

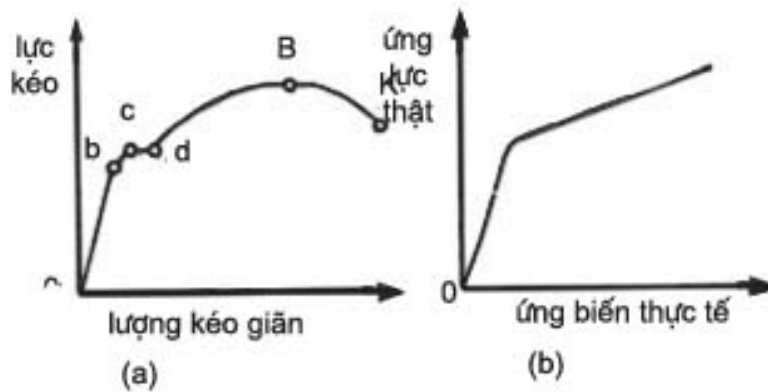
CHƯƠNG VII: UỐN, NẮN, CẮT, QUẤN THỦ CÔNG LÒ XO, TÁN VÀ HÀN

1. Quá trình biến dạng của vật liệu kim loại dưới tác dụng ngoại lực như thế nào?

Hình 7-1 thể hiện quan hệ giữa sự biến dạng vật liệu kim loại với lực bên ngoài khi que thử bằng thép mềm bị kéo dãn trên máy thử vật liệu. Trong hình (a), đoạn Ob là đường thẳng, chứng tỏ rằng bắt đầu từ "không", sau khi có tải lên que thử thì giữa sự biến dạng trong phạm vi Ob và sự tăng phụ tải là tỷ lệ thuận với nhau. Nếu lúc đó cắt bỏ phụ tải thì sự biến dạng cũng sẽ mất, que thử sẽ khôi phục kích thước ban đầu, tức là que thử ở vào trạng thái biến dạng đàn hồi trong đoạn Ob. Phụ tải tăng đến điểm C, vật liệu vẫn tiếp tục biến dạng. Qua hình có thể thấy: cd là đoạn thẳng nằm ngang, hiện tượng này gọi là "khuất phục", nó chứng tỏ bắt đầu từ điểm C, que thử nảy sinh biến dạng dẻo rõ rệt. Sau điểm d với sự tăng dần phụ tải, vật thử nảy sinh biến dạng rõ rệt. Đặc điểm của biến dạng dẻo là sau khi cắt bỏ phụ tải, que thử không thể khôi phục lại kích thước cũ. Khi đến điểm B, phụ tải đạt tới số trị lớn nhất. Cái được phản ánh trong hình (a) chỉ là quan hệ giữa phụ tải bên ngoài với lượng biến dạng. Trên thực tế, sự biến dạng của kim loại có mối quan hệ mật thiết với sự thay đổi ứng lực bên trong vật liệu do ngoại lực gây nên. Ví dụ, sự duỗi giãn ở đoạn cd của que thử hầu như diễn ra trong tình hình lực bên ngoài không tăng. Nhưng sự duỗi giãn của que thử ở đoạn cd tất nhiên dẫn đến sự co nhỏ đường kính của que thử. Vì thế, sự biến dạng của chi tiết thử ở đoạn cd là diễn ra trong tình hình ứng lực không ngừng tăng. ở điểm B, đường kính của một bộ phận nào đó sẽ xuất hiện hiện tượng co nhỏ rõ rệt (gọi là hiện tượng "thắt cổ chai"). Tuy phụ tải từ sau điểm B từ từ giảm, còn ứng lực thực sự bên trong que thử lại từ từ tăng lên cùng với sự phát triển của hiện tượng "thắt cổ chai". Cuối cùng ứng lực lớn nhất mà que thử không thể chịu nổi sẽ gây nên phá hoại. Trong quá trình kéo dãn thép mềm, quan hệ giữa ứng lực thực và ứng biến thực như hình b thể hiện.

