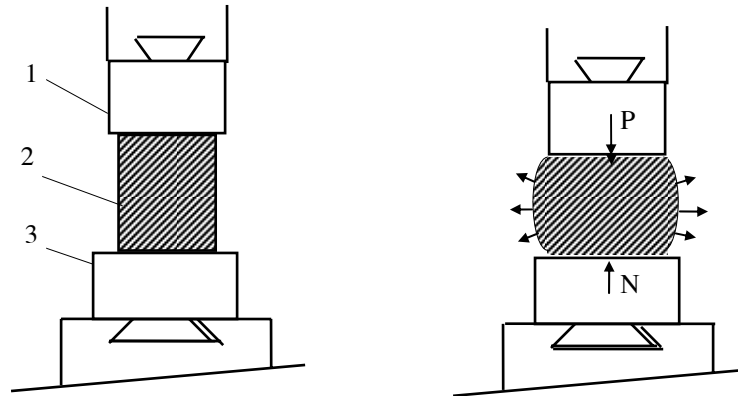


3.4. RÈN TỰ DO

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

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



H.3.16. Sơ đồ rèn tự do

a/ Đặc điểm

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

b/ Dụng cụ

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

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

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

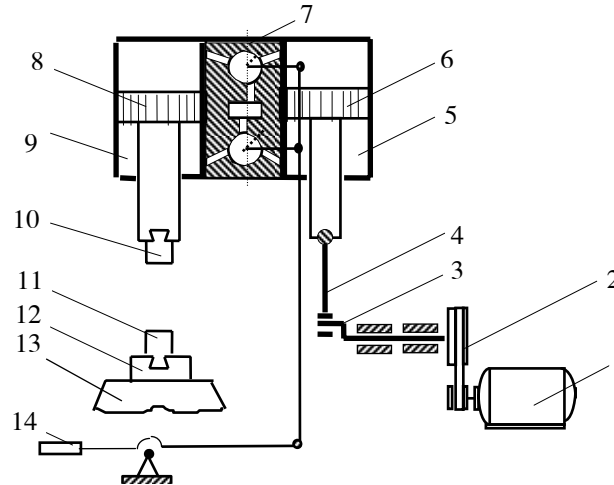
3.4.2. Thiết bị rèn tự do

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

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

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

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



H.3.17. Sơ đồ nguyên lý máy búa hơi

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

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

Các bộ phận chính của máy búa hơi:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.3. Những nguyên công cơ bản của rèn tự do

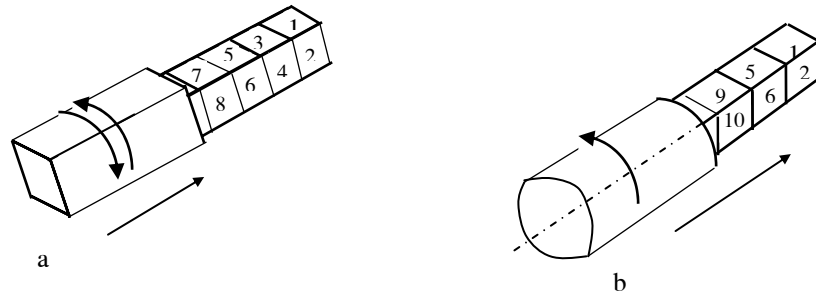
Công nghệ rèn tự do một sản phẩm nào đó thường bao gồm nhiều nguyên công khác nhau. Tùy theo yêu cầu về kỹ thuật, hình dáng của chi tiết gia công và dạng phôi ban đầu mà lựa chọn những nguyên công và thứ tự tiến hành khác nhau.

α/ nguyên công Vuốt

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

Phương pháp di chuyển phôi:

