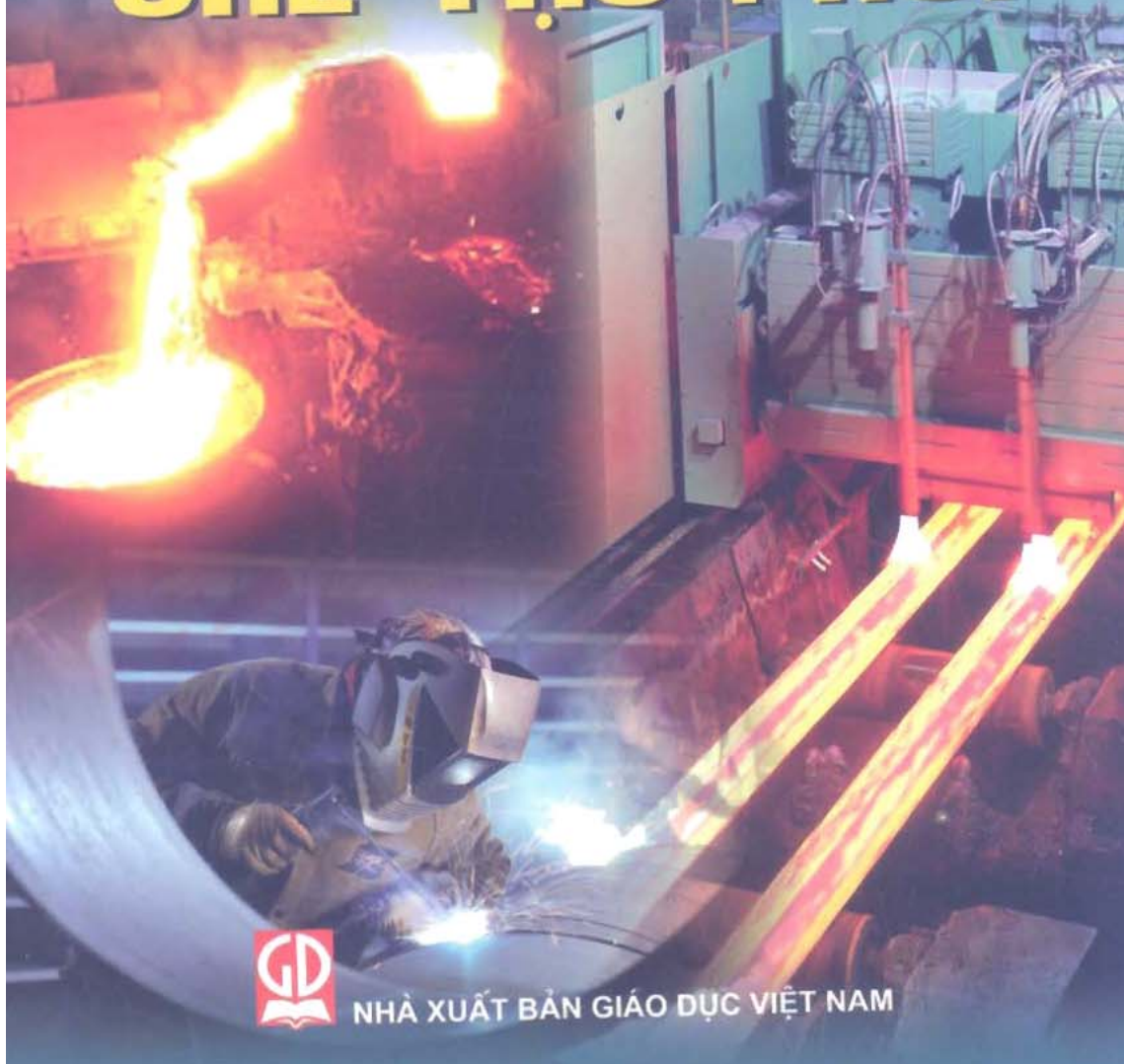


PGS. TS. HOÀNG TÙNG - TS. NGUYỄN NGỌC THÀNH

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PGS.TS. HOÀNG TÙNG – TS. NGUYỄN NGỌC THÀNH

GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Trong công nghiệp sản xuất cơ khí ngày nay, xu hướng phát triển để đạt được chất lượng sản phẩm cao, năng suất cao và có giá thành cạnh tranh, sản xuất đã theo hướng ứng dụng các thành tựu khoa học kỹ thuật : sử dụng vật liệu hợp lý và tiết kiệm kim loại quý; tự động hóa ở mức độ cao; dùng các công nghệ gia công tiên tiến....

Công nghệ chế tạo phối là giai đoạn đầu của quá trình gia công chế tạo sản phẩm cơ khí, nó có ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng, năng suất, giá thành sản phẩm.

Trong chương trình đào tạo kỹ sư, cử nhân kỹ thuật cơ khí của trường đại học Bách khoa Hà Nội, môn học chế tạo phối là môn học kỹ thuật cơ sở rất gần với chuyên môn, đã thực hiện giảng dạy gần 40 năm cho đến hiện nay theo các giáo trình Chế tạo phối đã biên soạn.

Với chủ chương đổi mới mục tiêu đào tạo, đáp ứng thực tiễn phát triển khoa học kỹ thuật và sản xuất hiện nay, các tác giả đã biên soạn lại giáo trình kỹ thuật chế tạo phối và xuất bản tại Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

Bài mở đầu, phần thứ nhất và chương 12, 13, 16 do PGS.TS. Hoàng Tùng biên soạn; Phần thứ hai và chương 14, 15 do GVC. TS. Nguyễn Ngọc Thành biên soạn.

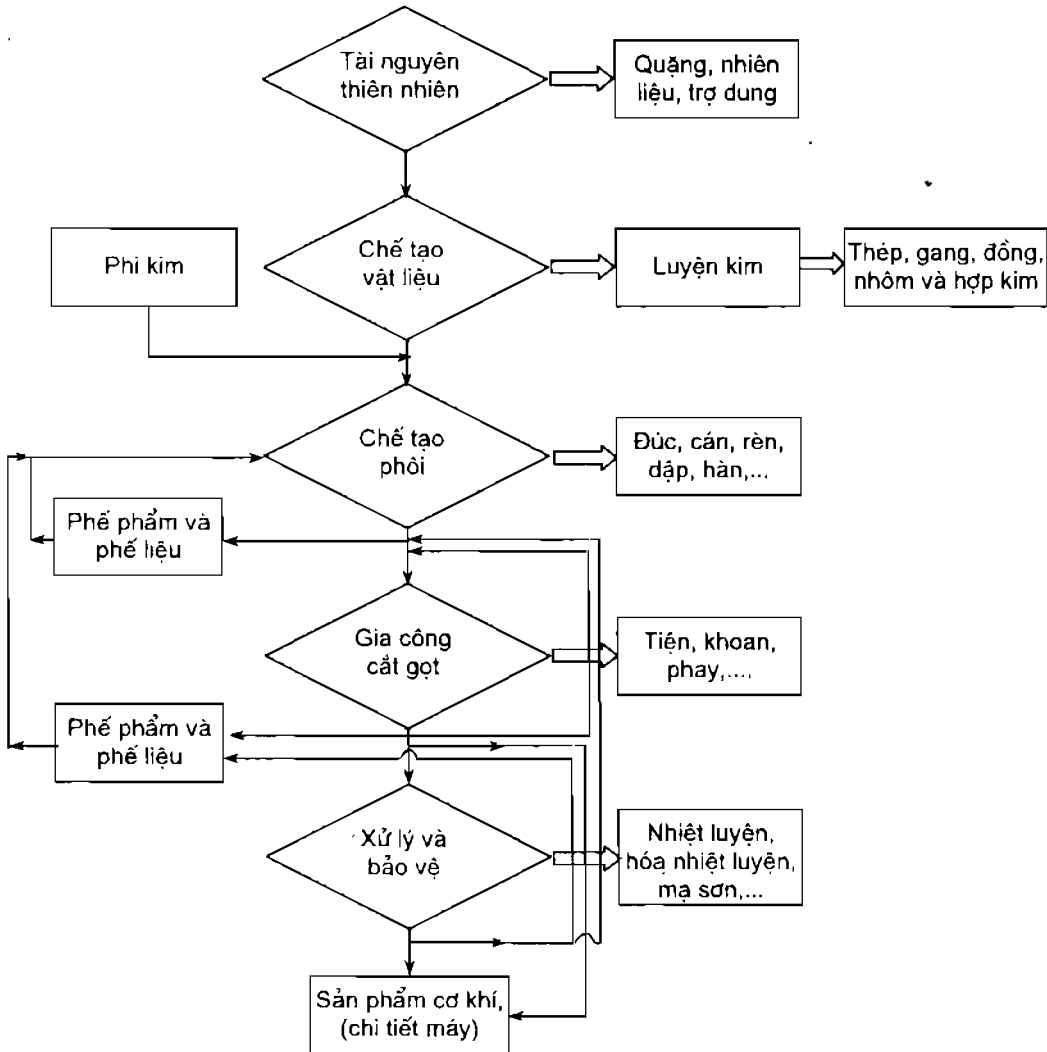
Nhân dịp này các tác giả xin cảm ơn các đồng nghiệp thuộc Bộ môn Hàn và Công nghệ kim loại trường Đại học Bách Khoa Hà Nội về sự giúp đỡ và góp ý kiến trong quá trình biên soạn.

Trong quá trình biên soạn, không tránh khỏi các khiếm khuyết, các tác giả xin trân trọng cảm ơn và tiếp thu các ý kiến đóng góp của độc giả. Mọi ý kiến xin gửi về Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam – 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

Các tác giả

BÀI MỞ ĐẦU

1. SƠ ĐỒ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CƠ KHÍ



Hình 0.1. Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí

Quá trình sản xuất cơ khí (hình 0.1) bao gồm những quá trình công nghệ chủ yếu sau:

– Luyện kim.

Quá trình luyện kim và các phương pháp luyện để sản xuất ra các kim loại và hợp kim (gang, thép, kim loại màu...).

– Các phương pháp chế tạo phôi: các phương pháp công nghệ chế tạo phôi dùng trong quá trình gia công cơ khí bao gồm : phương pháp đúc, gia công áp lực và hàn, cắt kim loại bằng khí.

- Gia công cắt gọt: bao gồm các nhóm gia công cắt gọt (tiện, phay, bào,...) để tạo ra chi tiết máy có độ chính xác theo thiết kế.

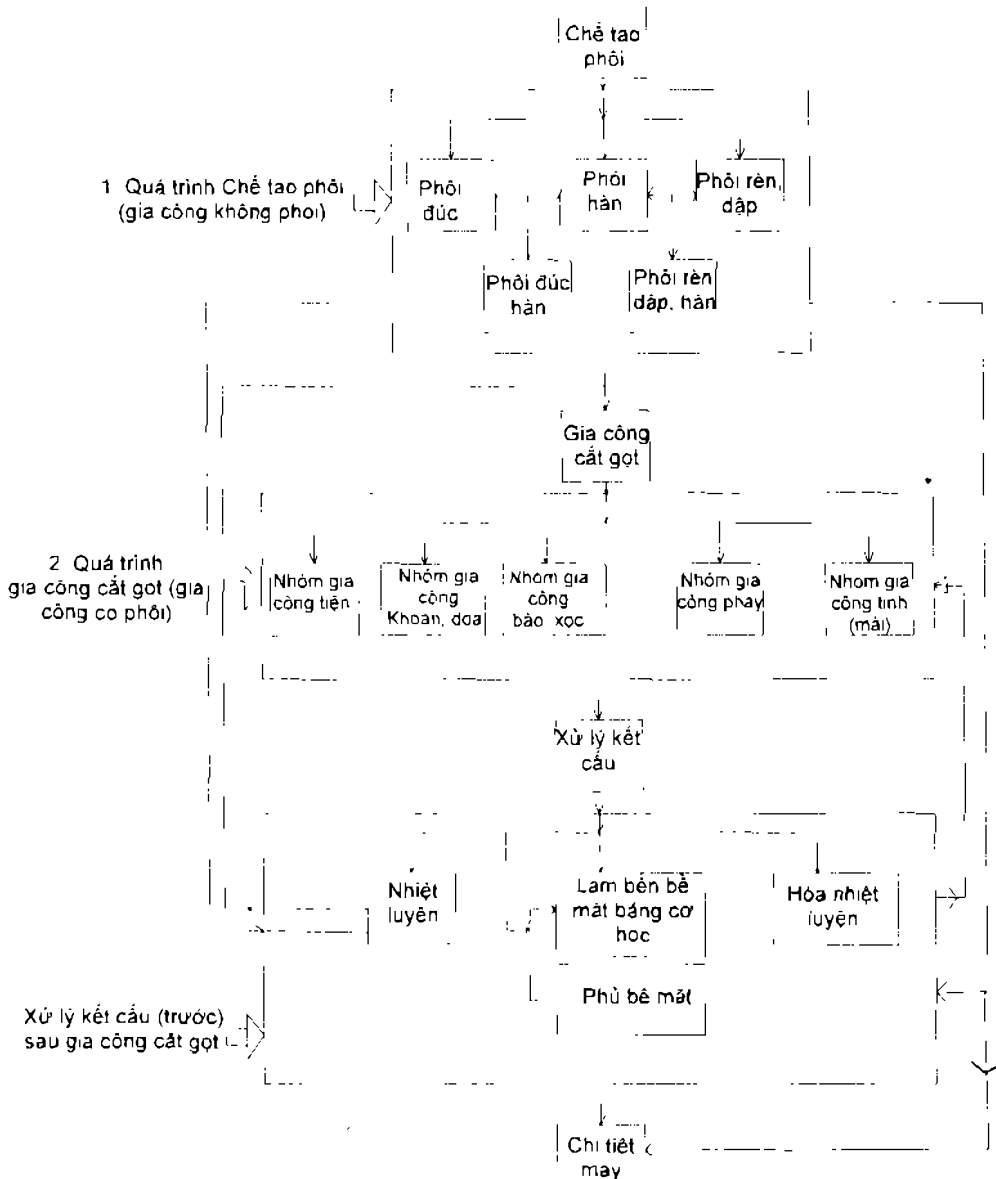
- Xử lý và nâng cao chất lượng lớp bề mặt chi tiết máy (nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện) nhằm nâng cao tuổi thọ của chi tiết máy.

