nhiệt độ cán đã quy định thì được đẩy ra khỏi lò và chạy trên đường con lăn tới giá cán thô đầu tiên. Vật cán lần lượt qua các lỗ hình của giá cán thô, giá cán trước tinh và giá cán tinh cuối cùng để ra sản phẩm. Tuỳ theo kích thước khác nhau và các loại sản phẩm khác nhau mà số lần cán cũng khác nhau. Các bước công nghệ cán các loại thép chữ I, U, T, đường ray, thép tròn, vuông v.v... được vắn tắt biểu diễn như sau:



Một điều cần chú ý là phải kết thúc cán đúng vào nhiệt độ đã quy định để chất lượng sản phẩm được tốt và có các tính năng kỹ thuật đạt yêu cầu, các loại thép hình cỡ lớn không phải nhiệt luyện.

Máy cán hình cỡ lớn 650 được bố trí làm 2 hàng. Hàng thứ nhất chỉ bố trí một máy cán phá 2 trục đảo chiều có đường kính trục cán = 800 mm. hàng thứ 2 bố trí 3 giá cán bao gồm 2 giá cán 3 trục 650 và 1 giá cán 2 trục 650.

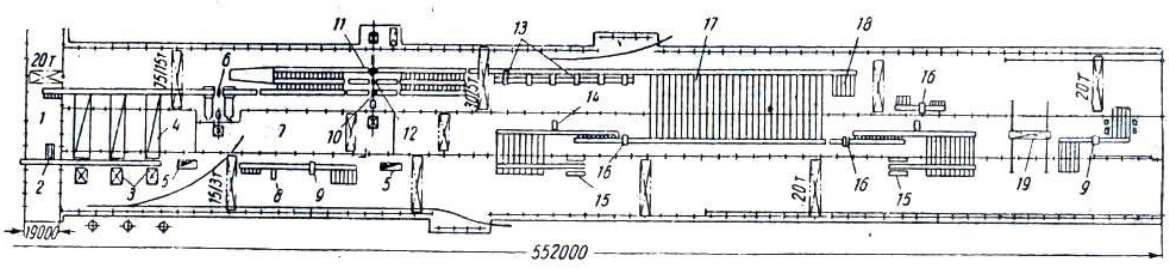
Giá cán 2 trục 650 là giá cán tinh, nó được đặt cuối cùng trong hàng giá cán thứ 2 và ở giá cán này chỉ tiến hành một lần cán tinh cuối cùng mà thôi (xem Hình 7.1)

Toàn bộ quy trình cán của máy cán hình cỡ lớn 650 ở hình 7.1 được tóm tắt như sau: Phôi có tiết diện (125x125) mm đến (200x200) mm đưa vào nung ở lò nung liên tục (4). Phôi đưa vào nung có thể ở trạng thái nguội hoặc ở trạng thái nóng, nhiệt độ của phôi khi ra lò là (1250 ÷ 1280) ^{0}C. Nhiệt độ cán từ (1200 ÷ 1220)^{0}C, không cán phôi ở nhiệt độ < 1150^{0}C.

Phôi chạy trên đường con lăn đi vào giá cán phá (6), tại đây vật cán được cán với lượng ép tương đối lớn. Tiếp đến vật cán lần lượt đi qua 2 giá cán 3 trục 650 ở hàng giá cán thứ 2 và giá cán tinh 2 trục 650. Tại giá cán tinh 2 trục ta tiến hành cán với lượng ép nhỏ nhất không đáng kể để lượng ép đảm bảo chính xác, bề mặt bóng đẹp v.v...

Số lần cán trên máy 650 đối với các loại thép chữ I, U, T, V từ N^{o}16 ÷ N^{o}30 là (7 ÷ 13) lần, tuỳ theo kích thước sản phẩm mà số lần cán nhiều hay ít, còn các loại thép tròn, vuông cỡ lớn khác cũng có số lần cán tương tự như trên. Nhiệt độ kết thúc cán không dưới 800^{0}C.

Sản phẩm sau khi ra khỏi giá cán tinh cuối cùng được đưa tới máy cưa nóng (13) để cưa ra từng đoạn theo kích thước đã quy định từ (6 ÷ 19) m. Sau đó sản phẩm được đưa tới sàn làm nguội (17). Khi sản phẩm nguội tới 50^{0}C thì nó được đưa sang máy là phẳng, nắn thẳng ép đều (16).



Hình 7.1. Mặt bằng máy cán hình cỡ lớn 650

1. Phôi thỏi hoặc thỏi đúc; 2. Sàn chứa phôi cán; 3. Máy đẩy phôi vào lò nung; 4. Lò nung liên tục; 5. hố chứa vảy sắt; 6. Giá cán phá 2 trục ϕ800; 7. gian động cơ điện; 8. Máy cưa đĩa; 9. Máy cuộn, dập ép phế liệu; 10. Giá cán thô 3 trục; 14. Máy cưa đĩa; 15. Sàn xếp sản phẩm; 16. Máy nắn thẳng; 17. Sàn nguội

Bảng 7.2a. Các thông số, tính năng kỹ thuật, sản phẩm của máy cán hình cỡ lớn

Kiểu máy	Trục cán			Số giá cán của máy	Công suất động cơ		Tốc độ cán (m/s)
	ϕ(mm)	L(mm)	Kiểu bố trí		Mã lực	n(v/phút)	
Máy cán 650, kiểu bố trí 2 hàng	800 650 650	2100 1700 1200	Ngang Ngang Ngang	3 ÷ 4	4000 6200 1500	0÷60÷120 80÷180 100÷120	6
Máy cán 500 hiện đại bố trí liên tiếp nhau	630 530 530 530	965 965 965 965	Ngang Ngang Ngang Ngang	9	3000 2500 1500 2500	300 300÷600 300÷600 300÷600	6
Máy cán 650 bố trí 1 hàng (kiểu củ) 3 giá, 3 trục	650 650 650	1500 1500 1500	Ngang Ngang Ngang	3	3150 3150 2500	500 500 500	6

Bảng 7.2b. Các tính năng kỹ thuật, sản phẩm của một số máy cán hình cỡ lớn

Loại sản phẩm	Phôi ban đầu			Năng suất máy cán (tấn/h)	Loại lò nung	
Kích thước cơ bản (mm), (kg/m)	K. thước tiết diện (mm)	L (mm)	Tr. lượng (kg)		Số lò, kích thước, kiểu lò	Năng suất lò (Tấn/h)
Tròn:→ ϕ220 Dẹt :→ 300 Ray:→ 24 kg/m Thép I, U: $N^0$16÷$N^0$300 Thép góc: $N^0$9÷$N^0$20	250x250 ÷ 300x300	2500 ÷ 6000	1230 ÷ 4230	80 ÷ 150	6 ÷ 29 lò liên tục (5 x 16) m	60
Vuông: (50 x 50) ÷ (150 x 150) Sản phẩm còn lại giống ở trên	125 x 125 ÷ 200 x 200	5000 ÷ 6000	600÷1800	120÷240	5 lò (5 x 16) m	50
Ray: 11 ÷ 24 kg/m Góc: $N^0$75÷$N^0$150 Tròn:→ ϕ150 Vuông: 100 x 100 Thép I, U: $N^0$10÷$N^0$20	150 x 150 200 x 200 250 x 250 275 x 275 275 x 275	2500 ÷ 6000	800 ÷ 350	80	- Lò buồng - Lò liên tục	

7.2. MÁY CÁN HÌNH CỠ TRUNG BÌNH

7.2.1. Những đặc điểm chung của máy cán hình cỡ trung bình

Khi nghiên cứu quá trình công nghệ cán phôi ta thấy rằng: Máy cán phôi liên tục có năng suất rất lớn so với các máy khác. Do đó xu hướng hiện nay người ta cố gắng tìm cách dùng máy cán liên tục để cán thép hình cỡ trung bình. Máy cán hình cỡ trung là máy có đường kính trục cán tinh nằm trong khoảng > 350 và < 500 mm.

Thực tế thì ngược lại cán liên tục truyền động tập thể khó nhận được sản phẩm có hình dạng phức tạp. Như vậy: Khi tạo ra một mối quan hệ hợp lý giữa tốc độ quay của trục và lượng kéo trong mỗi lỗ hình (Vì vật cán bị căng hoặc chùng giữa các giá cán).

Sản phẩm càng có hình dáng phức tạp thì khó khăn đó càng lớn. Sự khác nhau về động học trong những phần khác nhau của lỗ hình sẽ sinh ra ứng suất. Trị số ứng suất này có thể vượt quá giới hạn bền làm phá vỡ các tổ chức của kim loại dẫn đến phế phẩm và gây ra khuyết tật.

Lượng ép không đồng đều trên toàn bộ sản phẩm và mối quan hệ không đảm bảo quan hệ hợp lý giữa tốc độ quay của trục cán và lượng kéo trong mỗi lỗ hình sẽ dẫn đến làm sai hình dáng và kích thước sản phẩm.

Từ những nguyên nhân trên, khi cán sản phẩm có hình dáng phức tạp người ta chưa dùng máy cán liên tục. Thực tế quy trình công nghệ có hiệu quả nhất là dùng máy cán bố trí kiểu chữ Z (còn gọi là bàn cờ). Dùng máy này cán được thép hình trung bình có tiết diện phức tạp có độ chính xác cao đúng yêu cầu kỹ thuật, mặt khác máy móc bố trí hợp lý cơ khí hoá và tự động hoá cao.

So sánh với máy cán liên tục thì máy cán bố trí kiểu chữ Z có những ưu điểm sau đây:

- Vật cán cũng chỉ cán trong mỗi lỗ hình điều kiện này làm cho thiết bị làm việc bình thường bảo đảm. Sản phẩm tốt, không sinh ra khuyết tật vì không có hiện tượng kéo căng và chùng giữa các giá.

- Độ chính xác về kích thước tiết diện và chất lượng bề mặt được nâng cao. Trên máy này có thể cán được các sản phẩm với dạng sai bé nhất.

- Mỗi giá trị có thể điều chỉnh kích thước lỗ hình lượng ép và tốc độ quay vì các máy truyền động bằng các động cơ riêng rẽ.

- Nhờ có truyền động riêng lẻ mà có thể cán được trên máy cán này với tốc độ cao đồng thời sử dụng hợp lý khoảng nhiệt độ gia công.

Nhược điểm:

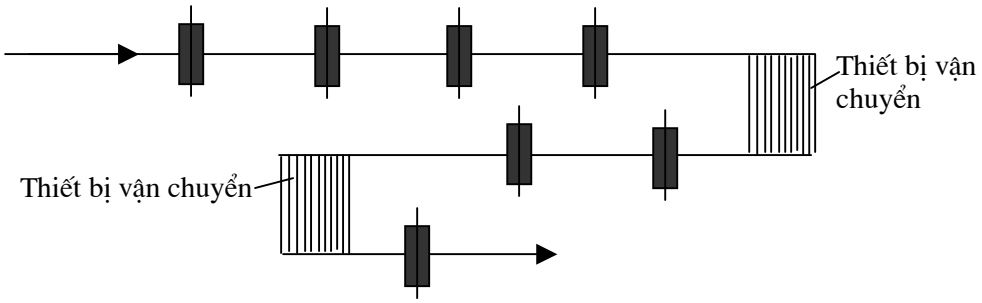
Máy bố trí kiểu chữ Z so với máy cná liên tục có nhược điểm lớn là:

- Thiết bị phụ nhiều, cồng kềnh (như xích móc trục lăn ...)

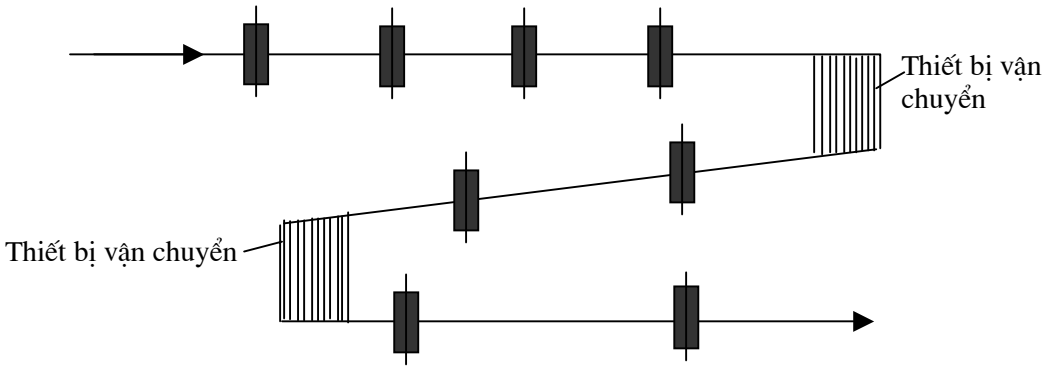
- Diện tích bố trí máy lớn, số lượng cán bộ công nhân cũng nhiều.

- Thiết bị cũng nhiều hơn vì truyền động riêng lẻ. Tất cả những vấn đề ấy dẫn đến vốn đầu tư xây dựng cơ bản lớn, làm nâng cao các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

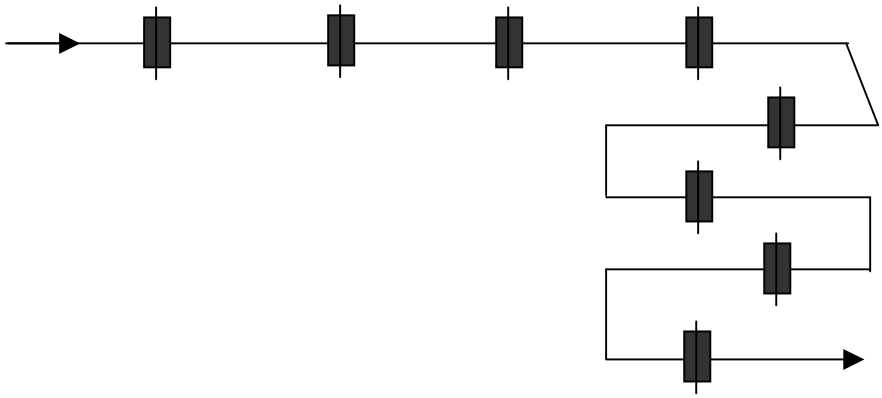
Hình 7.2 cho ta sơ đồ bố trí các máy cán hình kiểu chữ Z



Hình 7.2a. Sơ đồ bố trí các máy cán hình kiểu chữ Z



Hình 7.2b- Sơ đồ bố trí máy cán hình chữ Z 3 dãy bố trí nghiêng.



Hình 7.2c. Kiểu chữ Z có nhóm giá cán tinh bố trí bàn cờ.

Số giá cán thô nhiều hay ít phụ thuộc vào kích thước của thỏi đúc hoặc phôi ban đầu, còn số giá cán tinh thì từ 3 - 5 giá nó phụ thuộc vào kích thước của sản phẩm cán ra. Đường kính trục cán thường từ (350 ÷ 450) mm. Một số nhà máy cán cũ vẫn còn kiểu máy cán bố trí hàng (một hàng, hai hàng).

7.2.2. Sản phẩm của máy cán hình cỡ trung

Sản phẩm của máy cán hình cỡ trung phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Một máy không chỉ cán ra một loại sản phẩm nhất định mà cán ra nhiều loại khác nhau.

Trên các máy cán bố trí theo kiểu bàn cờ (chữ Z) cán được nhiều loại sản phẩm hơn khi cán trên máy cán hình bố trí theo hàng. Bảng 7.3 cho biết kích thước

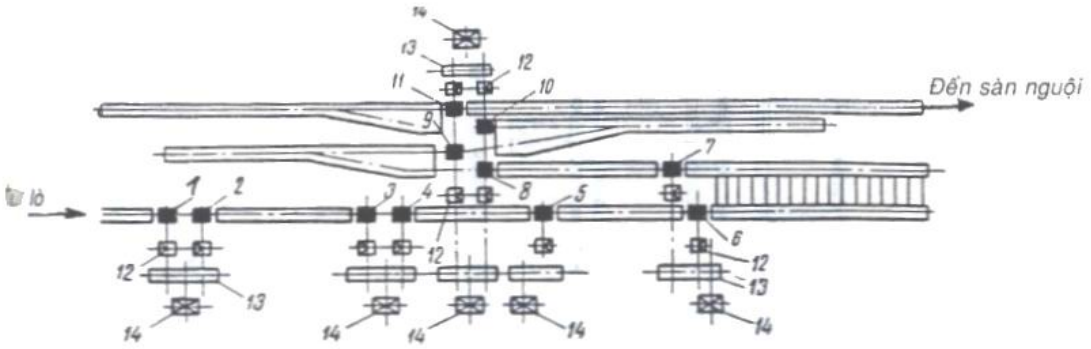
và các thông số kỹ thuật của các loại sản phẩm máy cán hình cỡ trung.

Bảng 7.3. Máy cán hình trung bình và các sản phẩm của chúng

Máy cán	Các kích thước của thép hình (mm)							
	Tròn ϕ(mm)	Vuông a(mm)	Dẹt B(mm)	Góc (mm)	Chữ U H(mm)	Chữ I H(mm)	Ray (kg/m)	Chữ T H(mm)
Máy cán 450	40 ÷ 125	40 x 40 ÷ 125x125	200	50 x 50 ÷ 120x120	80 ÷ 160	100 ÷ 160	< 15	< 120
Máy cán 350	25 ÷ 90	25 x 25 ÷ 90 x 90	150	45 x 45 ÷ 90 x 90	50 ÷ 100	100	8	100

7.2.3. Mặt bằng bố trí thiết bị và quy trình công nghệ của máy cán hình cỡ trung bình

Sau khi nghiên cứu sản phẩm, cách bố trí của máy và một vài phương pháp sản xuất thép hình cỡ trung chúng ta đi vào nghiên cứu cách bố trí mặt bằng và quy trình công nghệ của máy.

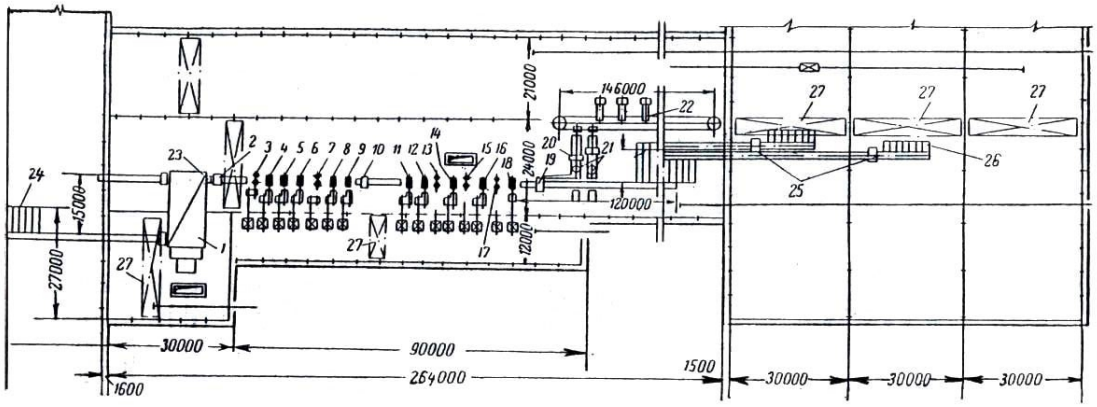


H.7.3. Máy cán hình trung bình 350 bố trí theo hàng
1, 2, 3, 4: Nhóm giá cán thô 450; 5, 6, 7: Nhóm giá cán giữa 400;
8, 9, 10: Giá cán 300; 11: Giá cán tinh 300; 12: Hộp truyền lực;
13: Hộp giảm tốc; 14: Động cơ

Máy cán hình 350 cán ra các loại thép tròn có đường kính (20 ÷ 75) mm, thép vuông có cạnh a = (18 x 18) ÷ (65 x 65) mm, thép lục lăng có đường kính ngoại tiếp từ (20 ÷ 68) mm, thép bản có chiều rộng từ (40 ÷ 120) mm và dày từ (5 ÷ 40) mm, thép góc có cạnh (45 x 45) mm đến (90 x 90) mm, thép chữ I cao 100 mm và chữ U có chiều cao từ (50 ÷ 100) mm. ngoài ra máy còn sản xuất nhiều loại thép hình đơn giản và phức tạp khác.

Phôi cho máy cán hình 350 có tiết diện ngang từ (100 x 100) đến (170 x 170) mm, dài 6.000 mm và có trọng lượng từ (450 ÷ 1.350) kg.

Hiện nay trong các nhà máy cán hiện đại còn hay dùng máy cán hình cỡ trung 300 bố trí liên tục và mặt bằng bố trí thiết bị được trình bày trên (Hình 7. 4):



H.7.4. Mặt bằng bố trí thiết bị của máy cán hình liên tục ϕ300

1. lò nung; 2. Máy cắt; 3. Giá cán trục thẳng đứng; 4. Giá cán trục nằm ngang; 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 16 và 18: Các giá cán có trục nằm ngang; 7, 13, 15 và 17: các giá cán có trục đặt thẳng đứng; 10, 19, 25: Máy cắt bay; 20: Thiết bị vận chuyển; 21: Tang cuộn thép dẹt; 22: Tang cuộn thép dây; 23: Máy đẩy phôi vào lò; 24: sàn chứa phôi; 26: sàn chứa sản phẩm; 27: Cỗu trục

7.3. MÁY CÁN HÌNH CỠ NHỎ

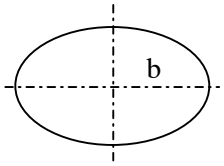
7.3.1. Những đặc điểm khi cán hình cỡ nhỏ

Máy cán hình cỡ bé là các máy cán hình có đường kính trục cán từ 250 mm đến < 350 mm. nếu đường kính trục < 250 thì được gọi là máy cán Mini.

a/ Trọng lượng và kích thước thép hình cỡ nhỏ

Trọng lượng và kích thước thép hình cỡ nhỏ phụ thuộc vào tiết diện của sản phẩm và nơi sử dụng theo yêu cầu của kỹ thuật. Các loại sản phẩm này được cắt ra từng đoạn và bó lại thành bó có trọng lượng khoảng (100 ÷ 150) kg. Các loại dây thép thì cuộn thành từng bó có đường kính cuộn bên trong là (500 ÷ 700) mm, trọng lượng từ (80 ÷ 200) kg. Đối với các máy cán dây liên tục thì trọng lượng cuộn đạt tới (250 ÷ 350) kg.

Các loại thép bản (dẹt) được cuộn thành từng bó có hình bầu dục để không lăn và cẩu dể dàng có cạnh dài từ b = (1200 ÷ 2500) mm. Trọng lượng cuộn từ (25 ÷ 125) kg. Chiều dài tổng cộng của thép được cuộn phụ thuộc vào kiểu máy và kích thước của phôi.



b/ Vật liệu ban đầu

Vật liệu ban đầu là phôi có kích thước khác nhau tuỳ theo kiểu máy và kích thước của sản phẩm. Những loại phôi thường gặp trên máy cán này là (40 x 40) ÷ (80 x 80) mm, dài 9 m. Tuỳ thuộc vào lò nung có phôi dài 1.500 mm và tiết diện là (200 x 200) mm để cán ra các loại sản phẩm lớn và dài hơn bình thường.

c/ Nung phôi trước khi cán

Do đặc điểm phôi bé và sản phẩm là thép hình cỡ nhỏ cho nên khi nung phôi phải nung cao hơn nhiệt độ nung theo quy định một ít vì phôi nung nguội nhanh hơn so với thép hình cỡ trung và lớn. Đặc biệt phải nung cho thật đều theo tiết diện và theo chiều dài vì khi cán có thể dẫn đến tình trạng không điền đầy hoặc quá điền đầy lỗ hình gây ra khuyết tật và phế phẩm.

d/ Các yêu cầu đối với thép hình cỡ nhỏ

Có 2 yêu cầu cơ bản:

- Các sản phẩm cán thép hình cỡ nhỏ phải có dung sai bé nhất, mục đích là tiết kiệm kim loại.

- Các sản phẩm cán phải có độ sai lệch giống nhau và nhỏ nhất theo kích thước tiết diện trên toàn bộ chiều dài vật cán, điều ấy có ý nghĩa rất lớn khi gia công cắt gọt kim loại tiếp theo, đặc biệt là thép tròn vì nó thường dùng để chế tạo bulon, đinh tán, vít v.v... trên các máy tự động. Nếu không đảm bảo được yêu cầu trên thì trước khi đưa vào máy tiện tự động phải qua bước gia công sơ bộ. Dây thép, nếu sai lệch kích thước càng bé thì khi kéo nguội dây thép tiếp theo càng ít lần kéo.

Muốn đạt được dung sai bé nhất thì kết cấu của máy được phải được gá lắp bền vững, lỗ hình trục cán chính xác và điều chỉnh trục cũng phải chính xác.

Một số thép hình tròn bé được sản xuất ra dưới dạng thép cuộn (dây thép). Nếu trọng lượng các cuộn càng lớn thì năng suất càng cao. Năng suất thép cuộn càng cao khi toàn bộ quá trình cán đều được cơ khí hoá và tự động hoá với tốc độ cán lớn, đảm bảo sự chênh lệch giữa nhiệt độ đầu và cuối của vật cán là nhỏ nhất.

7.3.2. Các loại máy cán hình cỡ nhỏ

Các loại máy cán hình cỡ nhỏ hiện đại có thể chia làm 3 nhóm chính sau:

a/ Máy cán hình

Trên các loại máy cán hình loại này người ta tiến hành cán các loại sản phẩm có hình dáng đơn giản và phức tạp ở dạng thanh hoặc cuộn.

b/ Máy cán thép bản (thép dẹt)

Các sản phẩm của loại máy cán này là thép bản ở dạng thanh hoặc cuộn. Các loại máy cán này thường được chuyên môn hoá như: máy chuyên cán thép bản làm nhíp ô tô, làm lò xo, máy cán băng thép từng cuộn v.v...

c/ Máy cán thép dây

Là những máy bố trí hàng, máy cán dây thép bán liên tục và liên tục chuyên sản xuất dây thép có đường kính nhỏ từ (5 ÷ 9)mm ở dạng cuộn. Bảng 7.4 trình bày mộy số tính năng của máy cán hình cỡ bé.

Bảng 7.4. Máy cán hình cỡ nhỏ và các sản phẩm của chúng

Máy cán	**Các kích thước của thép hình (mm)**							
	Tròn ϕ(mm)	Vuông a(mm)	Dẹt B(mm)	Góc (mm)	Chữ U H(mm)	Chữ I H(mm)	Ray (kg/m)	Chữ T H(mm)
Máy cán 300	16 ÷ 60	16 x 16 ÷ 60 x 60	100	20 x 20 ÷ 60 x 60	50 ÷ 65			60
Máy cán 250	8 ÷ 30	8 x 8 ÷ 30 x 30	60	20 x 20 ÷ 40 x 40				30

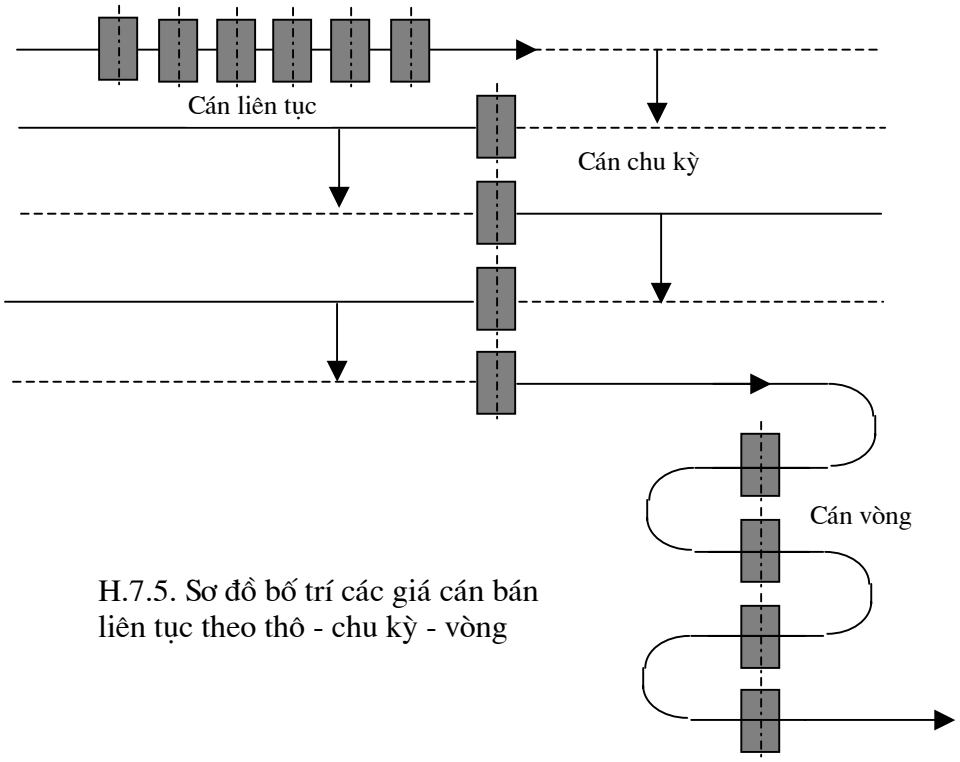
7.3.3. Cách bố trí máy cán hình cỡ nhỏ

Hiện nay trong cán hình cỡ nhơ người ta dùng nhiều kiểu máy có số giá cán bố trí liên tục (gọi là máy cán hình liên tục) hoặc máy bán liên tục bố trí theo hình chữ Z nghĩa là giá cán thô thì bố trí cán liên tục còn các giá cán tinh thì bố trí hàng hoặc bàn cờ. Máy cán liên hợp cũng được sử dụng nhiều trong thời gian gần đây để cán dây thép và thép bản hẹp

Do tính chất công nghệ và yêu cầu của sản phẩm nên không thể hoặc khó dùng máy cán liên tục có cùng một chế độ tốc độ. Chúng ta có thể nghiên cứu tới các dạng bố trí máy cán cỡ nhỏ bán liên tục hay liên tục thường sau:

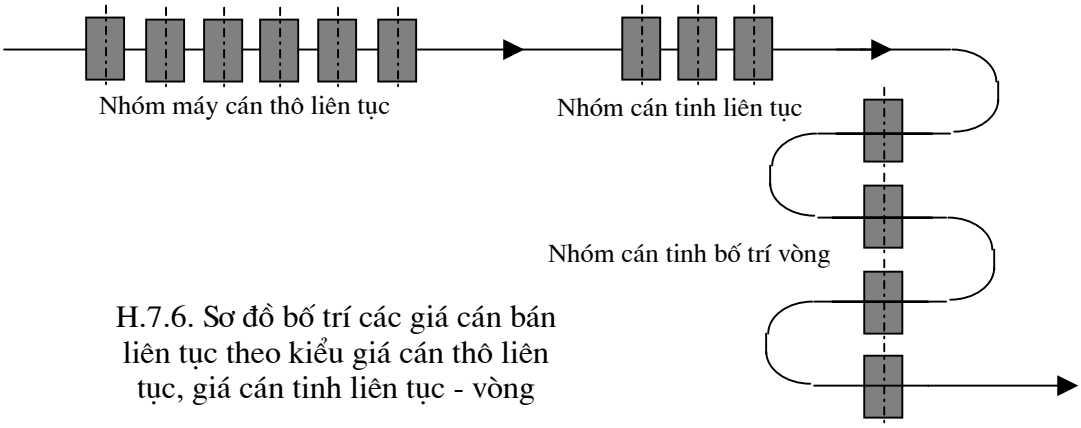
a/ Máy cán hình cỡ nhỏ bán liên tục

❶ Các máy trong nhóm giá cán thô bố trí liên tục còn nhóm giá cán tinh thì cán chu kỳ hoặc cán vòng có khi tổ hợp vòng và chu kỳ (hình 7.5):



H.7.5. Sơ đồ bố trí các giá cán bán liên tục theo thô - chu kỳ - vòng

❷ Các máy trong nhóm giá cán thô được bố trí liên tục, nhóm giá cán tinh vừa bố trí liên tục vừa bố trí vòng (xem Hình 7.6):



H.7.6. Sơ đồ bố trí các giá cán bán liên tục theo kiểu giá cán thô liên tục, giá cán tinh liên tục - vòng

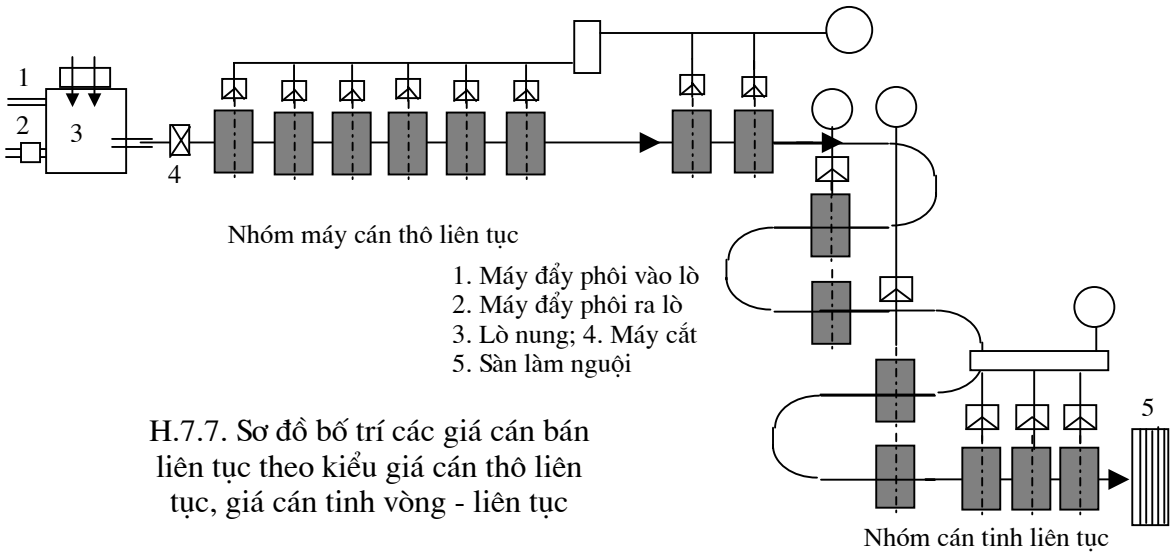
Chú ý:

- Các giá cán đầu (ở nhóm giá cán thô) trong máy cán bán liên tục có nhiệm vụ giảm kích thước tiết diện của phôi mà không có sự thay đổi hình dáng. Vì vậy các máy này bố trí liên tục và được truyền động chung.

- các máy này đều cán phôi có tiết diện (45 x 45) ÷ (75 x 75) mm với chiều dài 9 ÷ 12 m. Vì trên nhóm cán tinh có thao tác bằng tay cho nên thao tác bằng tay cho nên tốc độ cán trên các giá cuối cùng không vượt quá (8 ÷ 15) mm/s. Chính đây là nhược điểm của máy cán bán liên tục, đặc biệt là khi cán sản phẩm thép hình cỡ nhỏ làm cho năng suất giảm. ở những giá cán tinh cuối cùng người ta dùng máng vòng dẫn vật cán ăn vào trục thay sức người.

- Vì nhiệt độ ở đầu và cuối vật cán có sự chênh lệch khá lớn cho nên dẫn đến kích thước tiết diện theo chiều dài sẽ khác nhau, dung sai sẽ khác nhau theo tiết diện vì kim loại co do nhiệt khác nhau. Vật cán càng lớn, càng dài thì thời gian nằm trên nền xưởng càng lâu do đó dung sai theo tiết diện càng khác nhau.

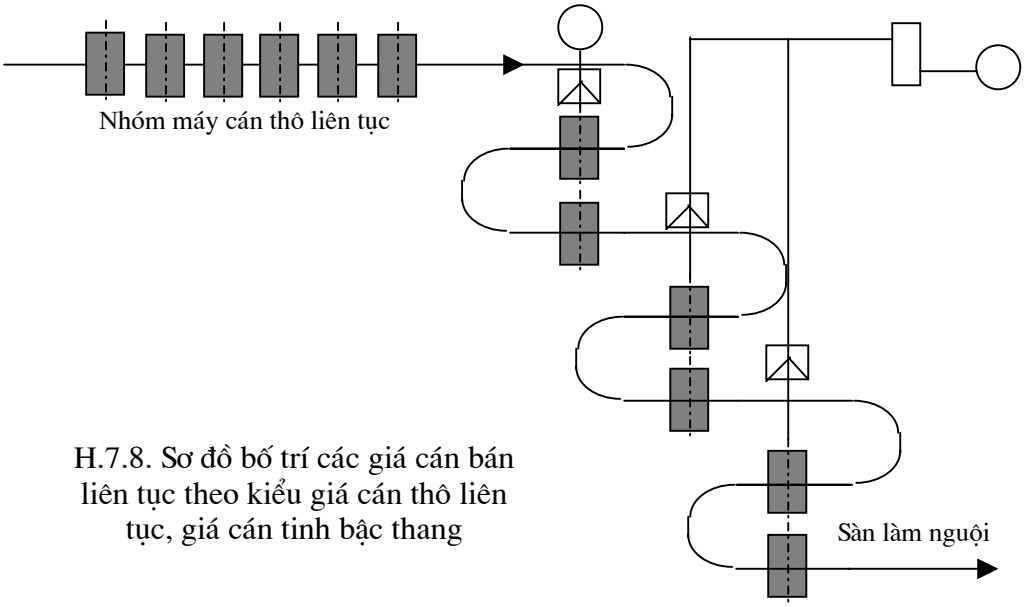
Hình 7.7. là một kiểu bố trí hợp lý của máy cán hình bán liên tục:



H.7.7. Sơ đồ bố trí các giá cán bán liên tục theo kiểu giá cán thô liên tục, giá cán tinh vòng - liên tục

- Để khắc phục nhược điểm đó, người ta bố trí trên máy bán liên tục nhóm cán vòng và nhóm cán tinh ở sau nhóm cán thô. Những máy cán này thì nhóm giá cán tinh liên tục chỉ cán ra những sản phẩm thép hình đơn giản mà thôi. Những sản phẩm thép hình phức tạp phải cán ở nhóm cán vòng.

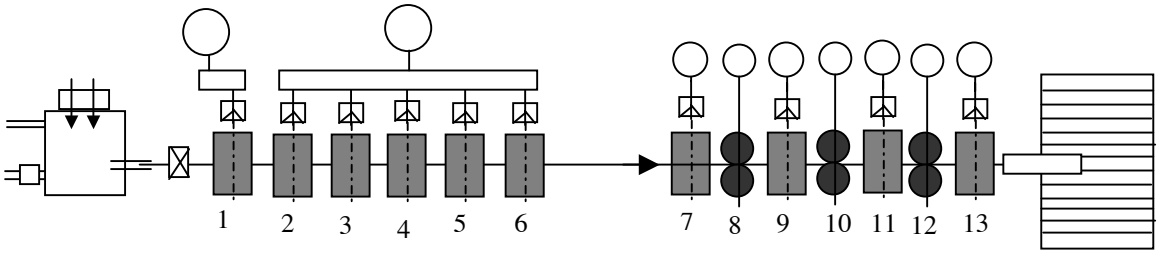
Ngoài ra máy có thể bố trí theo bậc thang ở nhóm giá cán tinh, máy này dùng để cán thép tròn có đường kính $\phi = 6 \div 35$ mm:



H.7.8. Sơ đồ bố trí các giá cán bán liên tục theo kiểu giá cán thô liên tục, giá cán tinh bậc thang

b/ Máy cán hình liên tục

Các máy cán hình cỡ nhỏ liên tục thường bố trí các giá cán như sau: ngoài các giá cán có trục cán bố trí nằm ngang ra còn có những giá cán đứng để ép kim loại ở 2 bên cho đúng kích thước vì khi cán vật cán không được lật trở.



H.7.9. Sơ đồ bố trí các giá cán của máy cán hình liên tục

Theo sơ đồ 7.9 thì có 13 giá cán: 3 giá cán (8, 10, 12) có trục bố trí thẳng đứng, còn các giá khác có trục bố trí nằm ngang.

Trừ 5 giá cán (2 ÷ 6) được truyền động chung còn các giá khác đều được truyền động riêng biệt để điều chỉnh tốc độ quay được dể dàng. Máy cán này chủ yếu cán các loại thép tròn từ ϕ (13 ÷ 18) mm, thép bản có chiều rộng (50 ÷ 127) mm. Tốc độ lớn nhất của vật khi nó đi ra khỏi giá cán cuối cùng là 9 m/s, 10 m/s, 20 m/s, loại máy hiện đại tốc độ có thể đạt đến v = 50 m/s. Quá trình cán từ đầu đến kết thúc hoàn toàn tự động hoá. Khoảng cách giữa các giá cán trong máy cán liên tục phụ thuộc chủ yếu vào thao tác của quá trình công nghệ và khi sửa chữa.

Trong máy cán liên tục luôn có các giá cán có trục được bố trí thẳng đứng để ép 2 bên kim loại. Vì vật cán không lật trở được khi cán trong máy cán có giá bố trí theo hàng và có trục thẳng đứng nên một lần chỉ cán được một vật cán mà thôi (máy có trục cán ngang thì có thể cán nhiều vật cùng một lúc theo những lỗ hình khác nhau).

Vật cán từ giá này sang giá khác hoàn toàn tự động. Tốc độ cán đạt cao nên năng suất tăng cao hơn (20 ÷ 30)% so với máy bán liên tục, ở máy cán dây liên tục hiện đại tốc độ cán đạt tới (40 ÷ 45) mm /s hoặc tới ≥ 60 m/s.

Ưu điểm của máy cán liên tục:

- Năng suất cao
- Thao tác nhẹ nhàng, hoàn toàn tự động hoá
- Số lượng cán bộ và công nhân ít

Nhược điểm của máy cán liên tục:

- Khó điều chỉnh và gá lắp, nhất là điều chỉnh tốc độ cho phù hợp.
- Thời gian điều chỉnh lâu, phế phẩm nhiều.
- Vốn đầu tư lớn.

Để khắc phục việc khó điều chỉnh tốc độ cán của các giá, người ta bố trí truyền động riêng lẻ cho từng giá để có thể điều chỉnh tốc độ cán cho phù hợp.