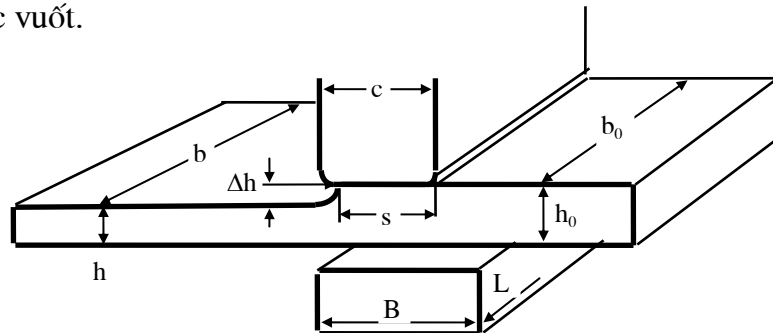
- ***Lật phôi qua lại theo một góc 90° hay 180°*** đồng thời đẩy phần phôi theo chiều trục sau mỗi nhát đập (a). Cách này thuận tay và năng suất cao. Song kim loại biến dạng không đều, Bề mặt tiếp xúc với đe nguội nhanh.
- ***Quay phôi một góc 90° hay 60°*** theo chiều xoắn ốc (b). Cách này không thuận tay, yêu cầu trình độ tay nghề cao, song khắc phục được các khuyết điểm của phương pháp trên.



H.3.18. Các phương pháp di chuyển phôi

Cần đảm bảo các thông số kỹ thuật hợp lý:

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



H.3.19. Sơ đồ vuốt

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

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

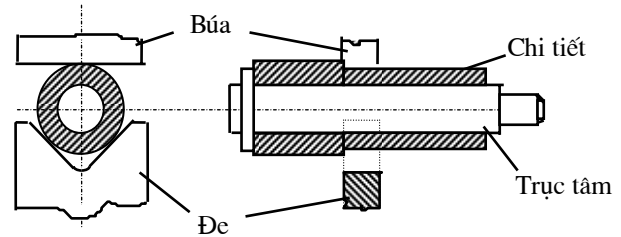
$$D = \frac{2a+b}{3} \quad \text{nếu } \frac{a}{b} \geq 2; \quad D = 1,3a \quad \text{nếu } \frac{a}{b} < 2$$

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

Một số phương pháp vuốt đặc biệt:

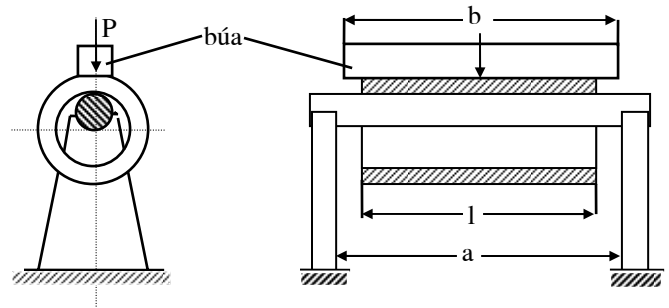
Vuốt trên trục tâm: Nhằm giảm chiều dày và tăng chiều dài chi tiết, đường kính trong của phôi hầu như không đổi.

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



H.3.20. Sơ đồ vuốt trên trục tâm

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



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

Áp lực đơn vị trung bình khi vuốt:

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

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

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

Công biến dạng được xác định:

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

Năng lượng và đập yêu cầu cho biến dạng:

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

Trọng lượng rơi của máy búa:

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

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

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

b/ Nguyên công chôn

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

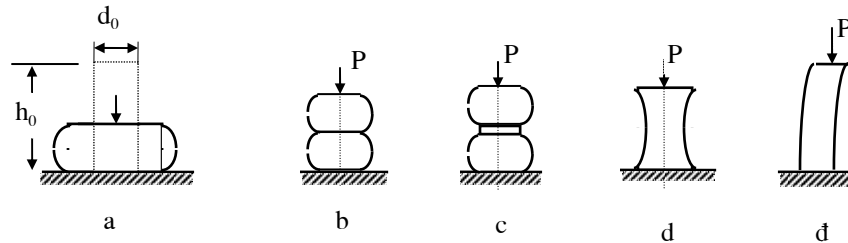
Chôn toàn bộ: là nung cả chiều dài phôi, khi chôn thường xảy ra các trường hợp sau:

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

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

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

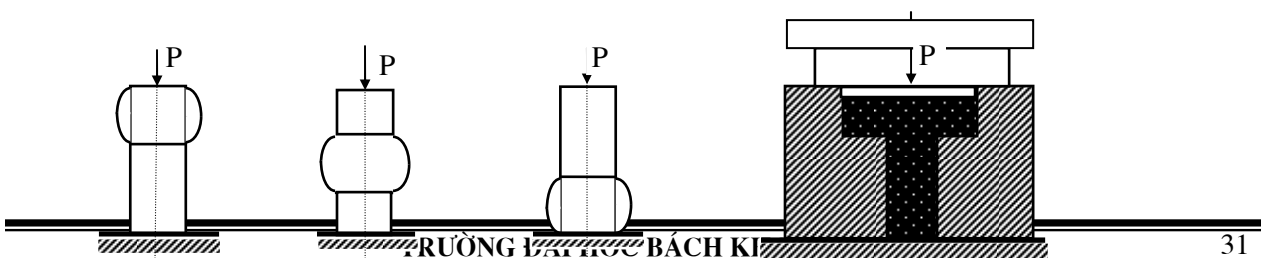
Trường hợp 3: khi $\frac{h_0}{d_0} > 2,5$ vật chôn dễ bị cong, cần nắn thẳng rồi chôn tiếp (đ).