2. ĐỊNH NGHĨA PHÔI TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CƠ KHÍ

Phôi trong sản xuất cơ khí còn gọi là bán thành phẩm, đó là danh từ kỹ thuật có tính quy ước ; nó biểu thị một vật phẩm được chế tạo từ một quá trình sản xuất cơ khí nào đó khi được chuyển tiếp sang một quá trình sản xuất khác, được biểu thị trên sơ đồ chế tạo chi tiết máy cơ khí, hình 0.2.

Ví dụ: Quá trình sản xuất đúc là một quá trình công nghệ nấu chảy kim loại và rót vào một khuôn đúc, sau khi kim loại đông đặc trong khuôn, khi được lấy ra ta nhận được vật đúc kim loại có hình dáng kích thước theo yêu cầu. Vật đúc này phần lớn đều được chuyển qua gia công cơ khí để cắt bỏ đi một lớp kim loại nhất định và đạt được hình dáng, kích thước chính xác. Khi đó sản phẩm của quá trình sản xuất đúc được gọi là phôi đúc cho quá trình công nghệ gia công cắt gọt tiếp theo.

Luyện kim ngày càng đạt được những tiến bộ kỹ thuật rất cao với các phương pháp đúc chính xác như : đúc áp lực, đúc khuôn vô mong, đúc khuôn tự thiêu,... Sản phẩm đúc ra đạt độ chính xác cao và không cần gia công cơ khí thêm. Khi đó vật đúc được coi là chi tiết máy.



Hình 0.2. Sơ đồ quá trình công nghệ gia công cơ khí chế tạo chi tiết máy

3. VỊ TRÍ VÀ VAI TRÒ CỦA PHÔI TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CƠ KHÍ

Trên thế giới hiện nay, khoa học kỹ thuật ngày càng không ngừng phát triển cho đến nay đã đạt được những đỉnh cao của nó; trong đó ngành cơ khí

nói riêng đã đạt được nhiều thành tựu mới. Người ta đã giải quyết được phần nào mục tiêu kinh tế, các chỉ tiêu kỹ thuật bằng hàng loạt các phát minh về các phương pháp gia công mới; những dây chuyền sản xuất tự động,... đã dẫn đến một quá trình sản xuất có năng suất cao và giá thành hạ.

Tuy nhiên sự phát triển của nền sản xuất hiện đại không chỉ yêu cầu về số lượng mà yêu cầu nâng cao không ngừng chất lượng sản phẩm. Điều đó đã được các nhà bác học, khoa học kỹ thuật lưu ý đến, nhưng đến nay nhiều vấn đề vẫn còn là những đề tài cần nghiên cứu giải quyết cấp bách.

Xem xét quá trình sản xuất cơ khí (của một nhà máy cơ khí), chúng ta thấy đó là một quá trình tổng hợp của nhiều quá trình công nghệ khác nhau để biến tài nguyên thiên nhiên (quặng, nhiên liệu, chất trợ dung) trở thành các sản phẩm cơ khí (chi tiết).

Qua sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí, ta có thể thấy rằng : việc chế tạo ra các loại kim loại và hợp kim có đặc tính kỹ thuật cao (cơ tính và lý tính tốt) là một yêu cầu quan trọng hiện nay của khoa học kỹ thuật, đó là điều kiện cần song chưa đủ để chế tạo ra các chi tiết máy, sản phẩm có chất lượng cao và giá thành hạ. Mặt khác, đối với quá trình gia công cơ khí, bằng các phương pháp công nghệ tiên tiến, các thiết bị chính xác,... cũng chưa đủ để đảm bảo các yêu cầu trên.

Để đạt được mục tiêu kinh tế và kỹ thuật một cách chắc chắn, người thiết kế công nghệ phải biết lựa chọn vật liệu một cách hợp lý (cũng là lựa chọn phương pháp công nghệ sản xuất phù hợp). Do vậy quá trình công nghệ chế tạo phôi có thể coi là một quá trình trung gian giữa hai quá trình công nghệ luyện kim và quá trình gia công cơ khí. Nói một cách khác việc lựa chọn, thực hiện của quá trình trung gian này phải thể hiện được mức độ sử dụng hợp lý, kịp thời các sản phẩm của quá trình công nghệ luyện kim, đồng thời phải đảm bảo được kết quả, chất lượng của phôi phục vụ cho quá trình gia công cơ khí. Vì vậy giai đoạn chế tạo phôi có một ý nghĩa rất quan trọng, có ảnh hưởng đến chất lượng và giá thành sản phẩm xuất ra.

Ví dụ . So sánh tính kinh tế và kỹ thuật của phương pháp công nghệ đúc dưới áp lực với một số phương pháp công nghệ đúc khác như đúc trong khuôn kim loại, đúc trong khuôn cát,... chúng ta thấy như sau:

Về bản chất đều là công nghệ đúc: nhưng thực chất phương pháp của chúng có khác nhau, do vậy chúng cho sản phẩm có tính kinh tế và kỹ thuật

khác nhau. Đúc dưới áp lực có nhiều ưu điểm hơn : đạt được độ chính xác kích thước cao hơn; chất lượng bề mặt vật đúc tốt hơn; đúc được các vật có thành mỏng hơn... đó là những ưu điểm về tính kỹ thuật. Về mặt kinh tế : chi phí cho đúc trong khuôn kim loại lớn hơn (mặc dù gia thành khuôn có thấp hơn; nhưng tuổi thọ của khuôn lại ngắn hơn) do vậy tổng chi phí khi đúc trong khuôn kim loại lớn hơn so với đúc áp lực.

So sánh với đúc trong khuôn cát : nếu không kể đến đúc trong khuôn cát đem lại độ chính xác kém, mà chỉ so sánh đến mức độ tiết kiệm kim loại, ta thấy rằng : đúc dưới áp lực đã tiết kiệm kim loại vật đúc dành cho gia công cắt gọt từ 10 – 20% và tiết kiệm các chi phí sản xuất đúc từ 10 ÷ 30% so với đúc trong khuôn cát.

4. PHÂN LOẠI, ĐẶC ĐIỂM VÀ ỨNG DỤNG CỦA CÁC LOẠI PHÔI, ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA CÁC DẠNG PHÔI

4.1. Phân loại

Hiện nay, trong sản xuất sử dụng rất nhiều loại phôi nhưng căn cứ vào thực chất các phương pháp tạo phôi hiện nay, có thể phân thành 3 nhóm công nghệ chế tạo phôi sau:

Chế tạo phôi bằng công nghệ đúc:

- Chế tạo phôi bằng công nghệ rèn, đập;
- Chế tạo phôi bằng công nghệ hàn.

Nhìn chung các phôi được sản xuất từ 3 phương pháp công nghệ này thường có những đặc điểm sau:

- Phôi chế tạo ra thường có chất lượng bề mặt xấu so với yêu cầu : như xù xì, rỉ nứt, biến cứng, biến dạng....

- Phôi có nhiều sai lệch so với yêu cầu kỹ thuật của chi tiết như : méo, ô van, cong vênh....

Những đặc điểm này sẽ dẫn đến làm giảm chất lượng bề mặt khi gia công cơ khí tiếp theo như : làm cho dao cắt bị hỏng, chóng mòn, hạn chế điều kiện cắt, gây rung động làm cho máy chóng hỏng, hoặc chúng làm giảm độ chính xác ban đầu của máy. Tuy nhiên, đi sâu vào từng phương pháp chúng ta sẽ thấy những đặc điểm riêng của từng phương pháp.

4.2. Đặc điểm của các phương pháp chế tạo phôi

a) Phương pháp chế tạo phôi đúc

Phôi đúc được chế tạo bằng cách rót kim loại lỏng vào trong lòng khuôn có hình dạng và kích thước nhất định. Sau khi kim loại đông đặc trong khuôn ta thu được vật đúc có hình dạng và kích thước như lòng khuôn.

Trên cơ sở thực chất này, cho đến nay người ta đã có nhiều phương pháp đúc khác nhau. Có thể tạo vật đúc trong khuôn một lần (khuôn cát) với vật liệu làm khuôn chủ yếu là cát tươi, có độ bền kém, khi làm khuôn lòng khuôn chỉ đạt độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt thấp, giá thành cao. Tuy nhiên đúc trong khuôn cát có thể được những vật phức tạp, kích thước lớn mà các phương pháp đúc khác không đúc được. Do đó đúc trong khuôn cát hiện nay vẫn được sử dụng phổ biến.

Dạng khuôn thứ 2 có thể tạo hình phôi đúc là khuôn kim loại. Khuôn này có thể dùng để đúc nhiều lần (hàng vạn lần). Do lòng khuôn được chế tạo bằng gia công cơ khí nên bề mặt lòng khuôn bóng hơn, chính xác hơn do đó chất lượng vật đúc ra cao hơn khuôn cát. Mặt khác vật đúc có tính cơ học của lớp bề mặt tốt hơn.

Với khuôn kim loại và phương pháp điền đầy kim loại lỏng vào khuôn khác nhau như : dùng áp lực, đúc ly tâm, ... mà ta có thể thu được vật đúc có độ chính xác, độ bóng và độ phức tạp khác nhau. Đó là những phương pháp đúc đặc biệt đã giới thiệu trong giáo trình cơ khí đại cương. Tóm lại, tùy theo mà ta có thể thu được vật đúc có chất lượng khác nhau, năng suất khác nhau và do đó tính kinh tế cũng khác nhau. Tuy nhiên chúng có một đặc điểm tổng quát như sau :

– Phôi đúc có thể được tạo ra từ bất kỳ loại vật liệu nào khi ta có thể nấu chảy chúng và chúng đông đặc khi làm nguội : như kim loại đen, kim loại màu, vật liệu phi kim (như chất dẻo)...

– So với các dạng phôi khác, phôi đúc chiếm ưu thế về mặt phức tạp của hình dáng và phạm vi khối lượng của vật đúc rất rộng (từ nhỏ vài gram đến vài trăm tấn). Vì vậy, hầu hết các loại thân máy, vỏ động cơ, giá đỡ... đều được chế tạo từ phương pháp đúc.

– Quy trình công nghệ nói chung đơn giản, vốn đầu tư ít, nên giá thành vật đúc hạ.

– Ngoài một vài phương pháp đúc chính xác, nói chung phôi đúc có độ chính xác thấp, độ bóng bề mặt kém. lượng dư gia công cắt lớn, hao tổn kim loại nhiều,...

Về mặt chất lượng vật đúc, nói chung kém so với các loại phôi khác, vì quá trình hình thành vật đúc thường gây ra các khuyết tật như rỗ co, lõm co, rỗ khí, rỗ xỉ, nứt,... làm giảm cơ tính và các tính chất khác.

– Nhìn chung phôi đúc là phôi được sử dụng rộng rãi trong mọi ngành công nghiệp, khối lượng vật đúc trung bình chiếm khoảng 40 – 80% tổng khối lượng của máy móc, riêng ngành chế tạo máy khối lượng vật đúc chiếm tới 90% mà giá thành chỉ chiếm 20 – 25%.

b) Phương pháp chế tạo phôi rèn, dập

Gia công rèn, dập (hoặc gia công biến dạng) có nhiều phương pháp khác nhau, chúng dùng để chế tạo ra các phôi trên cơ sở lợi dụng tính dẻo của vật liệu làm vật liệu biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực để tạo ra hình dáng và kích thước nhất định.

So với các phương pháp chế tạo phôi đúc hoặc hàn, gia công rèn, dập có các ưu điểm sau:

– Vật liệu (kim loại) biến dạng ở thể rắn, nên sau khi gia công không những thay đổi hình dạng, kích thước của vật liệu mà còn thay đổi cả cơ, lý hóa tính của vật liệu như kim loại mịn chặt hơn, hạt đồng đều hơn, cơ tính cao.

– Chất lượng bề mặt cao hơn, do đó giảm được lượng tiêu hao kim loại.

Giảm được các khuyết tật của vật đúc (như rỗ khí, rỗ co,...).

– Một số phương pháp rèn, dập (dập thể tích, ép chảy,...) cho năng suất cao hơn.