Do những nhược điểm của các máy cán hình liên tục cỡ nhỏ nên nó chỉ sử dụng khi giới hạn về kích thước sản phẩm hẹp là kinh tế nhất. Nghĩa là dùng khi cán ít loại sản phẩm và sản phẩm ổn định. Vì khi đó thời gian thay trục cán, gá lắp trục, điều chỉnh là rất ít.

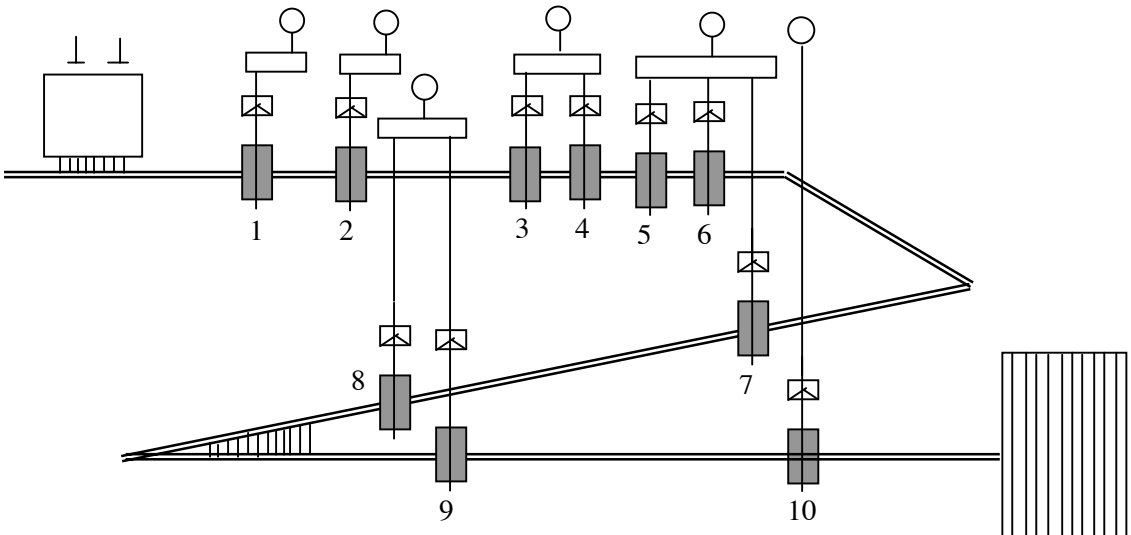
Qua phân tích trên người ta đi đến kết luận máy cán bán liên tục hoặc bố trí kiểu chữ Z là thích hợp đối với cán thép hình ở Việt Nam. Bởi vì ở điều kiện ở nước ta nhu cầu về các chủng loại thép thì nhiều nhưng số lượng lại không lớn lắm, trình độ cơ khí hoá và tự động hoá còn thấp, sản lượng lại không cao cho nên chúng ta dùng máy bán liên tục là tốt nhất vì chúng vừa cán được thép hợp kim vừa cán được thép thường.

Đối với các nước tiên tiến như Mỹ, Nhật, Nga, Đức v.v... thì dùng nhiều máy cán hình liên tục vì cho năng suất rất cao. Việt Nam trong tương lại cũng sẽ tiến đến việc sử dụng các dây chuyền cán liên tục trong công nghiệp sản xuất thép.

c/ Máy cán hình cỡ nhỏ bố trí kiểu bàn cờ (chữ Z)

Máy cán hình cỡ nhỏ bố trí kiểu bàn cờ (chữ Z) dùng để cán các loại thép hình cỡ nhỏ, theo sơ đồ này thì cán thép tròn ϕ20 mm là năng suất nhất.

Sơ đồ 7.10 gồm 10 giá cán bố trí theo hình chữ Z. Giá đầu tiên có đường kính trục là 400 mm, giá tiếp theo có đường kính trục từ (340 ÷ 375) mm, các giá còn lại có đường kính trục là (315 ÷ 335) mm. Dãy thứ nhất có 6 giá cán, khoảng cách giữa các giá là: 9,5 m; 18,3 m; 1,5 m; 30 m; 1,5 m; 46,5 m; 57 m.



H.7.10.Sơ đồ máy cán hình cỡ nhỏ bố trí kiểu chữ Z (bàn cờ)

Hai cặp giá 3, 4 và 5, 6 cán vật cán trên cùng một lúc, ở các giá cán khác chỉ có một vật cán được cán trên từng giá, không có cùng 1 vật cán ở cùng một thời điểm nằm trên 2 giá như 3, 4 và 5, 6.

Với máy này có thể cán được các sản phẩm sau:

- Thép tròn ϕ 20 ÷ 28 mm.
- Thép vuông cạnh a = (20 ÷ 25) mm
- thép góc cạnh (35 ÷ 45) mm
- Thép lục lăng (36 x 28)
- Thép dẹt (50 x 6) ÷ (40 x 12)

Các thông số kỹ thuật chính của máy cán hình có nhỏ được bố trí theo hình chữ Z được trình bày trong bảng 7.5:

Bảng 7.5: Các thông số kỹ thuật của máy cán thép hình cỡ nhỏ theo hình z

Tên	Giá1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ϕ trục max (mm)	360	405	375	405	375	375	378	335	335	335
ϕ trục max (mm)	320	360	330	350	340	340	340	315	315	315
số vòng/phút	59,8	65,8	64,5/ 129	78,3/ 156	98,4/ 196	131/ 263	149/ 298	185/ 367	200/ 400	250/ 500
Công suất động cơ (KW)	550	550	1100	(chung)	1840	chung	chung	1250	chung	chung
Tỷ số truyền	6,28	5,37	4,65	3,83	3,05	2,28	2,04	1,09	1,0	1,0

Quy trình công nghệ của máy cán này như sau: Vật cán đi từ giá này đến giá kia bằng hệ trục lăn, vật cán đi từ dãy này sàn dãy khác cũng bằng hệ trục lăn bố trí nghiêng. Độ dài của các hệ thống trục lăn là 36,7 m và 42 m, sau khi ra khỏi giá cán thứ 10 vật cán theo trục lăn tới sàn làm nguội 2 phía.

7.3.4. Nung phôi trước khi cán

Như ta đã biết nhiệt độ nung khi cán thép hình cỡ nhỏ phải cao hơn nhiệt độ quy định một ít vì phôi nhỏ, nguội nhanh. Ngoài ra phải nung đều để tránh phế phẩm v.v... Phôi có kích thước tiết diện (40 x 40) ÷ (75 x 75) ÷(100 x 100) dài từ (9 ÷12) m được nung trong các lò liên tục có chiều dài lò tới 15 m. Lò đốt bằng khí lò cốc và lò cao có năng suất toả nhiệt là 1500 Kcal/m^3. Năng suất lò nung đạt từ 100 ÷200 tấn/h tuỳ thuộc vào loại lò và cách bố trí sắp xếp của lò.

Thép có mác khác nhau thì có chế độ nung khác nhau. Khi chọn nhiệt độ nung trước khi cán cần phải chú ý tới yêu cầu của nhiệt độ kết thúc cán để giảm bớt phế phẩm, khuyết tật và đạt năng suất cao.

7.4. MÁY CÁN THÉP DÂY

Thép tròn có đường kính từ 5 ÷ 9 mm được cán trên máy cán dây hiện đại. Sản phẩm thép tròn này ta gọi chung là dây thép.

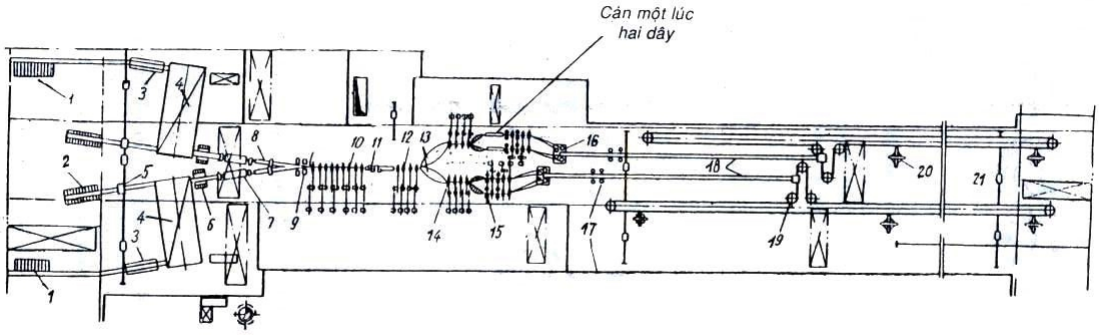
Để cán các loại dây thép này người ta dùng 3 loại máy chính:

- Loại máy bố trí hàng
- loại máy bán liên tục
- Loại máy liên tục

Khi chọn máy cán dây thép ta dựa vào quy trình công nghệ và biểu đồ cán, chương trình làm việc của máy, dựa vào sự sản xuất sản phẩm đó có rộng rãi và số lượng sản phẩm có nhiều không.

Máy cán dây hiện đại là máy cán bán liên tục và liên tục được sử dụng nhiều ở các nước phát triển với các thiết bị cán liên tục và chúng chiếm tỷ lệ lớn từ 70 ÷ 85%. Tốc độ cán đạt tới 60 m/s.

Trên hình 7.11 trình bày cách bố trí mặt bằng của máy cán dây liên tục



H.7.11. Máy cán dây liên tục 250

1. Sàn chứa phôi cán; 2. sàn chứa phế phẩm; 3. Máy đẩy phôi vào lò; 4. Lò nung liên tục; 5. Máy cắt bằng lửa; 6. Máy đẩy phôi ra lò; 7. Máy hàn nối đầu; 8. Lò nung cảm ứng; 9. Máy cắt đầu; Nhóm giá cán thô 450; 11. Máy cắt đoạn; 12. Nhóm giá cán 300; 13. Phân nhánh cán dây; 14. Nhóm giá cán 250; 15. nhóm giá cán tinh 250; 16. Tang cuộn dây; 17. Máy vận chuyển; 18. sàn vận chuyển; 19. Móc lật băng tải; 20. Máy đỡ tháo thép cuộn; 21. Xe vận chuyển.

Trên Hình 7.11 cho ta thấy cách bố trí mặt bằng của máy cán dây liên tục vạn năng 250: Vật liệu ban đầu dùng cho máy cán dây thép liên tục hai nhánh là thép vuông có tiết diện 60 x 60 mm, dài 12 m và nặng khoảng 330 kg. Phôi được nung trong lò nung liên tục có đáy nghiêng dài khoảng 15 m. Năng suất lò đạt tới 100 tấn/giờ. Phôi cán được đưa vào lò nhờ máy đẩy phôi 3, sau khi nung đạt tới nhiệt độ cán và ra khỏi lò nhờ máy tháo phôi 6, các phôi cán được nối lại với nhau nhờ máy hàn tiếp đầu rồi đi vào lò nung cảm ứng 8 để gia nhiệt, trước khi vào nhóm cán thô phôi cán được cắt mặt đầu bằng máy cắt đầu 9 để loại bỏ các khuyết tật.

Phôi cán đi vào nhóm cán thô 10 với 9 giá cán 450, sau khi cắt đoạn vật cán tiếp tục đi vào nhóm cán trung gian thứ nhất 12 gồm 4 giá cán 300, tiếp đến vật cán được phân thành 2 nhánh để đi vào 2 nhóm cán trung gian 14 với 4 giá cán 250 mỗi nhánh. sau khi ra khỏi nhóm cán trung gian thứ hai các vật cán ở mỗi nhánh lại phân ra 2 hàng để qua nhóm cán tinh 15.

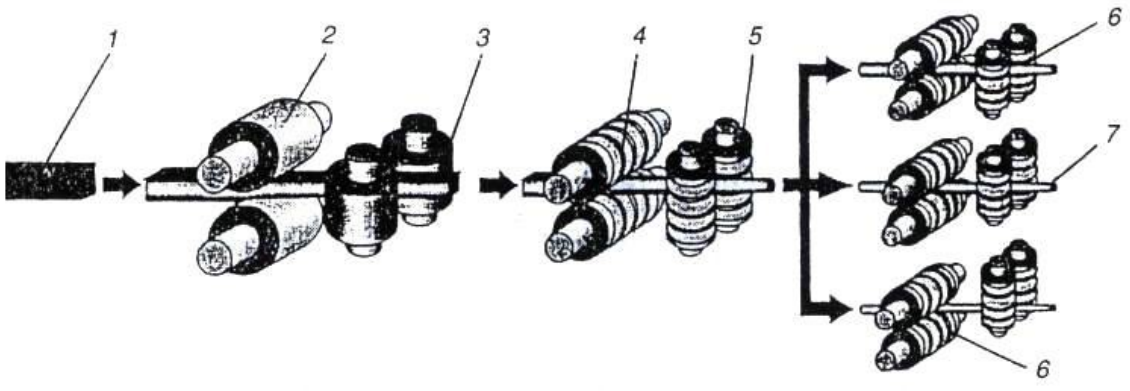
Máy có 4 hàng giá cán tinh, mỗi hàng có 4 giá cán được bố trí xen kẽ 2 giá có trục thẳng đứng và 2 giá có trục nằm ngang và cuối cùng là 1 giá có trục được bố trí nằm ngang. Như vậy mỗi hàng giá cán tinh được bố trí 5 giá cán có đường kính trục bằng nhau là ϕ250 và thực hiện cán tinh 2 dây cùng một lúc. Mỗi một hàng của nhóm cán tinh chỉ cán được một dây thép. Tốc độ cán lớn nhất đối với dây thép có đường kính (5 ÷ 6) mm ở những giá cán sau cùng đạt tới 40 m/s.

Ra khỏi giá cán cuối cùng sản phẩm được tang cuộn dây 16 cuộn thành từng bó (trọng lượng của mỗi bó khoảng 80 ÷ 330 kg) rồi được vận chuyển ra sàn làm nguội nhờ sàn 18 và xe vận chuyển 21.

Trong nhóm cán tinh có sự bố trí xen kẻ các giá cán có trục nằm ngang và thẳng đứng để đảm bảo chất lượng vật cán tốt, an toàn khi máy cán với tốc độ lớn và đảm bảo cho dây thép được thẳng trong khi cán ngay cả khi cơ cấu dẫn hướng bị nghiêng.

Thép được cán trong các máy cán dây liên tục có nhiều mác khác nhau có hàm lượng cácbon (0,03 ÷ 0,8)%. Năng suất trung bình của máy này từ (32 ÷ 37,2) tấn/giờ hoặc cao hơn tuỳ thuộc vào đường kính của dây thép.

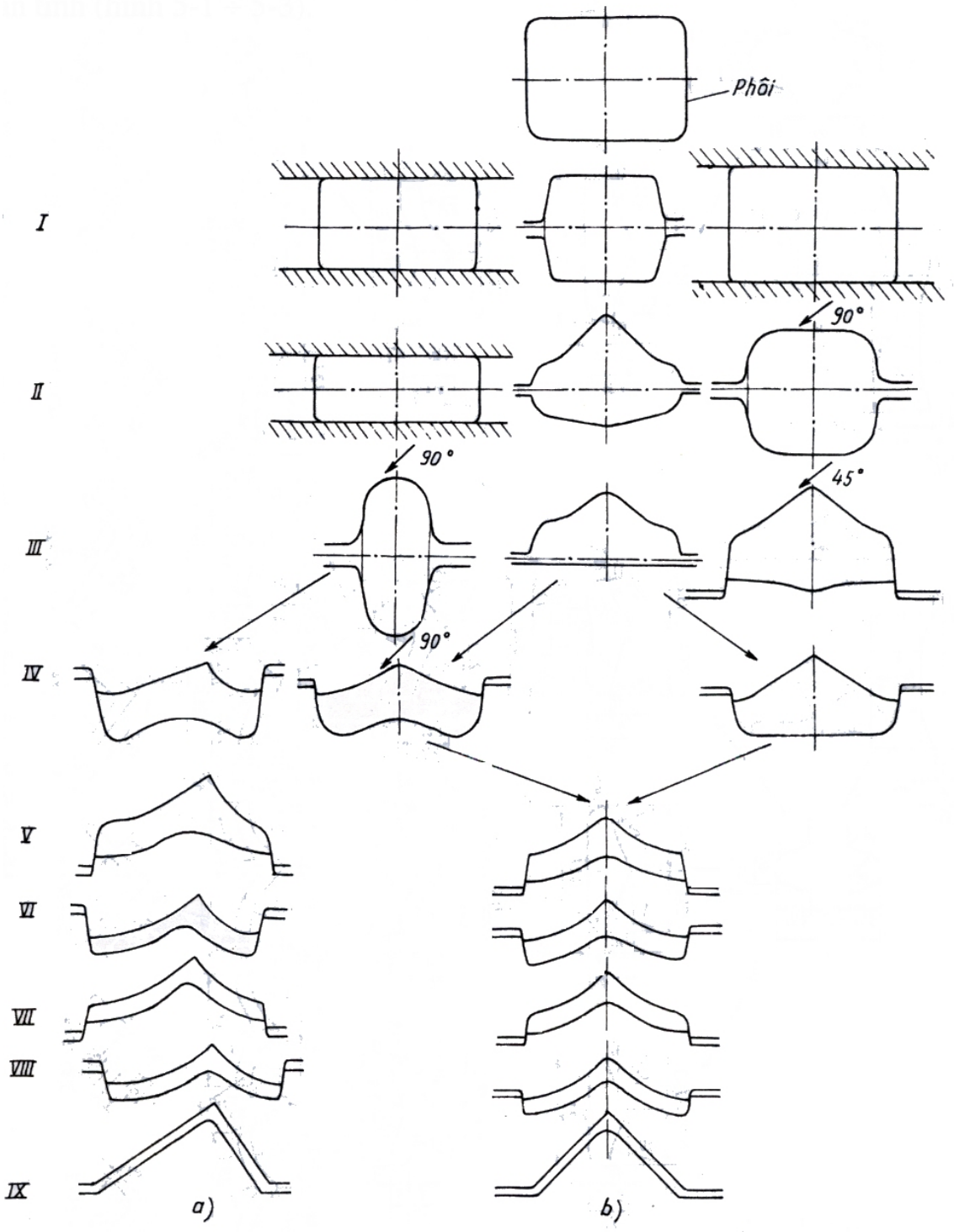
Sơ đồ cán thép tròn trên máy cán hình trung bình và nhỏ được thể hiện qua hình sau:



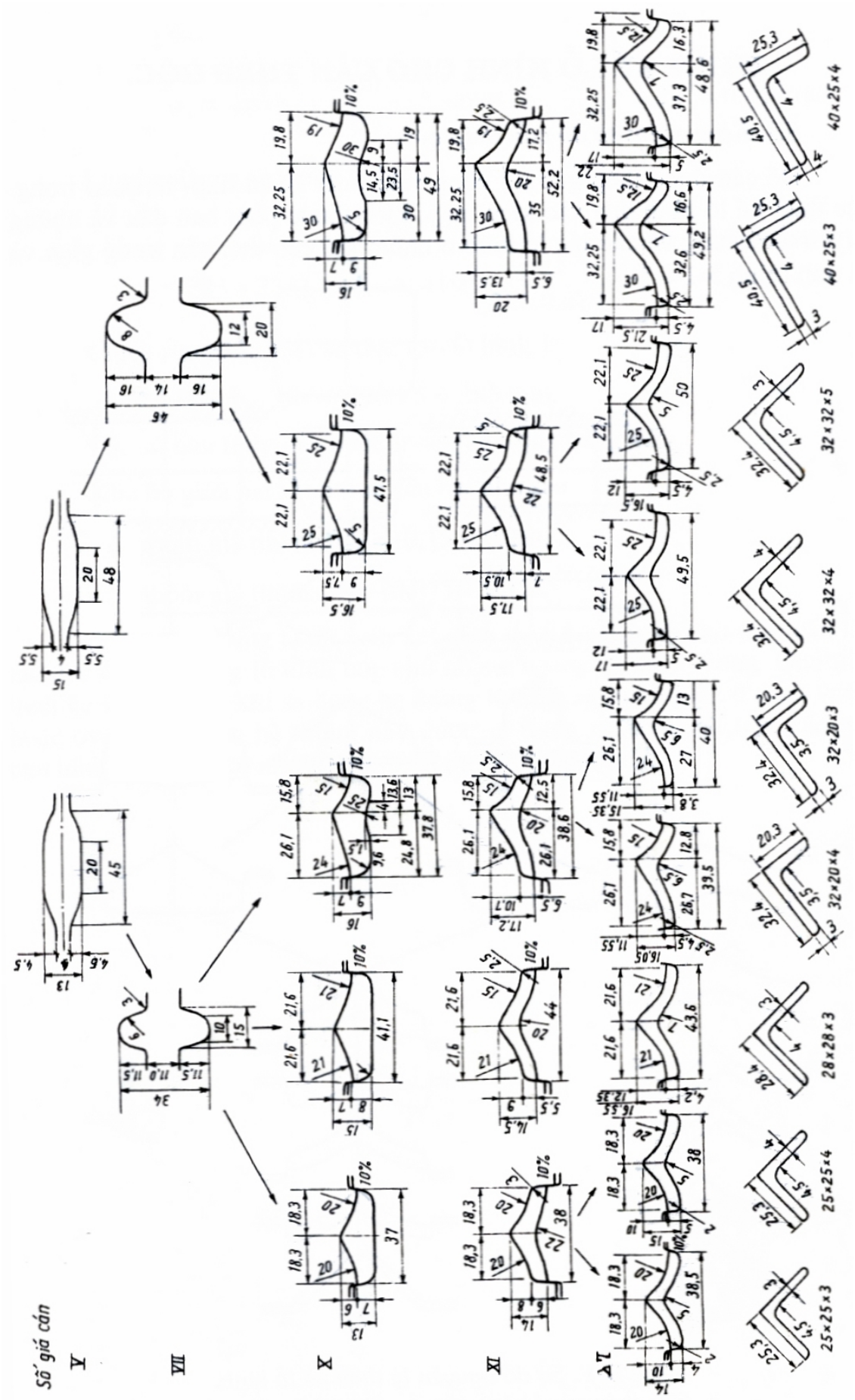
7.5. THIẾT KẾ LỖ HÌNH CHO CÁN THÉP GÓC

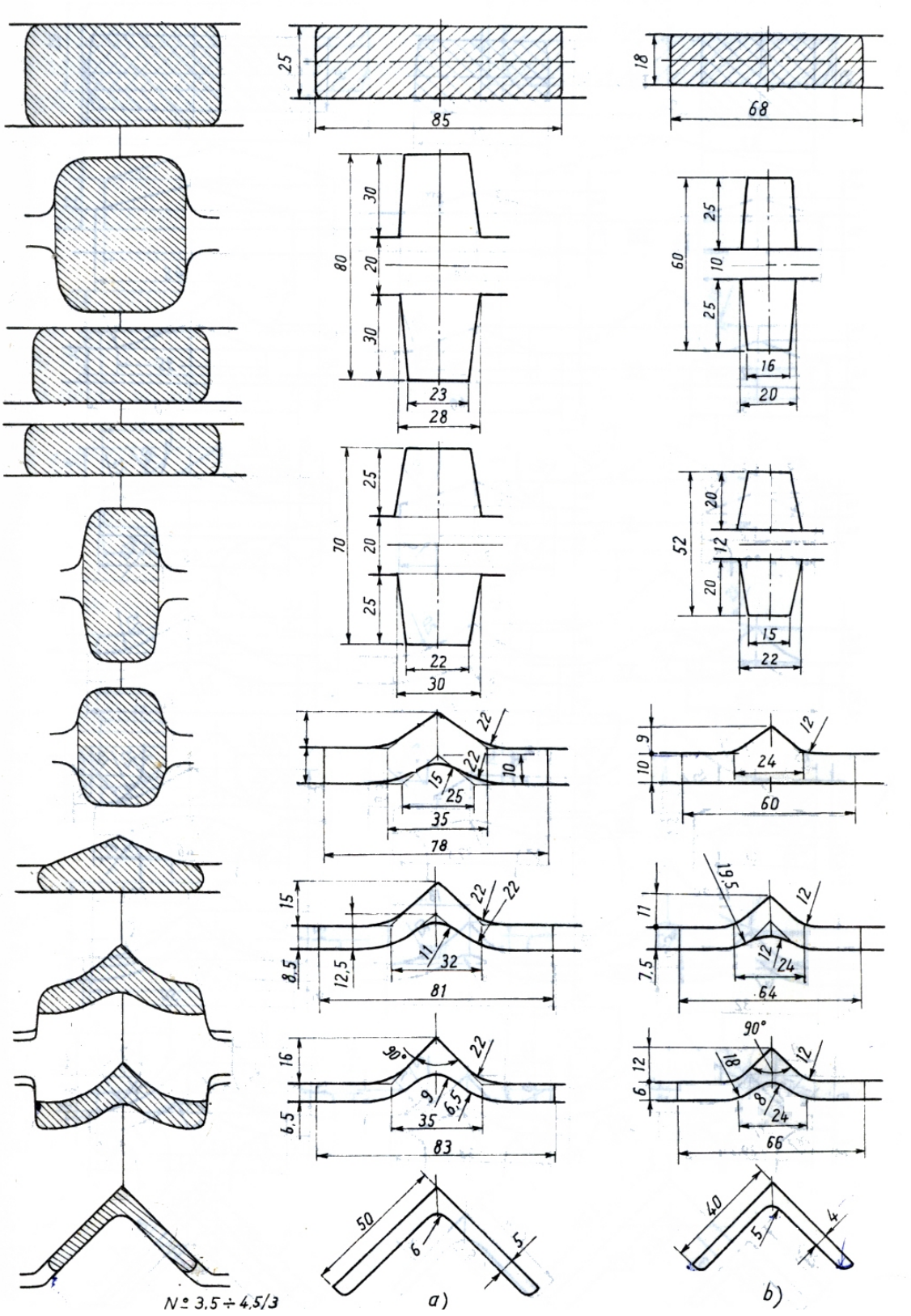
7.5.1. Khái niệm sơ đồ cán thép góc

Để cán được thép góc thì công việc thiết kế lỗ hình là quan trọng. Việc thiết kế lỗ hình dựa vào kiểu máy, kích thước phôi ban đầu và những nguyên tắc chung về cấu tạo lỗ hình ở nhóm giá cán thô, cán trung gian và cán tinh.

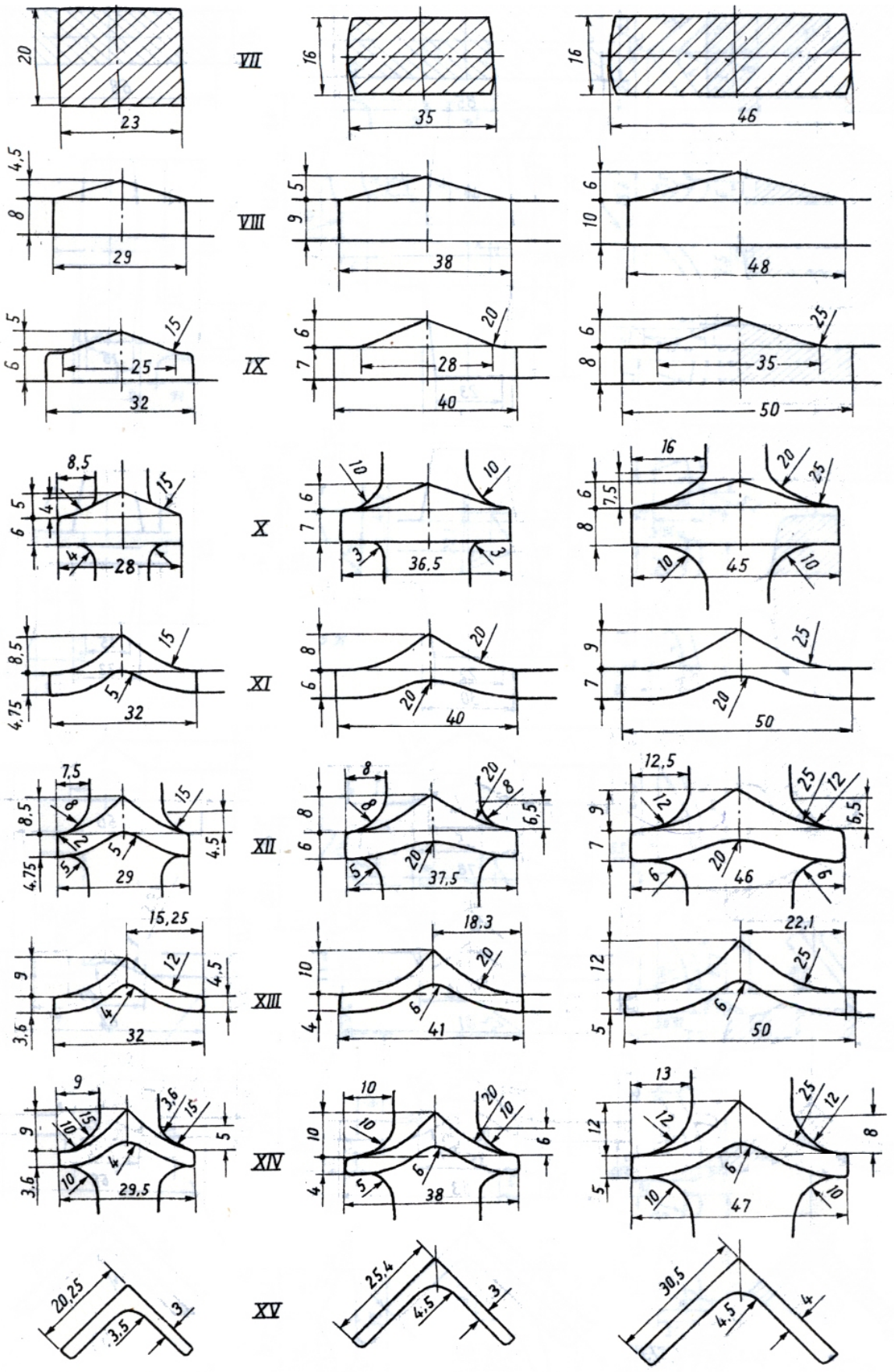


Hình 7.12: Sơ đồ nguyên lý thiết kế lỗ hình.
a. Cán thép góc không cân; b. Cán thép góc cân

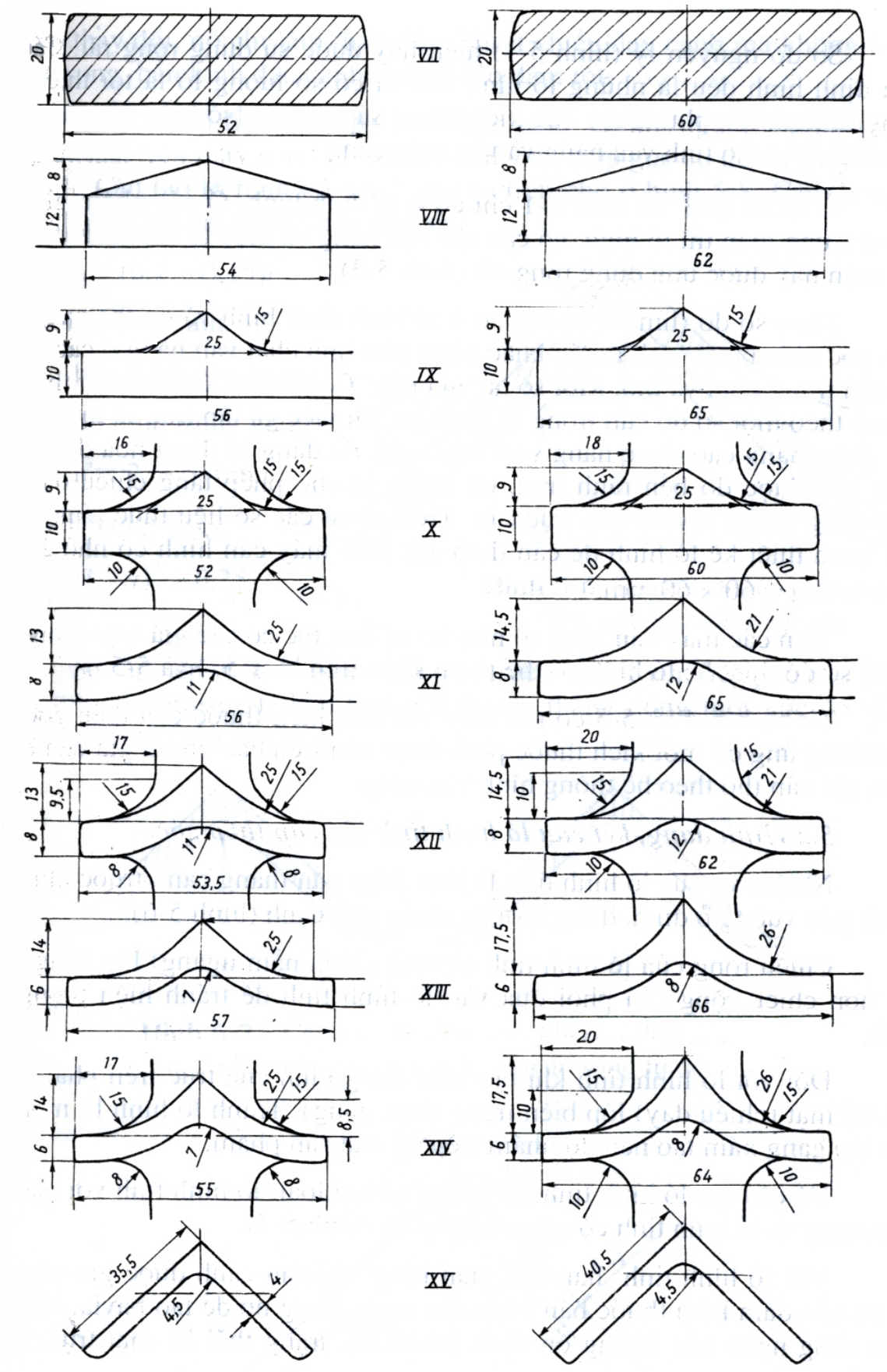

Số giá cán
X
VII
X
XI
ΔT
40×25×4
40×25×3
32×32×5
32×32×4
32×20×3
32×20×4
28×28×3
25×25×4
25×25×3



H.7.14. Sơ đồ thiết kế lỗ hình cán thép góc với số lượng lỗ hình tối thiểu, kết hợp với hệ lỗ hình vạn năng ở giá cán trung gian và thô.
Thép góc N^{0}3,5 ÷ 4,5; a. Thép góc N^{0}5(50x50x5); b. Thép góc N^{0}4(40x40x4).



H.7.15. Sơ đồ thiết kế lỗ hình cán thép góc trên máy cán liên tục theo hệ lỗ hình hở. Các giá cán X, XII, XIV trục đứng



H.7.16. Sơ đồ thiết kế lỗ hình cán thép góc N^{0}3,5(35x35x4) và N^{0}4(40x40x4) trên máy cán liên tục theo hệ lỗ hình hở. Các giá X, XII, XIV trục đứng

Sơ đồ nguyên lý (hình 7.12) hiện nay được sử dụng rộng rãi. Các lỗ hình định hình đều là những lỗ hình kín và có số lượng lỗ hình tối thiểu. Số lượng lỗ hình kín phụ thuộc vào kích thước sản phẩm (số hiệu của thép góc theo TCVN), vào tính năng và vào máy cán.

Ở sơ đồ thiết kế (hình 7.12) chỉ có 4 lỗ định hình. Ở các nhóm giá thô và trung gian thì lỗ hình có cấu tạo vạn năng và thực tế với cách thiết kế này hiện nay được ứng dụng rộng rãi (hình 7.14).

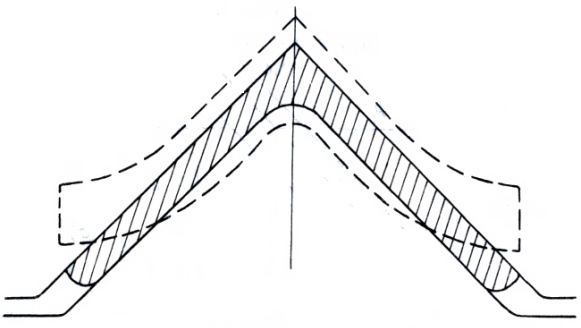
Theo sơ đồ (hình 7.14) chỉ có 4 lỗ định hình và có thể cán được thép góc nhiều loại kích thước khác nhau nhờ tính chất vạn năng ở các nhóm giá cán trung gian và thô. Một số tác giả như: Cơnơblox, Xindin... thì thiết kế cán theo một sơ đồ cán trong lỗ hình hở, thì việc gá lắp trục sẽ thuận tiện, đơn giản, nâng cao được năng suất của máy, dễ dàng tự động hoá đồng thời nâng cao được độ bền rãnh trục, có nghĩa là cho phép tăng chiều dày lớp biến cứng (nhiệt luyện) của trục cán. Trên cơ sở các số liệu thực tế người ta tiến hành thiết kế lỗ hình để cán thép góc trên máy cán hình cỡ nhỏ 250 từ phôi vuông 60 × 60mm.

Trên các máy cán hình cỡ nhỏ bố trí liên tục có các giá trị tục đứng xen kẽ thì sơ đồ thiết kế lỗ hình có thể tham khảo trên hình 7.15 và 7.16.

Từ hình 7.15 và 7.16 có thể thấy với một kích thước của thép góc cần cán tương ứng có một kích thước phôi được cán trên các nhóm cán trung gian, giá cán thô theo hệ thống lỗ hình vạn năng.

7.5.2. Hình dáng, kết cấu lỗ hình tinh khi cán thép góc

Nhiệm vụ của lỗ hình tinh là thực hiện nắn thẳng cạnh trước khi hình thành góc vuông ở đỉnh, đồng thời ép chiều dày cạnh (hình 7.17). Chiều rộng của lỗ hình tinh (ở hình chiếu nằm ngang) lấy bằng hoặc lớn hơn chiều rộng của phôi đưa vào lỗ hình tinh để tránh hiện tượng tóp cạnh. Đối với lỗ hình tinh khi tạo biên dạng rãnh của trục trên phải chú ý đến bề mặt (chiều dày) lớp biến trắng (trục gang).



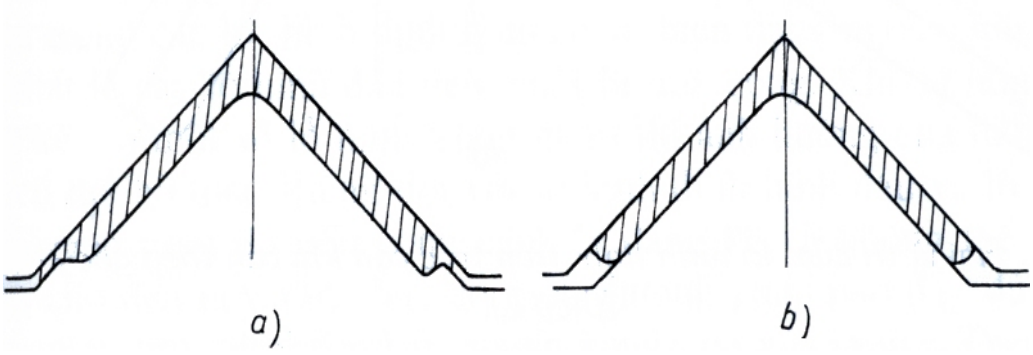
Hình 7.17. Sơ đồ biến dạng trong lỗ hình tinh khi cán thép góc

Tránh lỗ hình bị mòn sâu vào lớp gang xám tạo nên độ nhám trên bề mặt sản phẩm. Về cấu tạo lỗ hình tinh thì có thể có hai loại: lỗ hình tinh với hạn chế giãn rộng và lỗ hình tinh có giãn rộng tự do (hình 7.18).

Với lỗ hình tinh hạn chế giãn rộng thì đầu cạnh được gia công tốt do đó đảm bảo kích thước bán kính đầu cạnh. Song nó dễ tạo bavia, khi điều kiện công nghệ cán không ổn định (nhệt độ, trạng thái bề mặt trục, hệ số ma sát ...).

Hiện nay, người ta thường thiết kế lỗ hình tinh có giãn rộng tự do. Ưu điểm

của nó là có thể cán một số loại sản phẩm. Khi điều kiện công nghệ cán thay đổi, nó chỉ làm thay đổi đôi chút ít nhiều chiều dày cạnh mà không tạo ra bavia, song bán kính đầu cạnh không đảm bảo tốt.



Hình 7.18: Cấu tạo lỗ hình tinh khi cán thép góc
a. có hạn chế giãn rộng; b. có giãn rộng tự do

Thiết kế lỗ hình tinh phải xét khả năng co khi nguội ở đỉnh và khả năng dễ nắn trên máy nắn. Vì khi co, đỉnh của thép góc có thể bị thay đổi và sai lệch. Cấu tạo lỗ hình có xét hai yếu tố trên cho ở hình 7.19. Các thông số trên hình 7.19 có thể tham khảo như sau:

$$a = (0,1 \div 0,15)l$$

Đối với lỗ hình tinh:

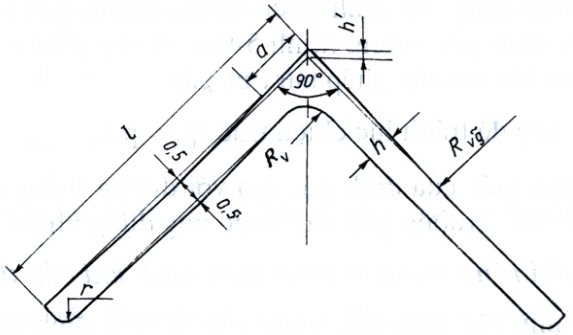
$$h' = 0,25 \div 0,3 \text{ mm.}$$

Đối với lỗ hình trung gian:

$$h' = 2 \div 5 \text{ mm.}$$

Bán kính cong $R_{võng}$

$$R_{võng} = \frac{(l-a)^2 + 0,25}{2} \quad (7.1)$$



H.7.19. Cấu tạo lỗ hình tinh có xét đến khả năng co khi nguội ở đỉnh và nắn thẳng trên máy nắn.

Sự sắp xếp vị trí lỗ hình tinh trên trục cán đối với thép góc cân thì chỉ cần cạnh của mỗi một bên làm với đường thẳng đứng một góc 45^0 là đủ (không có lực chiều trục).