Đường cong ứng biến, ứng lực khi kéo dãn que thép mềm đã thể hiện quan hệ sự biến dạng vật liệu kim loại dưới sự tác dụng của ngoại lực cho đến khi bị phá hoại. Trị số ứng lực tương ứng tại điểm b, c, B trong hình, lần lượt được gọi là: giới hạn tỷ lệ δ_p , giới hạn chảy δ_c (hoặc cường độ khuất phục), giới hạn bền δ_b (hoặc cường độ chống kéo). Căn cứ vào đường đặc tính ứng lực, ứng biến của vật liệu kim loại có thể thấy, nếu lợi dụng biến dạng đàn hồi của chi tiết kim loại (như lò xo kim loại) thì ứng lực chịu tải khi làm việc gây nên không được vượt quá giới hạn tỷ lệ của vật liệu kim loại đó; Nếu lợi dụng khả năng biến dạng dẻo (như uốn, nắn) của vật liệu kim loại thì ngoại lực phải làm cho ứng lực của vật liệu vượt quá giới hạn khuất phục của vật liệu, nếu muốn tăng biến dạng liên tục thì phải tăng thêm ngoại lực, song phải bảo đảm ứng lực của vật liệu không vượt quá giới hạn cường độ; Khi làm cho vật liệu kim loại

phân ly (như cắt, đột) thì ngoại lực phải làm cho ứng lực của vật liệu vượt quá giới hạn cường độ.



(a). Sơ đồ kéo dãn

(b). Sơ đồ biểu thị đường cong ứng lực thực tế, ứng biến thực tế.

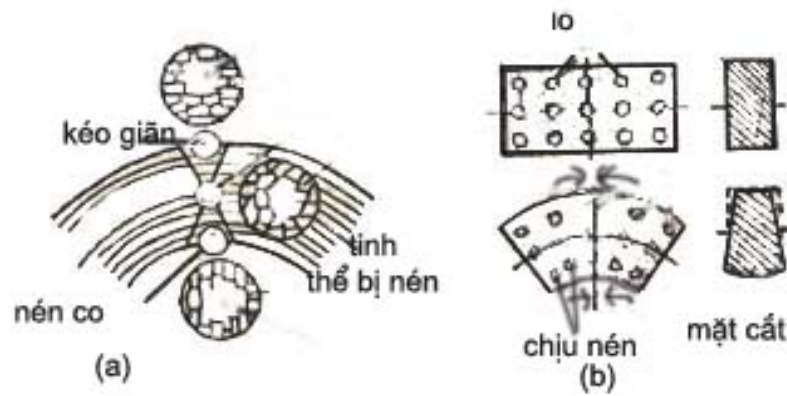
Hình 7-1 Ứng lực và ứng biến khi kéo dãn thép mềm.

2. Khi uốn chi tiết gia công kim loại thì sự biến dạng bên trong của nó có đặc điểm gì?

Vật liệu kim loại là do rất nhiều hạt tinh thể nhỏ tạo thành. Dưới tác dụng của ngoại lực, sự biến dạng của vật liệu kim loại có liên quan mật thiết đến sự biến dạng của hạt tinh thể bên trong kim loại. Còn chiều biến dạng và mức độ biến dạng của hạt tinh thể trong kim loại lại quyết định bởi trạng thái ứng lực bên trong kim loại, ở trạng thái ứng lực kéo thì hạt tinh thể kim loại sẽ giãn dài theo chiều kéo dãn, còn dưới tác dụng nén, thì hạt tinh thể sẽ co lại theo chiều lực tác dụng, giãn dài theo chiều vuông góc lực tác dụng. Thông thường gọi một cách hình tượng sự kéo dài của hạt tinh thể bên trong kim loại theo một chiều nào đó là sợi hoá của tổ chức kim loại, gọi chiều giãn dài của hạt tinh thể là chiều sợi hoá.

Khi uốn chi tiết kim loại, thì phần kim loại mặt ngoài chiều uốn ở trạng thái ứng lực kéo, phần kim loại mặt trong chiều uốn ở vào trạng thái ứng lực nén, mà càng gần bên ngoài thì ứng lực kéo càng lớn, càng gần bên trong thì ứng lực nén càng lớn. Giữa vùng ứng lực kéo và vùng ứng lực nén có một lớp kim loại vừa không bị kéo cũng không bị nén gọi là lớp trung tính; Như hình 7-2 thể hiện. Kim loại ở phía ngoài lớp trung tính sẽ sinh ra biến dạng kéo dãn, càng sát bên ngoài thì biến dạng càng lớn; khi kim loại bên trong lớp trung tính sẽ sinh ra biến dạng nén, càng vào trong thì biến dạng lớn.