Tuy nhiên cũng còn một số đặc điểm so với đúc và hàn là phạm vi khối lượng của phôi gia công rèn, dập bị hạn chế – không thể gia công được các chi tiết quá lớn. Mặt khác độ chính xác thấp của hình dáng cũng bị hạn chế.

So sánh với gia công cắt gọt, gia công rèn, dập có ưu điểm là cơ tính của sản phẩm cao hơn do tổ chức kim loại được tạo nên ở dạng thớ (đẳng hướng). Tuy nhiên độ chính xác thấp và độ bóng bề mặt kém nhiều.

Nói tóm lại gia công rèn, dập hiện nay có một vị trí rất quan trọng trong nhiều ngành công nghiệp. Các phôi gia công rèn, dập được sử dụng rất nhiều (đặc biệt đối với các chi tiết máy chịu tải trọng động), ví dụ, 60 – 80 % trọng lượng các chi tiết máy của đầu máy xe lửa, ô tô,... được chế tạo từ phôi rèn, dập.

Ngày nay, ngành chế tạo phôi bằng gia công rèn, đập được phát triển theo các hướng sau:

- Nâng cao độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt của phôi để giảm gia công cơ và nâng cao chất lượng gia công.
- Đẩy mạnh cơ khí hóa và tự động hóa quá trình sản xuất phôi để tăng năng suất và hạ giá thành sản phẩm.
- Chế tạo các thiết bị gia công áp lực có công suất để gia công các phôi lớn.
- Dùng các phương pháp công nghệ gia công tiên tiến để mở rộng các chủng loại vật liệu gia công như: kim loại, hợp kim, chất dẻo,...

c) Phương pháp chế tạo phôi hàn

Hiện nay, các chi tiết máy hoặc kết cấu máy được cấu tạo bằng phương pháp hàn được dùng ngày càng rộng rãi trong các ngành công nghiệp. Thực chất của phương pháp hàn là nối các phần tử (hoặc các chi tiết máy) thành một khối không tháo rời được bằng cách nung nóng vùng nối đến trạng thái hàn (chảy hoặc dẻo) sau đó có thể không dùng áp lực hoặc dùng áp lực để kết cấu hàn hoặc phôi hàn.

Phương pháp hàn có các đặc điểm cơ bản sau:

- Kết cấu hàn có khối lượng nhỏ. So với mối ghép đinh tán tiết kiệm được từ 10 - 20% khối lượng kim loại. So với kết cấu đúc chiều dài tối thiểu ở kết cấu hàn nhỏ hơn nhiều so với thành vật đúc, tiết kiệm được 50% kim loại.
- Hàn có thể tạo nên những kết cấu kim có độ bền cao. Do vậy nó có ưu điểm rõ rệt khi dùng để chế tạo các loại thùng, nồi chịu áp suất đến hàng trăm atm hoặc các bể chứa có dung tích hàng vạn mét khối.

Tuy nhiên khi xét về độ bền của mối hàn, ta phải thấy rằng: độ bền mối hàn phụ thuộc vào nhiều nhân tố trong đó cần lưu ý là:

- Hàn có thể nối được những kim loại có tính chất khác nhau, do đó dễ bảo đảm điều kiện sử dụng vật liệu hợp lý. Ví dụ: Bánh răng bánh đai có thể làm vành bằng vật liệu tốt, còn moay ơ, nan hoa làm bằng vật liệu thường.

Nói chung các kết cấu hàn thường bền, nhẹ, dễ chế tạo, do đó giá thành hạ. Tuy nhiên các kết cấu hàn thường tồn tại ứng suất dư, tổ chức kim loại ở vùng gần mối hàn không tốt, vật liệu sau khi hàn dễ bị biến dạng và tồn tại các khuyết tật bên trong, khó kiểm tra.

Ngày nay có rất nhiều phương pháp hàn. Nếu căn cứ vào trạng thái hàn có thể chia làm hai nhóm chính : các phương pháp hàn nóng chảy và các phương pháp hàn áp lực.

- Độ bền mối hàn nóng chảy phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:
- + Phương pháp công nghệ hàn.
- + Chất lượng que hàn (vật liệu hàn).
- + Công nghệ và kỹ thuật hàn.
- Độ bền của các liên kết hàn áp lực nói chung phụ thuộc vào:
- + Hình thức chuẩn bị mép hàn và chất lượng làm sạch bề mặt tiếp xúc.
- + Công nghệ và kỹ thuật hàn.

5. Ý NGHĨA KINH TẾ, KỸ THUẬT KHI CHỌN PHÔI TRONG SẢN XUẤT CƠ KHÍ

5.1. Khái niệm

Khi thiết kế một chi tiết máy hoặc một kết cấu máy, người thiết kế thường luôn nghĩ rằng : phải thiết kế hợp lý chi tiết máy đó, có nghĩa là phải xuất phát từ các yêu cầu về điều kiện làm việc của chi tiết máy, để lựa chọn vật liệu thích hợp và xác định hình dáng, kết cấu và các yêu cầu kỹ thuật cho chi tiết máy đó có lợi nhất, nhằm thỏa mãn các yêu cầu về khả năng làm việc của chi tiết máy, tuy nhiên như vậy chưa thật đủ ; vấn đề thiết kế hợp lý chi tiết máy còn phải đòi hỏi vận dụng những kiến thức về khả năng chế tạo các bán thành phẩm (các phôi) tức là phương pháp chế tạo phôi và các yêu cầu đối với bán thành phẩm đó. Có như vậy mới thể hiện được đầy đủ tính chất hợp lý của chi tiết thiết kế. Nói cách khác, có như vậy chi tiết thiết kế mới mang đầy đủ tính kinh tế và kỹ thuật của nó

Ví dụ : Khi thiết kế để chế tạo bánh răng dùng để truyền chuyển động, nếu người thiết kế chỉ quan tâm đến việc thiết kế tính toán chính xác, chọn vật liệu hợp lý để đảm bảo điều kiện làm việc của nó, đó là điều kiện cần, nhưng chưa đủ để đảm bảo tính kinh tế và kỹ thuật của chi tiết thiết kế ra. Muốn bảo đảm được điều kiện cần và đủ trên ta còn phải quan tâm đến việc chọn phương pháp chế tạo phôi nào và chọn phôi nào,...

Nếu dùng phôi đúc thì khả năng chịu lực của bánh răng (của các răng) sẽ kém so với khả năng chịu lực của phôi gia công áp lực.

Nếu dùng dạng phôi cán (tức là bằng phương pháp gia công áp lực) khả năng chịu lực của bánh răng sẽ kém hơn so với chế tạo từ dạng phôi chôn (cũng bằng phương pháp gia công áp lực) sẽ cho khả năng làm việc của răng tốt và đồng đều. Trong thực tế sản xuất, việc chế tạo bánh răng bằng cách cắt từ phôi thép cán là một việc cần hạn chế. Mặt khác nếu cán các bánh răng cỡ lớn (hơn 2m) thì việc chế tạo phôi từ việc kết hợp gia công áp lực (hoặc đúc) với hàn là cần thiết.

5.2. Chọn phôi

Như đã giới thiệu ở trên, khi thiết kế chi tiết máy, người thiết kế ngoài việc thiết kế, còn cần phải quan tâm đến khả năng chi tiết có thể chế tạo được phôi hay không, phương pháp chế tạo phôi nào.

Còn đối với người công nghệ, khi lập một quá trình công nghệ để chế tạo chi tiết đã thiết kế lại phải biết chọn loại phôi và xác định kích thước của phôi.

Kích thước của phôi được tính toán (hoặc chọn) theo lượng dư gia công cắt gọt và các điều kiện kỹ thuật chế tạo khác. Còn việc chọn loại phôi thì cần phải căn cứ vào các nhân tố sau:

- Vật liệu và cơ tính của vật liệu mà chi tiết thiết kế yêu cầu.
- Kích thước hình dáng kết cấu của chi tiết.
- Sản lượng của chi tiết và dạng sản xuất của chi tiết ấy.
- Hoàn cảnh và khả năng cụ thể của cơ sở sản xuất.
- Khả năng đạt được các yêu cầu kỹ thuật (độ chính xác, độ bóng) của các phương pháp chế tạo phôi.

Ngoài ra chọn phôi hợp lý không những phải nắm vững yêu cầu thiết kế mà còn phải biết về đặc điểm và phạm vi công việc của các loại phôi. Hay nói cách khác việc chọn phôi hợp lý không những bảo đảm tốt được tính kỹ thuật của chi tiết máy mà còn ảnh hưởng đến giá thành sản phẩm.

Tất nhiên trong dây chuyền sản xuất các sản phẩm, có nhiều biện pháp để giảm giá thành như cải tiến khâu tổ chức sản xuất, kế hoạch hóa sản xuất, .. Ở đây trên lĩnh vực về phôi cho quá trình gia công thì biện pháp chọn loại phôi và kết cấu phôi hợp lý sẽ dẫn đến giảm phí tổn về vật liệu và nâng cao chất lượng chi tiết, mặt khác cũng sẽ làm cho quá trình công nghệ đơn giản.

Chi phí về vật liệu của phôi có thể biểu diễn bằng công thức :

$$V = G_1 p_1 - G_2 p_2$$

G_1 – khối lượng phôi (kg)

G_2 – khối lượng phế liệu có thể dùng được (kg)

p_1 – giá tiền 1 kg vật liệu (VND)

p_2 – giá tiền 1 kg phế liệu (VND).

Từ biểu thức trên ta thấy : nếu phần đầu giảm V nghĩa là giảm G_1 và chọn p_1 rẻ tiền, sẵn có. Muốn như vậy phải sử dụng phôi chính xác, nâng cao tính đồng nhất của vật liệu để quy trình chế tạo phôi được ổn định, chất lượng tốt do đó sẽ giảm được phế phẩm. Để đánh giá kỹ thuật chế tạo phôi, người ta xét đến hệ số sử dụng vật liệu hợp lý :

$$h = g_1 / G_1$$

g_1 – khối lượng chi tiết

G_1 – khối lượng của phôi (kg).

Với phương hướng này, hiện nay người ta phần đầu dùng các phương pháp chế tạo phôi mới để cho hình dáng và kích thước của phôi ngày càng giống với chi tiết gia công (tức là h tiến đến 1).

Mặt khác cũng cần phải nhấn mạnh đến 1 khía cạnh khác của ý nghĩa kinh tế khi chọn phôi là ở chỗ :

Khi đã chọn được loại phôi (tức là phương pháp chế tạo phôi) rồi người cán bộ kỹ thuật còn cần phải nắm được các nguyên tắc công nghệ chế tạo.

Ví dụ: Khi chọn phôi đúc cho các chi tiết dạng hộp tức là chọn phương pháp đúc người thiết kế phải nhớ nguyên tắc khi chọn mặt phân mẫu là: phải căn cứ vào dạng sản xuất để định mặt phân mẫu cho hợp lý—tức là:

+ Đối với sản xuất đơn chiếc và loại nhỏ; yêu cầu mặt phân mẫu bảo đảm chi phí mẫu rẻ hơn là chi phí khi làm khuôn và số lượng lõi phải là ít nhất.

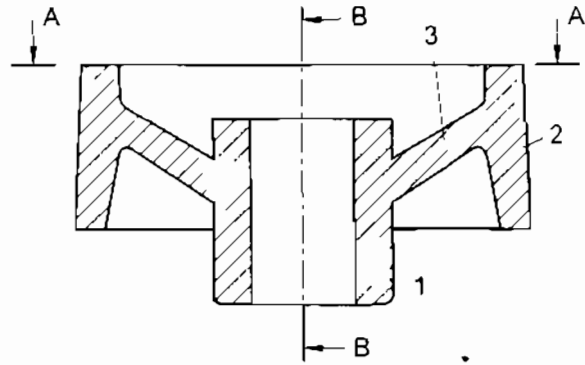
+ Đối với sản xuất loạt lớn và hàng khối; yêu cầu mặt phân mẫu lại được quyết định bởi công nghệ làm khuôn và làm lõi là đơn giản nhất.

Trên hình 0.3 là kết cấu bánh đà, khi ta lấy mặt phân mẫu là AA, thì chi phí mẫu sẽ đắt, nhưng số lõi phải làm sẽ ít, làm khuôn dễ và hiệu quả kinh tế cao, vì vậy thích ứng với sản xuất.

Đối với mặt phân mẫu BB số lõi sẽ nhiều hơn và việc làm khuôn khó khăn ; nên không thích hợp với sản xuất.

Chi phí cho hai phương án trên gồm: chi phí làm khuôn, làm lõi, làm sạch, chi phí hoạt động phân xưởng; chi phí vật liệu đúc, thì phương án AA hạ giá thành so với phương án BB.

Sau đây chúng ta nêu một số trường hợp sử dụng phôi và vật liệu cho một số loại chi tiết thường gặp trong sản xuất cơ khí.



Hình 0.3. Phương án chọn mặt phân khuôn cho chi tiết bánh đà

a) Chọn phôi cho các chi tiết dạng trục

Trong các thiết bị máy móc, chi tiết dạng trục chiếm rất nhiều và bao gồm nhiều loại (trục trơn, trục bậc, trục rỗng, trục lệch tâm,...). Nói chung chúng có mặt cơ bản cần gia công là mặt tròn xoay ngoài (hoặc có cả mặt tròn trong) mặt này thường dùng để lắp ghép, nên yêu cầu chính xác về kích thước cao (cấp 3-2) và hình dáng hình học, chất lượng bề mặt cao (cấp 7-10).