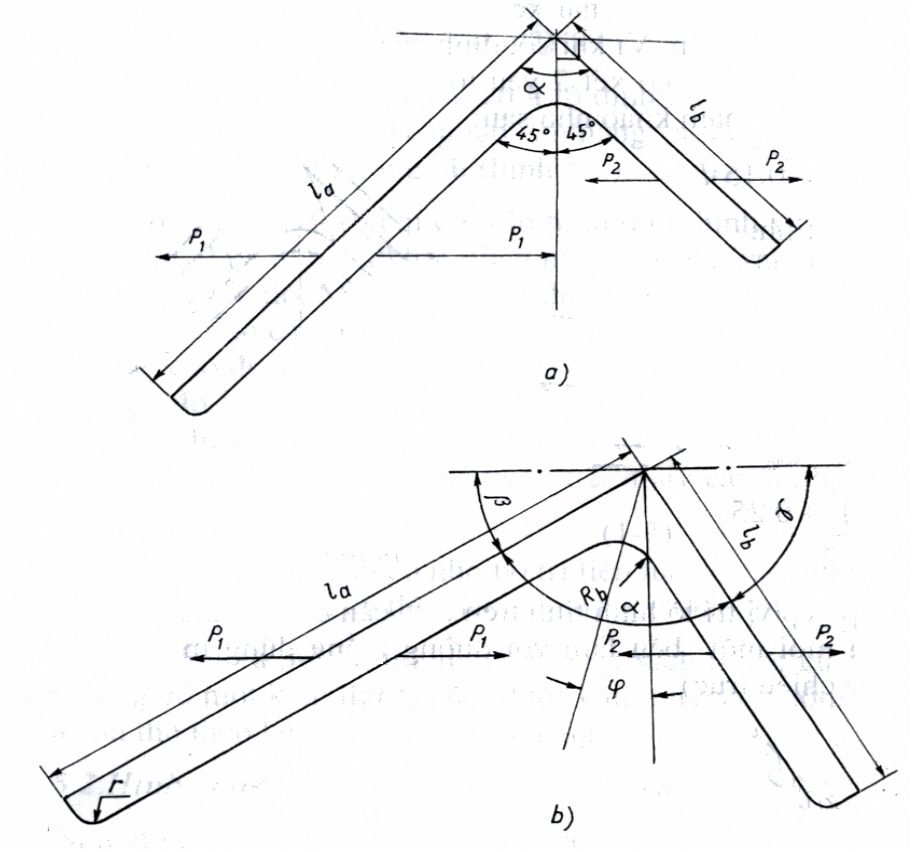
Đối với thép góc không cân (thép L) thì vị trí lỗ hình tinh có hai cách bố trí: có lực chiều trục và không có lực chiều trục.

- Trường hợp có lực chiều trục p_1 và p_2:

Đường phân giác của đỉnh góc vuông vuông góc với đường thẳng nằm ngang đi qua đỉnh góc vuông (hình 7.20a), vì vậy phải cố định chiều trục cẩn thẩn trên cơ sở kết cấu lắp ghép hai trục cán.

- Trường hợp để tránh lực chiều trục ($p_1 = p_2$):

Đường phân giác của đỉnh góc tạo với đường thẳng đứng một góc nhất định (hình 7.20b). Trường hợp này được ứng dụng nhiều trong thực tế.



H.7.20. Hai vị trí lỗ hình tinh trên trục cán khi cán thép góc không cân (thép L).
a. Có lực chiều trục ($p_1 \neq p_2$); b. không có lực chiều trục ($p_1 = p_2$)

7.5.3 Sự giãn rộng trong lỗ hình định hình khi cán thép góc

Tương tự như cán thép dẹt, trong các lỗ hình định hình sự giãn rộng chủ yếu là do lượng ép Δh tạo ra và ta có thể xác định theo biểu thức:

$$\Delta b = 0{,}2\Delta h \qquad (7.2)$$

Chiều dài của cạnh qua mỗi lần cán (theo hướng cán) sẽ chính là chiều dai của cạnh trước khi cán được cộng thêm 1/2 Δb tính được (có thể lấy theo đường trung bình của mặt trên, dưới của cạnh).

Các nghiên cứu của nhiều tác giả (Trecômarep; Merekin ...) cho thấy lượng giãn rộng tỷ lệ với chiều dài của cạnh, có nghĩa là lượng giãn rộng trên mỗi một cạnh khác nhau (khi cán thép góc không cân).

Ở các lỗ trung gian ta có:

Với cạnh lớn:
$$\frac{\Delta b_a}{l_a} = \frac{\Delta b}{l_a + l_b} \qquad (7.3a)$$

Với cạnh lớn:
$$\frac{\Delta b_b}{l_b} = \frac{\Delta b}{l_a + l_b} \qquad (7.3b)$$

Trong đó:

Δb -Tổng lượng giãn rộng có trên hai cạnh. Δb_a - Lượng giãn rộng ở cạnh lớn.
Δb_b - Lượng giãn rộng ở cạnh nhỏ. l_a; l_b - Chiều dài cạnh lớn và nhỏ.

Trong thực tế ta thấy lượng giãn rộng tính từ lỗ hình đầu tiên đến lỗ hình cuối (theo hướng cán) có giá trị lớn hơn lượng giãn rộng tính theo lượng ép, bởi vì trong các lỗ hình

định hình có sự biến dạng ngoài vùng tiếp xúc rất lớn nhất là các lỗ hình đầu tiên, phôi bị uốn cong. Khi sự uốn cong không đáng kể (ở một số lỗ hình trung gian) thì ảnh hưởng của lượng giãn rộng phụ có thể bỏ qua. Riêng đối với lỗ định hình đầu và lỗ định hình tinh thì lượng giãn rộng do uốn cong cạnh là đáng kể và không thể bỏ qua. Tuy nhiên cho đến nay vẫn chưa có phương pháp nào đầy đủ để xác định lượng giãn rộng do biến dạng ngoài vùng tiếp xúc tạo ra. Theo nghiên cứu của Merekin thì với lỗ định hình đầu tiên lỗ hình trước tinh và lỗ định hình tinh có thể tính theo biểu thức:

$$\Delta b_{phụ} = 0{,}01(l_a + l_b) \qquad (7.4)$$

Như vậy tổng lượng giãn rộng trên một cạnh là:

$$\Delta b_a = \Delta b_b = \frac{\Delta h}{2} + 0{,}01l$$

$$l = l_a = l_b$$

Với thép góc cân: $$\Delta b_a = \Delta b \frac{l_a}{l_a + l_b} + 0{,}01 l_a$$

Với thép góc không cân: $$\Delta b_b = \Delta b \frac{l_b}{l_a + l_b} + 0{,}01 l_b \qquad (7.5)$$

Lượng giãn rộng tính theo biểu thức (7.4) và (7.5) có thể tính theo độ dài đường trung bình của mỗi cạnh.

Theo đặc điểm biến dạng trong các lỗ hình định hình như đã nêu trên, thì trị số giãn rộng Δb ở cả hai cạnh vuông có thể xác định theo biểu thức:

$$\Delta b = \frac{2 b_{tb} . \Delta h . K_{\Delta b}}{(H - h)\left[1 + (1 + \alpha)\left(\frac{b_{TB}}{R_\alpha}\right)^n\right]}$$

Ở đây:

$K_{\Delta b} = k'.k''$

$k' = 0{,}7 \div 0{,}8$;

k'': Hệ số xét đến giãn rộng do uốn cong cạnh.

b_{TB}: Chiều dài cạnh tính theo đường trung bình (đối với góc cân: $b_{TB} = 2l$; đối với góc không cân: $b_{TB} = l_a + l_b$).

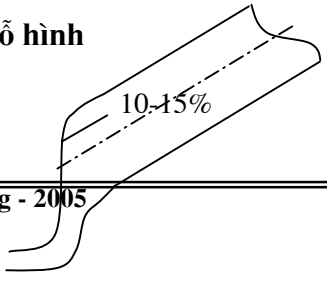
Trị số của k' và k'' có thể tham khảo trong bảng 7.6.

Bảng 7.6. Trị số k□ và k□□

Lỗ hình theo hướng cán	φ (độ)	k'	k''	k'.k''	Ghi chú
I	180	0,7	1	0,7	φ là góc ở đỉnh giảm từ 130^0 đến 90^0
II	130÷140	0,7	1,5	1,05	
III	110÷115	0,7	1,7	1,2	
IV	95÷100	0,75	1,9	1,4	
V	90	0,75	2	1,5	
	90	1	2	2	

7.5.4. Hệ số biến dạng và các thông số liên quan đến cấu tạo lỗ hình

a/ Độ nghiêng đầu cạnh của lỗ hình

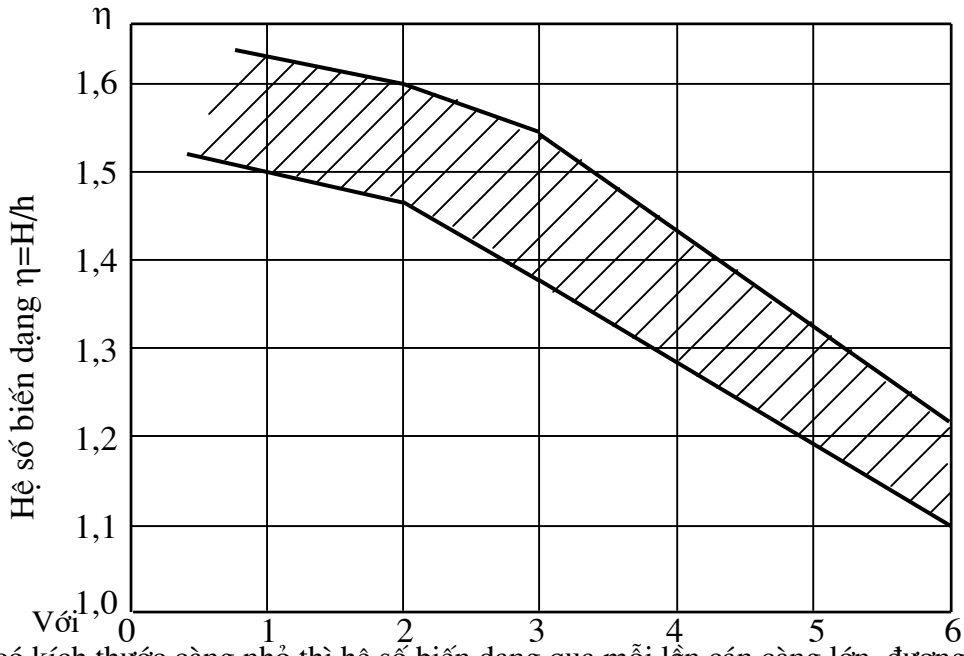


Hình 7.21 Độ nghiêng đầu cạnh

Độ nghiêng này có tác dụng kẹp chặt phôi cán và gia công đầu cạnh. Tuỳ theo độ dày cạnh mà độ nghiêng có thể chọn (10-15)%. Chiều dày cạnh càng lớn thì độ nghiêng càng lớn (hình 7.21).

b/ Hệ số biến dạng theo chiều dày cạnh

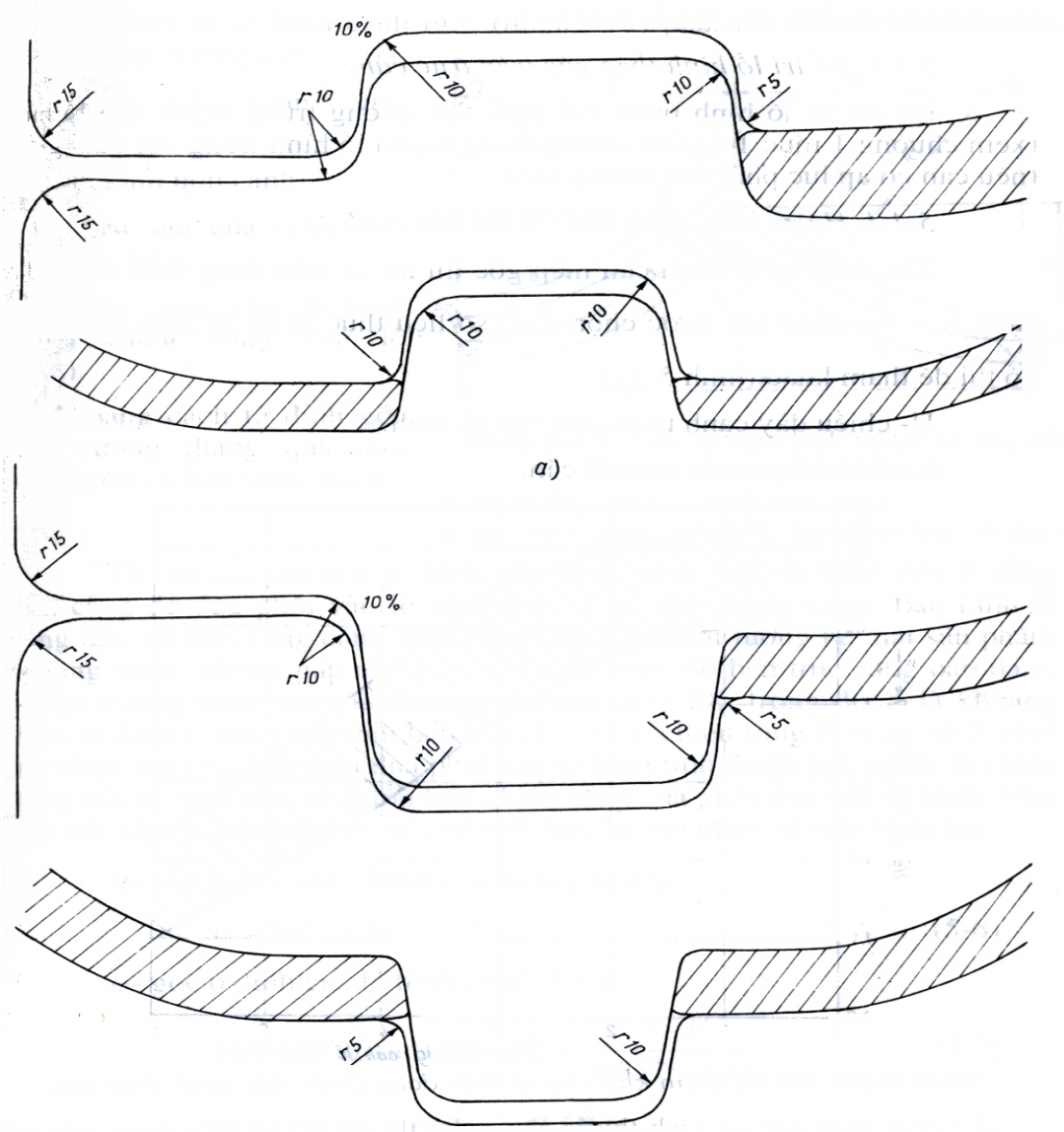
Khi thiết kế lỗ hình cán thép góc thì hệ số biến dạng theo chiều dày cạnh $\eta = \frac{H}{h}$ phần lớn được chọn theo số liệu thực tế từ đó hình thành một đồ thị để tham khảo. (H: chiều dày cạnh trước khi vào lỗ hình; h: chiều dày cạnh sau khi cán).



Với thép góc có kích thước càng nhỏ thì hệ số biến dạng qua mỗi lần cán càng lớn, đương nhiên phải đảm bảo phù hợp với công suất động cơ và độ bền trục cũng như là góc ăn cho phép.

Hình 7.22: Đồ thị tham khảo hệ số biến dạng chiều dày cạnh theo góc

c/ Đảo khe hở của lỗ hình



Hình 7.23: Cấu tạo để đảo khe hở của lỗ hình

Nhằm đảm bảo ổn định cho toàn bộ chu kì của tiết diện lỗ hình cùng với thiết kế bán kính lượn, phải đảo khe hở lỗ hình trục cán, khe hở giữa thân thì lớn hơn ở phía trên (hình 7.23).

r_T: bán kính lượn đầu trên của cạnh. r_T = (0,35÷0,4)h; h: chiều dày cạnh

d/ Bố trí lỗ hình thép góc trên trục cán

Để bố trí lỗ hình trước hết phải tìm đường trung tuyến của lỗ hình (xem chương 5). Đặt đường trung tuyến lỗ hình trùng với đường cán (nếu cán có áp lực phải tìm đường cán).

đ/ Cấu tạo của lỗ hình uốn cạnh (cạnh mở)

Trong nhiều phương pháp thiết kế lỗ hình cán thép góc: cán theo cạnh thẳng, cán theo cạnh mở, cán có giãn rộng tự do v.v... thì phương pháp thiết kế theo kiểu uốn cạnh (cán theo cạnh mở) được ứng dụng phổ biến nhất. Dưới đây chúng ta tìm hiểu cấu tạo của lỗ hình mở (hình 7.24).

Thiết kế lỗ hình cạnh mở (hình 7.24) phải bắt đầu từ lỗ hình trước tinh (ngược hướng cán).

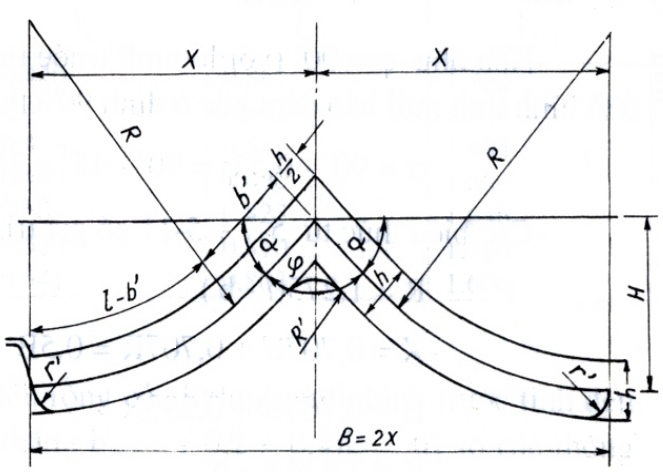
b': chiều dài đoạn cạnh thẳng

R: bán kính uốn cạnh.

H: chiều sâu của rãnh trên trục cán trên.

B: chiều rộng của lỗ hình (hình chiếu bằng các lỗ hình).

X: khoảng cách từ đỉnh góc đến đường thẳng qua tâm vùng tròn có bán kính mở R.



Hình 7.24: Cấu tạo các kích thước cơ bản của lỗ hình uốn cạnh (cạnh mở)
h- chiều dày cạnh. l- chiều dài cạnh.
R- bán kính lượn ở đỉnh
r'- bán kính lượn ở đầu cạnh

Từ cấu tạo của một lỗ hình uốn cạnh trước tinh, ta thấy: nếu b' càng lớn, càng dễ đưa phôi vào lỗ hình vì dễ hãm thẳng cạnh. Bán kính R càng lớn, độ uốn cong càng nhỏ, càng bảo đảm chất lượng bề mặt sản phẩm (không xước, không gấp nếp...).

H càng nhỏ, độ bền trục càng bảo đảm do đó đường kính trục cán không cần lớn. B = 2X, trong đó X là khoảng cách từ đỉnh lỗ hình đến tâm bán kính R, vì thế chiều rộng B và trị số X phải lựa chọn sao cho bảo đảm đưa phôi vào lỗ hình tinh thuận lợi, nghĩa là chiều rộng của lỗ hình tinh phải lớn hơn chiều rộng của phôi đưa vào lỗ hình. Như vậy các kích thước nói trên đều có mối liên hệ với nhau về mặt hình học.

α - góc giữa cạnh lỗ hình và đường ngang: $\alpha = 90^0 - 0{,}5\varphi$ (7.6)

φ - góc ở đỉnh của lỗ hình (hình 7.24)

$$l - b' = R.\alpha(\text{rad}) \text{ vậy } \quad R = \frac{l - b'}{0{,}0175\alpha(\text{độ})} \qquad (7.7)$$

$$X = b'.\cos\alpha + R\sin\alpha = 0{,}5B. \qquad (7.8)$$

$$H = b'.\sin\alpha + R(1-\cos\alpha) \qquad (7.9)$$

Từ biểu thức trên suy ra:

$$R = \frac{X}{\sin\alpha} - \frac{b'}{tg\alpha} \text{ và } X = \frac{H\sin\alpha}{1-\cos\alpha} - b' \qquad (7.10)$$

Nếu như $\varphi = 90^0$ (với lỗ hình trước tinh phải có góc ở đỉnh phải là 90^0 thì ở lỗ hình tinh mới đảm bảo góc ở đỉnh 90^0) thì có giá trị:

$$\alpha = 90^0 - 0{,}5\varphi = 90^0 - 45^0 = 45^0$$

Từ các biểu thức trên ta có các giá trị sau:

$$R = 1{,}275(l - b')$$

$$X = 0{,}707b' + 0{,}707R = 0{,}5B$$

$$H = 0{,}707b' + 0{,}293$$

$$R = 1{,}414X - b'$$

$$X = 2{,}414H - b'$$

Các công trình nghiên cứu của nhiều tác giả về thiết kế kế lỗ hình trước tinh để cán thép góc đã đưa ra cách chọn các thông số thiết kế như sau:

Với thép góc cân:

$$H = (0{,}4 \div 0{,}5)l$$

$$R = (0{,}8 \div 0{,}95)l = \text{const}$$

Với thép góc không cân:

$$H = (0,4 \div 0,45)\frac{l_n + l_d}{2}$$

$R_n = (1 \div 1,1)l_n = const$

$R_d = (0,7 \div 0,8)l_d = const$

$b' = (0,2 \div 0,6)l$

l - chiều dài cạnh tính theo đường trung bình.

Từ các biểu thức trên ta có tỷ số: $\frac{b'}{l} = 0,2 \div 0,6$

Trên cơ sở của tỷ số $\frac{b'}{l}$ ta có các mối quan hệ với các thông số khác của lỗ hình trước tinh cho trong bảng 7.7:

Bảng 7.7: Giá trị một thông số của lỗ hình trước tinh khi $\alpha = 45^0$

$\frac{b'_{n-1}}{l_{n-1}}$	$\frac{R_{n-1}}{l_{n-1}}$	$\frac{H_{n-1}}{l_{n-1}}$	$\frac{X_{n-1}}{l_{n-1}}$	$\frac{B_{n-1}}{l_{n-1}}$
0,2	1,02	0,440	0,861	1,722
0,25	0,955	0,457	0,852	1,704
0,30	0,893	0,473	0,842	1,684
0,35	0,827	0,489	0,830	1,660
0.40	0,764	0,507	0,823	1,646
0,45	0,701	0,523	0,810	1,620
0,50	0,637	0,541	0,803	1,606

Để có thể giảm được chiều rộng của lỗ hình từ lỗ hình trước tinh đến lỗ hình đầu tiên thì trị số đoạn thẳng $b'_{n-1} = (0,2 \div 0,4)l_{n-1}$, trị số các thông số còn lại cho trong bảng 7.7.

7.5.5. Xác định chiều rộng và các thông số của các lỗ hình cán thô

a/ Xác định chiều rộng của lỗ hình trước tinh

Chiều rộng lỗ hình bán tinh xác định theo các biểu thức cho trong bảng 7.7. Chiều rộng này phải bảo đảm đưa phôi vào lỗ hình dễ dàng. Chiều rộng B của các lỗ hình trước lỗ hình tinh (ngược hướng cán) phải nhỏ dần, trị số B có thể xác định trên cơ sở độ nghiêng đầu cạnh của thép góc (hình 7.25).

Nếu như độ nghiêng đầu cạnh là 10% thì độ giảm chiều rộng của lỗ hình gần bằng 0,1h' (h' cho trên hình 7.25). Trong các tính toán chọn chiều rộng lỗ hình như sau:

$B' = B - (1 \div 2)$ mm

B'- chiều rộng lỗ hình trước.

B - chiều rộng lỗ hình sau (theo hướng cán).

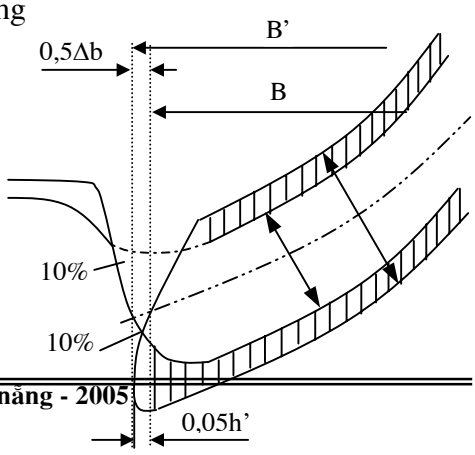
Ngoài ra chiều rộng của lỗ hình còn liên quan đến chiều rộng (độ dài cạnh) cạnh góc có được khi tính lượng giãn rộng, góc uốn φ trị số b', độ dài uốn cong (1-b') tăng dần từ lỗ hình trước tinh đến lỗ hình đầu tiên (ngược hướng cán).

Theo các biểu thức 7.7 đến 7.10 ta có:

$$B = 2X = 2b'.\cos\alpha + 2R\sin\alpha =$$

$$= 2b'.\cos\alpha + 2.\frac{1 - b'}{0,01745.\alpha^0}.\sin\alpha \quad (7.11)$$

$\alpha = 90^0 - 0,5.\varphi^0$



H.7.25. Giãn rộng ở lỗ hình định hình

$$B_{n-1} = 1,414.b'_{n-1} + 1,414.R_{n-1} =$$
$$1,414b'_{n-1} + 1,8(l_{n-1} - b'_{n-1}) =$$
$$= 1,8.l_{n-1} - 0,386.b'_{n-1}$$

b'$_{n-1}$ - độ dài đoạn cạnh thẳng.

l_{n-1} - chiều dài cạnh góc.

R - bán kính uốn cạnh,

$$R = \frac{l_{n-1} - b'_{n-1}}{0,785}$$

b/ **Xác định chiều rộng lỗ hình thô:**

Khi góc $\varphi = 130^0$ thì $\alpha = 25^0$.

Với $R_1 = \frac{1 - b'}{0,436}$) chiều rộng B lỗ hình là:

$$B_1 = 2.0,906.b'_1 + 2.0,423.R_1 = 1,812.b'_1 + 0,864.R_1 = 1,941l_1 - 0,126b'_1$$

Nếu đoạn cạnh thẳng b' có giá trị b' = 0,4.l thì:

$B_{n-1} = 1,646.l_{n-1}$ và $B_1 = 1,889.l_1$

Chiều rộng lỗ hình thứ nhất lấy nhỏ hơn chiều rộng ở lỗ hình trước tinh bằng một lượng giãn rộng.

Muốn bảo đảm cho chiều rộng lỗ hình tăng dần theo hướng cán thì khi thiết kế lỗ hình trước tinh chọn đoạn cạnh thẳng b' nhỏ và như vậy phần uốn cạnh tăng lên, cho nên chiều rộng lỗ hình lớn lên. Như vậy ở những lỗ hình thô đầu có thể chọn b' = 0,5.l với những lỗ hình về sau (theo hướng cán) b' = (0,2 ÷ 0,4).l.

Sau khi xác định được chiều rộng B tính các kích thước còn lại của lỗ hình thô bằng các biểu thức đã biết.

$$0,5.B = X = b'.\cos\alpha + \frac{l - b}{0,01745.\alpha^0}\sin\alpha$$

suy ra:

$$b' = \frac{\frac{l.\sin\alpha}{0,01745.\alpha^0} - 0,5.B}{\frac{\sin\alpha}{0,01745.\alpha} - \cos\alpha}$$

$$R = \frac{1 - b'}{0,01745.\alpha^0}$$

$$H = b'.\sin\alpha + R(1 - \cos\alpha)$$

Vì đã có $\varphi = 130^0$ suy ra $\alpha = 25^0$

Do đó:

$$b' = \frac{\frac{l.0,423}{0,436} - 0,5.B_1}{\frac{0,423}{0,436} - 0,906} = 15,6(0,97.l - 0,5.B_1)$$

$$R = \frac{l - b'_1}{0.436} = 2,29.(l - b'_1)$$

$$H = 0,423.b' + 0,094R_1$$

Giả thiết rằng với lỗ hình trước tinh ta chọn $b'_{n-1} \approx 0,3.l_{n-1}$. Sau khi xác định chiều rộng của nó và chiều rộng của lỗ hình đầu tiên, sau đó dùng các công thức đã biết tính lại đoạn cạnh thẳng b' và nhận được giá trị quá lớn, ví dụ $b'_1 > 0,6.l_1$ thì các kích thước của lỗ hình trước tinh phải tính lại với giá trị

$$b'_{n-1} = (0,2 \div 0,25).l_{n-1}$$

Để tham khảo và đơn giản hoá quá trình tính toán có thể sử dụng các giá trị của đoạn cạnh thẳng b' theo từng lần cán như sau

❶ Khi có 5 lần cán:

$$b'_1 = 0,6.l_1; \quad b'_2 = 0,35.l_2; \quad b'_3 = 0,25.l_3; \quad b'_4 = 0,2.l_4;$$

❷ Khi có 6 lần cán:

$$b'_1 = 0,6.l_1; \quad b'_2 = 0,4.l_2; \quad b'_3 = 0,35.l_3; \quad b'_4 = 0,25.l_4; \quad b'_5 = 0,2.l_5;$$

Với cách chọn như trên bảo đảm chiều rộng lỗ hình tăng dần theo hướng cán. Chọn chiều rộng phôi theo chiều rộng của lỗ hình thứ nhất với một khoảng trống cho giãn rộng từ 2 ÷ 10 mm.

c/ Xác định bán kính lượn ở đỉnh và ở đầu cạnh

Bán kính lượn ở đỉnh phải đảm bảo điền đầy tốt ở góc, hệ số giãn dài ở đỉnh nên lấy dài hơn ở cạnh.

- Xác định hệ số giảm chiều cao ở đỉnh lỗ hình. Trên cơ sở hình 7.26 xác định độ dày m ở đỉnh:

$$m = \frac{h}{\cos\alpha} + \frac{R}{\cos\alpha} - R = \frac{h + R(1 - \cos\alpha)}{\cos\alpha}$$

Khi $\alpha = 45^0$ ta có:

$$m = \frac{h + 0,293.R}{0,707}$$

Vì góc α ở lỗ hình tinh và trước tinh đều như nhau vì vậy:

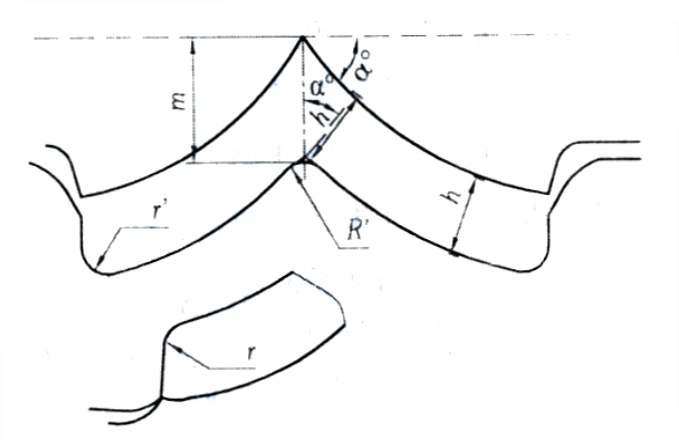
$h' = \eta.h;$

$R' = \eta.R$

h', h - Chiều dày cạnh trước và sau khi cán.

R', R - Bán kính ở đỉnh của phôi trước và sau khi cán.

η - hệ số biến dạng ở đỉnh góc.



H.7.26. Xác định bán kính lượn ở lỗ hình

$$\eta = \frac{m'}{m} = \frac{\eta.h + 0,293.\eta.R}{h + 0,293.R} \qquad (7.12)$$

Nếu R' = η.R thì hệ số giảm chiều cao ở đỉnh và ở cạnh sẽ như nhau. Vậy để có sự điền đầy tốt ở đỉnh thì bán kính lượn ở đỉnh sẽ phải lấy lớn hơn trị số η.R.

Ví dụ:

Xác định bán kính lượn khi có 5 lần cán định hình (ngược hướng cán):

$$R_5; \quad R_4 = \eta_4.R_5; \quad R_3 = \eta_3.R_4; \quad R_2 = \eta_2.R_3; \quad R_1 = \eta_1.R_2$$

Ở đây:

$\eta_1, \eta_1, \eta_1, \eta_1, \eta_1$ - các hệ số biến dạng đã xác định từ trước.

Các bán kính đầu cạnh (hình 7.26):

$$r'_4 = r_5 + \Delta h_5 \qquad r'_2 = r_5 + \Delta h_3$$

$$r_3 = \Delta h_4 \qquad r_1 = \Delta h_2$$

Hoặc cũng có thể chọn: r' = 0,5.h và r = 0,35.h

7.5.6. Ví dụ về thiết kế lỗ hình cán thép góc N^{0}10 theo TCVN

a/ Các số liệu ban đầu

Thiết kế lỗ hình cán thép góc N^{0}10 theo TCVN (hình 5.16)

l = 100 mm với dung sai ± 2;

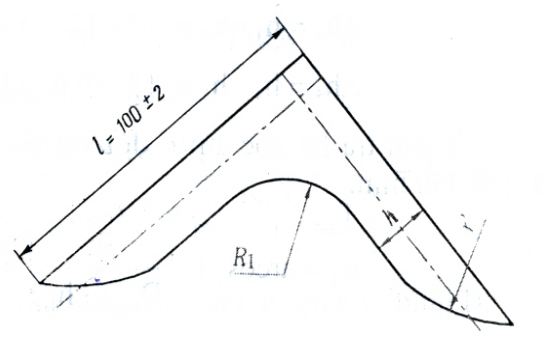
h = 6,5; 7; 8 mm với dung sai ± 0,60

h = 10; 12; 14; 16 mm với dung sai ± 0,65; R_1 = 12 mm; r' = 4 mm.

Vật liệu: thép CT38.

Đường kính trục cán D = 500 mm

Tốc độ vòng quay trục cán n = 120 vòng/phút.



Hình 7.26: Các kích thước của thép góc N^{0}10 TCVN

Vì thép góc có nhiều chiều dày h nên ở đây ta chọn h = 10 mm để tính toán có F = 1920 mm^2.

b/ Thiết kế và tính toán

❶ Xác định các kích thước của sản phẩm ở trạng thái nóng

Chiều dài cạnh l = (100 - 1,5).1,013 ≈ 100 mm

Chiều dày cạnh h = (10 - 1,5).1,013 ≈ 9,6 mm (có xét đến một phần dung sai âm).

Tổng chiều dài cạnh tính theo đường trung bình (khi khai triển thép góc):

$2.l_{tb} = 2.(100 - 0,5.9,6) = 190,4$ mm.

Với thép góc N^{0}10 chọn 5 lần cán định hình. Tham khảo đồ thị hình 5.12 và các số liệu thực tế chọn hệ số giảm chiều cao như sau:

$$\sum \frac{H}{h} = 1,25.1,45.1,6.1,6.1,6 = 7,41$$

❷ Xác định chiều cao phôi ban đầu:

H = 9,6.7.41 ≈ 71 lấy tròn 70 mm

Chiều dài cạnh qua từng lần cán (theo hướng cán)

$h_1 = 70/1,6 \approx 44$ mm $\quad h_4 = 17/1,45 \approx 12$ mm

$h_2 = 44/1,6 \approx 27,5$ mm $\quad h_5 = 12/1,25 \approx 9,6$ mm

$h_3 = 27,5/1,6 \approx 17$ mm

Lượng ép Δh của từng lần cán

$\Delta h_1 = H - h_1 = 70 - 44 = 26$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 44 - 27,5 = 16,5$ mm

$\Delta h_3 = h_2 - h_3 = 27,5 - 17 = 10,5$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 17 - 12 = 5$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 12 - 9,6 = 2,4$ mm

Kiểm tra lại góc ăn với lần cán đầu tiên khi đường kính trục D_{min} = 450mm:

$$\alpha_1 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h}{D_{min} - h_1}\right) = \arccos\left(1 - \frac{26}{450 - 44}\right) = 20^0 36'$$

Với số vòng quay của trục cán n = 120 vòng/phút suy ra:

$$V = \frac{3,14.0,45.120}{60} = 2,82 m/s$$

Theo đồ thị (hình 6.11) ta tìm được góc ăn $\alpha = 25^0$, vậy lượng ép trên là cho phép. Đối với các lần cán khác nhau ta cũng thử lại tương tự. Trên cơ sở lượng ép ta tìm lượng giãn rộng trong lỗ hình từ biểu thức (2.1) với $k_{\Delta b} = k'.k''$ (bảng 7.6).

Lượng giãn rộng trong lỗ hình V, lỗ hình tinh

$$\Delta b_5 = \frac{2b_{tb}.\Delta h_5.K_{\Delta b}}{(h_4+h_5)\left[1+(1+\alpha)\left(\frac{b_{TB}}{R.\alpha}\right)^2\right]} = \frac{2.190.2,4.2}{(12+9,6)\left[1+(1+0,11)\left(\frac{190,4}{270,2.0,11}\right)^2\right]} = 1,2mm$$

$2.b_{tb}$ = 2.l (tính theo đường trung bình).

Chiều rộng vật cán lúc đi vào lỗ hình V (chiều rộng lỗ hình IV)

$2.b_4 = 2.b_{tb5} - \Delta b_5 = 190,4 - 1,2 = 189,2$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình IV, trước tinh

$$\Delta b_4 = \frac{2.189,2.2,5.1,5}{(17+12)\left[1+(1+0,152)\left(\frac{189,2}{219.0,152}\right)^2\right]} = 2,5mm$$

Chiều rộng vật cán lúc đi vào lỗ hình IV (chiều rộng lỗ hình III)

$2.b_3 = 2.b_{tb4} - \Delta b_4 = 189,2 - 2,5 = 186,7$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình III

$$\Delta b_3 = \frac{2.186,7.10,5.1,4}{(27,5+17)\left[1+(1+0,214)\left(\frac{186,7}{216.0,214}\right)^2\right]} = 5,9mm$$

Chiều rộng vật cán lúc đi vào lỗ hình IV (chiều rộng lỗ hình II)

$2.b_2 = 2.b_{tb3} - \Delta b_3 = 186,7 - 5,9 = 180,8$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình II (thô)

$$\Delta b_2 = \frac{2.180,8.16,5.1,2}{(44+27,5)\left[1+(1+0,279)\left(\frac{180,8}{211,3.0,279}\right)^2\right]} = 7,7mm$$

Chiều rộng vật cán lúc đi vào lỗ hình IV (chiều rộng lỗ hình I)

$2.b_1 = 2.b_{tb2} - \Delta b_2 = 180,8 - 7,7 = 173,1$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình I (thô)

$$\Delta b_1 = \frac{2.173,1.26.1}{(70+44)\left[1+(1+0,355)\left(\frac{173,1}{203.0,355}\right)^2\right]} = 9mm$$

Chiều rộng B của phôi được xác định theo chiều rộng của lỗ hình I

$B = 2.b_{tb2} - \Delta b_1 = 173,1 - 9 = 164,1$ mm

❸ Xác định các góc ở đỉnh của lỗ hình thô

Theo phương pháp thiết kế thì để bảo đảm góc ở đỉnh của thép góc là 90^0 thì ở lỗ hình tinh và trước tinh chọn góc $\varphi = 90^0$: $\varphi_4 = \varphi_5 = 90^0$

Đối với lỗ hình I, chọn $\varphi_1 = 130^0$.

❹ Xác định các góc ở đỉnh của lỗ hình II và III (φ_2, và φ_3)

Tổng lượng ép trong các lỗ hình II; III; IV là

$\Sigma\Delta h_{2,3,4} = \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 = 16,5 + 10,5 + 5 = 32$ mm

Trong các lỗ hình này góc φ giảm dần từ $\varphi = 130^0$ đến $\varphi = 90^0$ do đó:

$$\Sigma\Delta\varphi = \Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_3 + \Delta\varphi_4 = 130^0 - 90^0 = 40^0$$

Hệ số tỷ lệ giảm góc φ so với lượng ép Δh là: $m = \frac{\sum\Delta\varphi}{\sum\Delta h} = \frac{40}{32} = 1,25$

Như vậy góc φ ở lỗ hình II sẽ là: $\varphi_2 = 130^0 - \frac{\sum\Delta\varphi}{\sum\Delta h}.\Delta b_2 = 130 - 1,25.16,5 \approx 109,4^0$

Góc φ ở lỗ hình III là: $\varphi_3 = \varphi_2 - \frac{\sum\Delta\varphi}{\sum\Delta h}.\Delta b_3 = 109,4 - 1,25.10,5 \approx 96^0$

Góc φ ở lỗ hình IV là: $\varphi_4 = 90^0$; $\varphi_5 = 90^0$

Kết quả tính toán của 5 lỗ hình được tổng hợp trong bảng 7.8

Bảng 7.8. kết quả tính toán

Số lỗ hình	μ	h (mm)	Δh (mm)	$2b_{tb}$ (mm)	2Δb (mm)	φ (độ)
Phôi	-	70	-	-	-	-
I	1,6	44	26	173,1	9	130
II	1,6	27,5	16,5	180,8	7,7	109
III	1,6	17	10,5	186,7	5,9	96
IV	1,45	12	5	189,2	2,5	90
V	1,25	9,6	2,4	190,4	1,2	90
μ - hệ số biến dạng μ = H/h ; h - chiều dày cạnh; Δh - lượng ép $2.b_{tb}$ - chiều rộng tổng 2 cạnh; Δb - tổng giãn rộng trên 2 cạnh; φ - góc uốn ở đỉnh						

c/ Cấu tạo các lỗ hình

① Lỗ hình 5: lỗ hình tinh

Lỗ hình có cạnh thẳng, bán kính lượn ở đỉnh $R_f = 12$ mm; r' = 4 mm

Giãn rộng trong lỗ hình là giãn rộng tự do vì thép góc $N^0$10 theo TCVN có nhiều chiều dày cạnh h khác nhau. Song để cán được sản phẩm này chỉ cần một lỗ hình tinh với hai lỗ hình trước tinh nhằm đảm bảo được dung sai trên chiều dài cạnh là ± 2 mm. Một lỗ hình trước tinh cán thép góc dày 6,5; 7; 8 và 10 mm, lỗ hình trước tinh kia để cán thép góc dày 12; 14 và 16mm.