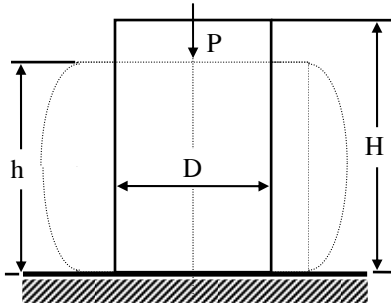
H.3.22. Các trường hợp chôn toàn bộ

Chôn cục bộ

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



Áp lực đơn vị khi chôn



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

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

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

Công biến dạng khi chôn

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

$$P_x = k \cdot F_x$$

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

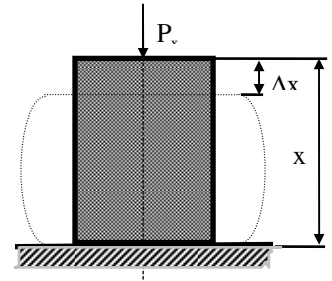
Nếu chôn xuống một đoạn Δx thì công biến dạng cần thiết sẽ là:

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

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

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

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



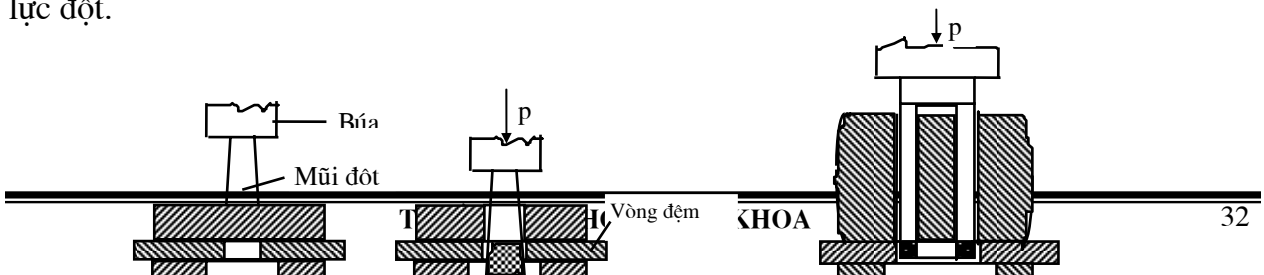
c/ Nguyên công Đốt lỗ

Đốt lỗ thông suốt:

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

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

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



Đốt lỗ không thông:

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

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

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

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

Áp lực đơn vị khi đốt

Khi đốt hở (a)

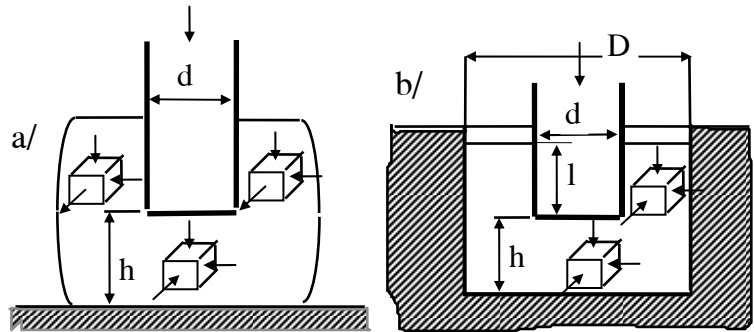
d - đường kính mũi đốt;

D - đường kính vật gia công.

h- độ dày còn lại không đốt.