Phân tích sự biến dạng dẻo của kim loại được tiến hành dưới tiên đề thể tích kim loại biến dạng không thay đổi, do đó, khi kim loại kéo dãn dài ra thì tất yếu sinh ra co theo chiều ngang; còn khi bị nén thì ngược lại. Sự thay đổi hình dáng mặt cắt khi uốn chi tiết gia công kim loại như hình 7-3 thể hiện.



Hình 7 (a) Sự thay đổi tổ chức vật liệu khi uốn

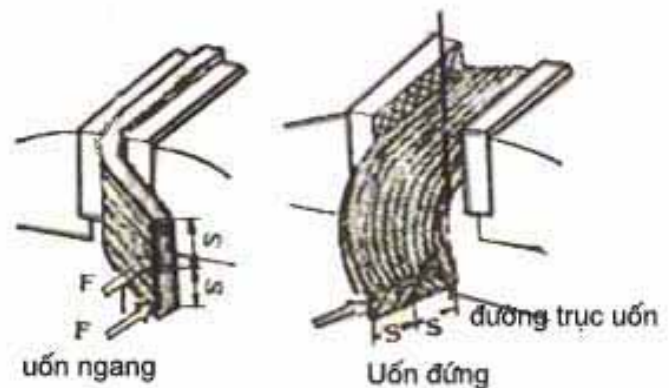
(b) Sự thay đổi mặt cắt chi tiết gia công khi uốn.

3. Khi uốn chi tiết kim loại, lực cần thiết có liên quan đến các nhân tố nào?

Lực tiêu hao lớn hay nhỏ khi uốn chi tiết gia công chủ yếu quyết định bởi tính năng của vật liệu chi tiết, nhiệt độ môi trường, hình dáng tiết diện chi tiết ra công và mức độ uốn. Cường độ, độ cứng của vật liệu chi tiết càng cao thì khả năng chống biến dạng càng lớn, lực uốn cần thiết cũng càng lớn. Nói chung, nhiệt độ môi trường cao, cường độ khuất phục của vật liệu kim loại sẽ giảm, khả năng biến dạng liên tục sẽ nâng cao, lực tiêu hao để sinh ra biến

dạng cường độ giống nhau sẽ giảm. Do đó, tiến hành uốn chi tiết gia công ở nhiệt độ tương đối cao sẽ tiết kiệm sức.

Lực uốn lớn hay nhỏ còn liên quan tới kích thước và hình dáng mặt cắt ngang của chi tiết gia công. Đối với cùng một chi tiết gia công, lực uốn ở các hướng khác

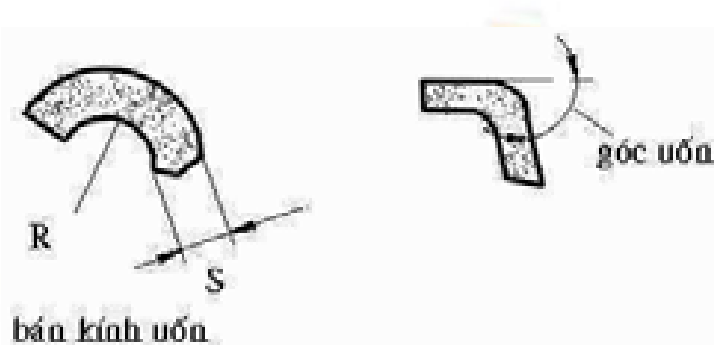


Hình 7-4 Lực chống uốn phụ thuộc vào độ dày và vị trí mặt cắt của vật liệu.

nhau có thể không giống nhau; Như đối với chi tiết mặt cắt hình vuông đứng tốn sức hơn uốn ngang, như hình 7-4 thể hiện. Ngoài ra, đối với chi tiết như nhau, mức uốn lớn thì lượng biến dạng dẻo của vật liệu chi tiết gia công lớn, lực cần thiết cũng sẽ lớn.