Chiều rộng lỗ hình tinh:

$B_5 = 2.l_5.\cos\alpha_5 = 2.95,5.0,707 = 135$ mm

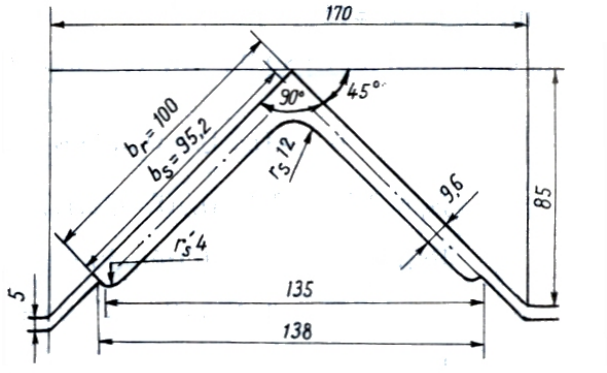
Chiều rộng miệng rãnh trục trên chọn

$B'_5 \approx 1,7.l_5$'

$B'_5 = 1,7.100 = 170$ mm

Chiều sâu rãnh trục

$$H_5 = 0,5.B'_5 = \frac{170}{2} = 85\text{mm}$$



H. 7.27.Cấu tạo lỗ hình tinh của thép góc $N^0$10 TCVN

② Lỗ hình trước tinh IV - uốn cạnh

Chiều dài cạnh $l_4 = 94,6$ mm

Theo bảng số liệu (bảng 7.8) thì chiều dày cạnh trong lỗ hình IV (H. 7.28) là:

Chiều dày cạnh $h_4 = 12$ mm

Góc φ có trị số $\varphi_4 = 90^0$ và $\alpha_4 = 90 - 1/2\varphi_4$ = 45^0.

Về nguyên tắc phải xác định được đoạn cạnh thẳng b' sao cho chiều rộng toàn bộ lỗ hình phải giảm dần ngược hướng cán. Muốn vậy phải xác định chiều rộng của lỗ hình I (thô). Trên cơ sở ấy thiết kế lại kết cấu lỗ hình trước tinh IV có uốn cạnh.

Giả thiết chọn $b'_4 = 0,3.l_4 = 0,3.94,6 = 28,4$ mm

Chiều rộng B của lỗ hình IV tính theo biểu thức (7.11)

$$B = 2.X_4 = 2.b'.\cos\alpha + 2.\frac{l - b'}{0,01745.\alpha^0}.\sin\alpha$$

$$= 2.28,4.0,707 + 2.1,275.(94,6 - 28,4).0,707 = 160,1mm$$

Đối với lỗ hình thô I, ta có

- Chiều dài cạnh:

$$l_1 = \frac{173,1}{2} = 86,6mm$$

- Góc $\varphi_1 = 130^0$ và $\alpha_1 = 25^0$

Giả thiết chọn $b_1' = 0,6.l_1 = 0,6.86,6 = 52$ mm

- Chiều rộng của lỗ hình I

$$B_1 = 2.X_1 = 2.b'.\cos\alpha + 2.\frac{l - b'}{0,01745.\alpha^0}.\sin\alpha$$

$$= 2.52.0,906 + 2.\frac{86,61 - 52}{0,436}.0,423 = 161,3mm$$

Từ cách tính trên đây chiều rộng $B_4 = 160,1$ mm không phù hợp giả thiết rằng sự biến đổi chiều rộng từ lỗ hình II, III, IV chỉ với 1 mm qua từng lỗ hình thì chiều rộng B của lỗ hình IV phải là $B_4 = 164,1$ (ở trên ta tính được $B_4 = 160,1$mm).

Như vậy để tăng được chiều rộng của lỗ hình IV ta phải chọn lại trị số b_4' nhỏ đi (nhỏ hơn 28,4 mm), ví dụ:

$b'_4 = 0,2.l_4 = 0,2.94,6 = 19$ mm

$B_4 = 2.X_4 = 2.19.0,707 + 2.1,275.(94,6 - 19).0,707 = 163,9 \approx 164$ mm

Bán kính uốn cạnh trên đường trung bình

$R_4 = 1,275.(94,6 - 19) = 1,275.75,6 = 96,5$ mm

Bán kính uốn cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_4 = R_4 - \frac{h_4}{2} = 96,5 - \frac{12}{2} = 90,5mm$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_4 = R_4 + \frac{h_4}{2} = 96,5 + \frac{12}{2} = 102,5mm$$

Chiều cao rãnh trục trên tính theo biểu thức (5.9)

$H_4 = 0,707.19 + 0,293.96,5 = 41,7$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc

$R_{14} = \eta_4.R_{15} = 1,45.12 = 17$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh

$r'_4 = r'_5.\Delta h_5 = 4.2,4 = 6,4$ mm

Các số liệu tính toán ghi lên bản vẽ lỗ hình (hình 7.28)

③ Lỗ hình III - lỗ hình thô

$l_3 = 93,4$ mm

Theo số liệu ở bảng 7.8 có

$h_3 = 17$mm; $\varphi = 96^0$

Chiều rộng của lỗ hình III

$B_3 = B_4 - l = 163,9 - 1 = 162,9$ mm

Độ dài đoạn cạnh thẳng b'_3 tính theo biểu thức (7.11):

$$b'_3 = \frac{\frac{l_3.\sin\alpha_3}{0,01745.\alpha_3} - 0,5.B_3}{\frac{\sin\alpha_3}{0,01745.\alpha_3} - \cos\alpha_3}$$

với $\alpha_3 = 90 - 0,5.\varphi_3 = 90 - 0,5.96 = 42^0 = 0,733$ rad

$\sin 42^0 = 0,699$; $\cos 42^0 = 0,743$

$$b'_3 = \frac{93,4\frac{0,669}{0,733} - 0,5.163}{\frac{0,669}{0,733} - 0,743} = 21\text{mm}$$

Bán kính uốn cong cạnh theo đường trung bình

$$R_3 = \frac{93,4 - 21}{0,733} = 98,5\text{mm}$$

Bán kính uốn cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_3 = R_3 - \frac{h_3}{2} = 98,5 - \frac{17}{2} = 90\text{mm}$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_3 = R_3 + \frac{h_3}{2} = 98,5 + \frac{17}{2} = 107\text{mm}$$

Chiều cao rãnh trục trên tính theo biểu thức (7.9)

$H_3 = B'_3.\sin\alpha_3 + R_3.(1 - \cos\alpha_3) = 21.0,669 + 98,5.(1 - 0,743) = 40,3$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh

$r' = \Delta h_4 = 5$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc

$R_{13} = 1,6.R_{14} = 1,6.17 = 27$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

④ Lỗ hình II - thô

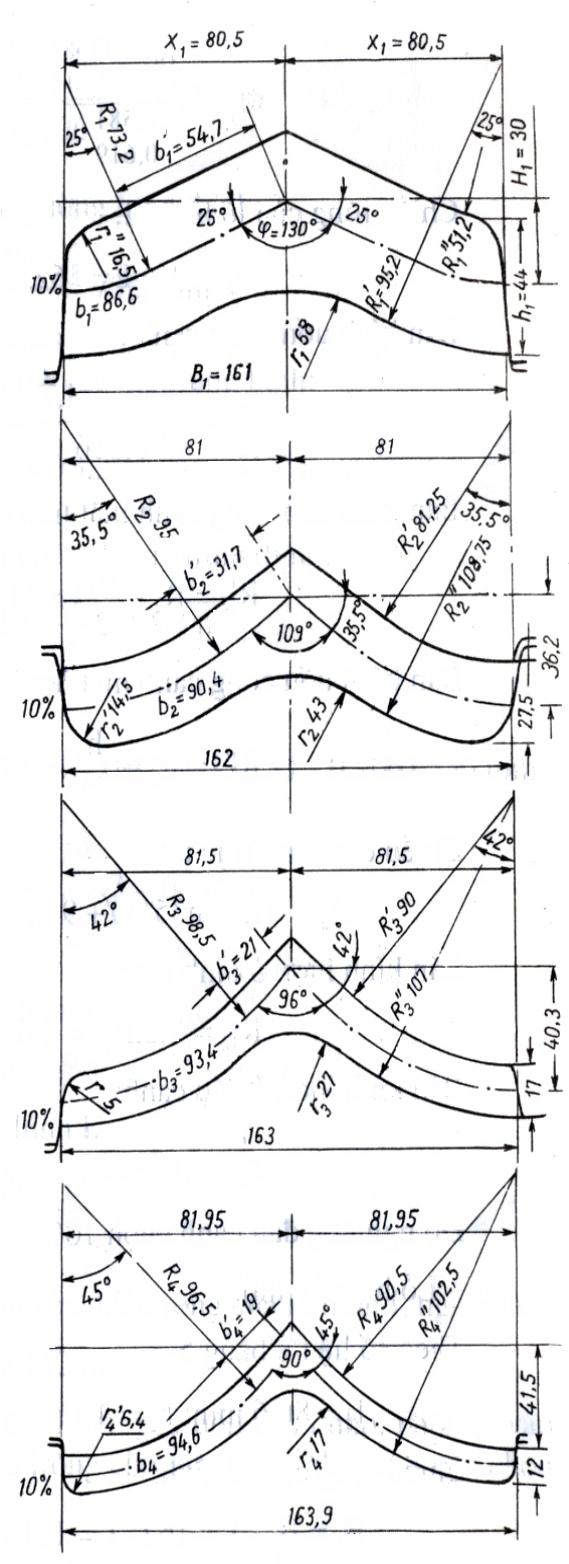
Theo số liệu ở bảng 7.8

$l_2 = 90,4$ mm; $h_2 = 27,5$ mm; $\varphi_2 = 109^0$; $\alpha_2 = 35^030'$

$\sin 35^030' = 0,5807$; $\cos 35^030' = 0,8141$

Xác định độ dài đoạn thẳng b'_2:

$$b'_2 = \frac{90,4\frac{0,581}{0,619} - 0,5.162}{\frac{0,581}{0,619} - 0,814} = 31,7\text{mm}$$



H.7.28. Cấu tạo lỗ hình cán thép góc N^{0}10 TCVN, cạnh cân

Chiều rộng của lỗ hình II: $B_2 = B_3 - l = 162,9 - l \approx 162,9$ mm

Bán kính uốn cong cạnh theo đường trung bình

$$R_2 = \frac{90,4 - 31,7}{0,619} = 95\text{mm}$$

Bán kính uốn cong cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_2 = R_2 - \frac{h_2}{2} = 95 - \frac{27,5}{2} = 81,25\text{mm}$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_2 = R_2 + \frac{h_2}{2} = 95 + \frac{27,5}{2} = 108,75\text{mm}$$

Chiều cao rãnh trục trên tính theo biểu thức (7.9)

$H_2 = 31,7.\sin 35^0 30' + 95.(1 - \cos 35^0 30') = 36,2$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh

$r'_2 = r_3 + \Delta h_3 = 4 + 10,5 = 14,5$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc

$R_{12} = 1,6.R_{13} = 1,6.27 = 43$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

⑤ Lỗ hình I - thô

Theo số liệu ở bảng 7.8

$L_1 = 86,6$ mm; $h_1 = 44$ mm; $\varphi_{21} = 130^0$; $\alpha_1 = 25^0$

$\sin 25^0 = 0,423$; $\cos 25^0 = 0,906$

Xác định độ dài đoạn thẳng b'_1:

$$b'_1 = \frac{86,6\dfrac{0,423}{0,436} - 0,5.161}{\dfrac{0,423}{0,436} - 0,906} = 54,7\text{mm}$$

Chiều rộng của lỗ hình I

$B_1 = B_2 - l = 162 - l \approx 161$ mm

Bán kính uốn cong cạnh theo đường trung bình

$$R_2 = \frac{86,6 - 54,7}{0,436} = 73,2\text{mm}$$

Bán kính uốn cong cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_1 = R_1 - \frac{h_1}{2} = 73,2 - \frac{44}{2} = 51,2\text{mm}$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_1 = R_1 + \frac{h_1}{2} = 73,2 + \frac{44}{2} = 95,2\text{mm}$$

Chiều cao rãnh trục trên tính theo biểu thức (7.9)

$H_1 = 54,7.\sin 25^0 + 73,2.(1 - \cos 25^0) = 30$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh

$r'_1 = \Delta h_2 = 16,5$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc

$R_{1.1} = 1,6.R_{1.2} = 1,6.43 = 68$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

Chọn chiều rộng phôi vào lỗ hình I

Theo tính toán (bảng 7.8) ta có

Chiều cao phôi $h_0 = 70$ mm.

Chiều rộng phôi phải phù hợp với chiều rộng của lỗ hình I, nghĩa là:

$$B_0 = 161 - 9 = 152 \text{ mm}$$

Vì chiều dày cạnh của lỗ hình I lớn, góc uốn cạnh nhỏ, phôi dể vào lỗ hình vì thế chỉ cần để một khoảng trống cho giãn rộng nhỏ, cho nên chọn B_0 như sau:

$$B_0 = 155 \text{ mm}$$

Tất cả các số liệu tính toán được thống kê lại trong bảng 7.9

7. 5.7. Ví dụ về thiết kế lỗ hình cán thép góc không cân (chữ L) N^0 12,5/8

a/ Các số liệu ban đầu

Đường kính trục cán: D = 500 mm.

Số vòng quay của trục cán: n = 120 vòng/phút.

Kích thước thép góc N^{0}12,5/8 TCVN; Vật liệu: thép CT38.

$l_a = 125^{\pm 2}$ mm ; $l_b = 80^{\pm 2}$ mm (dung sai ± 2);

$h = (7 \div 8)^{\pm 0,6}$ mm (dung sai ± 0,60); $h = (10 \div 12)^{\pm 0,65}$ mm (dung sai ± 0,65)

$R_1 = 11$ mm; r' = 3,7 mm.

Thiết kế cho h = 10 mm để có diện tích tiết diện F = 1970 mm^2.

Bảng 7.9. Các thông số thiết kế lỗ hình cán thép góc N^{0}10 TCVN

b/ Tính và thiết kế lỗ hình

① Xác định các kích thước của sản phẩm ở trạng thái nóng (lấy một phần dung sai âm)

$$l_{a\ nóng} = (125 - 1,5).1,013 = 125 \text{ mm}$$

$$l_{b\ nóng} = (80 - 1,5).1,013 = 80 \text{ mm}$$

Chiều dày cạnh

$$h_{nóng} = (10 - 0,5).1,013 = 9,6 \text{ mm}$$

Chiều dài 2 cạnh tính theo đường trung bình:

$$l_{a\ nóng} + l_{b\ nóng} = 125 + 80 - 9,6 = 195,4 \text{ mm}$$

Trên cơ sở đồ thị (hình 7.22) xác định các hệ số biến dạng của từng lần cán như sau:

$$\sum \frac{H}{h} = 1,25.1,45.1,6.1,6.1,6 = 7,41$$

Chiều cao phôi $h_0 = 9,6.7.41 \approx 71$ lấy tròn 70 mm

Số lỗ hình	l	b'	l - b'	B	h	φ	R	R'	R"	H	R_1	r	r_1	K
	Phôi			155	70									
I	86,6	54,7	31,9	161	44	130	73,2	51,2	95,2	30	68	-	16,5	10
II	90,4	31,7	58,7	162	27,5	109	95	81,25	108,75	36,2	43	14,5	-	10
III	93,4	21	72,4	163	17	96	98,5	90	107	40,3	27	-	50	10
IV	94,6	19	75,6	164	12	90	96,5	90,5	102,5	41,7	17	6,4	-	10
V	95,2	-	-	-	9	90	-	-	-	67,3	12	4	-	-

l - chiều dài cạnh, mm; h - chiều cao, mm; b' - đoạn cạnh thẳng, mm; B - chiều rộng lỗ hình, mm; h - chiều dày cạnh, mm; φ - góc uốn cạnh, độ; R - bán kính uốn cạnh, mm; R'- bán kính uốn mặt trên đường trung bình, mm; R"-bán kính uốn mặt dưới đường trung bình, mm; H - chiều cao rãnh trục, mm; R_1 - bán kính lượn ở đỉnh, mm; r - bán kính lượn đầu cạnh mặt dưới, mm; r_1- bán kính lượn đầu cạnh mặt dưới, mm; K - độ nghiêng đầu cạnh, %

Chiều dài cạnh qua từng lần cán (theo hướng cán)

$h_1 = 70/1,6 \approx 44$ mm $\quad$ $h_4 = 17/1,45 \approx 12$ mm

$h_2 = 44/1,6 \approx 27,5$ mm $\quad$ $h_5 = 12/1,25 \approx 9,6$ mm

$h_3 = 27,5/1,6 \approx 17$ mm

Lượng cán Δh của từng lần cán

$\Delta h_1 = H - h_1 = 70 - 44 = 26$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 44 - 27,5 = 16,5$ mm

$\Delta h_3 = h_2 - h_3 = 27,5 - 17 = 10,5$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 17 - 12 = 5$ mm

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 12 - 9,6 = 2,4$ mm

Xác định góc ăn α_1 đối với lần cán I khi đường kính trục D = 450mm

$$\alpha_1 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h}{D_{min} - h_1}\right) = \arccos\left(1 - \frac{26}{450 - 44}\right) = 20^0 36'$$

Với số vòng quay của trục cán n = 120 vòng/phút suy ra

$$V = \frac{3,14.0,45.120}{60} = 2,82 m/s$$

Theo đồ thị (hình 6.11) tìm được góc ăn $\alpha = 25^0$ - điều kiện ăn được thoả mãn.

Xác định lượng giãn rộng ở từng lỗ hình (vì có kích thước tương tự nên có thể sử dụng các đại lượng giãn rộng ở ví dụ 7.6)

$\Delta b_5 = 1,2$ mm; $\Delta b_4 = 2,5$ mm; $\Delta b_3 = 5,9$ mm;

$\Delta b_2 = 7,7$ mm; $\Delta b_1 = 9$ mm;

Tổng chiều dài của từng lần cán (tính theo đường trung bình)

$l_{a4} + l_{b4} = 194,2$ mm; $l_{a3} + l_{b3} = 191,7$ mm;

$l_{a2} + l_{b2} = 185,8$ mm; $l_{a1} + l_{b1} = 178,1$ mm;

Để thiết kế lỗ hình cần biết chiều dài của cạnh dài và cạnh ngắn. Trên cơ sở lượng giãn rộng chung, tính lượng giãn rộng riêng trên mỗi cạnh theo biểu thức:

$$\Delta b_a = \frac{\Delta b.l_a}{l_a + l_b} \qquad \Delta b_b = \frac{\Delta b.l_b}{l_a + l_b}$$

Trên cơ sở tính toán được các giá trị sau:

$\Delta b_{a5} = 0,7$ mm; $l_{a5} = 120,2$ mm; $\Delta b_{a5} = 0,5$ mm; $l_{a5} = 75,2$ mm

$\Delta b_{a4} = 1,5$ mm; $l_{a4} = 119,2$ mm; $\Delta b_{a4} = 1,0$ mm; $l_{a4} = 74,7$ mm

$\Delta b_{a3} = 3,7$ mm; $l_{a3} = 118$ mm; $\Delta b_{a3} = 2,2$ mm; $l_{a3} = 73,7$ mm

$\Delta b_{a2} = 4,8$ mm; $l_{a2} = 114,3$ mm; $\Delta b_{a2} = 2,9$ mm; $l_{a5} = 71,5$ mm

$\Delta b_{a1} = 5,5$ mm; $l_{a1} = 109,5$ mm; $\Delta b_{a1} = 3,5$ mm; $l_{a1} = 68,6$ mm

Góc φ ở đỉnh tương tự như ví dụ 7.6

$\varphi_1 = 130^0$; $\varphi_2 = 109^0$; $\varphi_3 = 96^0$; $\varphi_4 = \varphi_5 = 90^0$

Bảng 7.10. Các trị số tính toán cho ví dụ 7.7

Số lỗ hình	μ	h (mm)	Δh (mm)	$l_a + l_b$	l_a	l_b (mm)	$2\Delta b$ (mm)	φ (độ)
Phôi	-	70	-	-	-	-	-	-
I	1,6	44	26	178,1	109,5	68,6	9	130
II	1,6	27,5	16,5	185,8	114,3	71,5	7,7	109
III	1,6	17	10,5	191,7	118,0	73,7	5,9	96
IV	1,45	12	5	194,2	119,5	74,7	2,5	90
V	1,25	9,6	2,4	195,4	120,2	75,2	1,2	90

μ - hệ số biến dạng $\mu = H/h$; l_a - chiều dài cạnh lớn, mm

h - chiều dày cạnh, mm; l_b - chiều dài cạnh nhỏ, mm

Δh - lượng ép, mm Δb - lượng giãn rộng, mm

$l_a + l_b$ - chiều rộng tổng 2 cạnh, mm; φ - góc uốn ở đỉnh, độ

Thiết kế các lỗ hình: bắt đầu từ lỗ hình tinh

② Lỗ hình V - tinh

Về nguyên tắc nên bố trí lỗ hình sao cho chiều cao H của cạnh lớn và nhỏ như nhau, nghĩa là phải có một sự cân bằng theo hình chiếu đứng của các cạnh

Từ kết quả trên bảng 7.10

$$l_a.\sin\alpha_a = l_b.\sin\alpha_b$$

$$\frac{l_a}{l_b} = \frac{\sin\alpha_b}{\sin\alpha_a}$$ vì $\alpha_a = 90^0 - \alpha_b$ và $\sin\alpha_a = \cos\alpha_b$ nên

$$\frac{l_a}{l_b} = tg\alpha_b \quad \text{suy ra } \alpha_b = arctg\frac{l_a}{l_b}$$

Ta có: $$\alpha_b = arctg\frac{120,2}{75,2} = arctg1,6 = 58^0;\ \alpha_a = 90^0 - 58^0 = 32^0$$

Chiều rộng lỗ hình tinh:

$B_5 = l_a\cos\alpha_a + l_b\cos\alpha_b = 120,2.\cos32^0 + 75,2.\cos58^0 = 141,8$ mm

Chiều sâu rãnh lỗ hình:

$H_5 = 1,2.l_b.\sin\alpha_b = 1,2.80.\sin58^0 = 81,4$ mm

Chiều rộng miệng lỗ hình trục trên

$B'_5 = H_5(\cot g\alpha_b + \cot g\alpha_a) = 81,4.(\cot g58^0 + \cot g32^0) = 181$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh: $R'_5 = 11$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh: $r'_5 = 3,7$ mm

Để có thể cán thép góc có nhiều chiều dày cấn sử dụng 2 lỗ hình sau:

- Lỗ hình tinh cho h = 7 mm
- Lỗ hình tinh cho h = 10 mm

Với chiều dày h = 9 mm và h = 12 mm (bảng 7.10) chỉ cần thay đổi khe hở của 2 lỗ hình trên.

③ Lỗ hình trước tinh IV

Theo bảng số liệu (bảng 7.10) ta có:

$l_a = 119,5$ mm; $l_b = 74,7$ mm; $h_4 = 12$ mm; $\varphi_4 = 90^0$ (hình 7.29)

Lỗ hình trước tinh bố trí sao cho đường phân giác trùng với đường thẳng đứng $\alpha_a = \alpha_b = 45^0$. Sau đó xác định bán kính uốn cạnh nhỏ thành bán kính uốn tạo chiều rộng của lỗ hình của tất cả các lần cán (hình 7.29).

Chọn $b'_{b4} = 0,2.l_{b4} = 0,2.74,7 = 14,9$ mm

Hình chiếu nằm ngang của cạnh nhỏ;

$X_{b4} = 0,707.14,9 + 1,275.(74,7 - 14,9).0,707 = 64,7$ mm

Chọn $b'_{b1} = 0,6.l_{b1} = 0,6.68,6 = 41,2$ mm; $\varphi = 130^0$ ta có

$$X_{b1} = 41,2.0,906 + \frac{68,6 - 41,2}{0,436}.0,432 = 63,7mm$$

Kết quả cho thấy sự khác nhau giữa hai chiều rộng X_b quá nhỏ. Cho nên ta chọn lại

$b'_{b1} = 0,7.l_{b1} = 0,7.68,6 = 48$ mm

$$X_{b1} = 48.0,906 + \frac{68,6 - 48}{0,436}.0,432 = 63,4mm$$

Căn cứ vào các giá trị trên ta chọn các giá trị X_b như sau:

$X_{b4} = 64,7$ mm; $X_{b3} = 64,1$ mm; $X_{b2} = 63,7$ mm; $X_{b1} = 63,4$ mm

Như vậy tổng chiều rộng của lỗ hình được tăng lên 1÷1,5 mm theo hướng cán

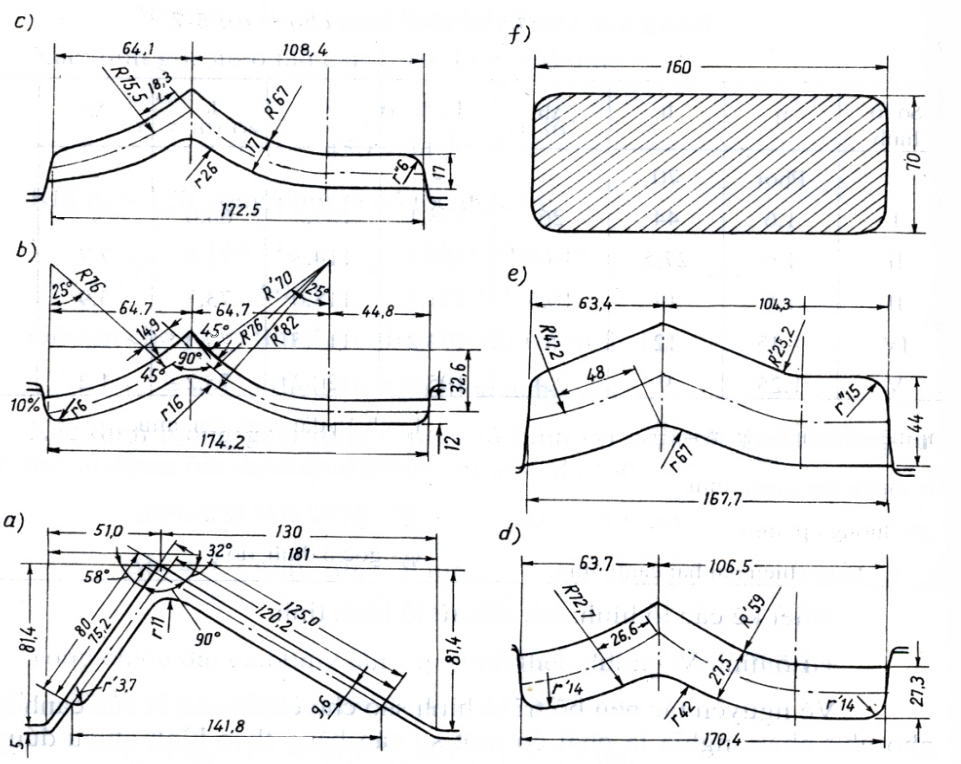
Đối với cạnh lớn, hình chiếu nằm ngang có giá trị sau:

$X_{a4} = X_{b4} + l_{a4} - l_{b4} = 64,7 + 119,5 - 74,5 = 109,7$ mm

Đoạn thẳng $l_{a4} - l_{b4} = 44,8$ mm chính là phần nằm ngang của cạnh lớn.

Chiều rộng toàn bộ lỗ hình:

$B_4 = X_{a4} + X_{b4} = 109,7 + 64,7 = 174,4$ mm



H.7.29. Cấu tạo lỗ hình cán thép góc N^{0}12,5/8 (chữ L)

Bán kính uốn cạnh trên đường trung bình

$R_4 = 1,275.(74,7 - 14,9) = 76,0$ mm

Bán kính uốn cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_4 = R_4 - \frac{h_4}{2} = 70\text{mm}$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_4 = R_4 + \frac{h_4}{2} = 82\text{mm}$$

Chiều cao rãnh trục: $H_4 = 0,707.14,9 + 0,293.76 = 32,8$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc: $R_1 = \eta_4.R_1^5 = 1,45.11 = 16$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh: $r' = 0,5.h = 6$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%.

④ Lỗ hình thô III

Theo số liệu ở bảng 7.10:

$l_{b3} = 73,7$ mm; $h_3 = 17$ mm; $\varphi = 96^0$; $\alpha_3 = 42^0$; $X_{b3} = 64,1$ mm

Xác định độ dài đoạn thẳng b'_3:

$$b'_2 = \frac{73,7\dfrac{0,669}{0,733} - 64,1}{\dfrac{0,669}{0,733} - 0,743} = 18,3\text{mm}$$

Bán kính uốn cong cạnh: $R_3 = \frac{73,7 - 18,3}{0,733} = 75,5mm$

Bán kính uốn cong cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_3 = R_3 - \frac{h_3}{2} = 75,5 - \frac{17}{2} = 67mm$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_3 = R_3 + \frac{h_3}{2} = 75,5 + \frac{17}{2} = 84mm$$

Đoạn nằm ngang của cạnh lớn: $l_{a3} - l_{b3} = 1180 - 73,7 = 44,3$ mm

Hình chiếu nằm ngang của cạnh lớn: $X_{b3} = 64,1 + 44,3 = 108,4$ mm

Chiều rộng của lỗ hình: $B_3 = X_{a3} + X_{b3} = 64,1 + 108,4 = 172,5$ mm

Chiều cao của rãnh lỗ hình:

$H_2 = 18,3.\sin 42^0 + 45,5.(1 - \cos 42^0) = 31,6$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc: $R_{13} = 1,6.R_{12} = 26$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh (trên): $r'_2 = \Delta h_3/2 = 6$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

⑤ Lỗ hình thô II

Theo số liệu ở bảng 7.10

$l_{b2} = 71,5$ mm; $h_2 = 27,5$ mm; $\varphi = 109^0$; $\alpha_2 = 35^0 30'$; $X_{b2} = 63,7$ mm

Xác định độ dài đoạn thẳng b'$_2$: $b'_2 = \frac{71,5\frac{0,581}{0,619} - 63,7}{\frac{0,581}{0,619} - 0,743} = 28,6mm$

Bán kính uốn cong cạnh: $R_2 = \frac{71,5 - 28,6}{0,619} = 69,2mm$

Bán kính uốn cong cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_2 = R_2 - \frac{h_2}{2} = 69,2 - \frac{27,5}{2} = 55,4mm$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_2 = R_2 + \frac{h_2}{2} = 69,2 + \frac{27,5}{2} = 83mm$$

Đoạn nằm ngang của cạnh lớn: $l_{a2} - l_{b2} = 114,3 - 71,5 = 42,8$ mm

Hình chiếu nằm ngang của cạnh lớn: $X_{b2} = 63,7 + 42,8 = 106,5$ mm

Chiều rộng của lỗ hình: $B_2 = X_{a2} + X_{b2} = 63,7 + 106,5 = 170,2$ mm

Chiều cao của rãnh lỗ hình:

$H_2 = 28,6.\sin 35^0 30' + 69,2.(1 - \cos 35^0 30') = 29,5$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh góc: $R_{12} = 1,6.R_{13} = 42$ mm

Bán kính lượn ở đầu cạnh (dưới): $r'_2 = \Delta h_3/2 = 14$ mm

Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

⑥ Lỗ hình thô I

Theo số liệu ở bảng 7.10

$l_{b1} = 68,6$ mm; $h_1 = 44$ mm; $\varphi = 130^0$; $\alpha_3 = 25^0$; $X_{b1} = 63,4$ mm

Xác định độ dài đoạn thẳng b'$_{b1}$:

$$b'_{b1} = \frac{68,6.\frac{0,423}{0,436} - 63,4}{\frac{0,423}{0,436} - 0,906} = 48mm$$

Số lỗ hình	l_b	b_b'	$l_a - l_b$	$l_b - b_b$'	B	h	φ	X_b	X_a	R	R'	R
Phôi					160	70						
I	68,6	48	40,9	20,6	167,7	44	130	63,4	104,3	47,2	25,2	69
II	71,5	28	42,8	42,9	170,2	27,5	109	63,7	106,5	69,2	55,4	8
III	73,7	18,3	44,3	55,4	172,5	17	96	64,1	108,4	75,5	67	8
IV	74,7	14,9	44,8	59,8	174	12	90	64,6	109,4	76	70	8
V	75,2	-	-	-	141,8	9,6	90	39,8	102	-	-	

l - chiều dài cạnh, mm
b' - đoạn cạnh thẳng, mm
$l_a - l_b$ - đoạn nằm ngang của cạnh lớn, mm
$l_a - b'_b$ - đoạn nằm ngang của cạnh lớn, mm
B - chiều rộng lỗ hình, mm
φ - góc uốn cạnh, độ
R - bán kính uốn cạnh, mm;
R'- bán kính uốn mặt trên đường trung bình, mm
R"-bán kính uốn mặt dưới đường trung bình, mm
h - chiều dày cạnh, mm

Bán kính uốn cong cạnh: $R_1 = \frac{68,6 - 48}{0,436} = 47,2mm$

Bán kính uốn cong cạnh mặt trên đường trung bình

$$R'_1 = R_1 - \frac{h_1}{2} = 47,2 - \frac{44}{2} = 25,2mm$$

Bán kính uốn cạnh mặt dưới đường trung bình

$$R''_1 = R_1 + \frac{h_1}{2} = 47,2 + \frac{44}{2} = 69,2mm$$

Đoạn nằm ngang của cạnh lớn: $l_{a1} - l_{b1} = 109,5 - 68,6 = 40,9$ mm
Hình chiếu nằm ngang của cạnh lớn: $X_{b1} = 64,1 + 40,9 = 104,3$ mm
Chiều rộng của lỗ hình: $B_1 = X_{a1} + X_{b1} = 63,4 + 104,3 = 167,7$ mm
Chiều cao của rãnh lỗ hình:
$H_1 = 48,8.\sin 25^0 + 47,2.(1 - \cos 25^0) = 25,1$ mm
Bán kính lượn ở đỉnh góc: $R_{11} = 1,6.R_{12} = 67$ mm
Bán kính lượn ở đầu cạnh (trên): $r'_1 = 0,35.h_1 = 15$ mm
Độ nghiêng đầu cạnh chọn 10%

⑦ Xác định chiều rộng phôi

Theo bảng 7.10 ta có chiều cao phôi $h_0 = 70$ mm
Chiều rộng phôi $B_0 = B_1 - \Delta b_1 = 167,7 - 9 = 158,7$ mm
Thiết kế lỗ hình như trên cho phép thực hiện hạn chế giãn rộng. Vì vậy chọn B_0 =160 mm. Tổng hợp các số liệu ta lập được bảng 7.11

Bảng 7.11. Các thông số thiết kế lỗ hình cán thép góc không cân N^0 12,5/8 TCVN

7.6. Thiết kế lỗ hình cán một số sản phẩm đơn giản

7.6.1. Thiết kế lỗ hình cán thép tròn

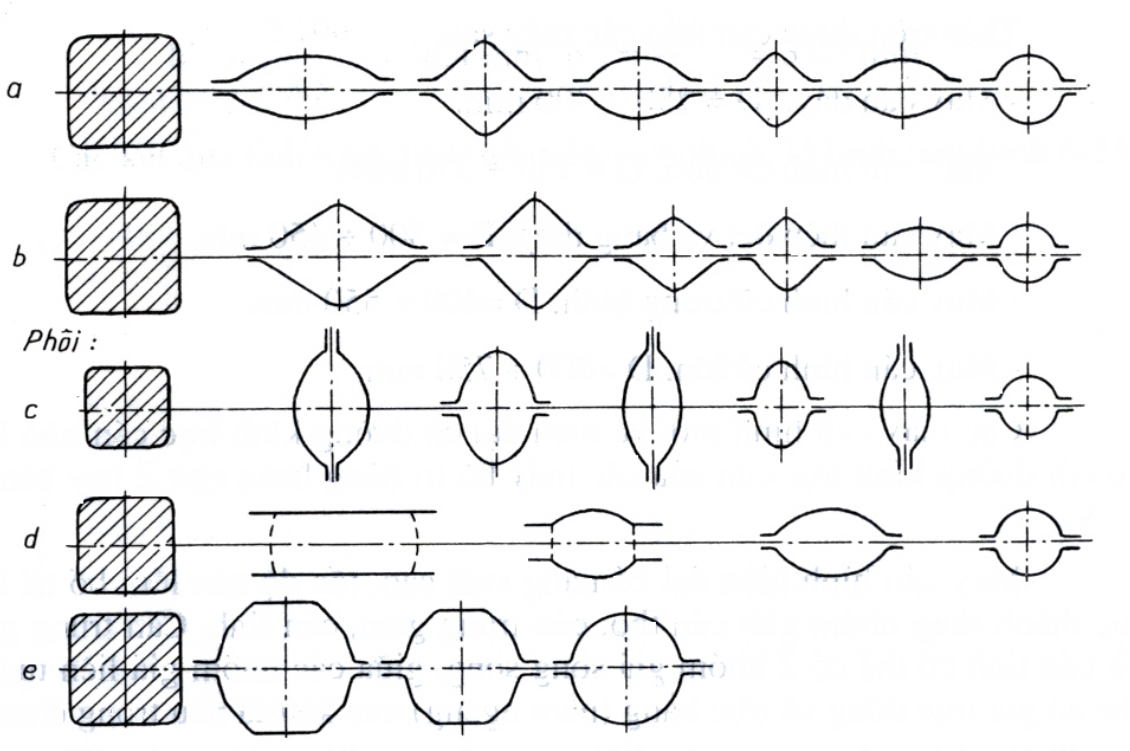
a/ Máy cán thép tròn và phương pháp cán

Thép tròn được cán trên các máy sau:

- Máy cán dây D = 250 ÷ 300 mm.
- Máy cán hình cỡ nhỏ D = 250 ÷ 350 mm.
- Máy cán dẹt và băng thép D = 300 ÷ 450 mm.
- Máy cán hình cỡ trung D = 400 ÷ 550 mm.
- Máy cán hình cỡ lớn D = 600 ÷ 750 mm.

Các máy cán hình mới và hiện đại có đường kính trục cán nhỏ hơn so với đường kính trục cán của các máy bố trí hàng, chữ Z (bàn cờ) v.v ...

Máy cán hình hiện đại có năng suất cao, tốc độ cán lớn, bố trí liên tục thành từng nhóm giá: cán thô, cán trung gian, cán tinh. Cán trung gian và cán tinh có thể có 2 nhóm giá song song, giữa các nhóm giá liên tục có có giá trục đứng và giá trục nằm ngang xen kẽ. Phôi liệu cho máy cán liên tục có tiết diện vuông (80 x 80) và (100 x 100) dài 12 m, sản lượng đạt đến 0,9 triệu tấn/năm.



H.7.30. Các hệ thống lỗ hình thường dùng để cán thép tròn

Thứ tự và các bước tính toán cho 1 sản phẩm thép tròn như sau:

① Chọn hệ thống lỗ hình cán thô theo kiểu máy (bố trí hàng hay liên tục) với kích thước của thép tròn.

② Quá trình tính là ngược hướng cán, có tính đến một phần dung sai âm, nhiệt độ kết thúc cán.

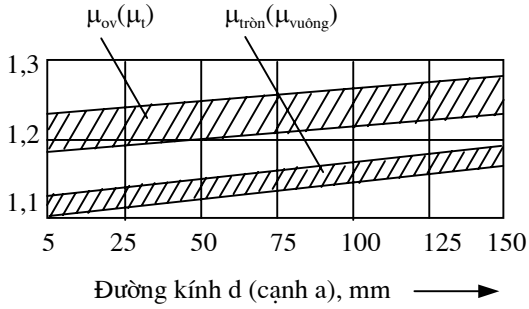
Xác định kích thước sản phẩm ở trạng thái nóng

③ Xác định hệ số giãn dài ở lỗ hình tinh, trước tinh, tìm diện tích tiết diện của lỗ hình ôvan và vuông trước tinh. Để xác định 2 hệ số giãn dài nói trên có thể tham khảo thông số thực nghiệm như trên đồ thị hình 7.31 ta có:

$$\mu_{tron} = 1{,}1 \div 1{,}2$$

$$\mu_{ovan} = 1{,}18 \div 1{,}28$$

④ Tính lượng giãn rộng trong lỗ hình tinh để xác định kích thước lỗ hình ôvan trước tinh. Theo diện tích tiết diện của lỗ hình vuông trước tinh xác định cạnh và các kích thước khác của lỗ hình vuông, từ lỗ hình vuông này trở về sau tính theo hệ thống lỗ hình giãn dài (đã học ở chương 2).



H.7.31. Đồ thị xác định hệ số giãn dài ở lỗ hình tinh và trước tinh

⑤ Tính các kích thước của lỗ hình thô theo hệ thống đã chọn

b/ Thiết kế lỗ hình cán thép tròn trên máy cán liên tục

Ngày nay các máy cán hình liên tục được thiết kế và chế tạo rất phổ biến. Khi cán liên tục phải đảm bảo hằng số cán là liên tục đồng thời khi cán liên tục có thể phải lật thép giữa các giá, hoặc không lật thép nếu có các giá trục đứng và trục nằm ngang xen kẽ. Khi thiết kế lỗ hình phải sử dụng một lượng kéo căng giữa các giá và do đó sau khi lật phôi thì thường phôi không ổn định cho nên muốn dẫn hướng vào phải kẹp chặt phôi, điều này làm mài mòn nhanh bề mặt dẫn hướng và chóng hư hỏng.

Khi cán liên tục nhiều xí nghiệp đã sử dụng có hiệu quả hệ lỗ hình ôvan và ôvan cạnh ở nhóm giá cán tinh có trục đứng và trục nằm ngang xen kẽ. Hệ số giãn dài của hệ thống này thường là $\mu = 1{,}4 \div 1{,}45$ từ ôvan cạnh nọ sang ôvan cạnh kia (H.7.30)

Các bước thiết kế lỗ hình cán thép tròn theo hệ thống ôvàn và ôvan cạnh trên máy cán hình cỡ nhỏ sau:

① Xác định kích thước theo lỗ hình tinh và trước tinh sau đó đến các lỗ hình thô (Hình 7. 30c)

② Tìm kích thước của ôvan cạnh trên cơ sở các đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa góc ăn, tốc độ cán, hệ số giãn dài từ các hình 7.32 và 7.33.