Vì vậy khi chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi cho các chi tiết này cũng phải căn cứ vào hình dạng, kết cấu, sản lượng của trục đó và điều kiện làm việc của trục. Ví dụ, trong sản xuất hàng loạt:

– Với các loại trục chịu tải trọng lớn, người ta thường dùng vật liệu là các loại thép cacbon, thép hợp kim (thép crôm, thép crôm niken,...) và dùng phương pháp đập nóng để chế tạo phôi.

+ Đối với trục trơn, tốt nhất nên dùng thép thanh.

+ Đối với trục bậc có đường kính không chênh lệch nhau nhiều lắm thường dùng phôi của cán nóng.

– Với loại trục yêu cầu có tính chống mài mòn cao như trục cán, trục khuỷu,... người ta có thể dùng phôi trục bằng gang (gang có độ bền cao, gang dẻo,...) và được chế tạo bằng phương pháp đúc.

Tất nhiên với sản xuất đơn chiếc, nói chung các loại phôi dạng trục đều được chế tạo bằng phương pháp rèn tự do hoặc rèn khuôn đơn giản trên máy búa.

b) Chọn phối cho các chi tiết bánh răng

Bánh răng là chi tiết dùng để truyền lực và truyền chuyển động, chúng được sử dụng rất nhiều trong sản xuất và sửa chữa cơ khí.

Bánh răng cũng có nhiều loại (bánh răng trụ răng thẳng, răng nghiêng, bánh răng côn,...) nói chung đều có chỉ tiêu đánh giá như sau:

- Độ chính xác truyền động.
- Độ ổn định khi làm việc.
- Độ chính xác tiếp xúc.
- Độ chính xác của khe hở răng.

(Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1064-71 đến TCVN 1062-71). Ngoài ra do yêu cầu làm việc, răng phải có độ cứng và độ bền cần thiết, không cho phép có vết nứt, vết cháy, biến dạng nhiệt phải be.

Do vậy phải căn cứ vào điều kiện làm việc (tải trọng và tốc độ làm việc) của bánh răng, yêu cầu kỹ thuật và dạng sản xuất bánh răng để chọn phối và vật liệu hợp lý.

- Nói chung các bánh răng dùng để truyền lực và trong dạng sản xuất lớn, người ta thường dùng dạng phối rèn, dập, và dùng các loại thép hợp kim như thép crôm, thép crôm niken...

Các loại thép cacbon cao thường được dùng để chế tạo phối của các bánh răng chịu tải trọng trung bình.

Trong sản xuất rất hạn chế sử dụng phối thép thanh (các phối được chế tạo từ cán); vì dùng thép thanh vừa không kinh tế vừa không đạt được cơ tính cao. Người ta chỉ sử dụng thép thanh trong sản xuất với sản lượng bé và bánh răng nhỏ.

- Với các bánh răng khi vận tốc làm việc nhỏ ($v \leq 3\text{m/s}$) thì có thể dùng phối đúc từ gang và thép.

- Với các bánh răng quá lớn thì người ta phải sử dụng dạng phối phối hợp rèn, dập và hàn.

c) Chọn phối cho các chi tiết hình dạng phức tạp

Chi tiết máy có hình dạng phức tạp như các loại tay gạt, tay biên, các loại càng, các loại giá đỡ.... được sử dụng khá nhiều trong máy móc.

Nói chung các dạng chi tiết này có hình dáng phức tạp và có một số lỗ cần gia công để lắp ghép, cần đạt độ chính xác cao, các lỗ này có quan hệ với nhau về độ song song, độ vuông góc về vị trí các đường tâm với nhau,...

Vì tính chất chịu tải của chi tiết này không lớn lắm cho nên các loại phôi thường dùng là các loại phôi rèn, đặc biệt là phôi dập được dùng cho các chi tiết có mặt đầu lồi sẽ đơn giản quá trình gia công cơ tiếp theo. Với các loại phôi này, vật liệu thường dùng để chế tạo là các loại thép cacbon kết cấu thông thường hoặc các loại thép hợp kim thông thường.

Đôi khi, người ta cũng dùng phôi cho các chi tiết này từ phương pháp đúc và bằng vật liệu gang đúc hoặc thép đúc.

d) Chọn phôi cho các chi tiết dạng hộp

Chi tiết dạng hộp thường là chi tiết cơ sở của các thiết bị, vì vậy chúng ta thường gặp các chi tiết này khi thiết kế chế tạo thiết bị,...

Các chi tiết dạng hộp (thí dụ như hộp tốc độ, hộp động cơ,...) thường là thép kết cấu hình khối rỗng (xung quanh có thành) và còn có các vách ngăn, các vách ngăn có chiều dày khác nhau, có nhiều phần lồi lõm, có gân hoặc không có gân. Trên các vách, thành này cần có các lỗ cần được gia công chính xác để làm nhiệm vụ lắp ghép hoặc đỡ các bộ phận máy,...

Nói chung chi tiết hộp thường là chi tiết lớn, phức tạp và khó gia công, chế tạo.

Với đặc điểm trên và tùy theo điều kiện làm việc của chi tiết, dạng sản xuất mà phôi được chế tạo bằng các phương pháp khác nhau.

Nói chung chi tiết hộp là chi tiết lớn, nên vật liệu dùng cho chúng thường là gang xám, thép đúc hoặc hợp kim nhôm. Với vật liệu như vậy nên phương pháp chế tạo phôi thích hợp nhất ở đây phải là phương pháp đúc.

Khi chế tạo phôi bằng phương pháp đúc người ta thường dùng công nghệ đúc trong khuôn cát với mẫu gỗ và làm bằng tay. Bằng phương pháp công nghệ này, phôi chế tạo ra thường kém chính xác, tuy nhiên quá trình công nghệ thuận lợi trong việc điều chỉnh, sửa chữa đối với các loại hộp lớn và phức tạp.

Bằng phương pháp công nghệ làm khuôn bằng máy với mẫu kim loại cho độ chính xác và năng suất cao hơn, thường dùng cho sản xuất hàng loạt, tuy nhiên chỉ dùng cho các chi tiết nhỏ và hình dáng đơn giản. Ngày nay người ta cũng còn dùng các phương pháp đúc chính xác (như đúc áp lực,

đúc khuôn vỏ mỏng) để nâng cao chất lượng của phôi đúc; nhưng thường chỉ thích hợp cho các loại hộp cỡ nhỏ có hình thù phức tạp.

Mặt khác, trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, người ta có thể thay thế phôi đúc các chi tiết dạng này bằng các loại phôi thép hàn; do vậy sẽ nâng cao năng suất và hạ giá thành.

Phôi hàn của các loại hộp này có thể là loại phôi thô (được tạo ra từ các kim loại tấm hàn lại) hoặc loại phôi bán tinh (các bề mặt của các phần tử hộp được gia công sơ bộ sau đó hàn lại rồi mới gia công tinh). Đối với các loại hộp có hình dáng đơn giản, trong sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối người ta còn sử dụng phương pháp dập nóng bằng thép sẽ cho năng suất và chất lượng rất cao.

Tóm lại : Với các chi tiết dạng hộp, hiện nay người ta thường dùng phôi đúc là thích hợp. Tuy nhiên do sự phát triển của khoa học kỹ thuật, có những phương pháp công nghệ chế tạo mới đem lại hiệu quả mới về kinh tế và nâng cao chất lượng thì người ta cũng có thể sử dụng dưới các dạng phôi hàn hoặc dập cho các chi tiết dạng hộp.

Phần 1

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHÔI ĐÚC

Chương 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ SẢN XUẤT ĐÚC

1.1. ĐỊNH NGHĨA, ĐẶC ĐIỂM VÀ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐÚC

Đúc là phương pháp chế tạo phôi bằng cách nấu chảy kim loại hoặc hợp kim, sau đó rót vào lòng khuôn đúc có hình dáng kích thước của vật đúc, sau khi kim loại đông đặc trong khuôn ta thu được vật đúc có hình dáng giống như lòng khuôn.

Vật đúc ra có thể đem dùng ngay gọi là chi tiết đúc. Nếu vật đúc đưa qua gia công cơ khí để nâng cao độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt gọi là phôi đúc.

Phương pháp đúc có những ưu điểm chủ yếu sau:

- Có thể đúc được tất cả các kim loại và hợp kim của chúng.
- Có thể đúc được các dạng kết cấu vật đúc: vật đúc to, nhỏ, đơn giản, phức tạp,...

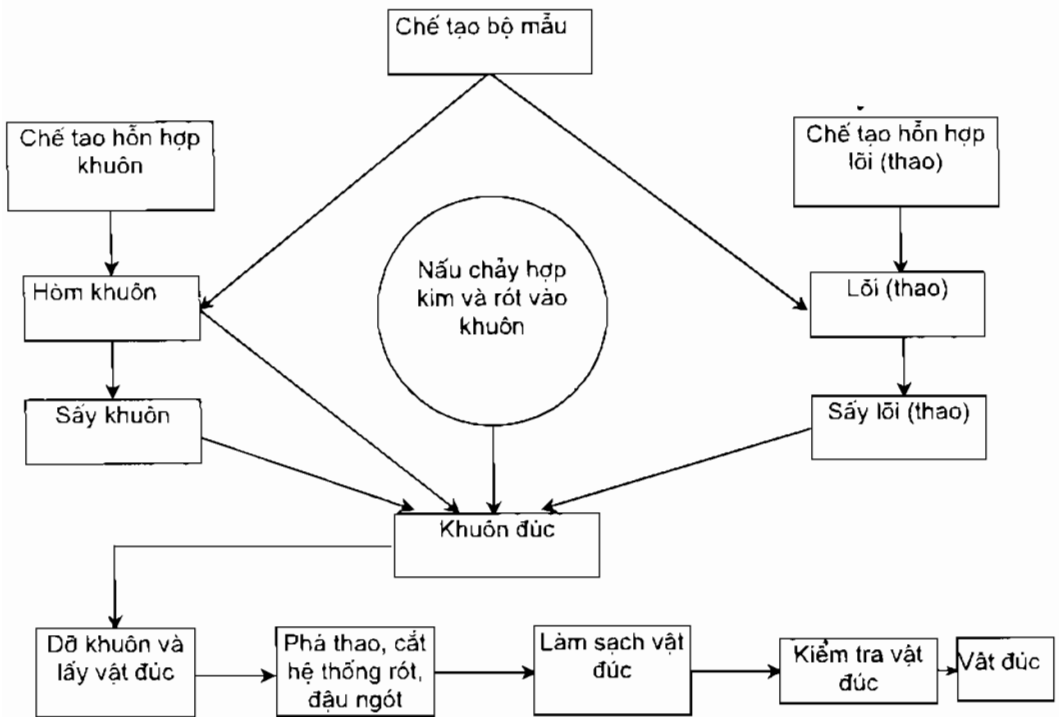
Hiệu quả kinh tế sản xuất đúc luôn luôn đạt.

Tuy nhiên nhìn chung độ chính xác, độ bóng bề mặt vật đúc còn thấp. Nếu ứng dụng các công nghệ đúc đặc biệt, độ chính xác và độ bóng sẽ cao hơn nhiều. Ngoài ra do bản chất của sự hình thành vật đúc, nên vật đúc thường có các dạng khuyết tật rỗ co, rỗ khí, rỗ xỉ, nứt,...

Phương pháp đúc vẫn là một trong những phương pháp được dùng rộng rãi để chế tạo ra một khối lượng lớn sản phẩm kim loại rất lớn như thân máy công cụ, vỏ hộp giảm tốc, vỏ động cơ điện, vỏ máy phát điện....

Phân loại các phương pháp đúc: Tùy theo quan điểm, người ta có thể phân theo các cách sau đây: theo loại khuôn, theo loại mẫu làm khuôn, theo dạng sản xuất, theo bản chất công nghệ,....