Như hình 7-5 thể hiện, dưới tác dụng của ngoại lực, chi tiết gia công bị cong uốn tự nhiên

4. Thế nào là bán kính uốn, góc uốn và hồi trả đàn hồi là gì? n, phân bị uốn cong gần như là cung tròn, bán kính của cung tròn đó là bán kính uốn (xem hình a). Khi uốn chi tiết thẳng, góc mà chi tiết uốn cong gọi là góc uốn, biểu thị bằng α . Góc sau khi uốn là $180^\circ - \alpha$ (xem hình b).



Hình 7-5

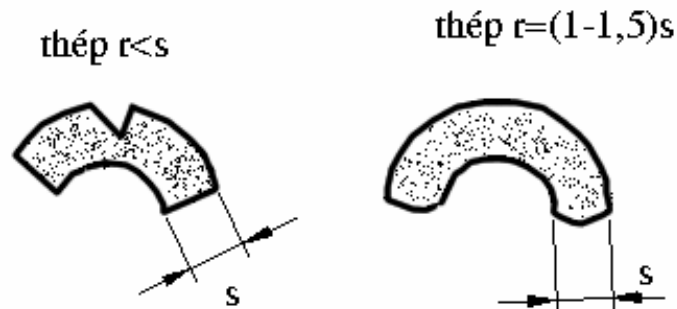
Bán kính uốn và góc uốn.

Khi uốn, song song với việc sinh ra biến dạng dẻo, chi tiết gia công còn có biến dạng đàn hồi. Cho nên, sau khi không còn ngoại lực, chi tiết bị uốn sẽ sinh ra khôi phục đàn hồi, giảm góc uốn, hiện tượng này gọi là hồi trả đàn hồi hoặc nhảy trả đàn hồi. Góc trả đàn hồi gọi là góc trả đàn hồi. Để bảo đảm góc uốn của chi tiết phù hợp yêu cầu, khi uốn cần xét tới góc trả, tăng thích hợp mức uốn. Góc trả lớn hay nhỏ có liên quan đến nhiều yếu tố như vật liệu chi tiết gia công, mức độ uốn, hình dáng linh kiện, hình thức uốn; Nói chung phải căn cứ vào kinh nghiệm hoặc thí nghiệm để xác định.

5. Tại sao bán kính uốn không được quá nhỏ? Bán kính uốn nhỏ nhất có liên quan đến các yếu tố nào?

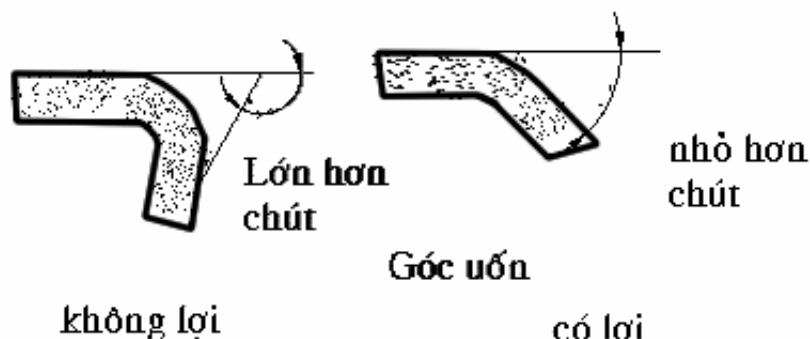
Bán kính uốn nhỏ nhất là để chỉ trị số nhỏ nhất của bán kính uốn mép trong chi tiết đạt được bằng phương pháp ép uốn. Khi uốn, bán kính nhỏ nhất chịu sự hạn chế cho phép biến dạng kéo dãn lớn nhất của lớp ngoài vật liệu. Vượt quá giới hạn (tức lớp ngoài vượt quá giới hạn cường độ) thì chi tiết sẽ xuất hiện nứt. Trong tình hình chung, bán kính uốn của chi tiết gia công bằng thép vào khoảng 1,5 lần độ dày của nó, bán kính uốn của nhôm mềm vào khoảng 1,5 lần độ dày của nó; Nhôm cứng khoảng 2- 4 lần, hợp kim đồng kẽm là khoảng 1/3 - 1/2 độ dày chi tiết; như hình 7-6 và 7-7 thể hiện. Bán kính uốn nhỏ nhất có liên quan tới độ kéo dãn của vật liệu, độ dày của chi tiết, hình dáng mặt cắt chi tiết và chiều cán của phôi chi tiết. Độ kéo dãn