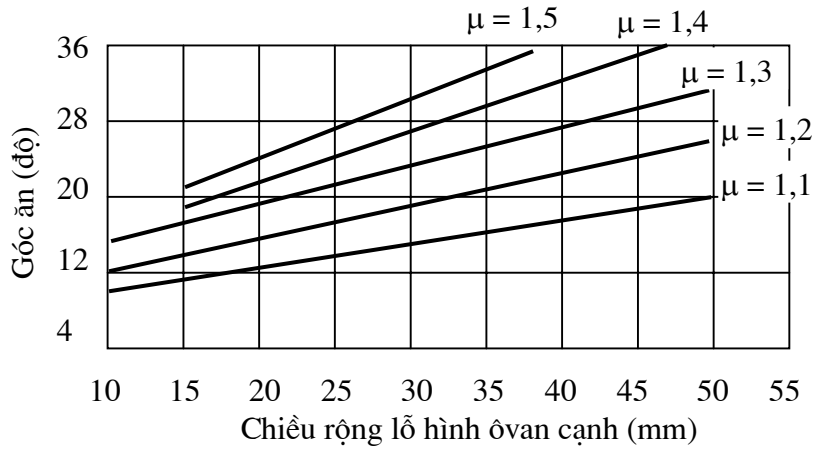
Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan chọn như sau:

$$\mu_{ovan} = 1 + 1{,}25(\mu_{ov\text{-}c} - 1)$$

③ Tìm hệ số giãn dài từ ôvan cạnh nọ sang ôvan cạnh kia:

$$\mu = \mu_{ov}.\mu_{ov\text{-}c}$$

Ta có: $\mu_{tron} = \frac{F_0}{F_n} = \mu_1.\mu_2...\mu_n$.



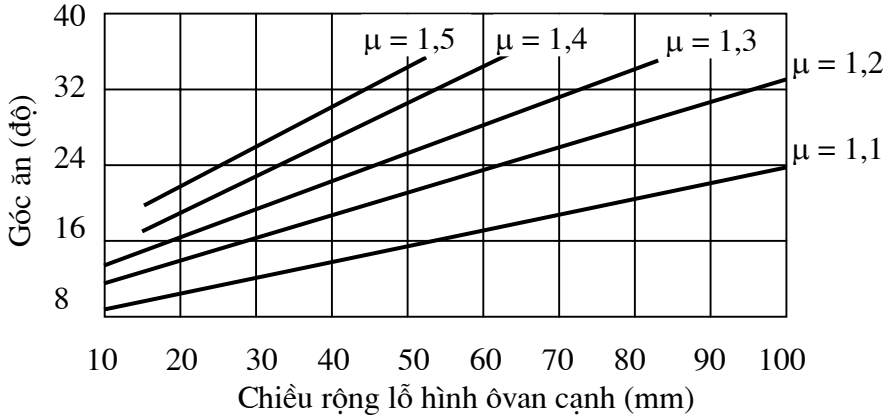
H.7.32. Quan hệ giữa góc ăn, hệ số giãn dài và chiều rộng của lỗ hình ôvan cạnh (đường kính trục cán D = 250 mm

Trước hết tìm diện tích và kích thước của tất cả các lỗ hình ôvan cạnh:

Lấy tỷ số: $\frac{h_{ov-c}}{b_{ov-c}} = 1,2 \div 1,25;$ chọn $\frac{h_{ov-c}}{b_{ov-c}} = 1,25;$

Ta có $F_{ov\text{-}c} = h_{ov\text{-}c}.b_{ov\text{-}c} = 0,94b^2_{ov\text{-}c}.$

Vậy $b_{ov-c} = \sqrt{1,06.F_{ov-c}}$; $h_{ov\text{-}c} = 1,25.b_{ov\text{-}c}$



H.7.33. Quan hệ giữa góc ăn, hệ số giãn dài và chiều rộng của lỗ hình ôvan cạnh (đường kính trục cán D = 350 mm

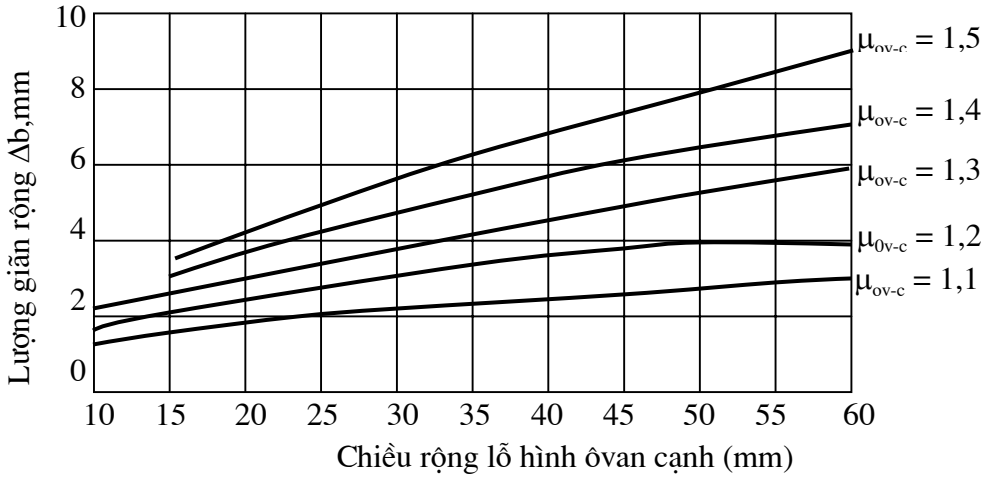
④ Từ diện tích của lỗ hình ovan cạnh tìm hệ số giãn dài và diện tích của các lỗ hình ôvan trung gian.

Ta có: $\mu = \mu_{ov}.\mu_{ov-c} = \mu_{ov-c}\left[1 + 1,25\left(\mu_{ov-c} - 1\right)\right] = 1,25\mu^2_{ov-c} - 0,25\mu_{ov-c}$;

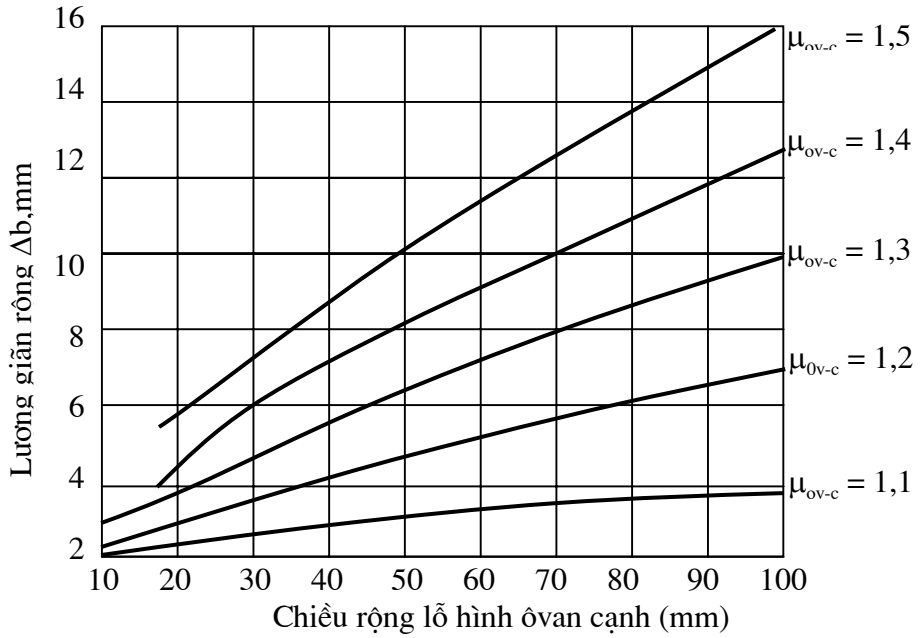
Vậy: $\mu_{ov-c} = \frac{0,25 + \sqrt{0,063 + 5\mu}}{2,5}$.

$\mu_{ov} = \frac{\mu}{\mu_{ov-c}}$; ta có: $F_{ov} = \mu_{ov-c}.F_{ov-c}$.

⑤ Để tìm kích thước của các lỗ hình ôvan trung gian phải tìm lượng giãn rộng trong các lỗ hình ovan cạnh theo đồ thị hình 7.34 và 7.35



H.7.34. Xác định lượng giãn rộng theo chiều rộng của ôvan cạnh và hệ số giãn dài (đường kính trục cán D = 250 mm



H.7.35. Xác định lượng giãn rộng theo chiều rộng của ôvan cạnh và hệ số giãn dài (đường kính trục cán D = 350 mm

Trong trường hợp đường kính trục cán không phù hợp phải làm theo phương pháp nội suy:

$$\Delta b = \Delta B.\sqrt{\frac{D}{350}}$$

Δb: trị số tìm được trên đồ thị khi đường kính trục cán D = 350 mm.

Như vậy chiều rộng và chiều cao lỗ hình ôvan là: $b_{ov} = b_{ov-c} - \Delta b$

$$h_{ov} = \frac{3F_{ov}}{2b_{ov} + S}$$

S: khe hở giữa 2 trục cán (mm).

Có thể tính lại lượng giãn rộng trong lỗ hình ôvan theo biểu thức:

$$\Delta b_{ov} = (0,45 \div 0,5).\sqrt{\Delta h_{TB}.R_{KTB}}\left(\frac{\Delta h_{TB}}{b'_{TB}}\right)$$

Δb_{ov}: lượng ép trung bình = (b'_{TB} - $b_{ov\text{-}TB}$)

R_{KTB}: bán kính làm việc

b'_{TB}: chiều dày của phôi ôvan cạnh

$b_{ov\text{-}TB}$: chiều dày trung bình của lỗ hình ôvan

Chiều cao của lỗ hình ôvan:

$$h_{ov} = h' + \Delta b_{ov}$$

Có thể hiệu chỉnh lại kích thước tính toán cho phù hợp.

c/ Ví dụ cán thép tròn d = 16 mm trên máy cán liên tục D = 250

❶ Các số liệu ban đầu

Nhóm giá cán tinh: 2 giá cuối với đường kính trục cán D = 280 mm; các giá còn lại với đường kính trục cán D = 330 mm.

Phôi vào nhóm giá cán tinh có các kích thước: $h_7.b_7$ = 44,38 mm. Diện tích tiết diện: F_7 = 1280 mm^2.

Hệ thống lỗ hình thô: ôvan - ôvan cạnh.

Quá trình tính toán là ngược hướng cán.

❷ Thực hiện tính toán

- Lỗ hình tròn tinh:

$$d_{ng} = \left(16 - \frac{0,5}{2}\right) = 15,75 \text{ mm}$$

$$d_{15} = 15,75.1,014 = 16 \text{ mm}$$

$$F_{15} = \frac{\pi.d_{15}^2}{4} = \frac{3,14.16^2}{4} = 201 mm^2$$

Chọn μ_{15} = 1,15 và μ_{14} = 1,2 (theo đồ thị 7.31)

- Lỗ hình ôvan trước tinh

Diện tích tiết diện:

$$F_{14} = \mu_{15}.F_{15} = 1,15.201 = 231 \text{ mm}^2.$$

- Lượng giãn rộng trong lỗ hình tròn xác định theo đồ thị hình 6.12 ta có: Δb = 2 mm.

Chiều rộng lỗ hình trên giá 14:

$$b_{14} = d_{15} - \Delta b_{15} = 16 - 2 = 14 \text{ mm}$$

Chiều cao lỗ hình ôvan trên giá trục đứng 14 với khe hở S = 2 mm.

$$h_{14} = \frac{3F_{14}}{2b_{14} + S} = \frac{3.231}{2.14 + 2} = 23,1 mm .$$

Các lỗ hình còn lại ở các giá cán khác nhau sẽ tính theo hệ thống ôvan-ôvan cạnh.

Hệ số giãn dài chọn như sau: $\mu_{ov\text{-}c} = 1,2 \div 1,3$

Hệ số giãn dài ở lỗ hình ôvan: $\mu_{ov\text{-}c} = 1,25 \div 1,4$

Hệ số giãn dài từ ôvan cạnh nọ sang ôvan cạnh kia: $\mu = \mu_{ov}.\ \mu_{ov\text{-}c} = 1,5 \div 1,8$

Tại giá 13:

Lỗ hình ôvan cạnh của giá có trục nằm ngang:

$$F_{13} = \mu_{14}.F_{14} = 1,2.231 = 277 mm^2.$$

Phôi đi từ giá thứ 7 đến giá 13 do đó có 3 cặp lỗ hình ôvan cạnh với:

$F_7 = 1280\ mm^2$.

Vậy: $$\mu = \mu_{ov}.\mu_{ov-c} = \sqrt[3]{\frac{F_7}{F_{13}}} = \sqrt[3]{\frac{1280}{277}} = 1,665.$$

Nói chung khi cán liên tục có tốc độ lớn, ở nhóm giá cán tinh không nên dùng hệ số giãn dài lớn để tránh mòn lỗ hình, ở lỗ hình ôvan lấy hệ số giãn dài lớn hơn ở lỗ hình ôvan cạnh. Biết được hệ số giãn dài xác định diện tích tiết diện và các kích thước của lỗ hình.

Diện tích ôvan cạnh: $F_{13} = 0,75.b_{13}.h_{13} = 277\ mm^2$.

Vậy chiều rộng lỗ hình: $b_{13} = \sqrt{1,06.F_{13}} = 17,1mm$;

Chiều cao lỗ hình: $h_{13} = 1,25.b_{13} = 21,4\ mm$.

- Lượng giãn rộng trong lỗ hình xác định theo đồ thị H.7.34 và H.7.35:

$\Delta b_{13} = 3\ mm$.

Giá cán 12 - ôvan:

Diện tích lỗ hình: $F_{12} = 338\ mm$

Chiều rộng lỗ hình: $b_{12} = b_{13} - \Delta b_{13} = 17,1 - 3 = 14,1\ mm$

Chiều cao lỗ hình, khi khe hở $S = 3,5\ mm$:

$$h_{12} = \frac{3F_{12}}{2b_{12} + S} = \frac{3.338}{2.14,1 + 3,5} = 32mm ;$$

Bán kính lỗ hình tính theo biểu thức: $R_{12} = \frac{b_{ov}^2 + h_{ov}^2}{4h_{ov}}$

Giá cán 11 - ôvan cạnh:

Diện tích lỗ hình: $F_{11} = 426\ mm^2$.

Chiều rộng lỗ hình: $b_{11} = \sqrt{1,06.F_{11}} = \sqrt{1,06.426} = 21,2mm$

Chiều cao lỗ hình: $h_{11} = 1,25.\ 21,2 = 26,5\ mm$

Với $\mu_{11} = 1,28$ tìm Δb_{11} theo đồ thị H.7.34 và H.7.35 ta có: $\Delta b_{11} = 4\ mm$

Kiểm tra lại lượng giãn rộng ở giá 12 theo biểu thức:

$$\Delta b_{12} = (0,45 \div 0,5).\sqrt{\Delta h_{TB}.R_{KTB}}\left(\frac{\Delta h_{TB}}{b'_{TB}}\right)$$

Với $$\Delta h_{TB} = 0,75.21,2 - \frac{338}{32} = 15,9 - 10,8 = 5,4mm$$

$$R_{KTB} = \frac{330 - 10,5}{2} = 159,8mm;$$

$$\Delta b_{12} = 0,45.\sqrt{5,4.159,8}(\frac{5,4}{15,9}) = 4,5mm .$$

Khoảng trống dành cho giãn rộng ở lỗ hình giá 12:

$$\Delta B_{12} = h_{12} - h_{11} = 32 - 26,5 = 5,5mm .$$

Các kích thước ôvan không phải thay đổi lại vì lượng giãn rộng có thể điều chỉnh bởi khe hở giữa 2 trục cán.

Giá cán 10 - lỗ hình ôvan

Diện tích lỗ hình: $F_{10} = 337$ mm^2

Chiều rộng nằm ngang (chiều dày lỗ hình):

$$b_{10} = b_{11} - \Delta b_{11} = 21,2 - 4 = 17,2 \text{ mm}$$

Chiều cao lỗ hình, khi khe hở S = 5 mm.

$$h_{10} = \frac{3F_{10}}{2b_{10} + S} = \frac{3.537}{2.17,2 + 5} = 40,8mm;$$

Bán kính lỗ hình tính theo biểu thức: $R_{10} = \frac{b_{10}^2 + h_{10}^2}{4h_{10}}$

Giá cán 9 - ôvan cạnh:

Diện tích lỗ hình: $F_9 = 709$ mm^2.

Chiều rộng lỗ hình: $b_9 = \sqrt{1,06.F_9} = \sqrt{1,06.709} = 27,4mm$

Chiều cao lỗ hình: $h_9 = 1,25.\ 27,4 = 34,2$ mm

Tìm Δb_9 theo đồ thị H.7.34 và H.7.35 ta có: $\Delta b_9 = 4,5$ mm

Kiểm tra lại lượng giãn rộng Δb_{10} theo biểu thức:

$$\Delta b_{10} = (0,45 \div 0,5).\sqrt{\Delta h_{TB}.R_{KTB}}\left(\frac{\Delta h_{TB}}{b'_{TB}}\right)$$

Với $$\Delta h_{TB} = 0,75.27,4 - \frac{537}{40,8} = 20,5 - 13,1 = 7,4mm$$

$$R_{KTB} = \frac{330 - 13,1}{2} = 158,5mm;$$

$$\Delta b_{10} = 0,45.\sqrt{7,4.158,5}.(\frac{7,4}{20,5}) = 5,6mm .$$

Khoảng trống dành cho giãn rộng ở lỗ hình giá 10:

$$\Delta B_{10} = h_{10} - h_9 = 40,8 - 34,2 = 6,6mm .$$

Các kích thước ôvan không phải thay đổi lại vì lượng giãn rộng có thể điều chỉnh bởi khe hở giữa 2 trục cán.

Giá cán 8 - ôvan

Diện tích lỗ hình: $F_8 = 920\ mm^2$

Chiều rộng nằm ngang (chiều dày lỗ hình):

$$b_8 = b_9 - \Delta b_9 = 27,4 - 4,5 = 22,9\ mm$$

Chiều cao lỗ hình, khi khe hở S = 6,5 mm.

$$h_8 = \frac{3F_8}{2b_8 + S} = \frac{3.920}{2.22,9 + 6,5} = 52,8mm;$$

Diện tích phôi vào lỗ hình 8:

$$F_7 = h_7.b_7 = 44.38 = 1672\ mm^2$$

Khoảng trống của lỗ hình ôvan dành cho giãn rộng:

$$\Delta b_8 = h_8 - h_7 = 52,8 - 44 = 8,8mm;$$

Kiểm tra lại lượng giãn rộng theo biểu thức:

$$\Delta h_{TB} = 0,75.38 - \frac{920}{52,8} = 28,5 - 17,4 = 11,1mm$$

$$R_{KTB} = \frac{330 - 17,4}{2} = 156,3mm$$

$$\Delta b_8 = 0,45.\sqrt{11,1.156,3}\left(\frac{11,1}{28,5}\right) = 7,3mm$$

Do 7,3 < 8,8 nên quá trình cán sẽ không tạo bavia.

Diện tích tiết diện ôvan có thể tính chính xác bằng biểu thức:

$$F_{ov} = h_{ov}.S + K_{bn}.h_{ov}(b_{ov} - S).$$

S: khe hở giữa 2 trục cán;

h_{ov}: chiều cao ôvan ở trục đứng;

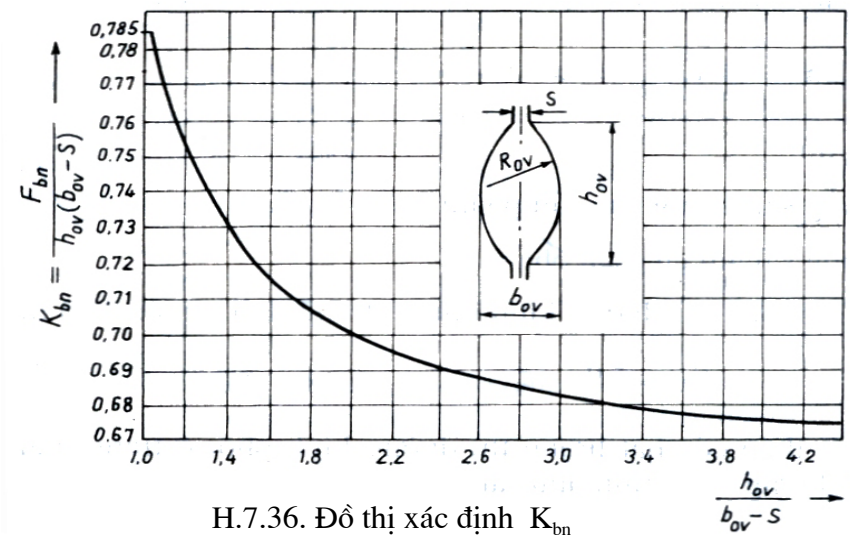
b_{ov}: chiều dày (rộng) ôvan;

K_{bn}: hệ số tính theo tỷ số $\frac{h_{ov}}{b_{ov} - S}$; (hình 7.36)

$$D_{KTB} = D_0 - \frac{F}{b} = D_0 - h_{TB}.$$

D_0:đường kính ban đầu và là khoảng cách giữa 2 đường tâm trục cán khi đã gá lắp trục để cán.

Đường kính vành trục: $D_v = D$ — S trong thực tế là đường kính danh nghĩa, trên cơ sở của đường kính này người ta tính đường kính làm việc trung bình D_{KTB}. Hằng số cán liên tục được tính từ giá cuối cùng (giá 15) với V = 15 m/s; suy ra n = 1023,6 vòng/phút.



H.7.36. Đồ thị xác định K_{bn}

Đường kính làm việc trung bình:

$$D_{KTB} = D - H_0 = D - \frac{F_{15}}{d} = 280 - \frac{201}{16} = 267{,}4mm$$

$$K_{15} = F_{15}.D_{KTB}.n = 201.267{,}4.1023{,}6 = 55.10^6.$$

d/ Cấu tạo lỗ hình tinh và 2 lỗ hình trước tinh

① cấu tạo lỗ hình tinh

Có nhiều cách thiết kế lỗ hình tinh khi cán thép tròn.

Kích thước của lỗ hình tròn, với phôi ở trạng thái nóng:

$$d_{nóng} = (1{,}012 \div 1{,}015)d - \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{2}$$

Trong đó: Δ_1: dung sai dương của sản phẩm

Δ_2: dung sai âm của sản phẩm

Thông thường thì đường kính phôi ở trạng thái nguội theo dung sai âm là:

$$d_{nguội} = d - \frac{\Delta_2}{2}$$

Đối với thép có chất lượng thì đường kính phôi ở trạng thái nguội theo dung sai dương được tính như sau:

$$d_{nguội} = d + \frac{\Delta_2}{2}; \quad \text{hoặc: } d_{nguội} = d - \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{2}$$

Ví dụ, để cán thép tròn với độ chính xác thường $d = 20^{+0,4}_{-0,5}$ và với độ chính xác cao $d = 20^{+0,2}_{-0,4}$.

Ta có: $$d_{nguội} = 20 - \frac{+0{,}2 - 0{,}4}{2} = 19{,}9mm$$

$$d_{nóng} = (1{,}012 \div 1{,}015).19{,}9 \approx 20{,}16mm.$$

Khi thiết kế lỗ hình tròn tinh thông thường ta có:

- Chiều rộng lỗ hình tròn B_K (đường kính thép tròn ở trạng nóng) như trên hình 7.37a:

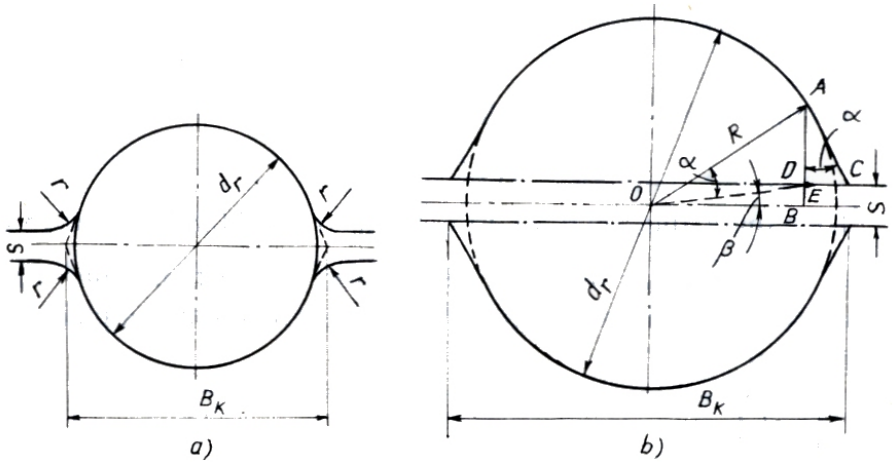
$$B_K = (d + \Delta_1).(1{,}012 \div 1{,}015);$$

- Khe hở giữa các vành trục: $s = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{25}\right).D$;

D: đường kính trục cán.

- Bán kính ở vành trục: $r \approx 0{,}1d$

d: đường kính thép tròn.



H.7.37. Cấu tạo lỗ hình tròn tinh
a/ cấu tạo thông thường; b/ cấu tạo có độ nghiêng

Đối với thép tròn có đường kính nhỏ thì khe hở giữa các vành trục lỗ hình có một độ nghiêng (làm rộng miêng lỗ hình) nhằm tránh bavia trên sản phẩm (H7.37b). Cách cấu tạo là vẽ vòng tròn có đường kính ở trạng thái nóng của sản phẩm (d_{nong} = 1,013.d) sau đó kẻ trục nằm ngang và xác định khe hở S, tiếp theo kẻ một đường nghiêng với trục nằm ngang tiếp tuyến với vòng tròn (H7.37b).

Từ hình vẽ ta thấy:

$$k = \frac{AB}{OB} = \frac{AD}{DC} = tg\alpha .$$

Với độ nghiêng k khác nhau (tùy theo kích thước sản phẩm) tìm được giá trị B_k (chiều rộng lỗ hình) ở bảng 7.12.

Bán kính lượn ở vành trục: r = (0,08÷0,1).d

② Cấu tạo lỗ hình ôvan và vuông trước tinh

Đối với lỗ hình ôvan (H2.28) và ta có biểu thức (xem lại chương 2):

Bán kính vẽ ôvan: $R_{ov} = \frac{b_{ov}^2 + h_{ov}^2}{4h_{ov}}$;

Khe hở giữa 2 trục cán S = (0,01÷0,05).D

Bảng 7.12. Độ nghiêng và đường kính nằm ngang của lỗ hình tinh

D	k	α	B_k
105 ÷ 50	0,2	$11^0 20'$	$1,021.d_{nong}$ - 0,2.S
55 ÷ 50	0,3	$16^0 40'$	$1,050.d_{nong}$ - 0,3.S
45 ÷ 30	0,4	$21^0 50'$	$1,081.d_{nong}$ - 0,4.S
30 ÷ 10	0,5	$26^0 35'$	$1,12.d_{nong}$ - 0,5.S

D: đường kính sản phẩm — α: góc nghiêng với tiếp tuyến

k: độ nghiêng — B_k: chiều rộng lỗ hình

Lỗ hình vuông có bán kính lượn (H.2.30):

$$H = b = 1,14.C$$

Kích thước thực tế: $b'_v = 1,14.C - S$; $h_v = 1,14.C$ — $0,82.r$; $r = 0,15.C$

③ **Ví dụ**: xác định các kích thước của lỗ hình tinh, trước tinh (ôvan) và trước lỗ hình ôvan theo phương pháp đồ thị để cán thép tròn d = 50 mm.

Lỗ hình tinh

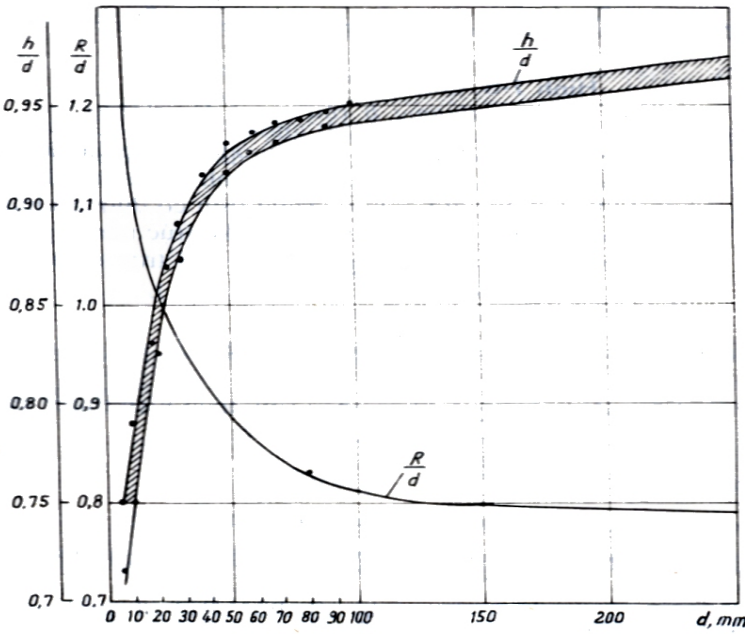
Không xét dung sai ta có đường kính sản phẩm ở trạng thái nóng như sau:

$$d_{nong} = 1,013.50 = 50,7mm$$

Chọn k = 0,4 và S = 5 mm. Theo bảng 7.1 ta có:

$$d_{nong} - B_k = 1,081.d_{nong} - 0,4.S = 1,081.50,7 - 0,45 = 52,8mm$$

Bán kính lượn vành trục: r = 0,08.50,7 = 4 mm

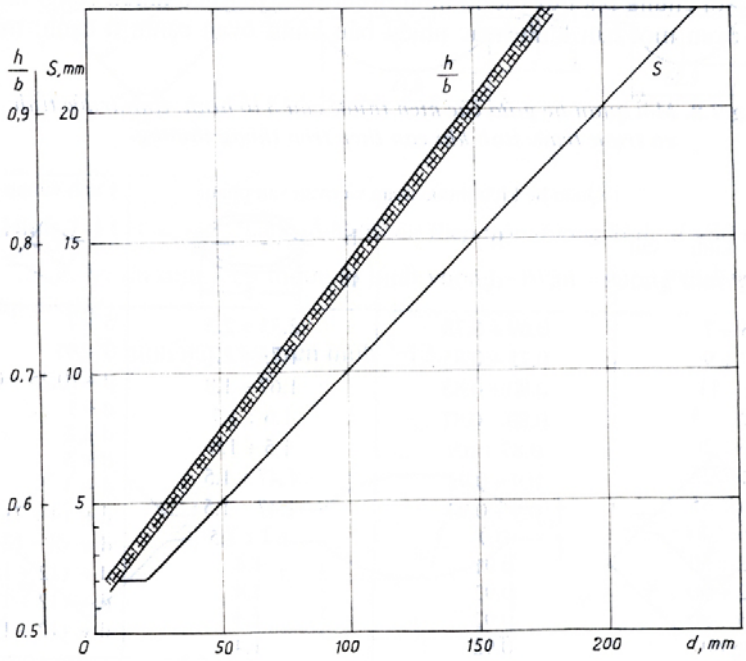


H.7.38. Đồ thị xác định chiều cao ôvan một bán kính theo đường kính thép tròn thành phẩm

Lỗ hình ôvan trước tinh (một bán kính).

Theo đồ thị hình 7.38 với thép tròn d = 50 mm ta tìm được h/d = 0,93. Vậy chiều cao của lỗ hình ôvan là: h = 0,93.d = 0,93.50 = 46,5 mm.

Từ đồ thị hình 7.39 với thép tròn d = 50 mm ta tìm được h/b = 0,65.



H.7.39. Quan hệ giữa đườn kính thép tròn d
với tỷ số h/b của trục ôvan một bán kính

Do đó chiều rộng lỗ hình ôvan là: $b = \frac{h}{0,65} = \frac{46,5}{0,65} = 71,5mm$.

Chọn khe hở S = 5 mm.

Bán kính vẽ ôvan:

$$R_{ov} = \frac{b^2 - (h - S)}{4(h - S)} = \frac{71,5^2 - (46,5 - 5)^2}{4.(46,5 - 5)} = 41mm$$

Diện tích tiết diện ôvan:

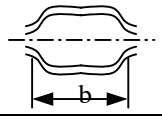
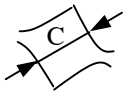
$$F_{0v} = b.S + \frac{2}{3}b(h - S) = 71,5.5 + \frac{2}{3}71,5(46,5 - 5) = 2327,5mm^2;$$

Lỗ hình vuông trước lỗ hình ôvan

Nói chung phôi đi vào lỗ hình ôvan (trước tinh) có nhiều dạng: hình vuông, ôvan một bán kính hoặc nhiều bán kính, ôvan cạnh, sáu cạnh, tròn v.v...

Ở đây tính cho một dạng lỗ hình là hình vuông (hệ vuông-ôvan-tròn). Đối với phương pháp này có thể chọn kích thước cạnh C của lỗ hình vuông trước lỗ hình ôvan trước tinh theo kích thước sản phẩm thép tròn d. Mối quan hệ giữa các kích thước này có thể xem trong bảng 7.13 trên cơ sở các thông số thực nghiệm.

Bảng 7.13. mối quan hệ giữa các kích thước của 3 lỗ hình: tinh, trước tinh và trước trước tinh khi cán thép trong thông thường.

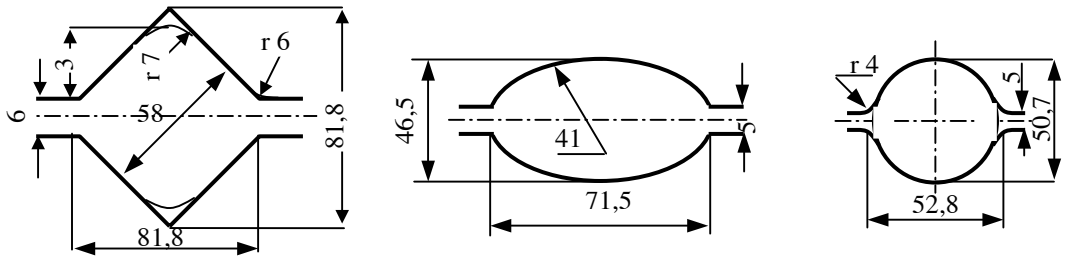
Đwờng kính sản phẩm tròn d (mm)	Quan hệ kích thước ôvan và ôvan sản phẩm		Cạnh vuông C
	h / d	b / h 	
5 ÷ 7	0,69 ÷ 0,78	2,35 ÷ 2,5	5 ÷ 7
7 ÷ 9	0,75 ÷ 0,85	1,75 ÷ 2,1	7 ÷ 9
9 ÷ 11	0,80 ÷ 0,85	1,67 ÷ 1,8	d + (0,25 ÷0,5)
12 ÷ 15	0,80 ÷ 0,87	1,6 ÷ 1,7	d + 1
16 ÷ 20	0,87 ÷ 0,90	1,5 ÷ 1,6	d + 2
21 ÷ 25	0,90 ÷ 0,92	1,47 ÷ 1,5	d + 3
26 ÷ 35	0,90 ÷ 0,94	1,47 ÷ 1,5	d + 3
36 ÷ 40	0,9	1,4 ÷ 1,5	d + (4÷7)
42 ÷ 50	0,91	1,4	d + (8÷12)
52 ÷ 60	0,92	1,4	d + (12÷15)
65 ÷ 80	0,92	1,4	d + (12÷15)
> 80	0,92	1,4	d + (12÷15)

Từ ví dụ trên với thép tròn d = 50 mm, ta có:

Cạnh lỗ hình vuông trước lỗ hình ôvan: C = d + 8 = 50 + 8 = 58 mm

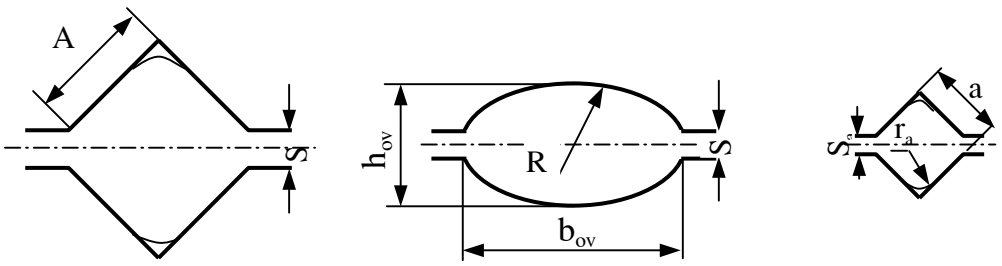
Bán kính lượn ở đỉnh lỗ hình: r = (0,1 ÷ 0,15).C = 0,12.58 = 7 mm.

Diện tích lỗ hình vuông: $F_v = C' - 0,86.r^2 = 58^2 - 42 = 3322$ mm^2.



H.7.40- Các kích thước lỗ hình cán thép tròn đường kính d = 50mm.

④ Ví dụ tính kích thước lỗ hình vuông-ôvan-vuông theo phương pháp đồ thị. Hệ lỗ hình này trên hình 7.41



H.7.41 Hệ thống lỗ hình ôvan - vuông.

Với A = 45 mm, theo đồ thị hình 7.42 tìm được

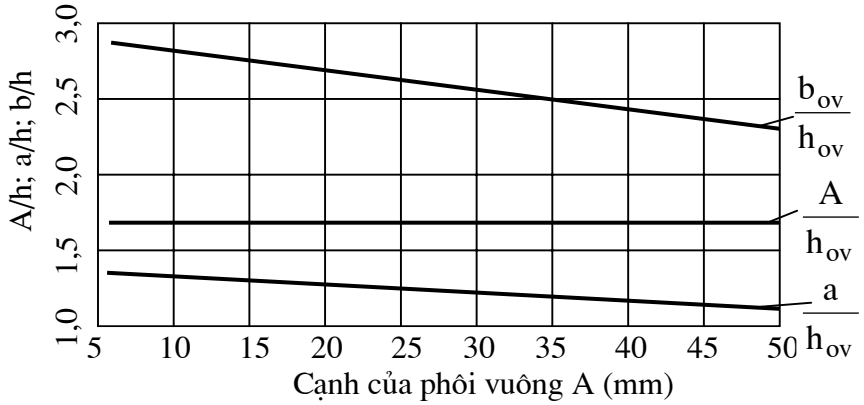
$$\frac{A}{h_{ov}} = 1{,}68; \frac{a}{h_{ov}} = 1{,}16; \frac{b_{ov}}{h_{ov}} = 2{,}35.$$

Vậy: $$h_{ov} = \frac{A}{1{,}68} = \frac{45}{1{,}68} = 26{,}8\text{mm}.$$

Khe hở S được xác định theo biểu thức sau:

$$S_{ov} = (0{,}15 \div 0{,}2).A$$

$$S_{ov} = (0{,}15 \div 0{,}2).h_{ov}$$



H.7. 42. Quan hệ giữa kích thước của phôi vuông cạnh A đưa vào ôvan theo hệ thống ôvan-vuông

Khe hở S cũng có thể chọn theo đồ thị hình 7.39 như sau:

$$S_{ov} = 0{,}15.h_{ov} = 0{,}15.\ 26{,}8 = 4 \text{ mm}$$

Chiều rộng của ôvan: $b_{ov} = 2{,}25.h_{ov} = 2{,}35.26{,}8 = 63$ mm.

Bán kính ôvan: $$R_{ov} = \frac{63^2 - (26{,}8-4)^2}{4(26{,}8-4)} = 49{,}25\text{mm};$$

Cạnh của lỗ vuông (a) tiếp theo:

$$A = 1{,}16.h_{ov} = 1{,}16.26{,}8 = 31 \text{ mm};$$

Khe hở của lỗ hình vuông cạnh A: $S_A = 5$ mm.

Khe hở của lỗ hình vuông cạnh a:

$$S_a = 0{,}12.31 = 4 \text{ mm}$$

Bán kính lượn ở đỉnh lỗ hình vuông A: $r_A = 5$ mm

Bán kính lượn ở đỉnh lỗ hình vuông a: $r_a = 4$ mm.

Diện tích hình vuông A:

$$F_A = 45^2 — 0{,}86.5^2 = 2004 \text{ mm}^2;$$

Diện tích lỗ hình ôvan:

$$F_{ov} = b_{ov}.S + 2/3b_{ov}(h_{ov}-S) = 63.4+2/3.63(26{,}8-4) = 1212 \text{ mm}^2$$

Diện tích hình vuông a:

$$F_a = 31^2-0{,}86.4^2 = 947 \text{ mm}^2.$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan: $$\mu_{ov} = \frac{F_A}{F_{ov}} = \frac{2004}{1212} = 1{,}65$$

Hệ số giãn dài trong lỗ hình vuông a: $\mu_a = \frac{F_{ov}}{F_a} = \frac{1212}{947} = 1{,}28$.

Trong trường hợp đã biết các cạnh a và A, ta tìm chiều rộng của lỗ hình ôvan trên cơ sở cạnh A. Sau đó tìm chiều cao ôvan trên cơ sở cạnh a.

Ví dụ: có cạnh A = 30 mm và a = 21 mm, theo đồ thị hình 7.42 tìm được tỷ số A/h = 1,69; b/h = 2,53.

Vậy chiều cao của ôvan là: $h_{ov} = \frac{A}{1{,}69} = \frac{30}{1{,}69} = 17{,}75\text{mm}$;

Chiều rộng của lỗ hình ôvan: $b_{ov} = 2{,}53.h = 2{,}53.17{,}7 = 45$ mm;

Để tìm chiều cao thật của lỗ hình ôvan, tìm a/h, quy ước rằng a = $A_{quy\ ước}$ =21 mm. Theo đò thị hình 7.13 ta có: a/h = 1,28; vậy:

$$h = \frac{a}{1{,}28} = \frac{21}{1{,}28} = 16{,}4 \approx 16{,}5\text{mm};$$

Lấy h_{ov} = 16,5. Các kích thước khác được tính như sau:

S_A = 4 mm, r_A = 4 mm, S_{ov} = 3 mm, S_a = 3 mm, r_a = 3 mm.