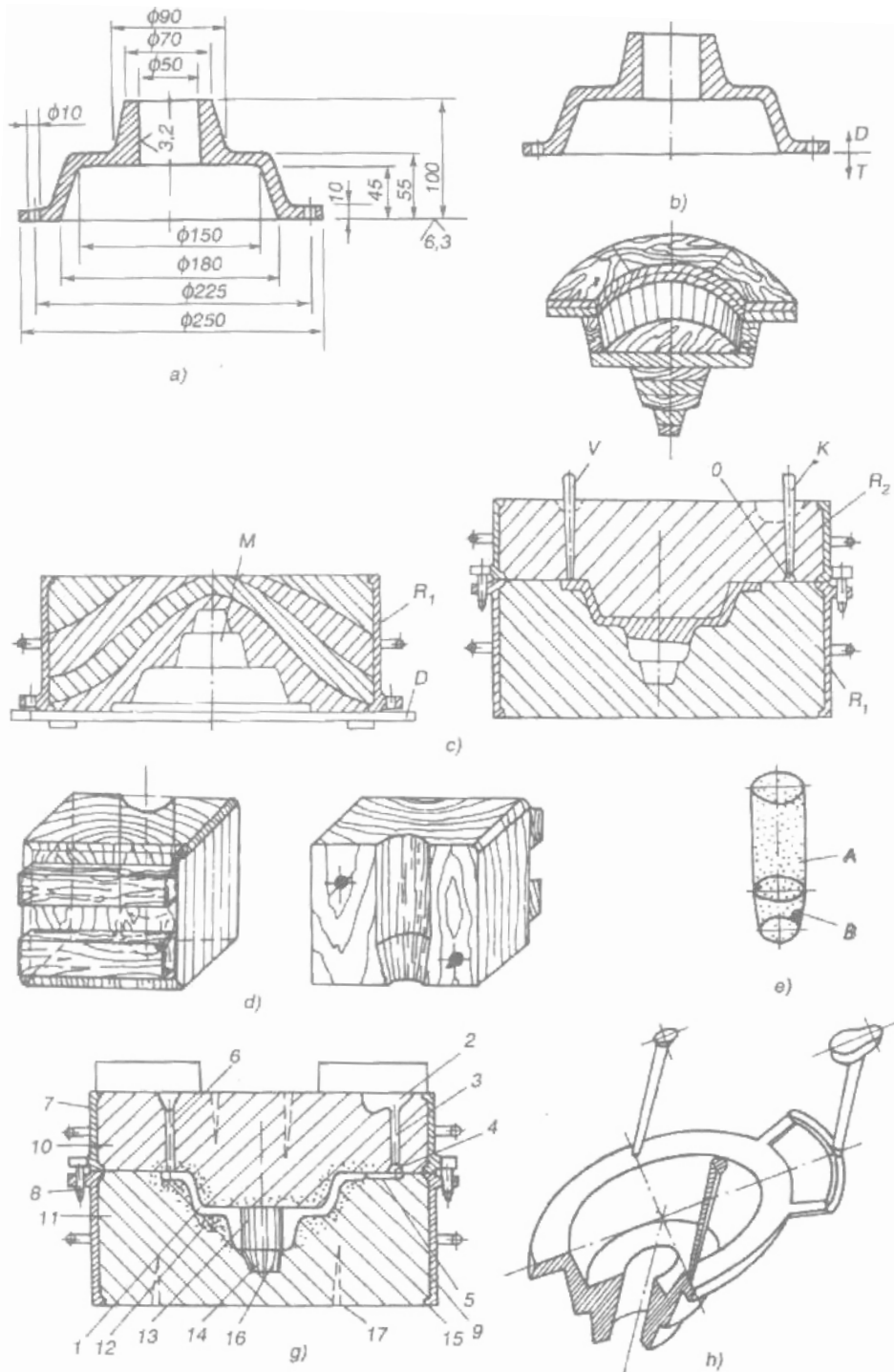
Quá trình sản xuất vật đúc được biểu thị trên sơ đồ hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ quá trình sản xuất đúc

Ví dụ chế tạo phôi đúc cho chi tiết như hình 1.2a, trước tiên cần bộ kỹ thuật phải vẽ bản vẽ vật đúc (hình 1.2b) có tính đến độ co ngót của vật liệu và lượng dư gia công cơ khí tiếp sau.

Căn cứ vào bản vẽ vật đúc, bộ phận xưởng mộc, mẫu chế tạo ra mẫu (hình 1.2c) và hộp thao (hình 1.2d). Mẫu tạo ra lòng khuôn có hình dạng bên ngoài của vật đúc nhờ hỗn hợp khuôn (cát) (hình 1.2c).



Hình 1.2. Quy trình chế tạo phôi đúc cho chi tiết a

Hộp thao để tạo ra thao (lõi) bằng hỗn hợp cát, có hình dáng giống hình dạng bên trong của vật đúc (hình 1.2e). Lắp thao vào trong khuôn và lắp ráp khuôn được khuôn đúc (hình 1.2g). Để dẫn kim loại vào khuôn và bổ sung kim loại khi đông đặc, khi làm khuôn cần phải sử dụng mẫu hệ thống rót, mẫu đầu ngót để tạo hệ thống rót bao gồm phễu rót 2, ống rót 3, rãnh dẫn 5, đầu ngót 6 (hình 1.2g). Rót kim loại vào qua hệ thống rót này, sau khi kim loại đông đặc (nguội) thì đem phá khuôn và làm sạch vật đúc (hình 1.2h).

Hình 1.2g trình bày các bộ phận cơ bản của một khuôn đúc. Lòng khuôn 1 phù hợp với hình dạng vật đúc, kim loại lỏng được rót vào cốc rót 2, theo ống rót 3, qua rãnh lọc xỉ 4 và rãnh dẫn 5 vào lòng khuôn. Bộ phận 6 để bổ sung kim loại và dẫn hơi từ lòng khuôn ra ngoài khi rót kim loại lỏng (gọi là đầu ngót, đầu hơi). Hòm khuôn trên 7, hòm khuôn dưới 9 để làm nửa khuôn trên 10 và nửa khuôn dưới 11. Để lắp hai nửa khuôn chính xác ta dùng chốt định vị 8. Vật liệu trong khuôn 12 gọi là hỗn hợp làm khuôn (cát), thao (lõi) 13 tựa vững trong khuôn nhờ gối thao 14.

Để nâng cao độ bền của hỗn hợp làm khuôn trong khuôn ta dùng những gân hòm khuôn 15 và xương 16. Để tăng tính thoát khí cho khuôn người ta tiến hành xiên các lỗ thoát khí 17. Sau khi làm xong khuôn, rót kim loại lỏng vào lòng khuôn, để nguội, dỡ khuôn ta được vật đúc như hình 1.2h.

1.2. CẤU TẠO CÁC BỘ PHẬN PHÔI ĐÚC

Cấu tạo chung của phôi đúc: vật đúc (phôi đúc) là dạng sản phẩm hình thành từ hợp kim lỏng trong lòng khuôn. Sự hình thành đó chịu ảnh hưởng lớn của cấu tạo vật đúc.

Khi sản xuất đúc, kết cấu vật đúc khác nhau tác động trực tiếp đến quá trình công nghệ làm khuôn, lõi, đến sự kết tinh vật đúc, đến sự hình thành các tổ chức và khuyết tật.

Như vậy một kết cấu phôi đúc hợp lý sẽ tạo ra chất lượng vật đúc cao, giá thành hạ và quá trình gia công tiếp theo được đơn giản.

Một kết cấu kim loại (chỉ tiết) sẽ được tạo hình bằng đúc phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- Bảo đảm quá trình làm khuôn và lõi đơn giản, thuận tiện.

- Để xác định vị trí lòng khuôn trong khuôn đúc để tạo ra hướng kết tinh đúng nhằm nâng cao chất lượng hợp kim đúc, loại bỏ các khuyết tật đúc.

- Bảo đảm cho quá trình công nghệ gia công cắt gọt được thuận lợi.

- Bảo đảm cơ tính của vật đúc.

Trong sản xuất đúc, vật đúc được phân chia theo khối lượng gồm: nhỏ, trung bình và lớn. Trong bảng 1.1 giới thiệu sự phân chia đó:

Bảng 1.1. Phân loại phôi đúc theo khối lượng

Nhỏ (kg)	Trung bình (kg)	Lớn (kg)	Rất lớn (kg)
Đến 100	100–500	500–5000	>5000

Vật đúc được phân chia theo loại kết cấu : đơn giản, phức tạp ở các mức độ khác nhau. Xét về đặc trưng riêng của phương pháp đúc, mức độ đơn giản hay phức tạp của kết cấu vật đúc thường căn cứ vào sự tập trung hay phân tán lượng kim loại trên toàn bộ vật đúc. Một cách tương đối hợp lý, kết cấu vật đúc được căn cứ vào tỷ số của diện tích bề mặt F và thể tích V của nó.

Nếu một kết cấu có F/V lớn, có nghĩa là kết cấu có diện tích bề mặt lớn nhiều gân gờ, thành mỏng, loại kết cấu như vậy thuộc loại phức tạp. Ngược lại F/V nhỏ có nghĩa vật đúc được thu gọn lại, loại này thuộc loại đơn giản.

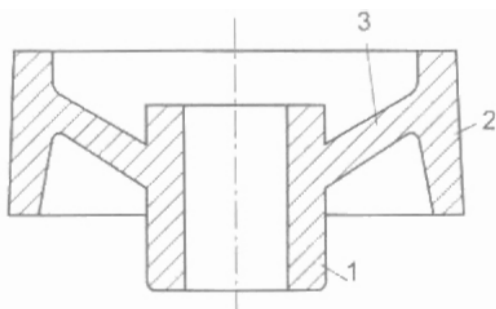
Những kết cấu vật đúc phức tạp gây khó khăn nhiều hơn cho quá trình làm khuôn, điền đầy kim loại lỏng. Kết cấu càng thu gọn càng thuận tiện.

Một số vật đúc có cả phần kết cấu đơn giản và phức tạp. Loại kết cấu này thường khó đảm bảo chất lượng đúc cao.

Trong thực tế, các dạng như puly, bánh răng, gối đỡ,... có kết cấu đơn giản, các loại như thân máy, vỏ hộp giảm tốc, vỏ hộp động cơ,... thuộc loại kết cấu phức tạp.

Thông thường kết cấu vật đúc cũng như các kết cấu định hình khác đều do một số bộ phận cấu thành. Có những bộ phận chính gồm: những bộ phận để lắp ráp, chịu lực cao khi làm việc như moay ơ, chân đế, vành răng, trục đỡ,... các bộ phận khác chỉ có tác dụng liên kết như thành nối, gân, nan hoa,... Nhờ các phần này mà chi tiết chính chịu được tác dụng lực lớn, cứng vững, đôi khi còn tạo nên thùng kín để che hoặc chứa.

Trên hình 1.3 giới thiệu một kết cấu thuộc loại tương đối phức tạp gồm 1 là bộ phận lắp ráp, được nối với vành chịu lực 2 bằng vách liên kết 3. Tất cả tạo nên một kết cấu chung.



Hình 1.3. Kết cấu vật đúc

1. Bộ phận lắp ráp (moay ơ) ; 2. Vành chịu lực ; 3. Vành liên kết.

1.3. SỰ HÌNH THÀNH VẬT ĐÚC TRONG KHUÔN ĐÚC

Kim loại lỏng khi điền đầy vào khuôn sẽ nhanh chóng chuyển dần sang trạng thái đặc theo quá trình kết tinh phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Tính chất lý nhiệt và nhiệt độ rót của hợp kim đúc.
- Tính chất lý nhiệt của vật liệu khuôn.
- Công nghệ đúc.

Có thể phân chia sự hình thành vật đúc trong khuôn gồm các giai đoạn liên tiếp sau đây:

- Giai đoạn điền đầy kim loại lỏng vào lòng khuôn, thời gian điền đầy tính từ khi bắt đầu rót đến thời điểm kim loại lỏng điền đầy hệ thống rót và đậu ngót.

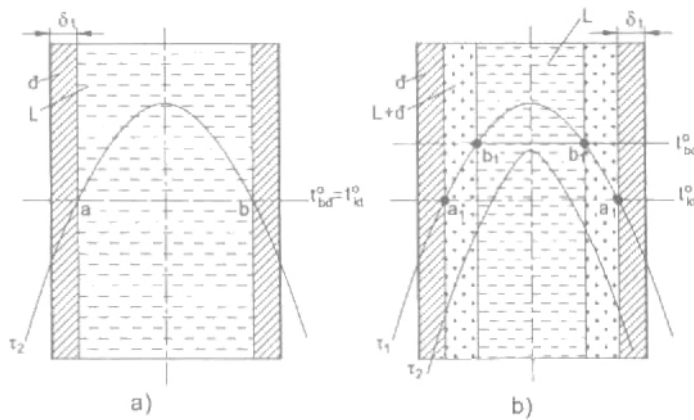
Thông thường thời gian rót phải đảm bảo sao cho kim loại điền đầy nhanh, nên giai đoạn này chưa có sự hạ nhiệt đáng kể.

- Giai đoạn nhiệt độ hạ từ t^0 rót đến nhiệt độ điểm lỏng t_L^0 . Kim loại lỏng trong lòng khuôn tiếp xúc với thành khuôn sẽ truyền nhiệt vào vật liệu làm khuôn với tốc độ khác nhau phụ thuộc vào tính chất lý nhiệt của khuôn và lượng tập trung kim loại từng vùng. Vì ở đáy lòng khuôn bao giờ cũng được điền đầy trước nên ở đó sẽ bắt đầu kết tinh trước, sau đó mới đến thành bên. Hướng tản nhiệt luôn vuông góc với thành khuôn.