lớn thì khả năng biến dạng dẻo của vật liệu mạnh, bán kính uốn có thể nhỏ một chút; chi tiết gia công càng dày thì bán kính uốn nhỏ nhất càng lớn; hình dáng mặt cắt của chi tiết phức tạp thì dễ nứt, gãy, bán kính uốn phải lớn. Khi uốn, nếu chiều sợi kim loại bên bị kéo của chi tiết gia công thống nhất với chiều kéo giữa bán kính uốn nhỏ nhất có thể nhỏ một chút; nếu chiều sợi kim loại vuông góc với chiều kéo dãn thì bán kính uốn nhỏ nhất phải lớn một chút, nhằm tránh xuất hiện nứt như hình 7- 8 thể hiện. Khi bán kính uốn và góc uốn cần nhỏ hơn trị số cho phép thì phải áp dụng phương pháp uốn nhiệt, làm nóng chỗ uốn thành màu đỏ, rồi mới tiến hành uốn.



Hình ảnh hưởng của bán kính uốn đối với chi tiết uốn.

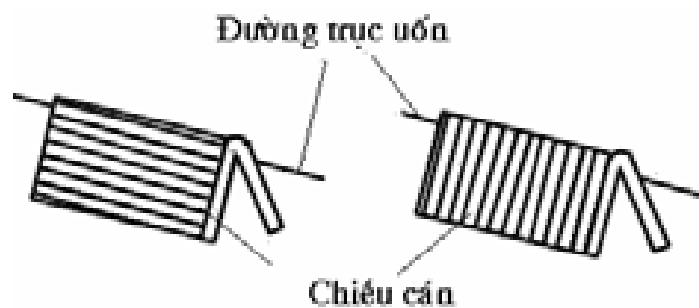
7-6 Ảnh



Hình 7-7 Ảnh hưởng của góc uốn đối với chi tiết uốn.

6. Có những yêu cầu gì đối với bề mặt vật liệu khi uốn?

Khi uốn chi tiết, ứng lực bên trong vật liệu rất lớn; nếu vật liệu có khuyết tật hoặc vết rách thì có thể ứng lực tập trung ở các chỗ đó mà gây nứt, nhất là vật liệu nhạy với ứng lực tập trung như LC₄ 30CrMnSiA..., đòi hỏi bề mặt uốn phải trơn nhẵn, phải



Hình 7-8 Đường trục uốn và hướng căn

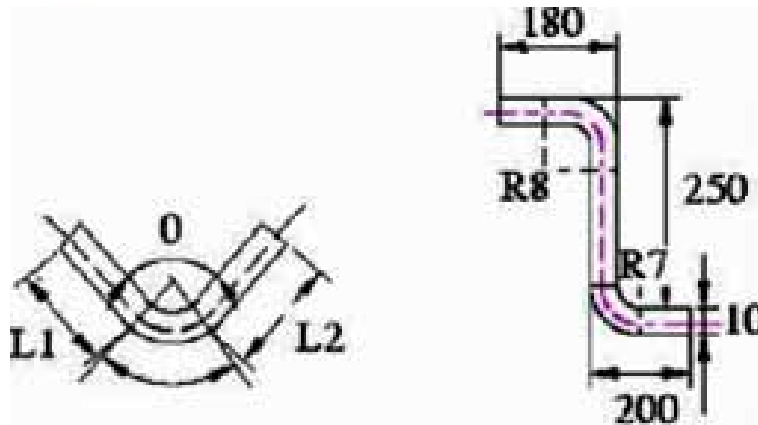
đánh sạch các vết rách xước nhằm tránh gãy nứt khi uốn.