Áp lực đơn vị trung bình là:

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



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

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

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

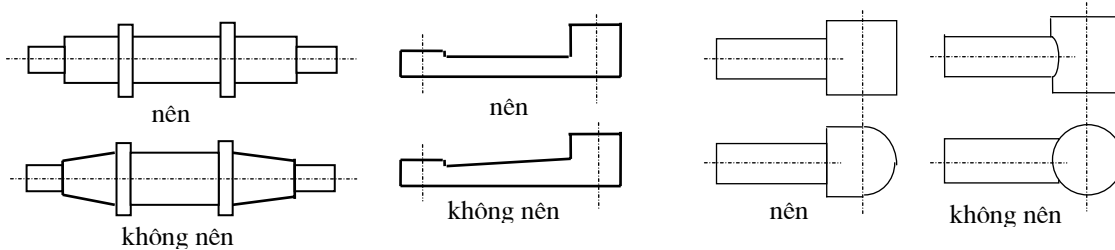
Ngoài ra còn một số nguyên công khác như: Xoắn, Uốn, Hàn rèn, Chặt, Dịch trượt v.v...

3.4.3. Thiết kế vật rèn tự do

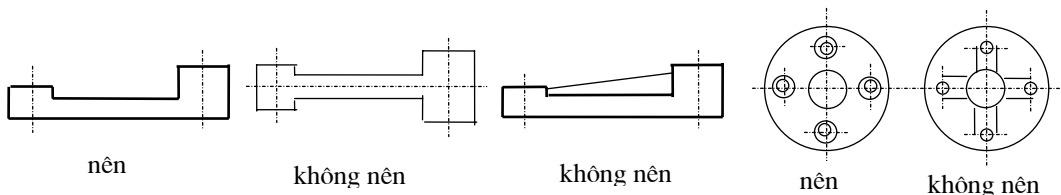
Quá trình chế tạo một vật rèn tự do tùy thuộc vào các yếu tố: hình dáng, kích thước, độ phức tạp của chi tiết gia công, dạng sản xuất, yêu cầu độ chính xác và trình độ lành nghề của công nhân. Khi thiết kế có nhiều phương án khác nhau nhưng nói chung thì theo các bước sau:

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

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



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



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

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

b/ Thành lập bản vẽ vật rèn:

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

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

Khi rèn trên máy búa, có thể lấy:

- + Lượng dư theo đường kính hay chiều dày D:

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

- + Lượng dư theo chiều dài L:

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

Khi rèn trên máy ép:

- + Lượng dư theo đường kính hay chiều dày D:

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

+ Lượng dư theo chiều dài L:

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

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

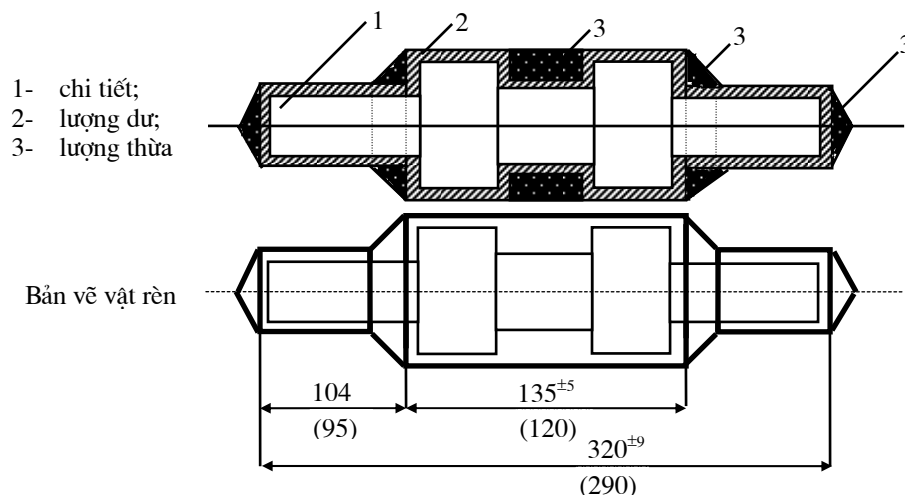
- **Xác định dung sai rèn (Δ)** : Dung sai rèn là sai lệch giữa kích thước thực tế và kích thước danh nghĩa của vật rèn.

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

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

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

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



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

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

c/ Lập quy trình công nghệ rèn

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

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

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

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

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

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

- Xác định khối lượng phôi rèn:

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

Trong đó:

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

$G_{đn}$ - Khối lượng phần đầu ngót của thỏi đúc cần cắt đi lấy $15 \div 25 \% G_{Pd}$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

đ/ Tính chế độ nung và làm nguội

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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