- Giai đoạn kết tinh từ nhiệt độ điểm lỏng t_L^0 đến nhiệt độ điểm đặc t_D^0 (khoảng đông đặc). Trong lòng khuôn, kim loại lỏng bao giờ cũng kết tinh theo hướng từ dưới lên trên và từ ngoài vào trong ở các thành bên. Ở giai đoạn này có thể xảy ra theo hai trường hợp:

a) *Đông đặc theo lớp*

Những kim loại nguyên chất, hợp kim cùng tinh hoặc kim loại có khoảng kết tinh hẹp thường đông đặc theo lớp (hình 1.4a). Đường cong tăng dần từ hai phía và cao nhất ở tâm. Tốc độ truyền nhiệt của kim loại lỏng giảm dần từ ngoài vào trong, khi hạ nhiệt độ xuống đến t^0 kết tinh sẽ bắt đầu hình thành từng lớp tinh thể. Giả sử ở thời điểm τ_1 ứng với đường cong biểu diễn 1 đã tạo lớp đông đặc δ_1 . Tiếp tục như vậy sẽ đến một thời điểm đường cong biểu diễn trường nhiệt độ nằm ngang, nghĩa là nó đã hạ thấp bằng hoặc dưới t^0 kết tinh thì vật đúc đông đặc hoàn toàn.



Hình 1.4. Giai đoạn kết tinh trong khuôn

b) *Đông đặc thể tích*

Những hợp kim có khoảng nhiệt độ kết tinh lớn thường xảy ra đông đặc thể tích. Tất nhiên cũng do độ truyền nhiệt giảm dần từ ngoài thành khuôn vào trong, nên xét ở mỗi thời điểm bao giờ gần thành cũng đông trước. Nhưng như trên hình 1.4b, hai đường cong biểu diễn lúc mới đầu có thể cắt qua cả 2 điểm lỏng và đặc (a_1, b_1), như vậy xét trong độ dày δ_1 sẽ có cả 2 pha lỏng và đặc. Khi nhiệt độ hạ dần xuống ở thời điểm τ_2 toàn bộ đường cong biểu diễn hạ xuống dưới đường lỏng thì toàn bộ thể tích kim loại đều có sự kết tinh.

Kết tinh theo lớp hoặc theo thể tích sẽ ảnh hưởng đến cấu trúc kim loại và hình thành một số khuyết tật.

+ Giai đoạn nguội trong khuôn: kết thúc giai đoạn kết tinh, kim loại đã hoàn toàn đông đặc, nhưng tổ chức kim loại chưa ổn định, còn có sự chuyển biến

pha. đó là quá trình chuyển biến kết tinh lại. Mức độ chuyển biến kết tinh lại nhiều, ít tùy thuộc vào loại hợp kim đúc, vì vậy lúc này chưa được đề cập.

+ Giai đoạn nguội ngoài khuôn: Tùy thuộc vào dạng công nghệ đúc và yêu cầu chất lượng mà nhiệt độ để nguội khuôn được xác định. Nhìn chung thì vật đúc được để ở nhiệt độ cao (để nguội) sẽ có tốc độ nguội nhanh thường gây ra ứng suất và nứt,... Với vật đúc yêu cầu chất lượng cao người ta thường đem ủ.

1.4. TỔ CHỨC KIM LOẠI VẬT ĐÚC

Nếu thành vật đúc không lớn lắm (tiết diện ngang nhỏ), tốc độ tản nhiệt lớn, các hạt hình trụ phát triển và giao nhau ở tâm, ta gọi đó là dạng xuyên tâm.

Vùng 3 (hình 1.5) là vùng nằm ở khu vực giữa thoi đúc. Lúc này do độ dày lớp kết tinh đã dày, lượng nhiệt của khuôn đã giảm nhiều, phần kim loại lỏng còn lại sẽ tạo ra hạt to hơn và đẳng hướng.

Sự hình thành khuyết tật đúc: Ở đây ta chỉ xét dạng khuyết tật hình thành do quá trình kết tinh kim loại vật đúc.

– Lỗ co và rỗ co.

Lỗ co hình thành do kim loại co thể tích, vì vậy lỗ co bao giờ cũng nằm ở phía trên cùng vật đúc, tại đó kim loại đông đặc sau hết. Vùng lỗ co có nhiều tạp chất có nhiệt độ nóng chảy thấp. Để tránh lỗ co, trong khuôn đúc phải thiết kế dậu ngót bổ sung.

Rỗ co cũng hình thành do kim loại có thể tích kết tinh, nhưng chúng phân bố ở phía trong vật đúc tạo ra các lỗ hổng to nhỏ khác nhau với bề mặt nhám nhờ. Trong vật đúc rỗ co thường xuất hiện ở vùng kim loại có thể tích lớn, bởi vì tốc độ nguội ở vùng này nhỏ hơn xung quanh nên khi kim loại co không được bổ sung thêm. Nếu lỗ hổng rất nhỏ và tập trung thì gọi là xốp co.

Rỗ co làm giảm tiết diện chịu lực của vật đúc, làm tăng ứng suất tập trung và làm giảm độ dẻo.

Để hạn chế rỗ co điều cần thiết là thiết kế kết cấu đúc hợp lý để quá trình kết tinh luôn hướng từ xa đến chân dậu ngót hoặc hệ thống rót.

– Rỗ khí.

Một lượng khí hoặc đã hòa tan vào kim loại lỏng khi nấu hoặc theo dòng chảy vào lòng khuôn, hoặc do các phản ứng sinh khí khi kim loại lỏng

tiếp xúc tác dụng nên vật liệu khuôn, trong quá trình kim loại vật đúc kết tinh không thoát ra được và tạo ra những bọt khí cân bằng dạng cầu lưu lại trong vật đúc. Bề mặt lỗ hồng rỗ khí nhẵn và bị oxy hóa, chúng phân bố bất kỳ trong vật đúc.

Cũng như rỗ co, rỗ khí làm giảm tiết diện chịu lực, giảm cơ tính.

– Thiên tích.

Kim loại vật đúc do kết tinh qua các giai đoạn khác nhau, hướng từ dưới lên và từ ngoài vào trong nên dễ tạo ra sự không đồng đều về thành phần hóa học, dẫn đến không đồng đều về tổ chức cơ tính và khả năng chịu lực. Những dạng hạt kết tinh thô đại cũng có thiên tích nội bộ.

Như vậy quá trình kết tinh với tốc độ không đều, với hướng kết tinh khác nhau đều là nguyên nhân gây nên thiên tích.

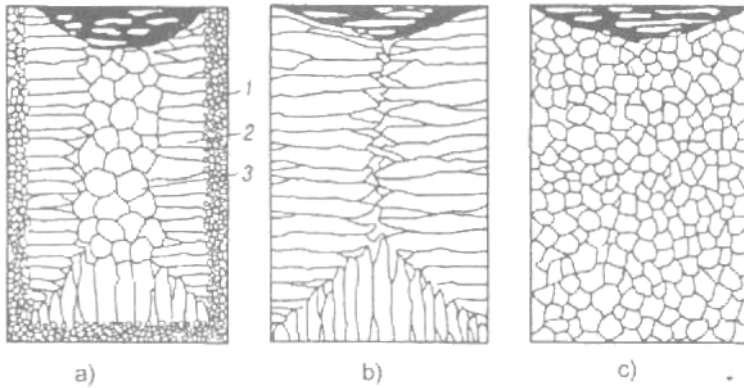
Ví dụ: Các thỏi kim loại đúc thường có tiết diện tròn, vuông, hoặc chữ nhật (hình 1.5), từ ngoài vào trong có ba vùng tinh thể lần lượt như sau:

Vùng ngoài cùng là lớp hạt nhỏ mịn đẳng trục 1: do kim loại lỏng tiếp xúc với thành khuôn nguội nên được kết tinh với độ quá nguội ΔT lớn, mặt khác do tác dụng của bề mặt khuôn nên hạt tạo thành khá nhỏ mịn. Vùng tiếp theo là vùng hạt tương đối lớn hình trụ 2 kéo dài vuông góc với thành khuôn. Sau khi vỏ ngoài đã kết tinh xong thành khuôn bắt đầu nóng lên nên kim loại lỏng kết tinh với ΔT ngày càng nhỏ, hạt tạo thành có khuynh hướng ngày càng lớn hơn, đồng thời phát triển mạnh theo hướng ngược với chiều tan nhiệt (vuông góc với thành khuôn) nên tạo thành vùng hạt lớn hình trụ vuông góc với thành khuôn.

Vùng ở giữa là vùng hạt lớn đẳng trục 3. Cuối cùng khi kim loại lỏng ở giữa kết tinh thì thành khuôn đã nóng lên nhiều, kim loại kết tinh với ΔT nhỏ hơn nên hạt trở nên lớn hơn, đồng thời phương tản nhiệt qua thành khuôn không rõ ràng nên hạt phát triển đều theo mọi phương (đẳng trục).

Trong ba vùng trên, vùng ngoài cùng luôn là lớp vỏ mỏng, khi làm nguội mãnh liệt thì vùng 2 lấn át vùng 3, có khi còn làm mất hẳn vùng 3 và thỏi đúc như là chỉ có vùng tinh thể hình trụ vuông góc với thành khuôn như bó dũa (hình 1.5b), tổ chức này được gọi là xuyên tinh. Tổ chức này có mật độ cao nhưng khó biến dạng dẻo, không phù hợp với công nghệ cán. Ngược lại khi khuôn được làm nguội chậm thì vùng 3 lấn át vùng 2 (hình 1.5c), khi

đó hạt phát triển đều theo mọi phương nên tạo tinh thể hình cầu. Cấu trúc kim loại này trở nên dễ cán hơn.



Hình 1.5. Sơ đồ tổ chức thô đại của thỏi đúc

1.5. NHỮNG NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG VẬT ĐÚC

Chất lượng vật đúc được đánh giá bằng các chỉ tiêu sau đây:

- Độ chính xác hình dạng và kích thước.
- Độ nhẵn bóng mặt ngoài.
- Chất lượng kim loại của hợp kim vật đúc tùy thuộc vào quá trình công nghệ đúc và yêu cầu sản phẩm, chất lượng vật đúc chịu các ảnh hưởng như:

a) Hợp kim đúc

Mỗi hợp kim đúc có tính đúc tốt xấu khác nhau nên chất lượng khác nhau. Vì thế khi đánh giá đúng tinh đúc của hợp kim chúng ta sẽ có biện pháp công nghệ đúc hợp lý.

b) Loại khuôn đúc và phương pháp làm khuôn đúc

Quá trình kết tinh kim loại vật đúc xảy ra khác nhau tùy thuộc vào loại khuôn đúc và phương pháp đúc.

Khuôn cát có độ dẫn nhiệt thấp nên kim loại nguội chậm tạo ra hạt tinh thể của vật đúc lớn. Bề mặt lòng khuôn cát không nhẵn nên làm bề mặt vật đúc kém nhẵn bóng. Khi độ chịu nhiệt của hỗn hợp kém sẽ gây ra chảy cát trên bề mặt vật đúc. Ngược lại trong khuôn kim loại có cấu tạo hạt nhỏ, mịn

làm tăng cơ tính vật đúc, nhưng thường gây ra nội ứng suất trong vật đúc và dễ hóa cứng mặt ngoài cản trở quá trình cắt gọt.

Mặt khác, chất lượng vật đúc cũng chịu ảnh hưởng do sử dụng phương pháp làm khuôn đúc khác nhau. Phương pháp làm khuôn bằng tay hay bằng máy sẽ cho ta chất lượng vật đúc khác nhau, làm bằng máy tất nhiên sẽ có chất lượng đồng đều, chính xác hơn so với làm bằng tay. Cùng một loại khuôn kim loại, nhưng phương pháp điền đầy bằng rút tự do tạo ra chất lượng khác với điền đầy bằng áp lực hoặc điền đầy bằng lực ly tâm.

c) Ảnh hưởng của công nghệ đúc

Công nghệ đúc được thể hiện bằng những biện pháp cụ thể theo thứ tự đối với từng loại vật đúc. Tổng hợp các biện pháp trong một quá trình sản xuất để tạo ra chất lượng vật đúc cao hơn. Thực hiện một công nghệ đúc hợp lý là thể hiện một cách tích cực để loại bỏ tới mức tối thiểu các khuyết tật đúc.

Công nghệ đúc bao gồm:

- Công nghệ nấu chảy hợp kim đúc.
- Công nghệ chế tạo khuôn và lõi.
- Công nghệ rót.

Ngoài ra một số nhân tố quan trọng nữa là nâng cao tay nghề, hiện đại hóa quá trình sản xuất, thay đổi trang thiết bị.

Chương 2

CÁC NGUYÊN LÝ THIẾT KẾ KẾT CẤU PHÔI ĐÚC

2.1. KHÁI NIỆM

Vật đúc là dạng phôi hình thành từ hợp kim lỏng trong lòng khuôn. Sự hình thành đó ảnh hưởng lớn đến kết cấu vật đúc.

Khi sản xuất, kết cấu vật đúc khác nhau tác động trực tiếp đến quá trình công nghệ làm khuôn, lõi, đến sự kết tinh vật đúc, đến sự hình thành các tổ chức và các khuyết tật.

Như vậy một kết cấu đúc hợp lý sẽ tạo ra chất lượng vật đúc cao, giá thành hạ và quá trình gia công tiếp theo được đơn giản.

Một kết cấu kim loại (chi tiết) sẽ được tạo hình bằng đúc phải bảo đảm những yêu cầu sau đây:

- Bảo đảm quá trình công nghệ làm khuôn và lõi đơn giản, thuận tiện.
- Dễ xác định vị trí lòng khuôn trong khuôn đúc để tạo ra hướng kết tinh đúng nhằm nâng cao chất lượng hợp kim đúc, loại bỏ các khuyết tật đúc.
- Bảo đảm cho quá trình công nghệ gia công cắt gọt được thuận lợi.
- Bảo đảm cơ tính của vật đúc.