7. Vật liệu tấm như thế nào?

Muốn uốn vật liệu tấm, trước tiên phải tính kích thước khai triển của chi tiết cần uốn. Hình 7-9a thể hiện chi tiết uốn gồm phần cạnh thẳng và góc tròn tạo thành. Kích thước khai triển của nó có thể dùng phương pháp hệ số chuyển đổi và phương pháp hệ số chuyển dịch vị trí lớp trung tính để tính toán. Hai phương pháp này đều tính toán phân đoạn thẳng và chiều dài cung uốn, sau đó lấy tổng chiều dài các đoạn. Công thức của phương pháp hệ số chuyển đổi là:

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_N + K \cdot \delta \cdot (n-1)$$

Trong đó, L_1, L_2, \dots, L_n là chiều dài cạnh trong của các đoạn cạnh thẳng (đơn vị mm); n là số lượng đoạn thẳng; K là hệ số chuyển đổi, δ là độ dày vật liệu tấm. Trong đó hệ số chuyển đổi có liên quan đến độ dẻo của vật liệu, thép mềm khoảng 0,5, Thép cứng vừa khoảng 0,55, đồng thau khoảng 0,3 - 0,4, đồng đỏ khoảng 0,25, hợp kim nhôm (đã tôi) khoảng 2- 4. Phương pháp tính này tương đối đơn giản, nhưng sai số tương đối lớn.



Hình

7-9 Chi tiết

uốn

Công thức của phương pháp lớp trung tính là:

$$L = L_1 + L_2 + \frac{\pi \alpha (R + X_0 \delta)}{180}$$

$$\text{Khi } \delta = 90^\circ \text{ thì } L = L_1 + L_2 + \frac{(R_{(trong)}) + X_0 \delta}{2}$$

Trong đó, L là chiều dài vật liệu trên khai triển; $L_1 + L_2$ là chiều dài đường thẳng các cạnh uốn; R là bán kính uốn trong, α góc tâm; X_0 là hệ số chuyển dịch vị trí lớp trung tính, (xem bảng 7-1); δ là độ dày của vật liệu tấm.

Bảng 7-1: Hệ số chuyển dịch vị trí lớp trung tính.

$\frac{R}{\delta}$	0,1	0,25	0,5	1	2	3	4	4 trở lên
X_0	0,32	0,35	0,38	0,42	0,46	0,47	0,48	0,5

Lấy chi tiết uốn ở hình 7-9 (b) để làm ví dụ để nói các bước và phương pháp tính độ dài vật liệu khai triển của chi tiết uốn góc tròn. Trước tiên, chia mặt cắt thành các đoạn thẳng 1, 3, 5 và các đoạn cong 2, 4. Sau đó lần lượt tìm chiều dài vật liệu thực tế của mỗi đoạn:

$$L_1 = 180 - (80 + 10) = 90 \text{ mm}$$

$$L_3 = 250 - (80 + 10) - (70 - 10) = 100 \text{ mm}$$

$$L_5 = 200 - 70 = 130 \text{ mm}$$

Qua hình có thể biết $R_{\text{trong}} = 80 \text{ mm}$; $\delta = 10 \text{ mm}$, thì $\frac{R_{\text{trong}}}{\delta} = \frac{80}{10} = 8 > 5$, tra bảng

7-1 được $X_0 = 0,5$. Do đó chiều dài khai triển của đoạn góc tròn là:

$$L_2 = \frac{(R_{\text{trong}} + X_0 \delta) \pi}{2} = \frac{(80 + 0,5 \times 10) \times 3,1416}{2} = 85 \times 1,5708 = 134 \text{ mm}$$

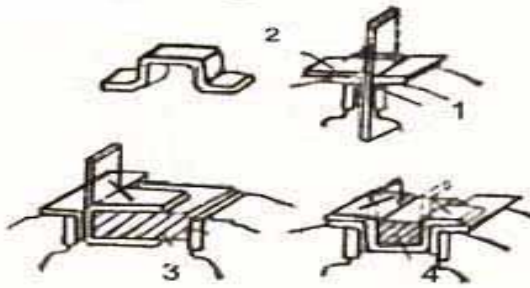
Lập luận tương tự, có:

$$L_4 = \frac{(R_{\text{ngoài}} - \delta + X_0 \delta) \pi}{2} = \frac{(70 - 10 + 0,5 \times 10) \times 3,1416}{2} = 65 \times 1,5708 = 102 \text{ mm}$$

Cộng kích thước các đoạn lại được:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 = 556 \text{ mm}$$