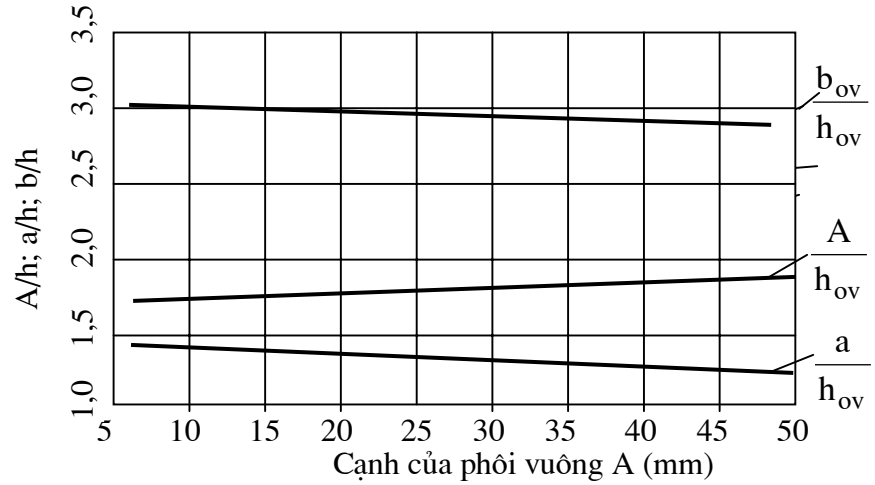
Bán kính ôvan: R_{ov} = 40,9 mm.

Diện tích tiết diện F_A = 886 mm^2, F_{ov} = 540 mm^2, F_a = 433 mm^2.

Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan: $\mu_{ov} = \frac{F_A}{F_{ov}} = \frac{886}{540} = 1{,}64$;

Hệ số giãn dài trong lỗ hình ôvan: $\mu_a = \frac{F_{ov}}{F_a} = \frac{540}{433} = 1{,}25$;

Ở các máy cán dây thép vì kích thước sản phẩm nhỏ nên cần phải đảm bảo nhiệt độ cán cuối cùng do đó phải ứng dụng hệ số giãn dài lớn (phải đảm bảo điều kiện ăn kim loại) vì vậy mối quan hệ giữa các kích thước có thể tham khảo các đồ thị ở hình 7.43.



H.7. 43. Quan hệ giữa kích thước của phôi vuông và ôvan theo hệ thống vuông- ôvan-vuông trên máy cán dây

đ/ Ví dụ:thiết kế lỗ hình cán thép dây ϕ6,5 mm trên máy cán dây liên tục

① Các số liệu ban đầu

Máy cán dây gồm nhóm giá cán thô 9 giá; hai nhóm giá cán trung gian mỗi nhóm 4 giá; hai nhóm giá cán tinh mỗi nhóm 6 giá. Máy có thể cán dây với đường kính ϕ5,5 ÷ 6 mm sau 21 lần cán; cán dây ϕ6,5 sau 19 lần cán (bỏ giá 16 và giá 17-nhóm giá cán tinh); Kích thước phôi vuông 80 x 80 x 12000. (Cũng có máy cán dây với đường kính ϕ6,5 từ phôi vuông 60 x 60 sau 17 lần cán.

Quá trình biến dạng xảy ra chủ yếu ở nhóm giá cán thô, lượng ép chọn theo góc ăn cho phép. Ở các giá cuối của nhóm giá cán tinh, hệ số giãn dài chọn theo điều kiện bảo đảm độ chính xác của sản phẩm, tránh sự mài mòn lỗ hình. Ở nhóm giá cán trung gian, hệ số giãn dài chọn theo khả năng của hệ lỗ hình ôvan-vuông.

② Tính và thiết kế lỗ hình

Nếu với dây ϕ6,5 mm có dung sai ± 0,5 mm thì đường kính dây ở trạng thái nguội được tính như sau:

$$d_{nguội} = d - \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{2} = 6{,}5 - \frac{0{,}5 - 05}{2} = 6{,}5mm;$$

Đường kính dây ở trạng thái nóng:

$$d_{nóng} = 1{,}014.d_{nguội} = 1{,}014.6{,}5 = 6{,}6mm;$$

Diện tích lỗ hình tinh:

$$F_{19} = \frac{\pi.d_{19}^2}{4} = \frac{3{,}14.6{,}6^2}{4} = 34{,}2mm^2;$$

Cho rằng sau 17 lần cán sẽ có dây đường kính 8 mm và đường kính dây ở trạng thái nóng:

$$d_{nóng} = \left(8 - \frac{0{,}5 - 0{,}5}{2}\right)1{,}014 = 8{,}1mm;$$

Hệ số giãn dài từ sau lần cán 17 đến lần cán 19 sẽ là:

$$\mu_{17-19} = \frac{8{,}1^2}{6{,}6^2} = 1{,}51;$$

Hệ số này tương đối cao do đó phải chỉnh lại lần cán thứ 17 sao cho:

$$\mu_{17-19} = 1{,}4 \div 1{,}45;$$

Chọn hệ số giãn dài trong lỗ hình tinh $\mu_{19} = 1{,}15$.

Vậy ở lần cán thứ 18 ta có: $\mu_{18} = \frac{1{,}42}{1{,}15} = 1{,}23;$

Diện tích tiết diện lỗ hình 18: $F_{18} = \mu_{19}.F_{19} = 39{,}3mm^2;$

Diện tích tiết diện lỗ hình 17 ôvan cạnh hoặc tròn):

$$F_{17} = 1{,}23.39{,}3 = 48{,}5mm^2;$$

Từ giá 10 đến giá 17 là quá trình cán theo hệ thống ôvan-vuông

Do đó hệ số giãn dài từ lỗ hình vuông nọ đến lỗ hình vuông kia là:

Hệ số giãn dài tổng từ sau lần cán 15 đến lần cán 17 (vuông-ôvan-tròn) là $\mu_{15\div17} = 1,45$ cho rằng lần cán thứ 17 có thể nhận được dây 8 mm. Kích thước các lỗ hình vuông trung gian ghi trong bảng 7.14. Trên cơ sở kích thước các lỗ hình vuông tìm kích thước và diện tích của các lỗ hình ôvan và ôvan trước tinh.

Bảng 7.14. Kích thước lỗ hình vuông nhóm giá cán trung gian để cán dây thép d = 6,5mm

Số giá cán	Số lần cán	Diện tích tiết diện F, mm.	Hệ số giãn dài	Cạnh hình vuông C, mm
9	9	286		17
11	11	168	1,7	13,2
13	13	105,8	1,6	10,9
15	15	70,3	1,5	8,5
19	17	48,5	1,45	-

Ở lần cán 18 trên giá trục đứng, lượng giãn rộng trong lỗ hình tròn có thể tính theo biểu thức thực nghiệm sau:

$$\Delta b_{19} = 0,03.\sqrt{D}.\sqrt{d} = 0,03.\sqrt{270}.\sqrt{6,6} \approx 1,3mm$$

Để có được một khoảng trống dự phòng ta lấy $\Delta b_{19} = 1,5$ mm.

Vậy $b_{18} = 6,6 - 1,5 = 5,1$ mm

Chiều cao lỗ hình ôvan trước tinh

$$h_{18} = \frac{3.F_{18}}{2.b_{18} - S} = \frac{3.39,3}{2.5,1 - 1} = 10,5mm$$

Lỗ hình ôvan cạnh lân cận 17

Ở trên đã dự định sau lần cán 17 có thể nhận được dây d = 8 mm; song khi cán dây d = 6,5 mm thì lỗ hình này phải giảm tiết diện.

$$F_{17} = 48,5 \text{ mm}^2$$

Vậy nếu chọn lỗ hình này với tỷ số trục: $\frac{h_{17}}{b_{17}} = 1,15$

Thì từ hình 2.13 ta có:

$$F_{17} = 0,75.h_{17}.b_{17} = 0,75.1,15.b_{17}^2 = 0,86.b_{17}^2 = 48,5mm^2;$$

Do đó: $b_{17} = \sqrt{\frac{48,5}{0,86}} = 7,5mm$; $h_{17} = 1,15.7,5 = 8,6$ mm;

Lỗ hình trung gian 16

Tổng hệ số giãn dài trong 2 lỗ hình 16 và 17:

$$\mu_{16\text{-}17} = 1,45$$

Lỗ hình 16 là một lỗ hình ôvan trước tinh khi cán dây d = 8 mm. Vì thế hệ số giãn dài lần cán 16 và 17 lấy như nhau:

$$\mu_{16} = \mu_{17} = \sqrt{1,45} = 1,21$$

Diện tích ôvan sau lần cán 16 là:

$$F_{16} = \mu_{17}.F_{17} = 1,21.48,5 = 58,5mm^2;$$

Khi hệ số giãn dài μ_{17} = 1,21 và chiều rộng ôvan cạnh b_{17} = 7,5 mm thì lượng giãn rộng trong lỗ hình 17 chọn theo đồ thị 7.35 và nội suy ta được:

$$\Delta b_{17} = 1,8mm;$$

Chiều dày ôvan (chiều rộng nằm ngang) của lỗ hình 16:

$$b_{16} = b_{17} - \Delta b_{17} = 7,5 - 1,8 = 5,7mm;$$

Chiều cao lỗ hình (giá trục đứng):

$$h_{16} = \frac{3.F_{16}}{2.b_{16} + S} = \frac{3.58,5}{2.5,7 + 2} = 13,1mm;$$

Lỗ hình ôvan 14 (giá trung gian)

Ta có $\mu_{14\text{-}15}$ = 1,5. ở đây chọn hệ số giãn dài ở lỗ hình ôvan lớn hơn ở lỗ hình vuông:

$$\mu_{ov} = 1 + 1,25(\mu_v - 1).$$

với $\mu = \mu_{ov}.\mu_v = \mu_v\left[1 + 1,25(\mu_v - 1)\right];$

Do đó: $\mu_v = \frac{0,25 + \sqrt{o,o63 + 5.\mu}}{2,5}$; đồng thời $\mu_v = \frac{\mu}{\mu_{ov}}$;

Vậy: $\mu_{15} = \mu_v = \frac{0,25 + \sqrt{0,063 + 5.1,5}}{2,5} = 1,2;$ $\mu_{14} = \frac{1,5}{1,2} = 1,25;$

Diện tích ôvan: $F_{14} = \mu_{15}.F_{15} = 1,2.70,3 = 84,5mm^2$.

Khi C_{15} = 8,5, μ_{15} = 1,2 chọn lượng giãn rộng Δb_{15} theo đồ thị hình 7.44 được Δb_{15} = 3 mm.

Chiều cao của ôvan: $h_{14} = 1,14.C_{15} - \Delta b_{15} - S = 1,14.8,5 - 3 - 2 = 7mm;$

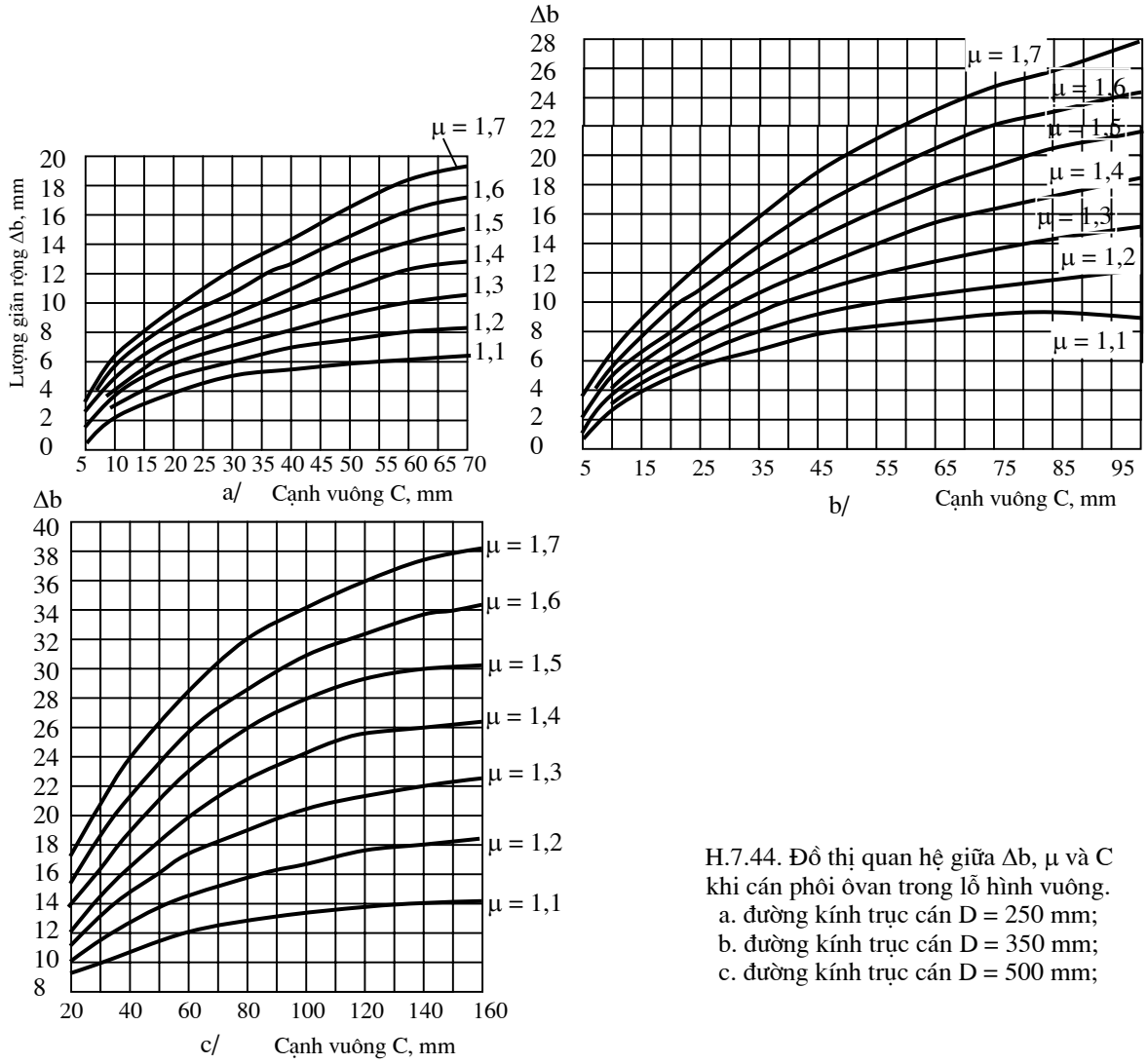
Chiều rộng ôvan: $b_{14} = \frac{3.F_{14}}{3.h_{14} + S} = \frac{3.84,5}{2.7 + 2} = 15,8mm;$

Lỗ hình ôvan □ lần cán 12

Ta có: $\mu_{12\text{-}13}$ = 1,6

Vậy: $\mu_{13} = \frac{0,25 + \sqrt{0,063 + 5.1,6}}{2,5} = 1,24;$ $\mu_{12} = \frac{1,6}{1,24} = 1,29;$

Diện tích ôvan: $F_{12} = \mu_{13}.F_{13} = 1,24.105,3 = 130mm^2$.



H.7.44. Đồ thị quan hệ giữa Δb, μ và C khi cán phôi ôvan trong lỗ hình vuông.
a. đường kính trục cán D = 250 mm;
b. đường kính trục cán D = 350 mm;
c. đường kính trục cán D = 500 mm;

Lượng giãn rộng Δb_{13} chọn theo đồ thị hình 7.44 được $\Delta b_{13} = 3,8$ mm.

Chiều cao của ôvan h_{12}:

$$h_{12} = 1,14.C_{13} - \Delta b_{13} - S = 1,14.10,9 - 3,8 - 2,5 = 9,1mm ;$$

Chiều rộng ôvan 12:

$$b_{12} = \frac{3.F_{12}}{3.h_{12} + S} = \frac{3.130}{2.9,1 + 2,5} = 18,6mm ;$$

Lỗ hình ôvan- lần cán 10

Tính tương tự ta có kết quả sau:

$$\mu_{11} = 1,27;\ \mu_{10} = 1,34;\ F_{10} = 214\ mm^2;$$

$$h_{10} = 11,1;\ b_{10} = 26;\ \Delta b_{11} = 5\ mm;$$

Kiểm tra xem lượng giãn rộng khi cán phôi ôvan trong lỗ hình vuông có bảo đảm không.

Với $C_9 = 17$ mm; $D_{10} = 350$ mm; Vậy lượng giãn rộng được tính:

$$\Delta b = 0{,}4\sqrt{\Delta h_{TB}.R_{KTB}}.\frac{\Delta h_{TB}}{C} = 0{,}4\sqrt{(C-h_{TB}).R_{KTB}}.\frac{C-h_{TB}}{C} =$$

$$= 0{,}4\sqrt{(17-8{,}2).171}.\frac{17-8{,}2}{17} = 8mm$$

Như vậy khoảng trống dành cho giãn rộng trong lỗ hình vuông là:

$$\Delta B_v = b_{10} - C_9 = 26 - 17 = 9mm;$$

Như vậy lượng giãn rộng nhỏ hơn khoảng trống dành cho nó. Với các lỗ hình khác cũng phải kiểm tra như trên.

Trên nhóm giá cán thô và cán trung gian với các máy cán liên tục dùng hệ thống hình hộp chữ nhật-vuông cho phôi có tiết diện vuông 80 x 80 mm ở các giá cán đầu, sau đó dùng hệ thống lỗ hình ôvan-vuông.

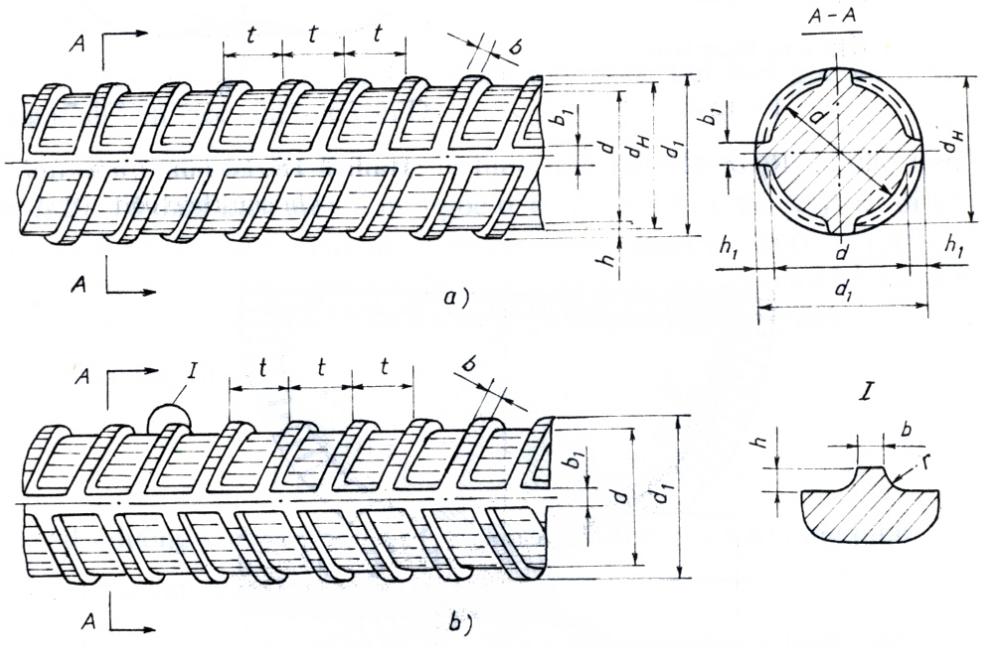
Ngoài cách tính trên người ta cũng có thể dùng phương pháp đồ thị, phương pháp phân bố hệ số giãn dài. Hằng số cán liên tục cũng phải xuất phát từ tốc độ cán giá cuối cùng để xác định.

e/ Cán và thiết kế lỗ hình cho thép vằn

Đường kính danh nghĩa của thép vằn tính theo biểu thức: $d_d = \frac{d_1 + d}{2}$

d_1: đường kính ngoài của thép vằn, mm;d: đường kính trong của thép vằn, mm

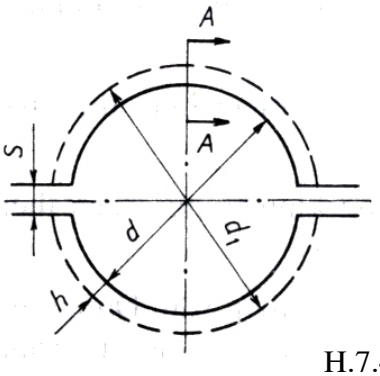
Thép vằn được chế tạo theo các kích thước d_d = 6 ÷ 90 mm, mác thép là CT51 hoặc thép hợp kim thấp. Quá trình cán thép vằn được thực hiện trên máy cán hình cỡ nhỏ, trung bình và máy cán dây. Hệ lỗ hình sử dụng ở đây cũng như hệ lỗ hình cán thép tròn, chỉ kích thước của 2 hệ là khác nhau. Kích thước và hình dáng lỗ hình cán thép vằn cho trên hình 7.45. Theo hình 7.45 thì lỗ hình tinh (H.7.46) và lỗ hình trước tinh (H.7.47) để cán thép vằn khác với cán thép tròn.



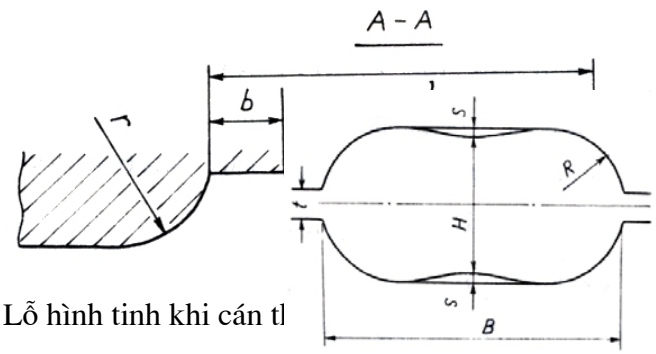
H.7.45. Hình dáng và kích thước của thép vằn

Khi chế tạo lỗ hình tinh để cán thép vằn người ta thực hiện 2 bước:

- Tiện rãnh trên trục theo kích thước đường kính trong d của thép vằn.



H.7.46. Lỗ hình tinh khi cán tl



H.7.47. Lỗ hình trước tinh khi cán thép vằn

- Phay trên bề mặt rãnh theo kích thước gờ của thép vằn.

Đường gờ dọc theo thanh thép do khe hở giữa 2 trục cán tạo nên trong quá trình cán. Nếu thiết kế lỗ hình không đúng hoặc thực hiện công nghệ không đúng thừ kích thước (chiều cao) của gờ dọc sẽ khác với kích thước của gờ (vằn).

Thép vằn được cán theo dung sai âm:

- Với $d_d = 6 \div 20$ mm, có dung sai $d_{d}^{+0,3}{}_{-0,5}$

- Với $d_d = 20 \div 90$ mm, có dung sai $d_{d}^{+0,5}{}_{-1,3}$

Để đảm bảo được kích thước và hình dáng của thép vằn thì điều quan trọng là phải chọn được hình dáng và kích thước của lỗ hình ôvan trước tinh.

Khi cán thép vằn đòi hỏi sự tiêu hao năng lượng lớn. Sơ đồ cán thép vằn cho trên hình 7.48. Từ hình 7.48 ta dể dàng nhận thấy là điều kiện ăn khi cán thép vằn thuận lợi hơn khi cán thép tròn, có nghĩa là điều kiện ma sát lớn hơn, chiều dài cung tiếp xúc cũng lớn hơn.

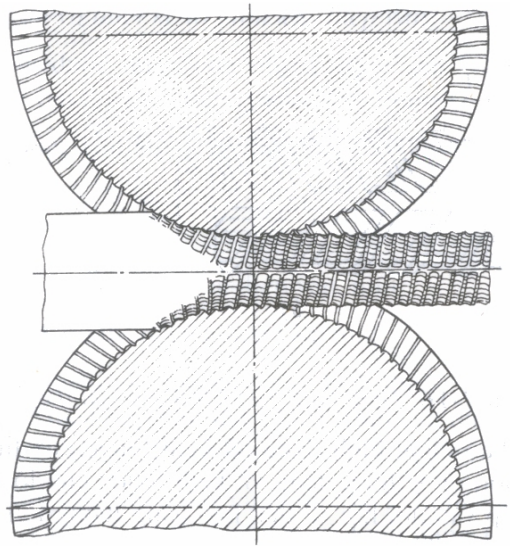
Có thể so sánh:

- Khi cán thép tròn: $f = tg\alpha$; $R_k.\alpha = l_x$.
- Khi cán thép vằn: $f = C_1.tg\alpha$; $R_k.\alpha = C_2.l_x$;

$$l_x = \sqrt{R_k.\Delta h}\ .$$

Ta có: $\alpha = C_2.\sqrt{\frac{\Delta h}{R_k}}$;

do đó: $f = C_1.C_2.\sqrt{\frac{\Delta h}{R_k}}$.



H.7.48. Sơ đồ cán thép vằn

Suy ra: $$\Delta h_{MAX} = \frac{1}{(C_1.C_2)^2}.f^2.R_k$$

Trong đó, C_1, C_2 - các hệ số so sánh quá trình ăn khi cán thép tròn và cán thép vằn. Mặt khác ta có: $\Delta h_{max} = 2R_k(1-\cos\alpha)$.

Vì thế hai hệ số C_1, C_2 có thể tính được khi biết góc ăn α và đường kính làm việc của trục cán D_k. Từ điều kiện ăn với một góc $\alpha = 29^0 \div 30^0 C$ (cực đại) và với hệ số ma sát f = 0,36 (tương ứng nhiệt độ cán trong phạm vi $800 \div 1100^0$C) và tích số $C_1.C_2$ = 1,13 có thể tìm được điều kiện để có được một bề mặt gờ xoắn tốt nhất và tốc độ cán tối đa ở mọi điểm trên bề mặt sản phẩm.

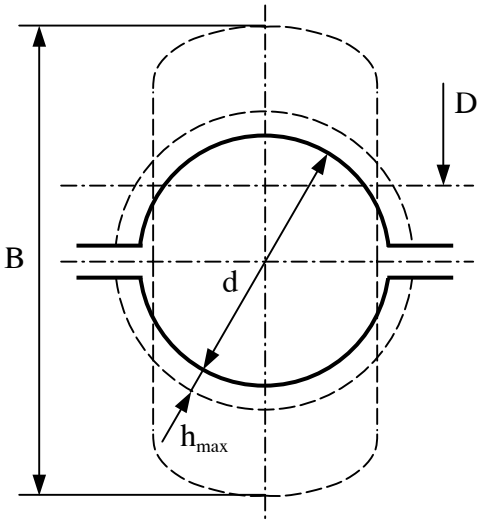
Điều kiện đó là: $\frac{d_d}{D_k} = 0{,}1$

d_d: đường kính danh nghĩa của thép vằn (đường kính trung bình).

D_k: đường kính làm việc của trục cán.

Khi cán thép tròn với kích thước nhỏ và trung bình thì lỗ hình ôvan trước tinh có thể dùng lỗ hình ôvan một bán kính. Nhưng khi cán thép vằn, nếu dùng kiểu lỗ hình ôvan một bán kính sẽ kém hiệu quả vì trong lỗ hình tinh vì có đường phay rãnh nên tồn tại tính chất biến dạng, chưa kể đến sự biến dạng không đều do hình dạng lỗ hình tạo ra (ôvan cán trong lỗ hình tròn).

Như vậy tính chất biến dạng không đều khi cán thép vằn là nhiều hơn nếu dùng lỗ hình ôvan một bán kính, do đó dể gây ra hiện tượng kích thước gờ xoắn không đúng.



Hình 7.49- Sơ đồ cán phôi ôvan trong lỗ hình tinh khi cán thép vằn.

Khi nhiệt độ ở định lỗ hình ôvan một bán kính bị nguội (không đồng đều nhiệt độ trên tiết diện phôi.

Hình dáng và kích thước của phôi ôvan đưa vào lỗ hình tinh trên hình 7.49

Nhiều công trình nghiên cứu cũng như từ thực tế sản xuất cho thấy để cán thép vằn, tốt nhất dùng hệ lỗ hình ôvan bằng trước tinh có hình dáng như hình 7.47. Số liệu để thiết kế lỗ hình ôvan bằng trước tinh khi cán thép vằn tùy theo kích thước đường kính cho trong bảng 7.15 và các hình 7.45 ÷ 7.47.

Với lỗ hình vuông trước lỗ hình ôvan, khi khảo sát thực nghiệm người ta thấy rằng: phôi vuông đưa vào lỗ hình ôvan có thể có những tiết diện khác nhau: phôi có tiết diện vuông cho thép vằn có đường kính nhỏ (d_d < 16 mm; phôi có tiết diện chữ nhật cho thép vằn có đường kính d_d = 18 ÷ 45 mm và phôi có tiết diện đặc biệt cho thép vằn có đường kính lớn hơn (d > 45 mm).

Bảng 7.15. Kích thước để thiết kế lỗ hình ôvan bằng trước tinh khi cán thép vằn có đường kính khác nhau.

d_d	d	d_1	H	B	t	R	S
10	9,3	11,3	8,5	17	2	4	-
12	11	13,5	10	20	3	5	-
14	13	15,5	12	22	3	6	-
16	15	18	14,5	24	3	7,5	-
18	17	20	15	26	3	8,5	-
20	19	22	18	30,5	3	9	0,5
22	21	24	19	35	3	12	0,5
25	24	27	23	40	3	12	0,5
28	26,5	30	26	45	4	12	0,5
32	30,5	34	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	37	72	6	26	0,5
50	48	54	38	90	8	24	0,5
55	53	59	41	95,5	8	28	0,5
60	58	64	48	96	11	28	0,5
70	68	74	58	115	12	38	0,5
80	77,5	83,5	66	135	13	50	0,5
90	87,5	93,5	77	154	19	65	0,5

d_1: đường kính ngoài của thép vằn, mm
d: đường kính trong của thép vằn, mm
d_d: đường kính danh nghĩa của thép vằn, mm
H: chiều cao ôvan, mm
B: chiều rộng ôvan, mm
t: khe hở, mm
R: bán kính lượn của ôvan, mm
S: độ võng của ôvan, mm

Theo thực nghiệm thì hình dáng và kích thước của phôi vào lỗ hình ôvan bằng trước tinh để cán thép vằn các loại (bảng 7.15).

Có thể nói rằng việc thiết kế lỗ hình để cán thép vằn các loại là hết sức linh hoạt và phải xuất phát từ kinh nghiệm thực tế để lựa chọn tiết diện phôi đưa vào lỗ hình ôvan. Việc này có thể thực hiện bằng cách tăng giảm khe hở giữa hai trục cán để có thể sử dụng phôi có những tiết diện khác nhau khi cán trong lỗ hình tinh đảm bảo sự điền đầy và đạt kích thước theo tiêu chuẩn của thép vằn.

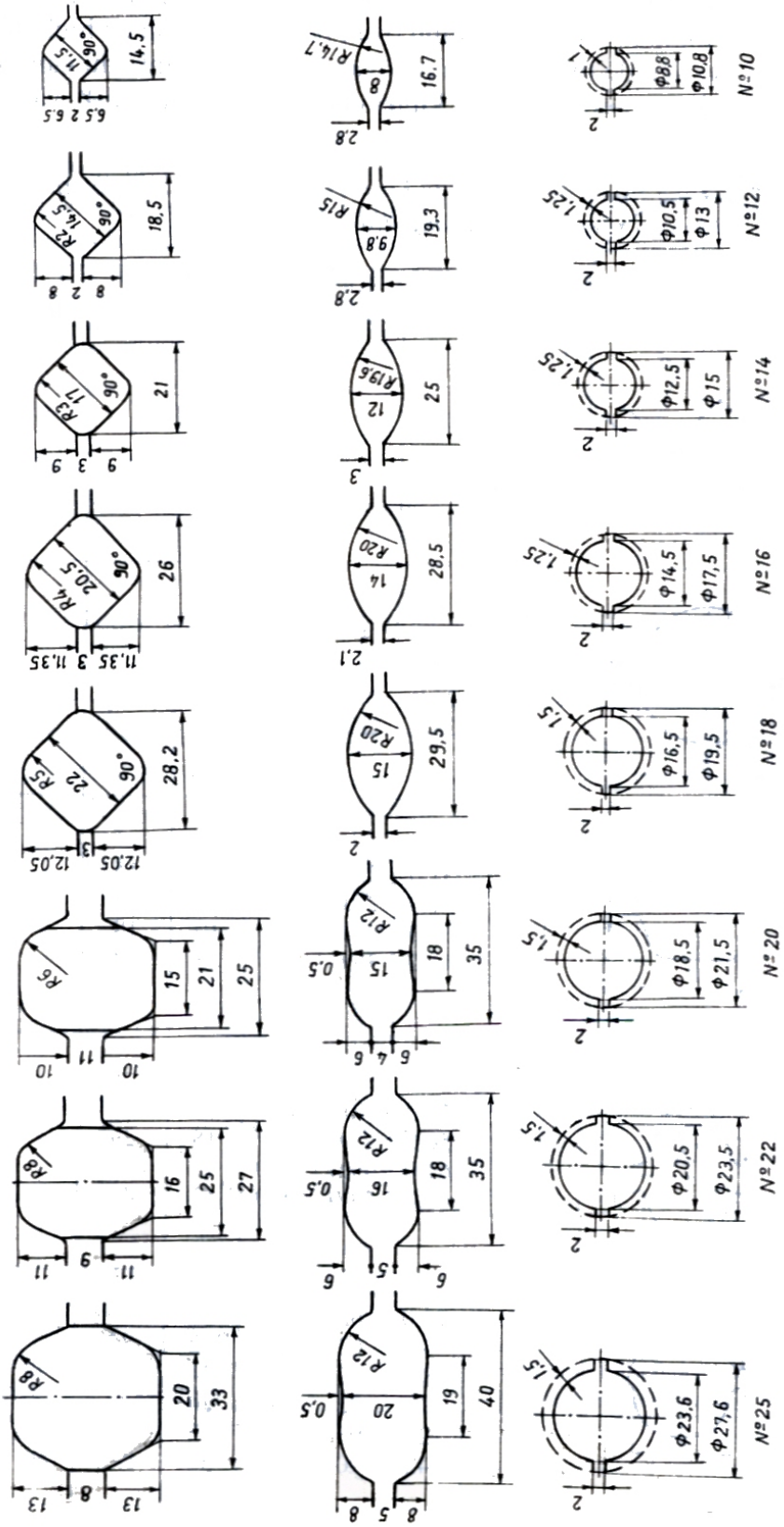
Khi dùng phôi có tiết diện không phải là vuông để đưa vào lỗ hình ôvan thì chọn tỷ số giữa chiều cao H và chiều rộng B của phôi như sau:

$$\frac{H}{B} = 0,84 \div 0,65;$$

Nếu phôi đưa vào lỗ hình ôvan có tiết diện vuông thì cạnh A của hình vuông tính theo biểu thức sau:

$$A = (1,2 \div 1,25).d_d;$$

Trên hình 7.50 giới thiệu ba lỗ hình cuối cùng khi cán thép vằn có $d_d = 10 \div 25$ mm.



H.7.50. Hình dáng và kích thước của 3 lỗ hình cuối cùng (tinh, trước tinh và trước trước tinh) khi cán rhép vằn có đường kính danh nghĩa $d_d = 10 \div 25$ mm

7.6.2. Thiết kế lỗ hình cán thép vuông

Thép vuông theo TCVN có cạnh C = 5 ÷ 250 mm. Thép vuông có cạnh C ≤ 100 mm có góc vuông sắc cạnh, theo đơn đặt hàng có thể có cạnh C ≤ 50 mm có góc vuông sắc cạnh.

Dung sai của thép vuông có cạnh C ≤ 100 mm:

- Với độ chính xác thường $C^{+0,4}_{-0,5}$;
- Với độ chính xác cao $C^{+0,2}_{-0,4}$;

Thép vuông có cạnh C > 100 mm ở góc vuông có bán kính lượn R ≤ 0,15. C

Dung sai của thép vuông có cạnh C > 100 mm:

- Với độ chính xác thường $C^{+0,6}_{-1,7}$;
- Với độ chính xác cao $C^{+0,5}_{-1,5}$;

Thép vuông có cạnh C ≤ 14 mm được xuất xưởng ở dạng cuộn.

Các hệ thống lỗ hình dùng để cán thép vuông thường là: thoi - vuông; ôvan - vuông; hộp chữ nhật - vuông. Nhưng với 3 lỗ hình cuối cùng bắt buộc phải là vuông-thoi-vuông.

a/ Các bước tính toán và thiết kế lỗ hình cán thép vuông

Tương tự như cán thép tròn.

① Theo kiểu máy, kích thước sản phẩm

Xuất phát từ kiểu máy và kích thước sản phẩm thiết kế một hệ lỗ hình cán thô. Ví dụ: với kích thước sản phẩm nhỏ dùng hệ lỗ hình ôvan-vuông; với kích thước sản phẩm lớn dùng hệ lỗ hình thoi-vuông.

② Quá trình tính toán là ngược hướng cán.

Tính kích thước cho 3 lỗ hình cuối cùng trước tiên, sau đó tính kích thước lỗ hình thô.

③ Xác định kích thước lỗ hình tinh.

Kích thước lỗ hình tinh được thiết kế trên cơ sở kích thước của sản phẩm ở trạng thái nóng có xét đến dung sai.

④ Xác định hệ số giãn dài.

Xác định hệ số giãn dài ở lỗ hình tinh và trước tinh theo đồ thị hình 7.31.

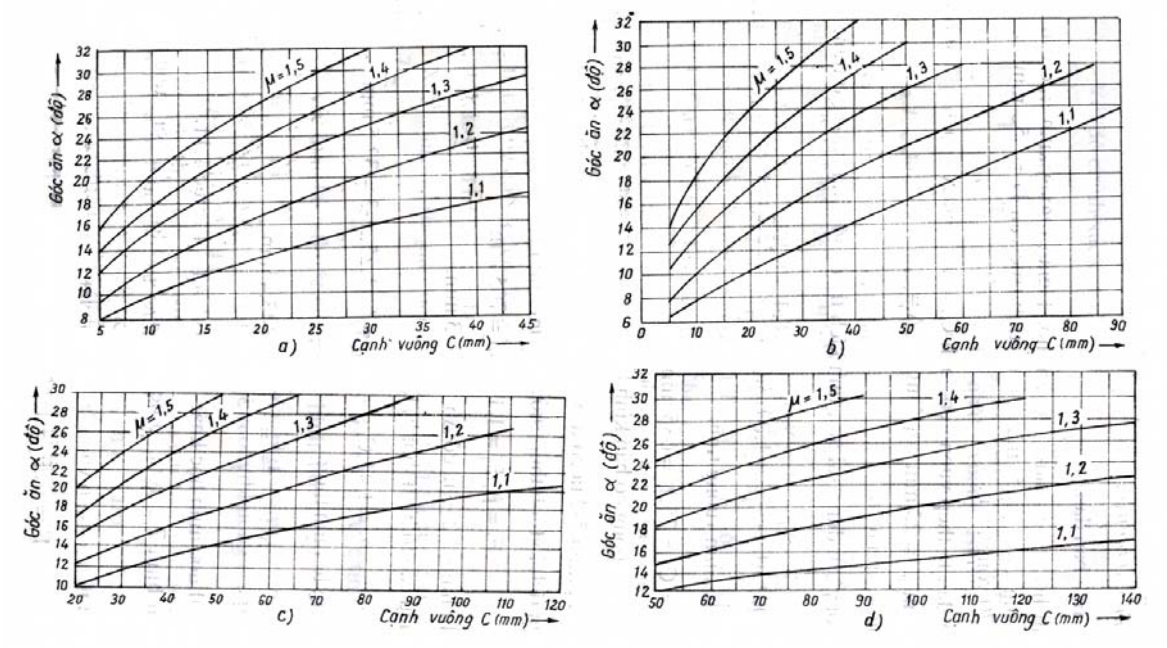
⑤ Tính diện tích và cạnh của lỗ hình vuông trước tinh.

⑥ Xác định kích thước của các lỗ hình thô.

Nếu chọn hệ lỗ hình ôvan-vuông, phương pháp tính tương tự như với thép tròn. Nếu chọn hệ lỗ hình thoi-vuông phương pháp tính tương tự như hệ lỗ hình ôvan-vuông.

Theo đồ thị hình 7.51 tìm hệ số giãn dài theo góc ăn cho phép, tính diện tích của lỗ hình thoi và vuông thô. Theo đồ thị hình 7.52 tìm lượng giãn rộng Δb. Khi cán phôi có tiết diện hình thoi trong lỗ hình vuông, cho phép ta tìm được chiều cao và chiều rộng của lỗ hình thoi trung gian.

⑦ Tổng hợp thành bảng các số liệu đã tính toán và vẽ lỗ hình.



H.7.51. Quan hệ giữa góc ăn và hệ số giãn dài và cạnh vuông c theo hệ thống lỗ hình thoi-vuông.
a. đường kính trục cán D = 250 mm; b. đường kính trục cán D = 350 mm;
c. đường kính trục cán D = 500 mm; d. đường kính trục cán D = 800 mm.

b/ Ví dụ về thiết kế lỗ hình cán thép vuông cạnh C_n = 25 mm, trên máy cán hình 350 bố trí hàng

❶ Các số liệu ban đầu

Máy gồm 2 hàng: hàng giá cán thô một giá có đường kính trục cán D = 550 mm; hàng cán tinh 5 giá với đường kính trục cán D = 350 mm; số vòng quay n = 270 v/ph.

Phôi ban đầu là thép vuông có cạnh C_0 = 45 mm; cán ra sản phẩm thép vuông có cạnh C_n = 25 mm với dung sai $\Delta = {}^{+0,2}_{-0,4}$;

❷ các bước tính toán.