Vật đúc được phân chia theo loại kết cấu : đơn giản, phức tạp ở các mức độ khác nhau. Xét về đặc trưng riêng của phương pháp đúc, mức độ đơn giản hay phức tạp của kết cấu vật đúc thường căn cứ vào sự tập trung hay phân tán lượng kim loại trên toàn bộ vật đúc.

Những kết cấu vật đúc phức tạp gây khó khăn nhiều hơn cho quá trình làm khuôn, điền đầy kim loại lỏng. Kết cấu càng thu gọn càng thuận tiện hơn.

Trong thực tế, các dạng như puly, bánh răng, gối đỡ,... có kết cấu đơn giản. Các loại như thân máy, vỏ hộp giảm tốc, vỏ động cơ,... thuộc loại kết cấu phức tạp.

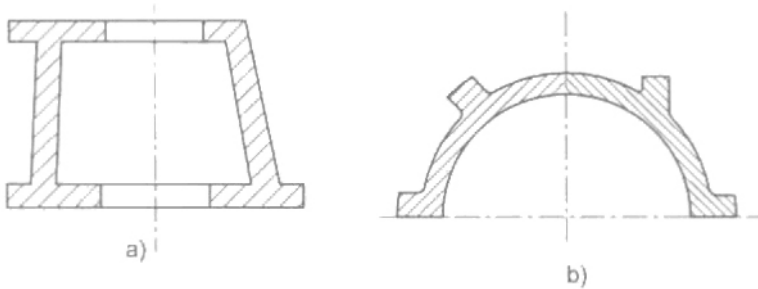
Thiết kế một kết cấu không những phải xác định hợp lý hình dáng, kích thước, loại tiết diện sao cho phù hợp với khả năng làm việc, khả năng chịu lực mà còn phải đạt được kết cấu đúc hợp lý. Người ta gọi đó là kết cấu công nghệ đúc.

2.2. THIẾT KẾ KẾT CẤU PHÔI ĐÚC THEO QUAN ĐIỂM CÔNG NGHỆ LÀM KHUÔN ĐÚC

Công nghệ làm khuôn gồm các nguyên công cơ bản như sau: đảm chặt hỗn hợp, rút mẫu, làm lõi và lắp ráp lõi, lắp khuôn. Công nghệ làm khuôn càng đơn giản, chất lượng vật đúc càng cao. Kết cấu vật đúc hợp lý phải thỏa mãn các điểm sau đây:

- Kết cấu phải đảm bảo chọn hướng rút mẫu dễ dàng, hoặc phân bố trong một lòng khuôn, hoặc không phải làm mẫu rời...

Trên hình 2.1 giới thiệu các kết cấu hợp lý và không hợp lý khi rút mẫu.

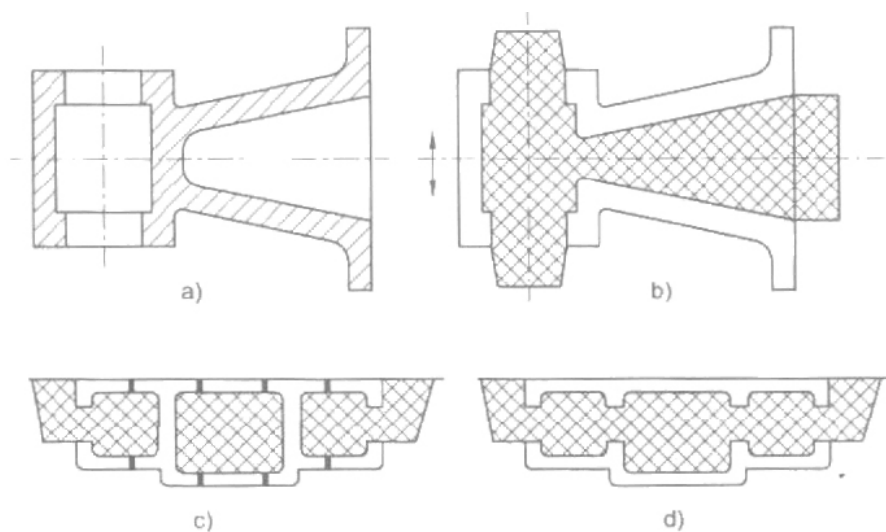


Hình 2.1. a, b. Bên trái không hợp lý, bên phải hợp lý

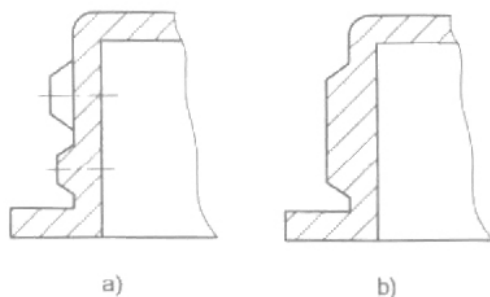
- Kết cấu vật đúc có số lượng lõi càng ít càng tốt, đảm bảo dễ định vị khi lắp ráp và dễ phá lõi khi dỡ khuôn, làm sạch.

Trên hình 2.2 kết cấu (a) có hai phần lõi tách biệt và một lõi phải đặt công xôn. Có thể sửa lại kết cấu đó như (b) mà không có ảnh hưởng gì đến khả năng chịu lực, trong lúc ta chỉ có một lõi liền cứng vững và dễ lắp đặt. Kết cấu (c) có ba lõi có thể sửa lại thành kết cấu có một lõi chung (d). Tuy vậy không phải bao giờ cũng đúng, vì nếu ghép quá nhiều sẽ làm lõi quá phức tạp.

- Kết cấu vật đúc có các mặt bích hoặc phần nhô, nên thiết kế có cùng độ cao và nối liền lại nên chúng ở gần nhau để dễ làm khuôn (tránh phải làm mẫu rời). Trên hình 2.3 kết cấu (a) không hợp lý, kết cấu (b) hợp lý hơn.



Hình 2.2 a,c) Lỗ nhiều lỗ; b,d) Lỗ một lỗ.



Hình 2.3. b) Hợp lý; a) Không hợp lý

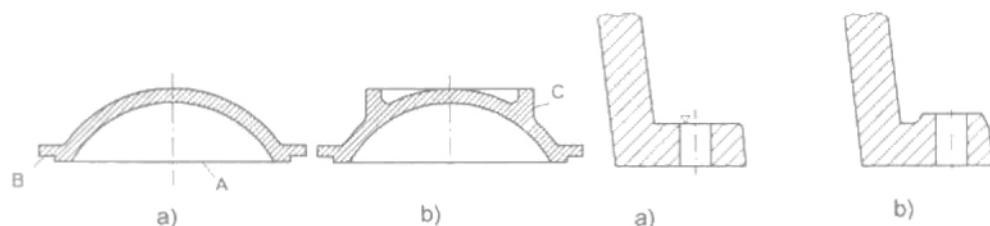
2.3. THIẾT KẾ KẾT CẤU PHÔI ĐÚC THEO QUAN ĐIỂM GIA CÔNG CƠ KHÍ VÀ LẮP RÁP

Hầu hết các vật đúc đều phải qua gia công cắt gọt. Để thuận tiện cho quá trình cắt gọt kết cấu vật đúc phải thỏa mãn các đặc điểm sau đây:

– Đảm bảo gá lắp trên máy và đồ gá chắc chắn và thuận tiện, chính xác. Ví dụ trên hình 2.4 kết cấu (a) không thể gá kẹp để gia công các mặt A,B được. Cần có thêm phần C (b) để dựng nó làm mặt định vị khi kẹp chặt trên mâm cặp máy tiện.

– Kết cấu không gây cản trở cho quá trình cắt gọt (hình 2.5). Trên những mặt phẳng hoặc mặt cong, nếu chỉ cần gia công cắt một phần thì phần đó phải nhô cao hơn một lượng độ dày bằng giá trị lượng dư gia công cơ (hình 2.5b).

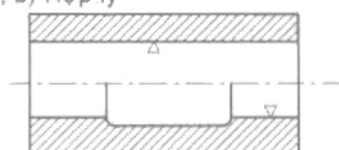
Tạo những bề mặt vuông góc với tâm lỗ khoan để đảm bảo khoan lỗ chính xác. Thí dụ hai kết cấu trên hình 2.6. Kết cấu (b) công nghệ khoan không hợp lý, kết cấu (a,c) hợp lý.



Hình 2.4. A,B: Mặt cân gia công; C- Vấu gá kẹp

a) Không hợp lý; b) Hợp lý

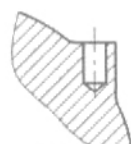
Hình 2.5. a) Khó gia công cắt gọt; b) Dễ gia công



a)



b)



c)

Hình 2.6. a,c) Dễ gia công; b) Khó gia công.

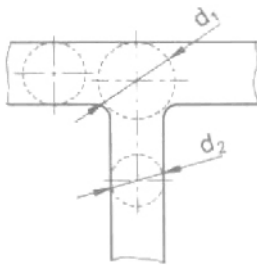
2.4. THIẾT KẾ KẾT CẤU PHÔI ĐÚC THEO QUAN ĐIỂM TÍNH ĐÚC CỦA HỢP KIM ĐÚC

Hợp kim đúc khi chuyển từ trạng thái lỏng sang đặc trong khuôn chịu ảnh hưởng lớn của kết cấu vật đúc. Khi kết cấu không hợp lý sẽ gây khó khăn cho việc chọn hướng kết tinh và dễ gây khuyết tật vật đúc.

– Kết cấu chống xuất hiện rỗ co : nơi xuất hiện rỗ co là nơi tập trung kim loại nhiều hơn xung quanh nó. Để đánh giá lượng kim loại tập trung nhiều hay ít người ta dùng khái niệm vòng tròn nhiệt. Trên hình 2.7 biểu diễn các vòng tròn nhiệt có đường kính khác nhau.

Nếu sự chênh lệch đường kính của vòng tròn lớn sẽ dễ xuất hiện rỗ co ở vùng có đường kính lớn nhất. Theo kinh nghiệm, nếu trong cùng kết cấu, khi $d_1/d_2 > 1,5$ là không hợp lý.

Khi xác định trước được hướng kết tinh và vị trí của chân đậu ngót thì vòng tròn nhiệt càng lên trên phải dần dần lớn hơn để phát huy khả năng bổ ngót.



Hình 2.7. Biểu thị các vòng tròn nhiệt

Nên giảm bớt lượng kim loại tập trung ở những phần không cần thiết để tránh rỗ co (hình 2.8).

Những kết cấu có dạng ống (Moay ơ) khi đúc cần chọn đường kính trong và ngoài hợp lý (hình 2.9). Để tận dụng khả năng tách nhiệt của lõi, nếu lỗ quá nhỏ so với chiều dày thành ống thì khả năng đông đặc tại đó sẽ chậm hơn và dễ xuất hiện rỗ co. Thường người ta chọn tỷ lệ đường kính ngoài D và đường kính trong d theo : $D - d > \frac{D}{2}$

– Kết cấu chống xuất hiện ứng suất dư.

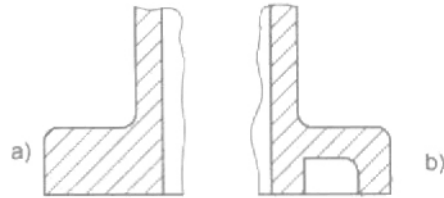
Xét về mặt kết cấu, ứng suất dư sinh ra do nguội không đồng đều ở các phần trong cùng vật đúc, do kết cấu có độ co chiều dài lớn. Do đó để chống xuất hiện rỗ co phải tuân theo các điểm sau:

Độ dày thành ngoài bao giờ cũng lớn hơn thành trong một ít để bảo đảm sự nguội đồng đều cùng một lúc. Kinh nghiệm thực tế cho theo bảng 2.1.

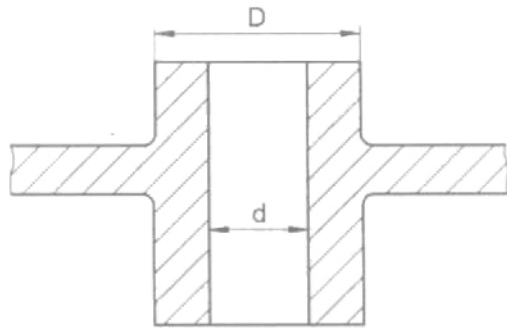
Bảng 2.1. Độ dày thành ngoài, thành trong hợp lý

Thành ngoài (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
Thành trong (mm)	5	6	8	10	12	12	14	16	18	22

Trong kết cấu vật đúc, chỗ tiếp giáp giữa thành dày và thành mỏng phải tạo phần chuyển tiếp và góc lượn hợp lý (hình 2.10).



Hình 2.8. a) Kết cấu có sinh rỗ co; b) Kết cấu không sinh rỗ co.