Sau khi tìm được kích thước khai triển thì có thể kẻ đường vị trí uốn lên vật liệu tấm, sau khi đó đặt chi tiết gia công lên khối đỡ khuôn, đặt đường uốn nhằm đúng cạnh khối đỡ, dùng búa gỗ hoặc sênh gỗ, gõ cong hai đầu để xác định vị trí rồi mới đánh búa vào giữa, tạo dáng uốn vật liệu tấm. Khi uốn chi tiết có hình dáng phức tạp thì nên thực hiện uốn trên êtô. Để bảo đảm sự chính xác về kích thước hình dáng, cần lót đệm bằng phiến đệm gỗ hoặc kim loại để uốn, như hình 7- 10 thể hiện.

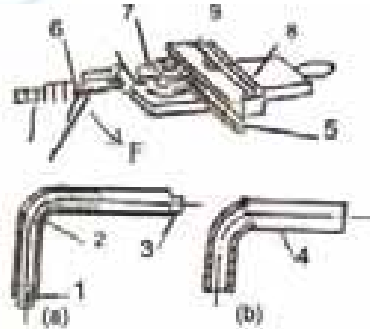


1- Thép góc 2- Vật liệu tấm 3, 4 Miếng đệm bằng thép hoặc gỗ

Hình 7-10 Cho đệm lót để uốn

8. Uốn vật liệu ống như thế nào?

Bán kính uốn vật liệu ống tối thiểu phải gấp 3 lần đường kính ống, khi bán kính uốn nhỏ, dễ uốn bẹp ống. Để đề phòng ống bị uốn bẹp, có thể tuôn cát khô, chèn vào trong ống hoặc sử dụng thiết bị uốn ống có bộ giãn hướng. Đối với ống liền có đường kính nhỏ, có thể uốn nguội; ống có đường kính tương đối lớn phải làm nóng chỗ uốn đến màu đỏ sẫm mới tiến hành uốn, nhằm tránh bị nứt. Để tránh làm hỏng mối hàn khi uốn ống thép hàn do bị kéo hoặc bị nén đặt nó ở gần lớp trung tính. Có thể sử dụng bàn quay có bán kính giống với bán kính uốn để uốn, nhằm bảo đảm độ chính xác của bán kính uốn.



(a) Chèn cát vào ống

(b) Mối hàn đặt ở vị trí lớp trung tính.

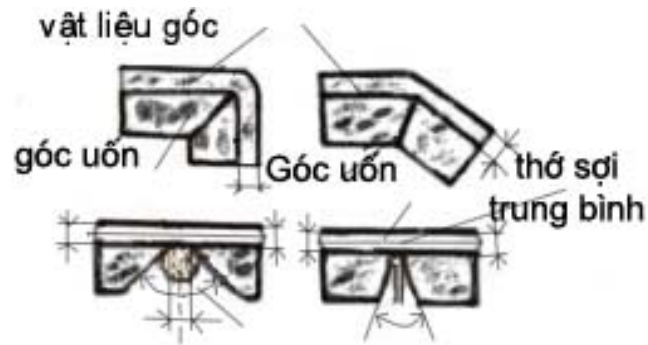
Hình 7-11 Uốn vật liệu ống.

9. Uốn vật liệu hình như thế nào?

Hình dáng mặt cắt của vật liệu hình phức tạp hơn vật liệu tấm, cây, ống, cho nên khó uốn hơn. Muốn uốn vật liệu hình thành góc tương đối nhọn thì phải cắt khuyết chỗ uốn, sau khi uốn xong mới hàn lại. Hình dáng miệng cắt quyết định bởi góc uốn và độ dài cạnh của vật liệu hình. Do phía trong chỗ uốn bị nén cho nên đáy cạnh miệng cắt phải có khoảng cách a nhất định. Như hình 7-12 thể hiện, khi cạnh vật liệu hình tương đối dày mà góc sau khi uốn tương đối nhỏ thì khoảng cách a phải lớn một chút, khoảng cách cạnh cắt $a = S \cdot \tan \alpha / 2$. Để tránh mép trong góc uốn bị chèn ép, nên khoan bỏ phần kim loại chỗ bị chèn ép, đường kính mũi khoan

$d = \frac{S_a}{100}$. Uốn vật liệu hình thành các hình cong bằng thủ công, thì có thể cố định một

đầu vật liệu hình vào bộ gá và dựa vào khuôn gá mà uốn. Thép góc có hai cách uốn; uốn trong và uốn ngoài, như hình 7-13 thể hiện.