- Xét một phần dung sai âm, tính kích thước lỗ hình vuông ở trạng thái nóng:

$$C_{nóng} = 1{,}0013\left(C_n - \frac{\Delta}{2}\right) = 1{,}0013\left(25 - \frac{0{,}4}{2}\right) = 25{,}2\text{mm};$$

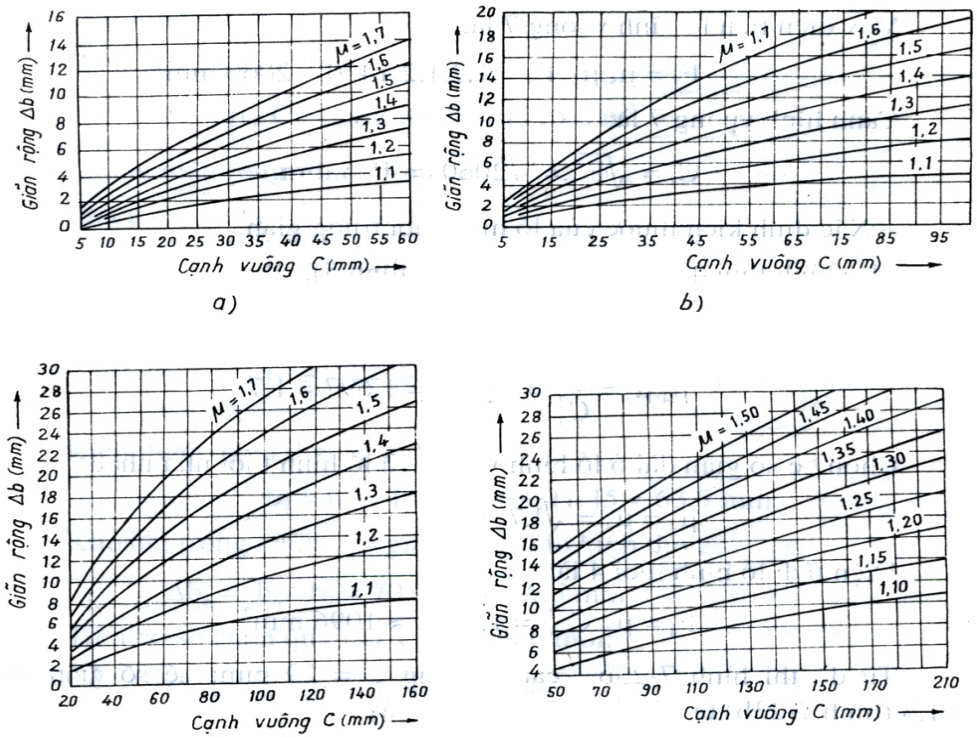
Diện tích lỗ hình vuông tinh:

$$F_1 = C_1^2 = 25{,}2^2 = 635\text{mm}^2;$$

Lỗ hình tinh không có bán kính lượn.

Theo đồ thị hình 7.31 ta có $\mu_1 = 1{,}11$. Vậy diện tích lỗ hình thoi trước tinh là:

$$F_2 = \mu_1 . F_1 = 1{,}11.635 = 705\text{mm}^2;$$



H.7.52. Quan hệ giữa lượng giãn rộng Δb, cạnh vuông C và hệ số giãn dài khi cán phôi hình vuông. Hệ thống lỗ hình thoi-vuông.
a. đường kính trục cán D = 250 mm; b. đường kính trục cán D = 350 mm;
c. đường kính trục cán D = 500 mm; d. đường kính trục cán D = 800 mm;

Từ đồ thị 7.52b ta có $\Delta b_1 = 2 \div 3\text{mm}$:

Vậy chiều cao lỗ hình thoi là:

$$h_2 = 1{,}14.C_{\text{nóng}} - \Delta b_1 = 1{,}14.25{,}2 - 3 = 32{,}5\text{mm};$$

Chiều rộng lỗ hình thoi:

$$b_2 = \frac{2.q_2}{h_2} = \frac{2.705}{32{,}5} = 43{,}4\text{mm};$$

Các kích thước hình học khác xem ở chương 2.

Từ đồ thị hình 7.52b ta có hệ số giãn dài ở lỗ hình thoi trước tinh $\mu_2 = 1{,}2$.

Vậy diện tích lỗ hình vuông trước tinh là:

$$F_3 = \mu_2 . F_2 = 1{,}2.705 = 845\text{mm}^2;$$

Cạnh hình vuông trước tinh là:

$$C_3 = \sqrt{q_3} = \sqrt{845} = 29\text{mm};$$

Các lỗ hình tiếp theo cũng là hệ lỗ hình thoi-vuông. Nếu tốc độ cán là 5 m/s và nhiệt độ cán là 1000^0C thì từ đồ thị hình 6.11 tìm được góc ăn cực đại $\alpha = 20^0$.

Khi góc ăn $\alpha = 20^0$, cạnh vuông $C_3 = 29$ mm ta có hệ số giãn dài lỗ hình vuông 3 là: $\mu_3 = 1,3$ (hình 7.52b).

Với lỗ hình thoi 4 ta lấy hệ số giãn dài như ở lỗ hình vuông 3: $\mu_4 = \mu_3 = 1,3$.

Vậy diện tích lỗ hình vuông 5 là:

$$F_5 = \mu_3.\mu_4.F_3 = 1,3.1,3.845 = 1430mm^2;$$

Cạnh hình vuông 5 là:

$$C_5 = \sqrt{F_5} = \sqrt{1430} = 37,8mm;$$

Khi góc ăn $\alpha = 20^0$, cạnh vuông $C_5 = 37,8$ mm ta có hệ số giãn dài lỗ hình vuông 5 là: $\mu_5 = 1,2$ (hình 7.52b).

Hệ số giãn dài ở lỗ hình thoi tiếp theo $\mu_6 = 1,2$.

Vậy diện tích lỗ hình vuông 7 là:

$$F_7 = \mu_5.\mu_6.F_5 = 1,2.1,2.1430 \approx 2060mm^2;$$

Cạnh hình vuông 7 là:

$$C_7 = \sqrt{F_7} = \sqrt{2060} = 45,5mm;$$

- Xác định kích thước của lỗ hình thoi trung gian

Lỗ hình thoi 4:

Hệ số giãn dài ở lỗ hình 4 và lỗ hình 3 là:

$$\mu_4.\mu_3 = \frac{C_5^2}{C_3^2} = \frac{37,8^2}{29^2} = 1,697 \approx 1,7;$$

Chọn hệ số giãn dài ở lỗ hình vuông và lỗ hình thoi như nhau:

$$\mu_4 = \mu_3 = \sqrt{1,7} = 1,3;$$

Diện tích lỗ hình thoi 4 là:

$$F_4 = \mu_3.C_3^2 = 1,3.29^2 \approx 1096mm^2;$$

Từ đồ thị hình 7.52b; cạnh vuông C = 29 mm; hệ số giãn dài $\mu_3 = 1,3$ ta có $\Delta b_3 = 5$ mm, như vậy:

Chiều cao lỗ hình thoi 4 là:

$$h_4 = 1,14.C_3 - \Delta b_3 = 1,14.29 - 5 = 36mm;$$

Chiều rộng lỗ hình thoi 4:

$$b_4 = \frac{2.F_4}{h_4} = \frac{2.1096}{36} = 60mm;$$

Kích thước của lỗ hình vuông 5: $b_5 = h_5 = 1,14.C_5 = 1,14.37,8 = 53mm;$

Khoảng trống dành cho giãn rộng ở lỗ hình thoi 4:

$$\Delta B_4 = b_4 - 1,14.C_5 = 60 - 53 = 7mm;$$

Theo đồ thị hình 7.52b thì lượng giãn rộng để đưa phôi vuông vào lỗ hình thoi với $\mu_4 = 1,3$ và cạnh hình thoi quy ước $\sqrt{C_4} = \sqrt{1095} = 33mm$; là $\Delta b_4 = 5,5$ m. trong khi đó khoảng trống tính toán cho giãn rộng là 7 mm vậy không cần thay đổi kích thước lỗ hình thoi 4.

Lỗ hình thoi 6:

Diện tích lỗ hình thoi 6 là:

$$F_6 = \mu_5 . C_5^2 = 1,2.37,8^2 = 1715mm^2;$$

Từ đồ thị hình 7.52b; cạnh vuông $C_5 = 37,8$ mm; hệ số giãn dài $\mu_4 = 1,2$ ta có $\Delta b_5 = 5$ mm, như vậy:

Chiều cao lỗ hình thoi 6 là:

$$h_6 = 1,14.C_5 - \Delta b_5 = 1,14.37,8 - 5 = 48mm;$$

Chiều rộng lỗ hình thoi 6:

$$b_6 = \frac{2.F_6}{h_6} = \frac{2.1715}{48} = 71,44 \approx 70mm;$$

Kích thước của phôi đưa vào lỗ hình 6:

$$b_7 = h_7 = 1,14.C_7 = 1,14.45 = 63,5mm;$$

Khoảng trống dành cho giãn rộng ở lỗ hình thoi 6:

$$\Delta B_6 = b_6 - b_7 = 70 - 63,5 = 6,5mm;$$

Trên cơ sở cạnh quy ước của lỗ hình thoi là:

$$C_6 = \sqrt{F_6} = \sqrt{1715} = 41mm;$$

Từ đồ thị hình 7.52b; cạnh vuông $C_6 = 41$ mm; hệ số giãn dài $\mu = 1,2$ ta có $\Delta b_6 = 5$ mm, như vậy kích thước lỗ hình thoi 6 không cần hiểu chỉnh.

Trong quá trình tính toán trên đây không xét đến bán kính lượn ở đỉnh và ở vành trục của lỗ hình thoi và lỗ hình vuông. Nếu có bán kính lượn thì kích thước lỗ hình có thay đổi chút ít về diện tích, song hệ số giãn dài thay đổi không đáng kể vì có sự bù trừ ở giữa đỉnh lỗ hình và ở vành trục cán.

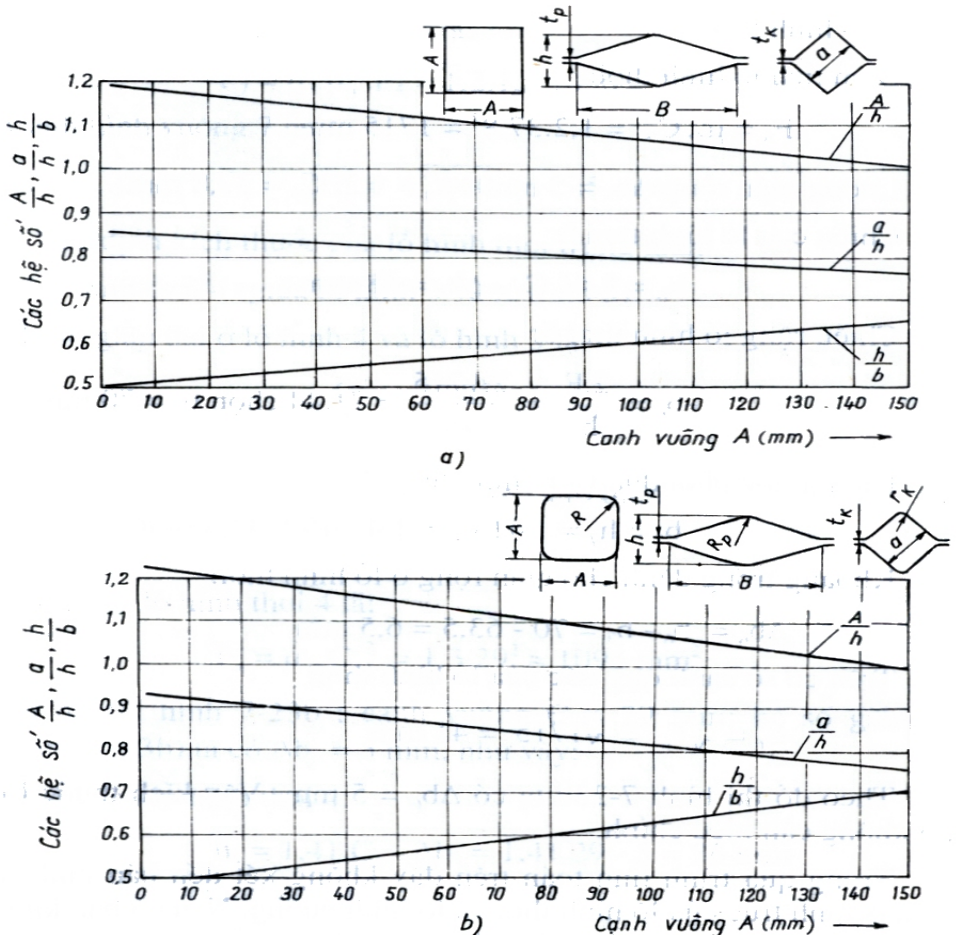
c/ Cán thép vuông theo phương pháp phân tích đồ thị của hệ thống lỗ hình thoi-vuông.

Đối với phương pháp này có các đồ thị biểu thị các quan hệ giữa các đại lượng $\frac{A}{h}; \frac{h}{b}; \frac{a}{h}$ với cạnh của phôi vuông vào lỗ hình thoi (H.7.53). Đồ thị được xây dựng trên các cơ sở các thông số thực nghiệm của nhiều nhà máy cán thép, mỗi giá trị của tỷ số $\frac{A}{h}$ ứng với một đại lượng $\frac{h}{b}$ và $\frac{a}{h}$. Khi xác định kích thước trung bình của từng cặp lỗ hình thoi-vuông. Trên cơ sở đồ thị với một cạnh của lỗ hình vuông

trước lỗ hình thoi A tìm tỷ số $\frac{A}{h}$ từ đó có một giá trị quy ước h. Từ giá trị h tìm b.

Khi đã biết $\frac{h}{b}$ (theo đồ thị hình 7.53) tìm chiều cao thực của lỗ hình thoi theo tỷ số:

$\frac{a}{h}$. (A; a; b; h: các kích thước được ghi trên hình vẽ và đồ thị 7.53)



H.7.53. Đồ thị quan hệ giữa các tỷ số $\frac{A}{h};\frac{h}{b};\frac{a}{h}$ với cạnh vuông A khi thiết lỗ hình cán thép vuông theo hệ thống lỗ hình thoi-vuông.
a. vuông sắc cạnh; b. vuông có bán kính lượn đầu cạnh

Đồ thị cho giá trị kích thước trung bình của nhiều nhà máy. các giá trị này giúp xác định các kích thước lỗ hình với các thông số thực nghiệm của các nhà máy đang cán thép vuông với sai số không đáng kể.

Sai số ± 8÷10% khi cán thép vuông có cạnh nhỏ và sai số ± 3% khi cán thép vuông có cạnh lớn. Vì vậy khi sử dụng đồ thị ở hình 7.53, các giá trị vẫn cho ta độ chính xác khi tính toán.

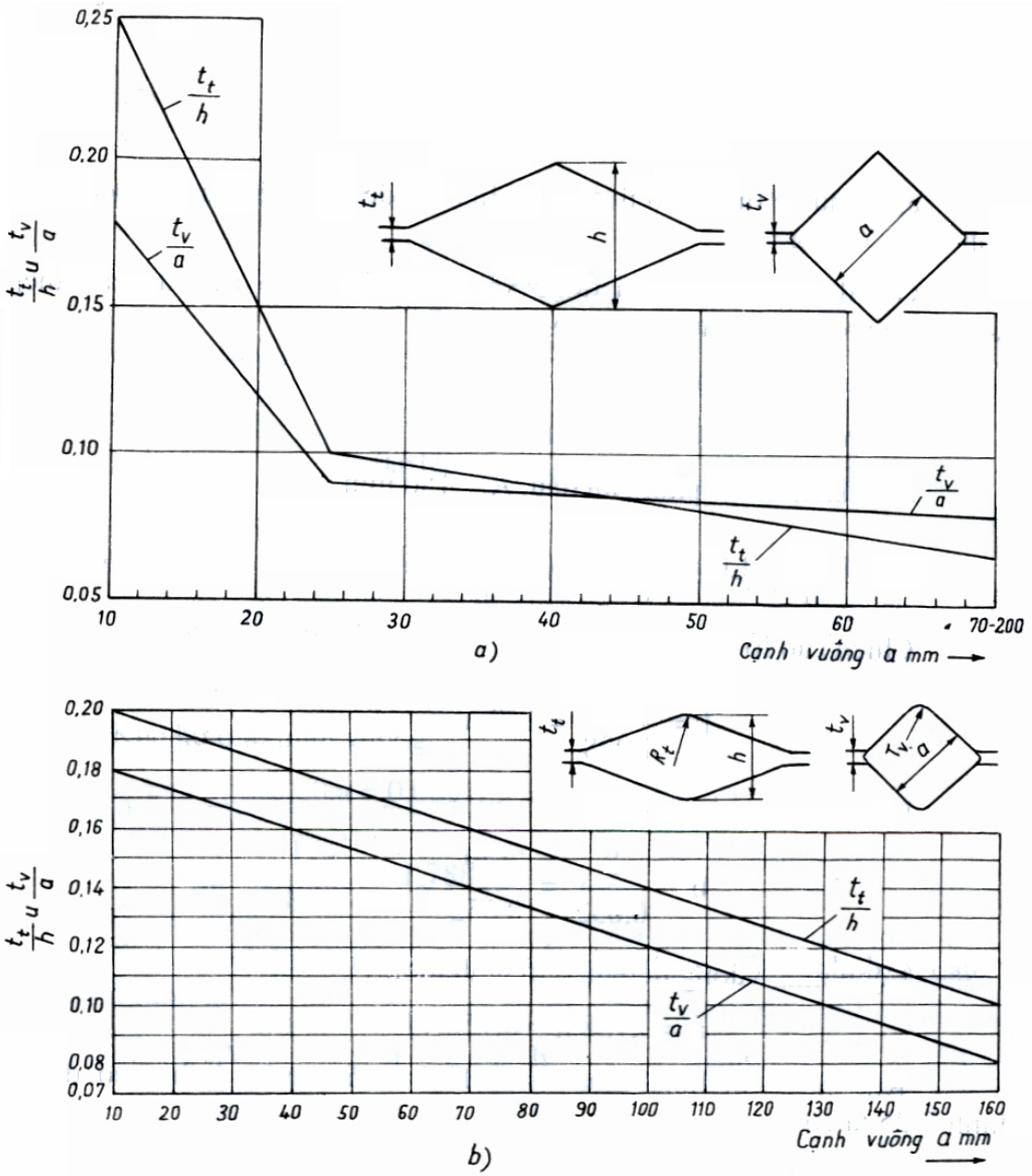
Khe hở giữa 2 trục cán của lỗ hình thoi và lỗ hình vuông cùng được chọn khác nhau theo đồ thị (hình 7.54)

$$r_v = 0{,}15.a$$

$$R_{thoi} = (1{,}2 \div 1{,}3).r_v$$

① Ví dụ về tính kích thước của lỗ hình để cán thép vuông theo theo hệ lỗ hình thoi-vuông.

Giả thiết máy cán đã được xác định sơ bộ và trên đó cán thép vuông; tính toán theo phương pháp đồ thị.



H.7.54. Đồ thị tìm khe hở ở lỗ hình thoi-vuông khi cán thép vuông theo hệ thống lỗ hình thoi-vuông
a. vuông sắc cạnh; b. vuông có bán kính lượn đầu cạnh

② Quá trình tính toán

Dựa vào đồ thị (H.7.51a) tìm được: A = 150 mm là kích thước phôi ban đầu.

Ta có: $\frac{A}{h} = 1{,}008; \frac{h}{b} = 0{,}652; \frac{a}{h} = 0{,}758$ (đồ thị sắc cạnh)

Chiều cao lỗ hình thoi: $h = \frac{150}{1{,}008} = 149\text{mm}$;

Chiều rộng lỗ hình thoi: $b = \frac{h}{0{,}652} = \frac{149}{0{,}652} = 229\text{mm}$;

Cạnh hình vuông tiếp theo lỗ hình thoi: a = 0,758.h = 0,758.149 = 113 mm;

Khe hở ở lỗ hình thoi và lỗ hình vuông xác định theo đồ thị hình 7.54 ta có:

$\frac{t_{thoi}}{h} = 0{,}065$; suy ra $t_{thoi} = 0{,}065.h = 10\text{mm}$;

$\frac{t_v}{a} = 0{,}08$; suy ra $t_v = 0{,}08.a = 9\text{mm}$;

Hệ số giãn dài từ lỗ hình vuông nọ đến lỗ hình vuông kia (A $\Rightarrow$ a):

$$\mu = \frac{150^2}{113^2} = 1{,}762;$$

Tiếp tục tính cho một cặp lỗ hình thoi-vuông tiếp theo, với a = a là kích thước phôi vào lỗ hình thoi. Căn cứ vào kích thước này đẻ tìm các hệ số trên đồ thị với A = 113 mm, ta có:

$$\frac{A}{h} = 1{,}052; \frac{a}{h} = 0{,}787; \frac{h}{b} = 0{,}615;$$

Vậy chiều cao lỗ hình thoi: $h = \frac{113}{1{,}052} = 107\text{mm}$;

Chiều rộng lỗ hình thoi: $b = \frac{107}{0{,}615} = 174\text{mm}$;

Cạnh của lỗ hình vuông tiếp theo:

A = 0,787.h = 0,787.107 = 84,5 mm;

Khe hở ở lỗ hình thoi: t_{thoi} = 0,065.h = 7 mm;

Khe hở ở lỗ hình vuông: t_v = 0,08.a = 0,08.84,5 = 7 mm;

$$\mu = \frac{113^2}{84{,}5^2} = 1{,}788;$$

Tính cho cặp thoi-vuông thứ 3 tiếp theo, với cạnh ban đầu là A = 84,5 mm, ta có: $\frac{A}{h} = 1{,}087; \frac{a}{h} = 0{,}81; \frac{h}{b} = 0{,}588;$

Vậy chiều cao lỗ hình thoi: $h = \frac{84{,}5}{1{,}087} = 77{,}7\text{mm}$;

Chiều rộng lỗ hình thoi: $b = \frac{77{,}7}{0{,}588} = 132{,}5\text{mm}$;

Cạnh của lỗ hình vuông tiếp theo: a = 0,07.h = 0,81.77,7 = 63 mm;

Khe hở ở lỗ hình thoi: t_{thoi} = 0,07.h = 0,07.77,7 = 5 mm;

Khe hở ở lỗ hình vuông: t_v = 0,08.a = 0,08.63 = 5 mm;

Hệ số giãn dài: $\mu = \frac{84,5^2}{63^2} = 1,799$;

Sau khi có các kích thước của lỗ hình cần thử lại lượng giãn rộng trong các lỗ hình theo các biểu thức đã có nhằm tránh sự quá điền đầy tạo bavia trên phôi cán và sản phẩm. Đồng thời phải thử lại điều kiện ăn cho phép.

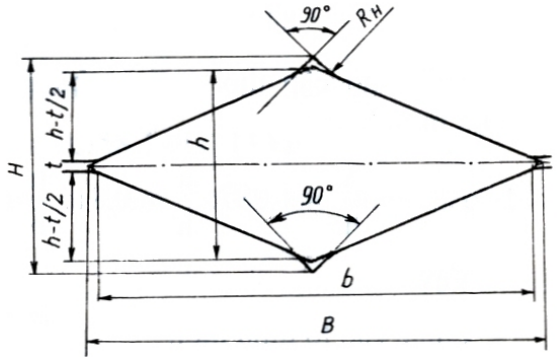
Nếu để cán thép vuông sắc cạnh thì các lỗ hình thoi-vuông thô và trung gian không cần phải có bán kính lượn ở đỉnh lỗ hình.

Nếu cán thép vuông tròn cạnh thì các bán kính lượn ở đỉnh lỗ hình chọn theo các biểu thức đã cho.

Thép vuông tròn cạnh thường có kích thước a = 50÷90 mm, tương ứng với nó có các tỷ số h/b = 0,62÷0,74 và bán kính lượn ở lỗ hình thoi R_{thoi} = (0,2÷0,3)a.

Khi các tỷ số về kích thước của lỗ hình thoi trước tinh và vuông tinh tròn cạnh là: $\frac{a}{b} = 0,59; \frac{a}{h} = 0,835; \frac{h}{b} = 0,74$ người ta nhận thấy đối với sản phẩm có a = 50÷100 mm, quá trình cán ổn định và đảm bảo hoàn toàn kích thước và hình dáng sản phẩm.

Khi cán thép vuông sắc cạnh với a = 10÷50 mm với tỷ số kích thước ở lỗ hình tinh và trước tinh là: $\frac{a}{b} = 0,58; \frac{a}{h} = 0,77; \frac{h}{b} = 0,76$ thì theo nghiên cứu của Mekelin, cấu tạo của lỗ hình thoi trước tinh phải có mũ giả với góc ở đỉnh là 90^0 (H.7.55).



Để thiết kế lỗ hình như trên hình 7.55 thực hiện như sau: tăng chiều cao h của lỗ hình lên H một giá trị sao cho H - h = 2÷8 mm tương ứng với kích thước cạnh vuông sản phẩm a = 10÷150 mm. Nghĩa là: $\frac{H-h}{2} = 1 \div 4mm$ (giá trị nhỏ tương ứng với kích thước cạnh nhỏ của sản phẩm; giá trị lớn tương ứng với kích thước cạnh lớn của sản phẩm). Từ đỉnh của góc vuông 90^0 nối tiếp với cạnh của hình thoi bằng một bán kính R_H có giá trị R_H = (1÷2).h.

7.6.3. Thiết kế lỗ hình và các phương pháp cán các loại thép dẹt

Thép dẹt các loại được sử dụng rất rộng rãi trong đời sống hàng ngày và trong các ngành công nghiệp, vận tải, chế tạo máy... Kích thước thép dẹt theo tiêu chuẩn cho trong bảng 7.16.

Bảng 7.16. Kích thước của các loại thép dẹt

Chiều rộng B (mm)	Chiều dày của thép dẹt H (mm)											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18
12 ÷ 14												
16 ÷ 18												
20 ÷ 22												
25 ÷ 28												
30 ÷ 200												

Ngoài ra, thép dẹt còn có hình dáng khác nhau: Thép dẹt làm lò xo lá, thép dẹt cả hai mặt lõm, thép lòng máng, thép làm vành bánh ôtô, thép đai thùng...

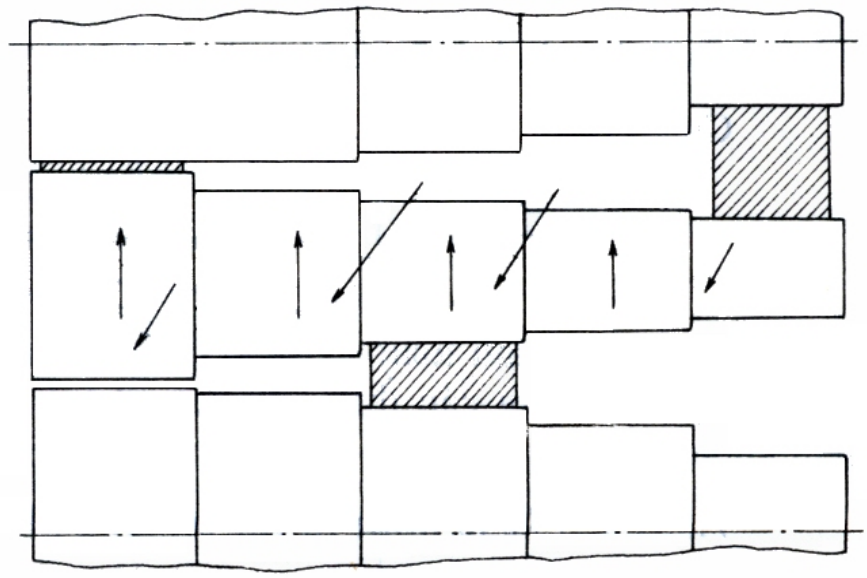
Dung sai của thép dẹt theo chiều dày H: $H^{+0,2}_{-0,5}$ khi H = 7 ÷ 16 mm

$H^{+0,2}_{-1,2}$ khi H = 28 ÷ 32 mm

Dung sai của thép dẹt theo chiều rộng B: $B^{+0,5}_{-1,0}$ khi B = 12 ÷ 50 mm

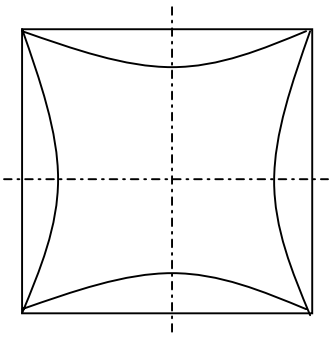
a/ Các phương pháp cán thép dẹt

① Cán trên trục bậc (phương pháp cũ)

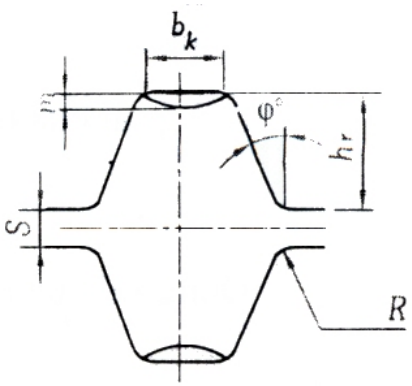


H.7.56. Cán thép dẹt trên trục bậc.

Phương pháp này có nhiều nhược điểm (H.7.56) như chiều rộng sản phẩm không chính xác vì lượng giãn rộng thay đổi luôn theo các yếu tố công nghệ. Mặt khác, bị hạn chế kích thước sản phẩm, hình dáng hai mặt của thép dẹt không phù hợp vì không được gia công (không có góc vuông). Nhược điểm không vuông ở mặt bên có thể khắc phục bằng cách dùng phôi có mặt cong (H.7.57).



H.7.57. hình dáng phôi khi cán thép dẹt trên trục bậc



H.7.58. lỗ hình ép cạnh khi cán thép dẹt trên trục

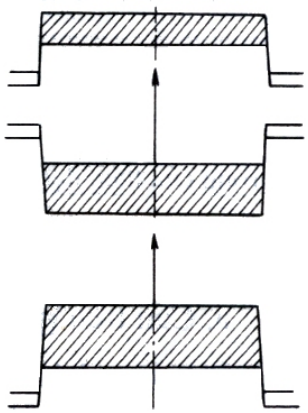
Với mục đích gia công hai mặt bên của thép dẹt khi cán trên trục bậc, người ta sử dụng phối hợp các lỗ hình gia công cạnh (H.7.58) trên những giá cán riêng biệt phối hợp trong hệ thống các giá cán.

$$b_k = (0{,}98 \div 1{,}06)b_1; \quad tg\varphi = 0{,}05 \div 0{,}1;$$

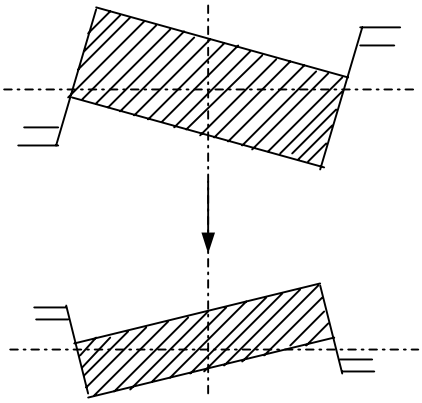
$$m = (0{,}5 \div 1)\ mm; \quad R = 2 \div 10\ mm; \quad 0{,}015.D = S\langle\frac{1}{3}.h;$$

② Cán trong các lỗ hình kín, giãn rộng hạn chế (H.7.59)

Với lỗ hình kín 2 mặt bên của sản phẩm được gia công tốt, hạn chế kích thước về chiều rộng trên một cặp trục. Do lỗ hình phải có một độ côn nhỏ, hạn chế giãn rộng nên lỗ hình mòn nhanh.



H.7.59. Lỗ hình kín cán thép dẹt



H.7.60. Lỗ hình chữ nhật bố trí chéo

③ Cán trong lỗ hình chữ nhật bố trí theo đường chéo trên trục cán.

Phương pháp này đảm bảo biến dạng ở mọi phía (H.7.60), cạnh sườn được gia công tốt, nhưng lại xuất hiện lực chiều trục nên phải định vị trục tốt và khi vật cán ra khỏi trục cán dể bị vặn xoắn nên phải có cơ cấu dẫn hướng phụ.

④ Cán trên máy cán chuyên dùng liên tục hoặc nối tiếp.

Ở đây dùng hệ lỗ hình cán trên trục phẳng kết hợp với các lỗ hình ép cạnh.

b/ Xác định kích thước phôi để cán thép dẹt

① Phôi là một hình vuông: $H = B_0$

Để có thép dẹt với kích thước h x b, ta có: $b = H + \Sigma\Delta b$

h, b - chiều cao và chiều rộng của thép dẹt

$\Sigma\Delta b$ - tổng lượng giãn rộng, $\Sigma\Delta b = K_{\Delta b}.(H - h)$.

$K_{\Delta b}$ - hệ số hạn chế giãn rộng

Vậy: $$H = \frac{b + K_{\Delta b}.h}{1 + K_{\Delta b}}$$

Biểu thức trên chưa xét đến các lượng ép cạnh của thép dẹt trong lỗ hình ép cạnh, mặt khác chọn hệ số $K_{\Delta b}$ cho phù hợp là khó. Kích thước phôi phụ thuộc vào kích thước sản phẩm, cho nên:

$$H = h + \sum_{1}^{n} \Delta h_{TB} = h + n.\Delta h_{TB} = h.\eta_{\Sigma} = h.\eta_{TB}^{n}$$

n - số lần cán (tính cho lần ép phôi theo chiều cao).

$$B_0 = b - \sum_{1}^{n} \Delta b + \sum_{1}^{n_1} \Delta h_c$$

Δh_c - lượng ép cạnh theo chiều rộng thép dẹt.

n_1 - số lần cán ép cạnh theo chiều rộng.

Từ thông số thực nghiệm cho phép chọn:

$$\Delta h_c = (0,2 \div 0,3).\Delta h_{TB} \approx 0,25.\Delta h_{TB}$$

Với $$\Delta h_{TB} = \frac{H - h}{n}$$

Từ biểu thức trên sau khi biến đổi với điều kiện phôi cho cán thép dẹt là phôi vuông ($H = B_0$) ta có:

$$H = \frac{b + h(K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n})}{1 + K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n}}$$

Hệ số giãn rộng $K_{\Delta b}$ có thể tìm theo đồ thị hoặc tính theo các biểu thức

- Biểu thức Djiben: $K_{\Delta b} = \dfrac{0,05.D_K}{h + 0,04.n.D_K}$

- Cho trục cán bằng thép: $K_{\Delta b} = \dfrac{0,06.D_K}{h + 0,04.n.D_K}$

- Cho trục cán bằng gang: $K_{\Delta b} = \dfrac{0,525.D_K}{h + 0,04.n.D_K}$

D_K - đường kính làm việc của trục cán.

② **Phôi tiết diện hình chử nhật**

+ Với điều kiện không có các lần cán ép sườn, có nghĩa là:

$$b = B_0 + K_{\Delta b}.(H - h)$$

do đó $$H = \frac{b - B_0 + K_{\Delta b}.h}{K_{\Delta b}}$$

H, B_0 - chiều cao và chiều rộng của phôi hình chữ nhật.

+ Nhưng nếu có lượng ép sườn thì tương tự ta có biểu thức để xác định chiều cao phôi như sau:

$$H = \frac{b - B_0 + h(K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n})}{K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n}}$$

Từ các thông số thực nghiệm cho thấy vì các lượng ép sườn nên chiều rộng của sản phẩm (thép dẹt) b không khác biệt nhiều so với chiều rộng của phôi B_0, thường là:

$$B_0 = (0,99 \div 0,985).b$$

Trong biểu thức tính H thay trị số B_0 bằng b ta có:

$$H = \frac{b - 0,987.b + h(K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n})}{K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n}} = \frac{0,013.b + h.(K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n})}{K_{\Delta b} - 0,25.\frac{n_1}{n}}$$

③ Xác định kích thước phôi ban đầu để cán thép dẹt có kích thước h = 3mm; b = 200mm.

Máy cán liên tục có 14 giá cán, trong đó: 10 giá trục nằm ngang (n) và 4 giá trục đứng để ép sườn (n_1); đường kính làm việc trung bình D_K = 350mm.

- Xác định hệ số hạn chế giãn rộng $K_{\Delta b}$ theo biểu thức Djiben

$$K_{\Delta b} = \frac{0,05.D_K}{h + 0,04.n.D_K} = \frac{0,05.350}{3 + 0,04.10.350} = 0,1225$$

- Xác định chiều cao phôi khi phôi là một hình vuông $H = B_0$

Theo biểu thức tính H, ta có:

$$H = \frac{b + h(K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n})}{1 + K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n}} = \frac{200 + 3.(0{,}1225 - 0{,}25.\frac{4}{10})}{1 + 0{,}1225 - 0{,}25.\frac{4}{10}} = 195\text{mm}$$

Khi phôi là hình chữ nhật ($H \neq B_0$) và $B_0 = 0{,}987.b$, ta có:

$$H = \frac{0{,}013.b + h.(K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n})}{K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n}} = \frac{0{,}013.200 + 3.(0{,}1225 - 0{,}25.\frac{4}{10})}{0{,}1225 - 0{,}25.\frac{4}{10}} = 118{,}5\text{ mm}$$

④ Xác định chiều cao phôi H để cán thép dẹt có kích thước h x b=5x125.

Từ phôi ban đầu có chiều rộng $B_0 = 120$ mm, với 10 lần cán ép theo chiều cao và 2 lần ép sườn ($n = 10$; $n_1 = 2$); hệ số hạn chế lượng giãn rộng $k_{\Delta b} = 0{,}1225$.

Áp dụng biểu thức tính H ta có chiều cao phôi cần thiết là:

$$H = \frac{(b - B_0) + h(K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n})}{K_{\Delta b} - 0{,}25.\frac{n_1}{n}} = \frac{(125 - 120) + 3.(0{,}1225 - 0{,}25.\frac{2}{10})}{0{,}1225 - 0{,}25.\frac{2}{10}} = 74\text{mm}$$

c/ Phương pháp xác định chế độ ép khi cán thép dẹt

Có 3 phương pháp chủ yếu sau:

- Theo điều kiện ăn kim loại.
- Theo công suất động cơ cực đại.
- Theo hệ số biến dạng cao trên cơ sở các thông số thực nghiệm.

① Theo điều kiện ăn kim loại.

Như đã biết hệ số ma sát $f = tg\alpha$. Xét điều kiện dự phòng của hệ số ma sát và đường kính trục cán khi phục hồi lại (thường 10%), thì lượng ép tối đa Δh_{max} cho một lần khi cán thép dẹt có thể tính theo biểu thức sau:

$$\Delta h_{max} = \frac{1}{2}.0{,}855.f^2 D_K$$

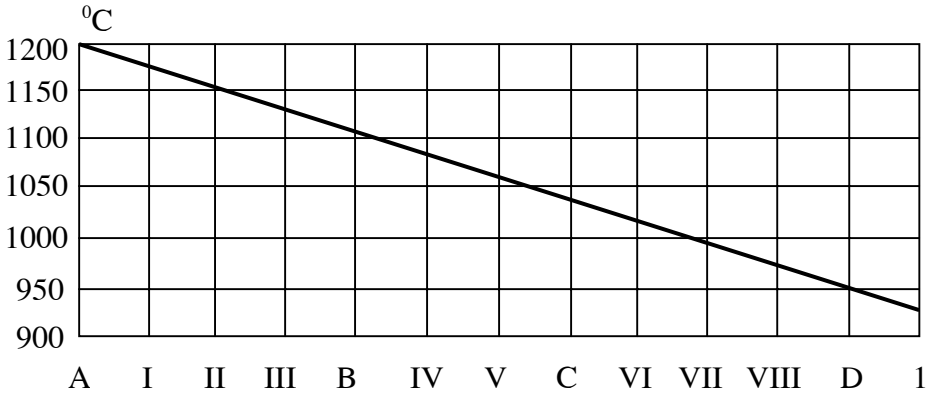
f - hệ số ma sát, $f = n_1.n_2.n_3.(1{,}05 - 0{,}0005.T)$

T - nhiệt độ cán tương ứng với lần cán (có thể xác định bằng phương pháp tính hoặc đo trực tiếp).

Để đơn giản có thể xác định T bằng đồ thị.

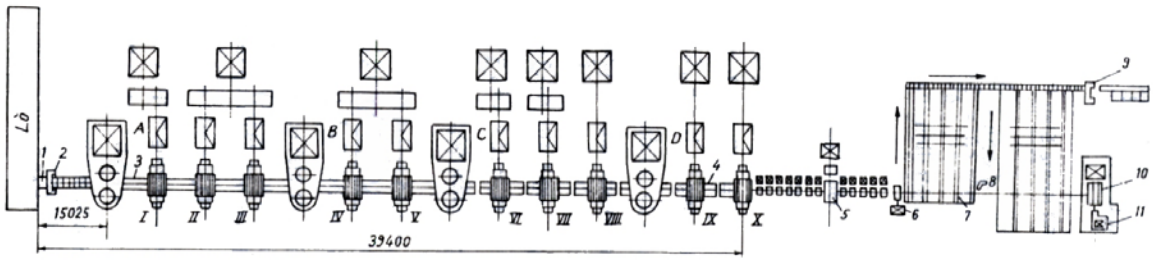
Nhiệt độ bắt đầu cán sẽ giảm dần theo khoảng cách giữa các giá cán đến nhiệt độ kết thúc cán (hình 7.61). Nếu tính theo phương pháp này, lượng ép qua từng lần cán không phụ thuộc vào phôi ban đầu. Chiều cao của phôi được như tổng lượng ép từng phần. Chiều rộng của phôi xác định trên cơ sở chiều rộng sản phẩm

và lượng giãn rộng tính toán. Riêng lượng ép Δh ở giá cán tinh và trước tinh không được lấy giá trị cực đại, vì nếu lấy giá trị cực đại sẽ ảnh hưởng lớn đến kích thước sản phẩm. Thường ở giá cán tinh Δh = 2÷5 mm; ở giá trước tinh Δh =0,5.Δh_{max}.



Hình 7.61. Xác định nhiệt độ t theo khoảng cách giữa các giá cán trên máy cán thép dẹt 300: 10 giá trục nằm ngang I÷X; 4 giá trục đứng A, B, C, D.

Trên hình 7.62 là sơ đồ máy cán dẹt 300 với 14 giá.



Hình 7.62- Sơ đồ máy cán thép dẹt 300. A, B, C, D là các trục thẳng đứng. Các trục A, B, C có D = 460mm; D có D = 440mm; các trục I ÷ V có D = 400mm; các trục VI, VII có D = 370mm; các trục VIII÷X có D = 330mm.

+ Các số liệu ban đầu

Số vòng quay ở giá cuối cùng là 400 vòng/phút; vật liệu làm trục cán là gang. Trên máy này người ta cán thép dẹt: b x h = 80 x 6 mm

+ Tính và thiết kế lỗ hình cho máy cán hình 7.61.

Quá trình tính ngược hướng cán, không xét đến bán kính lượn ở các diện tích tiết diện:

- Giá X:

D_{10} = 330 mm; h_{10} = 6 mm; $t^0 = 900^0$C; b_{10} = 1,013.80 = 81 mm

Với Δh_{10} = 2 mm, phôi vào giá 10: $H_{10} = h_9$; h_9 = 6 + 2 = 8 mm với số vòng quay 400v/ph; $t^0 = 900^0$C; trục cán bằng gang, hệ số ma sát f = 0,29.

Xác định lượng giãn rộng theo biểu thức:

$$\Delta b_{10} = 1{,}15\frac{\Delta h_{10}}{2.H}\left(\sqrt{R.\Delta h} - \frac{\Delta h}{2.f}\right) = 1{,}15.\frac{2}{2.8}\left(\sqrt{\frac{330}{2}.2} - \frac{2}{2.0{,}29}\right) = 2{,}1\,\text{mm}$$

Diện tích tiết diện của sản phẩm:

$F_{10} = 6.\ 81 = 486\ mm^2$

Hằng số cán liên tục C_{10}:

$C_{10} = F.D_{K10}.n = 846.\ 330.\ 400 = 64.10^6$

- Giá IX:

$D_9 = 330$ mm; $h_9 = 8$ mm; $t^0 = 925^0C$;

$b_9 = b_{10} - 2,1 = 81 - 2,1 = 78,9$ mm; $F_9 = h_9.b_9 = 8.78,9 = 630\ mm^2$

Trên cơ sở hằng số cán liên tục C_{10}, tìm số vòng quay n_9. Theo $F_9.D_9$ tìm được hệ số ma sát $f_9 = 0,306$.

Vậy, $\Delta h_9 = 0,5.\Delta h_{max} = 0,5.0,855.f^2.R_{K9} = 0,5.0,855.0,306^2.165 = 6$ mm

Và: $H_9 = h_9 + \Delta h_9 = 8 + 6 = 14$ mm

Lượng giãn rộng trên giá IX:

$$\Delta b_9 = 1,15.\frac{6}{2.14}\left(\sqrt{165.6} - \frac{6}{2.0,306}\right) = 5,3\,mm$$

- Giá trục đứng D (có lượng ép sườn):

Giả thiết không tạo lỗ hình trên thân trục (trục phẳng) và khe hở giữa hai vành trục S = 10mm. Đường kính giá trục đứng D = 440mm, vậy đường kính làm việc ở lần ép sườn là:

$D_{KD} = 440 + 10 - b_D = 450 - b_D$

Với b_D: chiều rộng thép dẹt trên giá ép sườn

$b_D = b_9 - \Delta b_9 = 78,9 - 5,3 = 73,6$mm

Chọn lượng ép sườn bằng lượng giãn rộng ở giá IX, do đó:

$D_{KD} = 450 - 73,6 = 376,4$mm

Vì lượng ép sườn không lớn nên lượng giãn rộng trên giá này là không đáng kể, do đó chiều dày phôi lúc ra khỏi giá ép sườn bằng chiều dày ở giá IX:

$h_D = 14$mm; $F_D = 14.73,6 = 1030 mm^2$

Số vòng quay của trục cán: $n_D = \dfrac{64.10^6}{1030.376} = 165\ v/ph$

- Giá VIII: $D_8 = 330$ mm; $h_8 = 14$ mm; $t^0 = 974^0C$;

Chọn chiều rộng vật cán trên giá VIII đúng bằng chiều rộng thép dẹt trên giá ép sườn b_D cộng thêm lượng ép sườn là 5 mm ($\Delta h_D = 5$ mm):

$b_8 = b_D + \Delta h_D = 73,6 + 5 = 78,6$ mm

Diện tích tiết diện phôi: $F_8 = h_8.b_8 = 14.78,6 = 1100\ mm^2$

Từ đây tìm số vòng quay qua hằng số cán liên tục và suy ra tốc độ cán để tính được hệ số ma sát f = 0,405.

Lượng ép ở giá VIII: $\Delta h_8 = 0,855.f^2.D_{K8} = 0,855.0,405^2.165 = 20,8$ mm

Chiều cao phôi lúc vào giá VIII: $H_8 = h_8 + \Delta h_8 = 14 + 20,8 = 34,8$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình VIII:

$$\Delta b_8 = 1{,}15.\frac{20{,}8}{2.34{,}8}\left(\sqrt{165.20{,}8} - \frac{20{,}8}{2.0{,}405}\right) = 11{,}3\,\text{mm}$$

- Giá VII:

$D_7 = 370$ mm; $h_7 = H_8 = 34{,}8$ mm; $t^0 = 1000^0$C;

Chiều rộng vật cán trên giá VII:

$$b_7 = b_8 - \Delta b_8 = 78{,}6 - 11{,}3 = 67{,}3 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện phôi:

$$F_7 = h_7.b_7 = 34{,}8.67{,}3 = 2340 \text{ mm}^2$$

Lần lượt tính số vòng quay, tốc độ cán và hệ số ma sát $f_7 = 0{,}44$.

Lượng ép ở giá VII:

$$\Delta h_7 = 0{,}855.f^2.D_{K7} = 0{,}855.0{,}44^2.165 = 27{,}4 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi lúc vào giá VII:

$$H_7 = h_7 + \Delta h_7 = 34{,}8 + 27{,}4 = 62{,}2 \text{ mm}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình VII:

$$\Delta b_7 = 10{,}2 \text{ mm}$$

- Giá VI:

$D_6 = 370$ mm; $h_6 = H_7 = 62{,}2$ mm; $t^0 = 1026^0$C;

Chiều rộng vật cán trên giá VI:

$$b_6 = b_7 - \Delta b_7 = 67{,}3 - 10{,}2 = 57{,}1 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện phôi:

$$F_6 = h_6.b_6 = 62{,}2.57{,}1 = 2450 \text{ mm}^2$$

Căn cứ vào hằng số cán liên tục tính số vòng quay, tốc độ cán và hệ số ma sát $f_6 = 0{,}43$.

Lượng ép ở giá VI:

$$\Delta h_6 = 0{,}855.f^2.D_{K6} = 0{,}855.0{,}43^2.185 = 26{,}2 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi lúc vào giá VI:

$$H_6 = h_6 + \Delta h_6 = 62{,}2 + 26{,}2 = 88{,}4 \text{ mm}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình VI:

$$\Delta b_6 = 1{,}15.\frac{26{,}2}{2.88{,}4}\left(\sqrt{185.26{,}2} - \frac{26{,}2}{2.0{,}43}\right) = 6{,}7\,\text{mm}$$

- Giá C (trục đứng ép sườn):

$D_C = 460$ mm; $t^0 = 1054^0$C;

Khe hở giữa hai vành trục S = 10 mm.

Chiều cao phôi lúc ra khỏi lỗ hình ép sườn:

$$h_C = b_6 - \Delta b_6 = 57{,}1 - 6{,}7 = 50{,}4 \text{ mm}$$

Đường kính làm việc: $D_{KC} = 460 + 10 - h_C = 420$ mm

Hệ số ma sát: $f_C = (1{,}05 - 0{,}0005.t) = 0{,}42$

Lượng ép sườn tính theo điều kiện ăn kim loại:

$$\Delta h_C = 0{,}25.\Delta h_{max} = 0{,}25.0{,}855.0{,}42^2.210 = 7 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi lúc vào lỗ hình ép sườn:

$$H_C = h_C + \Delta h_C = 50,4 + 7 = 57,4 \text{ mm}$$

Với lượng ép $\Delta h_C = 7$ mm. ta có lượng giãn rộng ở giá ép sườn:

$$\Delta b_C = 1,15.\frac{7}{2.57,1}\left(\sqrt{210.7} - \frac{7}{2.0,42}\right) = 2,1 \text{mm}$$

Chiều rộng phôi lúc vào giá ép sườn:

$$B_C = h_5 = H_6 - \Delta b_C = 88,4 - 2,1 = 86,3 \text{ mm}$$

Chiều rộng phôi lúc ra khỏi giá ép sườn: $b_C = H_6 = 88,4$ mm

Diện tích tiết diện phôi: $F_C = h_C.b_C = 4450$ mm^2

Số vòng quay của trục cán:

$$n_C = \frac{64.10^6}{4450.420} = 34,3 \text{ v/ph}$$

- Giá V:

$D_5 = 400$ mm; $h_5 = 86,3$ mm; $t^0 = 1076^0$C;

Chiều rộng vật cán trên giá V:

$$b_5 = h_C + \Delta h_C = 50,4 + 7 = 57,4 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện phôi:

$$F_5 = h_5.b_5 = 86,3.57,4 = 4950 \text{ mm}^2$$

Căn cứ vào hằng số cán liên tục tính số vòng quay $n_5 = 32,25$ (v/ph), tốc độ cán và hệ số ma sát $f_5 = 0,408$.

Lượng ép ở giá V:

$$\Delta h_5 = 0,855.f^2.D_{K5} = 0,855.0,408^2.200 = 25,5 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi lúc vào giá V:

$$H_5 = h_5 + \Delta h_5 = 86,3 + 25,5 = 111,8 \text{ mm}$$

Lượng giãn rộng trong lỗ hình V: $\Delta b_5 = 5$ mm

- Giá IV:

Giá IV và giá V truyền động chung một động cơ, vậy tỷ số truyền của hai giá phụ thuộc vào nhau. Đã biết $i_5 = 5,29$; $i_4 = 7,25$.

Hệ số giữa hai tỷ số truyền: $k_i = \frac{7,25}{5,29} = 1,37$

Xét trường hợp cụ thể ở giá IV: $D_4 = 400$ mm; $t^0 = 1094^0$C;

Diện tích tiết diện của phôi:

$$F_i = \frac{64.10^6}{400.\frac{n_5}{k_i}} = \frac{64.10^6}{400.\frac{32,25}{1,37}} = 6810 \text{ mm}^2$$

Chiều rộng của phôi lúc ra khỏi giá IV:

$$b_4 = b_5 - \Delta b_5 = 57,4 - 5 = 52,4 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi:

$$h_4 = \frac{F_4}{b_4} = \frac{6810}{52,4} = 130 \text{ mm} \neq H_5 = 118,5 \text{ mm}$$

So sánh kết quả lượng ép ở giá V, ta có:

$$\Delta h_5 = h_4 - h_5 = 130 - 86,3 = 43,7 \text{ mm}$$

Song Δh_5 đã tính trước đây là $\Delta h_5 = 25,5$ mm.

Hiệu số lượng ép: 43,7 - 25,5 = 18,2 mm.

Kết luận: trục sẽ không ăn được kim loại. Để xử lý sự khác nhau này hoặc phải dùng lực đẩy phôi hoặc phải tính toán lại cho phù hợp.

Để tính lại phải thay đổi đường kính trục cán ở giá IV, cụ thể lấy $D_4 = 460$ mm (theo kết cấu giá, điều này hoàn toàn cho phép).

$$F_4 = \frac{64.10^6}{460.\frac{32,25}{1,37}} = 5900 \text{ mm}^2$$

$$h_4 = \frac{F_4}{b_4} = \frac{5900}{52,4} = 112 \text{ mm}$$

Chiều cao này phù hợp với $h_5 = 111,8$ mm; $f_4 = 0,4$

$$\Delta h_4 = 0,855.0,4^2.230 = 28,2 \text{ mm}$$

$$H_4 = h_4 + \Delta h_4 = 112 + 28,2 = 140,2 \text{ mm}$$

Lượng giãn rộng:

$$\Delta b_4 = 1,15.\frac{28,2}{2.140,2}\left(\sqrt{230.28,2} - \frac{28,2}{2.0,4}\right) = 5,2 \text{ mm}$$

$$B_4 = b_4 = 52,2 - 5,2 = 47,2 \text{ mm}$$

- Giá B:

$$h_B = 47,2 \text{ mm}; b_B = H_4 = 140,2 \text{ mm}; T^0 = 1115^0C;$$

Khe hở giữa hai vành trục S = 10 mm.

$$D_{KB} = D_B + 10 - h_B = 460 + 10 - h_B = 422,8 \text{ mm}$$

$$f_B = 0,396$$

Với mục đích khử hết vảy rèn, chọn Δh_B toàn phần theo hệ số ma sát f_B:

$$\Delta h_B = \Delta h_{max} = 0,855.0,396^2.210 = 25,2 \text{ mm}$$

Chiều rộng phôi trên giá trục đứng:

$$B_B = h_B + \Delta h_B = 47,2 + 25,2 = 72,4 \text{ mm}$$

Vậy, $$\Delta h_B = 1,15.\frac{25,2}{2.72,4}\left(\sqrt{210.25,2} - \frac{25,2}{2.0,396}\right) = 8,2 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi lúc vào giá B:

$$H_B = h_3 = b_B - \Delta b_B = 140,2 - 8,2 = 132 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện phôi:

$$F_B = h_B.b_B = 140,2.47,2 = 6600 \text{ mm}^2$$

Số vòng quay của trục cán:

$$n_C = \frac{64.10^6}{6600.420} = 23{,}1 \text{ v/ph}$$

- Giá III:

$D_3 = 400$ mm; $b_3 = H_B = 132$ mm; $T^0 = 1135^0$C;

$h_3 = B_3 = 72{,}4$ mm

Diện tích tiết diện phôi: $F_3 = h_3.b_3 = 132.72{,}4 = 9550$ mm^2

$n_3 = 16{,}75$ (v/ph), $f_3 = 0{,}384$.

Lượng ép ở giá III: $\Delta h_3 = 22{,}6$ mm

Chiều cao phôi lúc vào giá III: $H_3 = h_3 + \Delta h_3 = 132 + 22{,}6 = 154{,}6$ mm

- Giá II*:*

Giá II có chuyển động chung với giá III và có hệ số tỷ số truyền $k_i = 1{,}37$. Cách tính tương tự như ở giá IV và giá V.

Ta có: $h_2 = H_3 = 154{,}6$ mm; $b_2 = b_3 - \Delta b_3 = 72{,}4 - 3{,}2 = 69{,}2$ mm

Diện tích tiết diện phôi: $F_2 = h_2.b_2 = 154{,}6.69{,}2 = 10700$ mm^2

$$n_2 = \frac{16{,}75^2}{1{,}37} = 12{,}25 \text{ v/ph}$$

$$D_2 = \frac{64.10^6}{10700.2{,}25} = 485 \text{ mm}; \qquad f_2 = 0{,}378$$

Chiều cao phôi : $H_2 = h_1 = h_2 + \Delta h_2 = 154{,}6 + 26{,}6 = 181{,}2$ mm

Lượng giãn rộng: $\Delta b_2 = 3{,}84$ mm

- Giá I:

$D_1 = 400$ mm; $h_1 = H_2 = 181{,}2$ mm; $t^0 = 1178^0$C;

Chiều rộng vật cán trên giá I: $b_1 = b_2 - \Delta b_2 = 69{,}2 - 3{,}84 = 65{,}9$ mm

Diện tích tiết diện phôi: $F_1 = h_1.b_1 = 181{,}2.65{,}4 = 11900$ mm^2

$n_1 = 13{,}4$ (v/ph); $f_1 = 0{,}368$.

Lượng ép ở giá I:

$\Delta h_1 = 0{,}855.f^2.D_{K1} = 0{,}855.0{,}368^2.200 = 20{,}9$ mm

Chiều cao phôi lúc vào giá I:

$H_1 = b_A = h_1 + \Delta h_1 = 181{,}2 + 20{,}9 = 202{,}1$ mm

Lượng giãn rộng trong lỗ hình I: $\Delta b_1 = 2{,}2$ mm

- Giá A:

$D_A = 460$ mm; $b_A = H_1 = 202{,}1$ mm; $t^0 = 1200^0$C;

$h_A = b_1 - \Delta b_1 = 65{,}4 - 2{,}2 = 63{,}2$ mm

Khe hở giữa hai vành trục S = 10 mm.

$D_{KA} = D_A + 10 - h_A = 460 + 10 - 63{,}2 = 406{,}8$ mm

Lấy tròn: $D_{KA} = 400$ mm

$F_A = h_A.b_A = 63{,}2.202{,}1 = 12800$ mm^2

$n_A = 12{,}5$ v/ph; $f_A = 0{,}36$

$$\Delta h_A = \Delta h_{max} = 0{,}855.0{,}36^2.200 = 20 \text{ mm}$$

Chiều rộng phôi: $B_A = h_A + \Delta h_A = 63{,}2 + 20 = 83{,}2$ mm

Vậy, $$\Delta b_A = 1{,}15.\frac{20}{2.83{,}2}\left(\sqrt{200.20} - \frac{20}{2.0{,}36}\right) = 4{,}9 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi: $H = b_A = h_1 - \Delta b_A = 202{,}1 - 4{,}9 = 197{,}2$ mm

② Theo công suất động cơ cực đại

Tổng công suất động cơ là N_Σ, khi cán thì công suất tiêu thụ cho biến dạng kim loại là N_I, thắng ma sát trong lỗ hình là N_{II}, thắng ma sát ở cổ trục là N_{III}. Các công suất này được tính toán theo các biểu thức khi tính toán công nghệ.

Các công suất tiêu thụ khác như: công suất không tải, công suất động sẽ được tính theo % của công suất tiêu thụ thuần túy cho cán hoặc qua thực nghiệm, với:

$$N_{III} = 2P\frac{d_{cổ}}{D_K} = V.f_{cổ}$$

trong đó, P: áp lực kim loại lên trục cán, kG (N); $d_{cổ}$: đường kính cổ trục, mm

D_K: đường kính làm việc của trục cán, mm

V: tốc độ vòng quay theo D_K, m/s; $f_{cổ}$: hệ số ma sát ở cổ trục

$$N_{I\text{-}II} = p.B.\Delta h.V$$

Trong đó, p: áp lực đơn vị, N/mm^2 (kG/mm^2); B: chiều rộng phôi trước lúc cán, mm

Từ công thức trên, ta có: $$\Delta h = \frac{N_{I-II}}{p.B.V}$$

Thường thì nên lấy $N_{I\text{-}II}$ nhỏ hơn thực tế tính toán khoảng 5 ÷ 10%.

Ở từng lần cán sẽ có:

$$\Delta h_1 = \frac{N_I}{p_1.B_1.V_1};\ \Delta h_2 = \frac{N_{II}}{p_2.B_2.V_2};\ \ \ldots\ \ ;\Delta h_n = \frac{N_n}{p_n.B_n.V_n}$$

Phương pháp này được sử dụng khi cán thép tấm và thép dẹt rộng bản. Ở đây để xác định được lượng ép cần phải biết áp lực đơn vị p, song áp lực đơn vị p lại chỉ có khi có lượng ép. Vì vậy, thông thường phải sử dụng các thông số thực nghiệm. Chiều rộng B được tính toán xuất phát từ chiều rộng sản phẩm. Tốc độ cán V xác định theo công nghệ đã lựa chọn.

Ví dụ: Tính lượng ép khi N = 450 kW; p = 10 kG/mm^2; trục gang D = 400 mm; $t^0 = 1000^0$C; V = 3,5 m/s; chiều rộng vật cán B = 300 mm.

Biểu thị thứ nguyên của công suất: kG.m/s

Vậy, $N = 450.1{,}36.75 = 45900$ kG.m/s

Công suất tiêu thụ cho các thành phần khác là 20%.

Vậy, $$\Delta h = \frac{45900.0{,}8.10^3}{10.300.3500} = 3{,}5 \text{ mm}$$

Theo cách tính trên đây, động cơ có thể làm việc với phụ tải không đổi và không phụ thuộc vào sản phẩm.

③ Theo hệ số biến dạng cao

Trong thực tế, người ta ứng dụng hệ số biến dạng cao H/h theo từng mức, cho trong bảng 7.17.

Bảng 7.17

Số lần cán (ngược hướng cán)	Hệ số biến dạng với các chế độ ép khác nhau			
	Rất lớn	Lớn	Trung bình	Nhỏ
1	1,35 ÷ 1,4	1,28 ÷ 1,3	1,2 ÷ 1,25	1,1 ÷ 1,15
2	1,55 ÷ 1,6	1,45 ÷ 1,5	1,35 ÷ 1,4	1,15 ÷ 1,2
3	1,75 ÷ 1,8	1,6 ÷ 1,7	1,45 ÷ 1,5	1,2 ÷ 1,25
4	1,95 ÷ 2,0	1,75 ÷ 1,8	1,55 ÷ 1,6	1,25 ÷ 1,3
5	1,95 ÷ 2,0	1,75 ÷ 1,85	1,55 ÷ 1,6	1,25 ÷ 1,3
6	-	1,75 ÷ 1,9	1,65	1,3
7	-	1,9	1,65	1,3
8	-	1,9	1,65	1,3

Khi xác định một chế độ hệ số biến dạng cần phải kiểm tra lại công suất động cơ; điều kiện ăn kim loại; độ bền trục cán; và các chi tiết khác. Với các lần cán trong lỗ hình ép sườn lượng ép trong phạm vi như sau:

- Cho lần ép sườn trước tinh: $\Delta h_S = 0,5.\Delta h_{max}$
- Cho lần ép sườn còn lại: $\Delta h_S = \Delta h_{max}$

Số lần ép sườn tùy theo công nghệ và thiết bị để xác định.

Quá trình thiết kế lỗ hình có thể thực hiện theo hướng cán nếu kích thước phôi đã được xác định và phù hợp với tổng hệ số biến dạng đã chọn.

Ví dụ: Tính chế độ ép để cán thép dẹt b x h = 160 x 18 trên máy cán 500, có 9 giá cán theo phương pháp hệ số biến dạng cao.

* Đặc tính thiết bị:

Giá 1 ÷ 4 có đường kính trục cán D = 630 mm, vật liệu trục cán là thép.

Giá 5 ÷ 9 có đường kính trục cán D = 540 mm, vật liệu trục cán là gang.

Chế độ ép theo bảng 7.17.

* Xác định hai lần ép sườn ở giá 8 và giá 5. Quá trình thiết kế ngược hướng cán.

- Giá 9:

$$\eta_9 = 1,25;\ D_9 = 540 \text{ mm}$$

Kích thước sản phẩm ở trạng thái nóng:

$$b_9 = 1,013.160 = 162 \text{ mm}$$

$$h_9 = 1,013.18 = 18,25 \text{ mm}$$

Chiều cao phôi vào lỗ hình 9:

$$H_9 = \eta_9.h_9 = 1,25.18,25 = 22,8 \text{ mm}$$

Lượng giãn rộng:

$$\Delta b_9 = 0,35.\frac{\Delta h_9}{H_9}\sqrt{R_9.\Delta h_9} = 0,35.\frac{4,55}{22,8}\sqrt{270.4,55} = 2,5 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện:

$$F_9 = b_9.h_9 = 162.18,25 = 2960 \text{ mm}^2$$

Chiều rộng phôi vào lỗ hình 9:

$$B_9 = b_9 - \Delta b_9 = 162 - 2,5 = 159,5 \text{ mm}$$

- Giá 8: lần cán ép sườn: $D_8 = 540$ mm

Khe hở giữa hai vành trục S = 10 mm.

Đường kính làm việc: $D_{K8} = D_8 = 10 - h_8 = 540 + 10 - 159,5 = 390,5$ mm

Chọn $D_{K8} = 390$ mm; $\eta_8 = 1,05$. Ta có: $b_8 = 22,8$ mm; $h_8 = 159,5$ mm

Chiều cao phôi vào lỗ hình ép sườn:

$$H_8 = \eta_8.h_8 = 1,05.159,5 = 4,55 \text{ mm}$$

Lượng ép trong lỗ hình ép sườn:

$$\Delta h_8 = H_8 - h_8 = 167,5 - 159,5 = 8 \text{ mm}$$

Vì lượng ép nhỏ, cho nên lượng giãn rộng có thể bỏ qua.

Kích thước cuối cùng của phôi vào lỗ hình ép sườn là:

$$H_8 = b_7 = 167,5 \text{ mm}; B_8 = h_7 = 22,8 \text{ mm}$$

Diện tích tiết diện: $F_8 = 159,5.22,8 = 3640 \text{ mm}^2$

- Giá 7:

Ta có: $\eta_7 = 1,4$; $D_7 = 540$ mm; $h_7 = 22,8$ mm; $b_7 = 167,5$ mm

Chiều cao phôi vào lỗ hình 7: $H_7 = \eta_7.h_7 = 1,4.122,8 = 32$ mm

Lượng ép: $\Delta h_7 = H_7 - h_7 = 32 - 22,8 = 9,2$ mm

Lượng giãn rộng:

$$\Delta b_7 = 0,35.\frac{\Delta h_7}{H_7}\sqrt{R_7.\Delta h_7} = 0,35.\frac{9,2}{32}\sqrt{270.9,2} = 5 \text{ mm}$$

Chiều rộng phôi vào lỗ hình 7: $B_7 = b_7 - \Delta b_7 = 167,5 - 5 = 162,5$ mm

Diện tích tiết diện: $F_7 = b_7.h_7 = 167,5.22,8 = 3810 \text{ mm}^2$

Tương tự như cách tính toán trên đây, có thể vận dụng để tính cho các giá cán còn lại.

Trong trường hợp tính ra lượng ép lớn, phải kiểm tra lại theo công thức:

$$\Delta h_{max} = 0,855.f^2.R_K.$$

Trong thực tế, người ta lấy các trị số Δh_{max} có khấu trừ 10% trị số tính toán nhằm bảo đảm cho điều kiện ăn tuyệt đối.

7.7. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ KỸ THUẬT CỦA SẢN XUẤT THÉP HÌNH

7.7.1. Năng suất của máy cán hình

a/ Năng suất giờ (tấn/h) của thép hình được tính theo công thức sau:

$$A = \frac{3600.G}{T} \qquad \text{(tấn/h)}$$

Năng suất thực tế được tính theo công thức sau:

$$A = \frac{3600.G}{T}.k \qquad \text{(tấn/h)}$$

Trong đó:

k: Hệ số sử dụng máy cán.

k = 0,85: đối với các máy cán Ray-dầm, máy cán hình cỡ lớn, nhỏ, vừa được bố trí hàng.

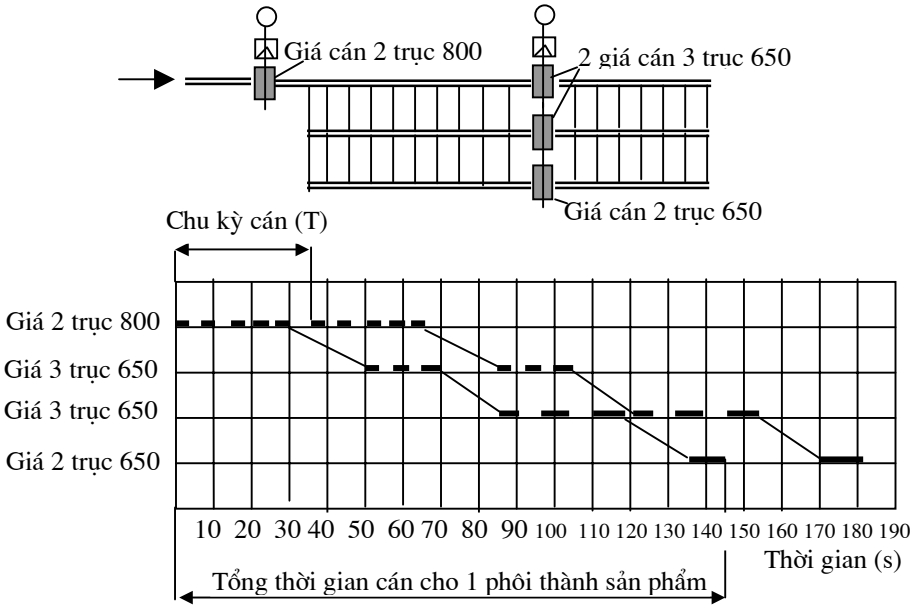
k = 0,9 đối với máy cán hình liên tục và máy kéo dây thép.

G: Trọng lượng thỏi đúc (tấn).

T: Chu kỳ cán.

Để xác định chu kỳ cán trên máy cán hình người ta dùng đồ thị làm việc của máy cán theo thời gian. Đồ thị đó là cơ sở tính toán chính xác chu kỳ cán và tổng thời gian cán cho một phôi cán từ kúc bắt đầu tới khi kết thúc.

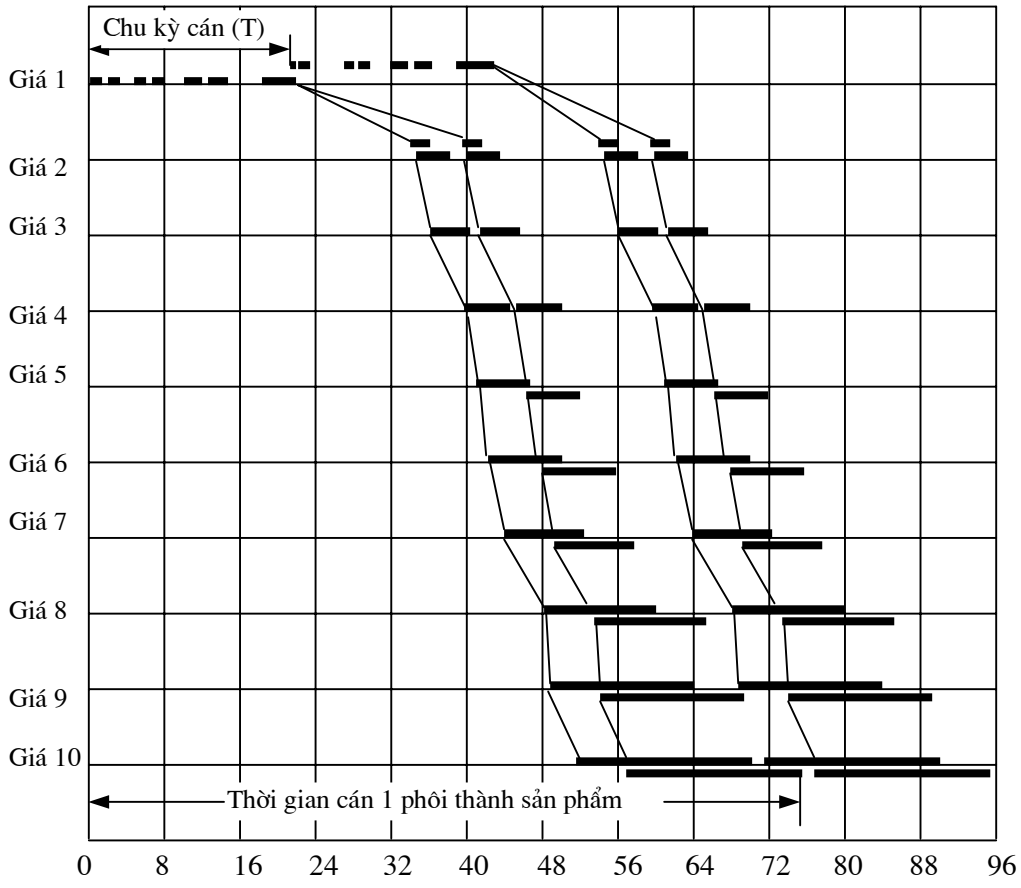
Hình 7.63 là biểu đồ cán của máy cán hình cỡ lớn 650. Máy gồm có 4 giá cán, bố trí theo 2 hàng. Tổng thời gian để cán một phôi từ đầu cho đến kết thúc là tổng thời gian cán ở trên 4 giá cán và tổng thời gian ngừng cán giữa các giá cán. Còn chu kỳ cán (T) được tính bằng tổng thời gian cán và nghỉ kể từ khi bắt đầu cán phôi trước cho tới phôi thứ hai sau trên giá cán thứ nhất.



H.7.63. Biểu đồ cán theo thời gian của máy cán hình 650 bố trí hàng

Chu kỳ cán trên máy cán nhiều giá bố trí hàng thì phụ thuộc vào số giá cán và hành trình cán giữa các giá trong máy cán. Chu kỳ cán sẽ càng nhỏ nếu như số giá cán trong máy lớn và tổng thời gian cán một phôi được phân bố đều đặn trong tất cả các giá cán. Chu kỳ cán sẽ nhỏ nhất nếu như một trong các giá cán của máy không bị tắt, ứ đọng lại phôi cán.

Từ biểu đồ làm việc theo thời gian của máy cán 650 ta dễ dàng thấy được rằng: chỗ ứ đọng phôi của máy này là giá cán thứ 2 (máy 3 trục). Tổng thời gian cán ở máy này tương đối lớn. Để giảm thời gian của chu kỳ cán, tăng năng suất của máy chúng ta phải cán phôi khác tiếp theo trên máy 3 trục của giá thứ 2 mà không phải chờ đợi cho phôi cán trước khi ra khỏi máy này. Nghĩa là phôi cán trước chưa ra khỏi máy ở lỗ hình cuối cùng thì ta phải cho phôi cán sau tiếp tục ăn vào lỗ hình đầu tiên của máy.



H.7.64. Biểu đồ cán theo thời gian của máy cán hình cỡ nhỏ 250 bố trí hàng

Trên máy cán hình cỡ nhỏ 250 bố trí hàng dải cán được đồng thời cán trên một vài giá cán. Mỗi giá cán của hàng cán tinh có thể cán những dải cán tương ứng có tiết diện nhỏ. Mặc dù trên máy cán có sự trùng khớp nhưng cỗ ứ đọng trong khâu làm làm việc của máy là ở giá cán đầu tiên, ở đây còn tồn tại nhiều phôi, có nhiều hành trình qua lại khi cán.

Những yếu tố chính để tăng năng suất của máy cán hình liên tục là:

- Tăng tốc độ cán
- Tăng trọng lượng thỏi đúc, phôi ban đầu.
- Tăng lượng ép cho mỗi giá cán trong máy đạt tới cực đại để phù hợp với việc tăng trọng lượng và tiết diện phôi. Tuy nhiên cần phải lưu ý đến góc ăn cho phép của vật cán vào trục, tính toán tới khả năng làm việc của máy cán và độ bền của lỗ hình v.v...

Xác định chu kỳ cán cho loại máy cán hình tổng hợp nghĩa là máy đó cán được nhiều loại sản phẩm khác nhau thì ta xác định chu kỳ cán cho từng loại thép hình, từ đó xác định năng suất/ giờ cho máy cán theo từng loại sản phẩm.

Việc xác định năng suất/giờ cho máy cán này ta tính toán theo công thức tính năng suất trung bình (công thức thực tế):

$$A_{TB} = \frac{1}{\frac{a_1}{A_1} + \frac{a_2}{A_2} + \frac{a_3}{A_3}} \qquad \text{(tấn/h)}$$

Trong đó:

A_1, A_2, A_3: năng suất khi cán các loại thép hình khác nhau.

a_1, a_2, a_3: số phần trăm của các loại thép hình hoặc nhóm thép hình được cán ở máy theo kế hoạch sản xuất đã thực hiện.

b/ Năng suất năm (tấn/năm)

Muốn tính được năng suất/năm thì phải biết tổng số thời gian làm việc thực tế trong năm của máy. Đối với các máy cán hình hiện đại thời gian làm việc là liên tục theo chương trình đã định trước.

Thời gian dừng máy dùng vào công việc sửa chữa lớn (đại tu), sửa chữa dự phòng, sửa chữa riêng nhỏ và thời gian thay trục cán.

Giống như máy cán thô và cán phôi, thời gian sửa chữa lớn của máy cán hình có thể thực hiện bừng cách thay thế sửa chữa từng phần (cục bộ) riêng biệt trang thiết bị của máy khi máy ngừng làm việc.

Theo các tài liệu từ thực tế sản xuất cho ta thấy rằng: thời gian dùng vào sửa chữa dự phòng của máy cán hình cỡ lớn và trung bình là 40h trong 1 tháng. Tính ra mất 20 ngày trong một năm. Như vậy ngày làm việc của máy trong năm là:

$$365 - 20 = 345 \text{ ngày}$$

Số giờ làm việc của máy trong năm được tính theo một ngày 3 ca sản xuất, mỗi ca là 8h. Vậy tổng số giờ làm việc trong năm của máy là:

$$t = 345 \times 24h = 8280 \text{ h}$$

Năng suất năm của máy được tính:

$$A(\text{năm}) = \frac{3600.G}{T}.K.t \text{ (tấn)} = \frac{3.6006.K.8280}{T} \quad \text{(tấn)}$$

Với t là thời gian làm việc của máy trong năm. Đối với các máy cán hình khác nhau thì thời gian sửa chữa lớn, sửa chữa dự phòng ... khác nhau và thời gian làm việc cũng khác nhau.

7.7.2. Tiêu hao kim loại, nhiên liệu, điện, trục cán và nước

a/ Tiêu hao kim loại

Tiêu hao kim loại từ phôi ban đầu bao gồm:

- Mất mát kim loại do cháy khi nung.
- Vảy sắt bong ra khi cán.
- Cắt đầu, đuôi.
- Phế phẩm do khuyết tật.

Lượng tiêu hao kim loại cho 1 tấn sản phẩm thép hình là 1,06, khi cán thép hình cỡ lớn tiêu hao kim loại nhiều hơn khi cán thép hình trung bình, cỡ nhỏ và dây thép.

Năng suất trên máy cán hình hiện đại trung bình từ (91 ÷ 96)%. Năng suất của máy cán hình cỡ nhỏ lớn nhất. Lượng tiêu hao kim loại của sản phẩm thép hình từ 1 tấn phôi cho 1 tấn sản phẩm là:

$$\frac{100}{(91 \div 96)} = (1{,}009 \div 1{,}041)$$

b/ Tiêu hao điện năng

Tiêu hao điện trên máy cán hình phụ thuộc vào hình dáng và kích thước của sản phẩm cán, kích thước phôi, thành phần hoá học, loại máy cán và các yếu tố khác.

Bảng 7.18. Tiêu hao điện ở máy cán hình

Máy cán	Tiêu hao điện năng (kw.h/tấn)
Máy cán Ray-dầm	65
Máy cán hình cỡ lớn 600 ÷ 750	50 ÷ 55
Máy cán hình cỡ trung 300 ÷ 350 liên tục	35 ÷ 45
Máy cán hình cỡ nhỏ 250	50
Máy cán dây thép	70
Máy cán thép dẹt liên tục	50

c/ Tiêu hao nhiên liệu

Tiêu hao nhiên liệu trên máy cán hình khi nung phôi ở 2 lò liên tục hoặc lò thu hồi nhiệt là 500 Mcal/tấn phôi. Đối với máy cán hình cỡ nhỏ, máy cán dây thép, máy cán thép dẹt thì lượng tiêu hao nhiệt khi nung phôi trong lò liên tục là:

360 Mcal/cho 1 tấn phôi (1 Mcal = 10^6 Cal)

d/ Tiêu hao trục cán

Bảng 7.19 Tiêu hao trục cán trên máy cán hình

Máy cán	Số lần mài, tiện lại trục cán	Số lượng sản phẩm cán (1000 tấn)		Tiêu hao trục cán (kg/tấn)
		Giữa 2 lần mài	Sau các lần mài	
Máy cán hình cỡ lớn 650÷750 kiểu hàng				
- Máy cán thô 2 trục đảo chiều	6	20 ÷ 25	120 ÷ 150	2,5
- Máy cán thô 3 trục	6 ÷ 8	3 ÷ 5	18 ÷ 40	
- Máy cán tinh 2 trục	6 ÷ 8	2 ÷ 2,5	12 ÷ 20	
Máy cán hình cỡ trung 350÷400 liên tục				
- Nhóm giá cán thô có trục nằm ngang	5 ÷ 6	10 ÷ 15	50 ÷ 90	1÷1,5
- Nhóm giá cán tinh trục nằm ngang	5 ÷ 7	5 ÷ 6	25 ÷ 42	
- Nhóm giá cán tinh trục thẳng đứng	5 ÷ 7	6 ÷ 8	30 ÷ 56	
Máy cán hình cỡ nhỏ 250÷300 liên tục				
- Nhóm cán thô	5 ÷ 6	10 ÷ 12	50 ÷ 72	0,4
- Nhóm giá cán tinh trục nằm ngang	6 ÷ 7	5 ÷ 6	30 ÷ 42	
- Nhóm giá cán tinh trục thẳng đứng	6 ÷ 7	4 ÷ 5	28 ÷ 40	
Máy cán dây thép liên tục				
- Nhóm cán thô	6 ÷ 7	12 ÷ 15	72 ÷ 105	0,3
- nhóm cán trung gian	7	8 ÷ 10	56 ÷ 70	
- Nhóm cán tinh	10	2 ÷ 4	20 ÷ 40	
Máy cán thép dẹt liên tục				
- Nhóm giá cán thô có trục thẳng đứng	10	20 ÷ 25	200 ÷ 250	0,3
- Nhóm giá cán thô trục nằm ngang	12 ÷ 15	6 ÷ 10	72 ÷ 150	
- Nhóm giá cán tinh	15 ÷ 20	2 ÷ 4	30 ÷ 80	

đ/ Tiêu hao nước

Việc tiêu hao nước trên các máy cán hình khác nhau được trình bày trong bảng sau. Tiêu hao nước này không kể đến việc sử dụng nước tuần hoàn lặp lại.

Bảng 7.20. Tiêu hao nước trên máy cán hình

Máy cán	Tiêu hao nước ở khâu làm nguội (m^3/h)						Tôi và tróc vảy sắt	Tổng tiêu hao
	Thiết bị nung	Trục cán	ổ đỡ	Ngoài không khí	T. bị bôi trơn	Thiết bị phụ		
Máy cán hình cỡ lớn	1200	250	400	500	250	600	200	340
Máy cán hình cỡ trung	900	400	450	500	300	200	300	2600
Máy cán hình cỡ nhỏ	150	500	500	500	160	300	200	1800
Máy cán thép dây	150	600	550	400	150	450	250	2000