Hình 7-12



trong thép góc

(b) uốn ngoài thép góc

(a) Uốn

Hình 7-13 Uốn thép hình

10. Có những phương pháp nắn chỉnh chủ yếu nào?

Thao tác bằng tay hoặc bằng máy để khắc phục sự không phẳng, không thẳng, cong vênh của vật liệu hoặc sự biến dạng của chi tiết, gọi là nắn chỉnh. Phương pháp nắn chỉnh chủ yếu có: kéo dãn, nắn ép, vặn xoắn, búa gõ và gia nhiệt bằng lửa ... khi nắn chỉnh, điều quan trọng nhất là phải tìm ra chỗ cong và điểm cao nhất bị biến dạng, rồi mới căn cứ vào độ dày của vật liệu và tình hình biến dạng để chọn phương pháp nắn chỉnh cụ thể.

11. Nắn chỉnh sự biến dạng của vật liệu tấm mỏng như thế nào?

Sự biến dạng của vật liệu tấm mỏng chủ yếu có hai trường hợp; một là lồi ở giữa, trường hợp khác là cong vênh bốn bên. Phần giữa vật liệu tấm do bị nóng, chịu lực để dẫn tới lồi ở giữa. Do tấm mỏng có tính đàn hồi, mà tính ổn định lại tương đối kém, cho nên nắn chỉnh sẽ khó khăn hơn vật liệu tấm dày. Điểm đánh búa ở vật liệu tấm mỏng quá nhiều còn có thể dẫn tới làm cho tấm vật liệu xuất hiện hiện tượng cứng nguội, thậm chí nứt, cho nên, đối với vật liệu tấm mỏng không nên hề thấy lồi

lên là đánh, mà nên lấy mặt lõi làm chuẩn, đánh bốn bên bị lỗi, làm cho phân biến dạng dần dần di chuyển ra ngoài; nhờ thế mà nắn chỉnh được sự biến dạng lõi ở giữa. Còn 4 mặt bị cong vênh là do thớ sợi bên trong vật liệu dài ngắn khác nhau, hoặc "lỏng", "chật" không đều gây nên. Đối với chỗ "lỏng" phải thu vào, đối với chỗ "chật" phải thả ra, tức dùng búa để gõ chỗ "chật", hoặc thu chỗ "lỏng", khi thu hoặc thả, phải đánh đầu búa, mà chỗ chặt phải dày, chỗ lỏng cũng có thể dùng máy chôn cạnh để thu co. Khi nắn phẳng nhất thiết phải tìm ra chỗ lỏng chặt biến dạng của vật liệu, nếu không càng đánh thì biến dạng càng lớn như hình 7-14 thể hiện.



Hình 7- 14 Nắn phẳng vật liệu tấm mỏng

12. Nắn chỉnh vật liệu dày và vật liệu hình như thế nào?

Nắn chỉnh vật liệu dày nhỏ có thể dùng hai miếng gỗ kẹp chặt lại rồi kéo, để thông qua miếng gỗ mà nắn thẳng dây. Vật liệu dày tương đối lớn có thể trực tiếp nắn chỉnh thẳng bằng phương pháp kéo.

Biến dạng của vật liệu hình có ba tình hình: cong, vắn và vừa cong vừa vắn. Vật liệu hình thường là do nhiều cạnh tạo thành, một cạnh trong đó bị lực tác dụng biến dạng thì các cạnh khác cũng đều biến dạng theo. Cho nên, đối với vật liệu hình không

thể nắn chỉnh từng cạnh riêng rẽ, mà phải căn cứ vào tình hình biến dạng, trước tiên nắn chỉnh chỗ cong nhiều và vắn nhiều, sau đó nắn chỉnh chỗ cong ít và vắn ít. Đối với mỗi cạnh đều phải nắn chỉnh nhiều lần cho đến khi đạt yêu cầu.