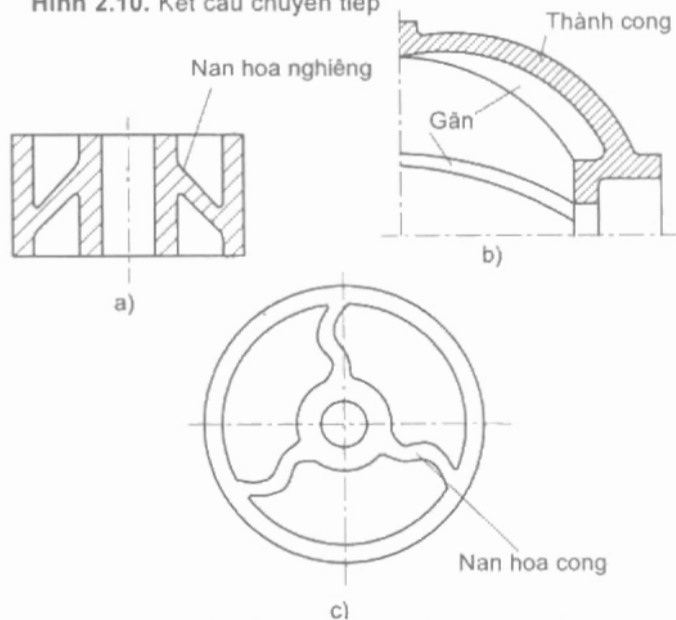


Hình 2.9. Quan hệ đường kính trong d và đường kính ngoài D : $D - d > \frac{D}{2}$

Tỷ số chiều dày thành		Kích thước
$A/a \leq 1,75$	$A/a > 1,75$	
		$c = 0,6 A$ $L \geq 6(c - a)$ $r = (A + a) / 4$ $R = (A + a) / 2$
		$c = 0,6 A$ $L \geq 4(c - a)$ $r = (A + a) / 4$ $R = (A + a) / 2$
		$L \geq 4(0,6c - a)$ $r = (A + a) / 4$ $R = (A + a) / 2$

Hình 2.10. Kết cấu chuyển tiếp

Tránh các kết cấu có độ co chiều dài lớn để gây ra biến dạng hoặc thậm chí phá hủy, bằng cách tạo các gân cứng vững, thiết kế những thanh có độ cong hợp lý, những kết cấu có nan hoa nên là số lẻ hoặc dạng nan hoa cong, nghiêng một góc so với mặt phẳng ngang (hình 2.11).



Hình 2.11. Kết cấu chống co chiều dài và biến dạng

Chương 3

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO KHUÔN ĐÚC

Thiết kế khuôn đúc là một khâu quan trọng trong quá trình sản xuất đúc. Đây là một sự tổng hợp các kiến thức để cụ thể hóa trên bản vẽ và tính toán trong thuyết minh.

Người ta căn cứ vào các yếu tố sau để thiết kế:

- Loại hợp kim đúc: gang, thép hoặc hợp kim màu,...
- Yêu cầu kỹ thuật của chi tiết máy gồm độ chính xác, độ bóng bề mặt, chất lượng hợp kim.
- Hình dạng và kích thước kết cấu vật đúc và khối lượng vật đúc.
- Dạng sản xuất: đơn chiếc, hàng loạt hay hàng khối.

Trên cơ sở đó chọn dạng sản xuất, phương pháp đúc và tiến hành thiết kế, chế tạo khuôn đúc cụ thể.

Mỗi một phương pháp đúc, có những nét đặc trưng riêng để thiết kế chế tạo khuôn đúc phù hợp. Tuy nhiên, đúc trong khuôn cát là dạng đúc phổ biến và cũng có những đặc trưng chung cho các quá trình đúc khác, do đó ở đây chỉ tập trung giới thiệu thiết kế, chế tạo vật đúc trong khuôn cát.

3.1. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BẢN VẼ PHÔI ĐÚC

Bản vẽ đúc (Bản vẽ phôi đúc) về nội dung không phải là bản vẽ chế tạo, nhưng trên cơ sở bản vẽ này người ta thành lập được một loạt các bản vẽ khác như: bản vẽ mẫu, hộp lõi, bản vẽ lắp khuôn,...

Để thành lập bản vẽ đúc – phôi đúc, người thiết kế phải dựa vào bản vẽ chi tiết máy và tiến hành theo các bước sau đây:

3.1.1. Phân tích kết cấu

Như chương 2 đã nghiên cứu, khi thiết kế phôi đúc cho một chi tiết nào đó phải tiến hành phân tích kết cấu chi tiết đó có hợp lý không và dựa vào

những nguyên tắc đã nêu để thiết kế, sau đó dựa vào bản vẽ chi tiết đó hoặc vào một chi tiết máy sẵn có để phân tích các yếu tố sau:

– Đầu tiên phải đọc kỹ bản vẽ, nhận dạng đúng chi tiết, ghi nhận những điều kiện kỹ thuật đó ghi trong bản vẽ chi tiết, vật liệu chế tạo chi tiết, thậm chí phải hình dung cả vị trí của chi tiết đó trong thiết bị, yêu cầu chịu lực và các yêu cầu khác....

– Dự kiến trước sơ bộ quy trình gia công cắt gọt chi tiết đó trên các loại máy công cụ. Xác định những phần bề mặt phải gia công, những mặt chuẩn công nghệ....

Quá trình phân tích kết cấu cho phép đánh giá hợp lý hoặc chưa hợp lý của kết cấu vật đúc : từ đó nêu cho phép có thể thay đổi một phần kết cấu nhằm:

+ Đơn giản hóa kết cấu tạo điều kiện dễ đúc hơn như lược bỏ các rãnh then, rãnh lùi dao, các lỗ nhỏ quá không đặt lõi được,...

+ Tăng hoặc giảm độ dày thành vật đúc, các gân gờ, các phần chuyển tiếp cho phù hợp với các nguyên tắc đã xét. Việc thay đổi đó chỉ có lợi mà không làm ảnh hưởng đến khả năng chịu lực hoặc điều kiện làm việc.

Cần lưu ý rằng, không nên coi việc đơn giản hoá chi tiết mà làm sai khác quá mức kết cấu ban đầu của chi tiết máy. Cố gắng sao cho hình dạng và kích thước càng gần với chi tiết máy càng tốt.

3.1.2. Xác định mặt phân khuôn

Mặt phân khuôn là bề mặt tiếp xúc của các nửa khuôn với nhau.

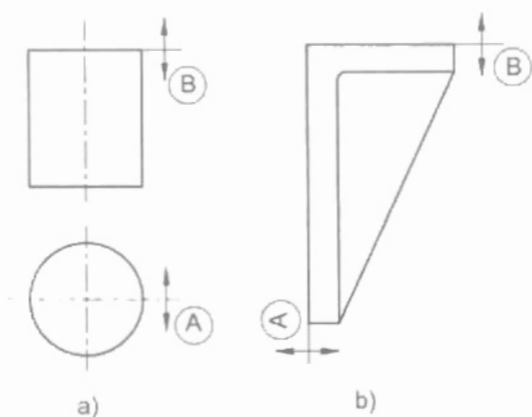
Mặt phân khuôn có thể là mặt phẳng, mặt bậc hoặc cong bất kỳ nhưng vật đúc khác nhau có mặt phân khuôn chọn khác nhau. Có thể trong khuôn đúc có một vài ba mặt phân khuôn. Nó là yếu tố quan trọng, bởi vì nhờ mặt phân khuôn ta có thể tạo lòng khuôn chính xác,... tóm lại mặt phân khuôn là yếu tố cần thiết không thể thiếu được. Để chọn mặt phân khuôn hợp lý phải dựa trên một số nguyên tắc chung sau đây:

1. Chọn mặt phân khuôn dựa vào công nghệ làm khuôn.

Công nghệ làm khuôn gồm rút mẫu, sửa chữa lòng khuôn, làm lõi; định vị lõi và lắp khuôn. Vì vậy phải đảm bảo được các đặc tính sau:

– Chọn mặt phân khuôn qua tiết diện có diện tích lớn nhất (theo vị trí đặt mẫu) để rút mẫu dễ dàng, không bị vướng, không tạo ra ma sát giữa mẫu và khuôn quá lớn.

Chọn mặt phân khuôn sao cho lòng khuôn là nông nhất để vừa dễ rút mẫu vừa dễ sửa chữa lòng khuôn, nhất là các vật đúc có thành mỏng tạo lòng khuôn rất hạn hẹp. Ví dụ như hai vật đúc hình 3.1a có hai phương án và hình 3.1b cũng có hai phương án.

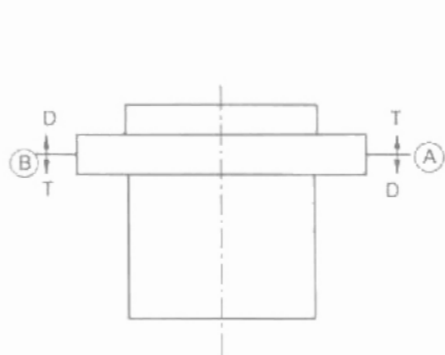


Hình 3.1. Phương án chọn mặt phân khuôn

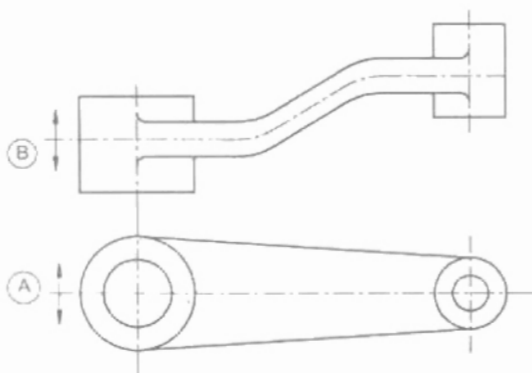
Lòng khuôn nông còn có lợi khi điền đầy kim loại lỏng, nó sẽ tạo ra dòng chảy êm ít làm hỏng khuôn.

– Những kết cấu có lòng khuôn phân bố ở cả khuôn trên và khuôn dưới hình 3.2, nên chọn lòng khuôn trên nông hơn; như vậy sẽ dễ làm khuôn, dễ lắp khuôn.

– Mặt phân khuôn nên chọn mặt phẳng tránh các mặt bậc hay mặt cong. Bởi vì mặt bậc và cong rất khó làm, phải có hòm khuôn thích hợp; hình 3.3 chọn theo phương án A tốt hơn B.



Hình 3.2. Phương án chọn mặt phân khuôn



Hình 3.3. Chọn mặt phân khuôn

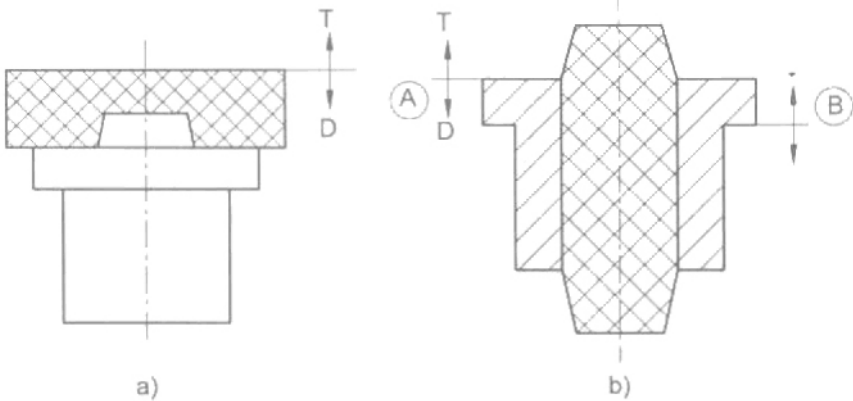
2. Chọn mặt phân khuôn dựa vào độ chính xác của lòng khuôn.

Độ chính xác vật đúc phụ thuộc vào độ chính xác của lòng khuôn. Do đó phải đảm bảo các yêu cầu sau:

Lòng khuôn tốt nhất là chi phân bố trong một hòm khuôn. Điều này tránh được sai số khi ráp khuôn.

Những vật đúc có nhiều tiết diện khác nhau nếu yêu cầu độ đồng tâm, người ta có thể dùng phần đất phụ để đặt toàn bộ vật đúc trong một hòm khuôn (hình 3.4a), miếng đất phụ sẽ làm thay đổi phần nào hình dạng mẫu để tạo ra tiết diện lớn nhất tại mặt phân khuôn.

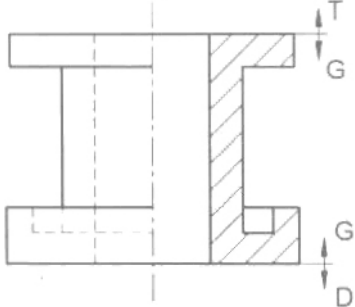
Những vật đúc có lõi, nên bố trí sao cho vị trí của lõi là thẳng đứng (hình 3.4b) như vậy sẽ dễ định vị lõi chính xác, tránh được tác dụng lực của kim loại lỏng làm biến dạng thân lõi, dễ kiểm tra khi lắp ráp.



Hình 3.4

a) Dùng miếng đất phụ; b) Phương án lõi đứng.

– Số lượng mặt phân khuôn càng ít càng bảo đảm chính xác. Trường hợp phải chọn đến hai mặt phân khuôn như hình 3.5, nên cho toàn bộ vật đúc ở khuôn giữa, đặt như vậy dù các nửa khuôn có bị xô dịch khi lắp ráp cũng không ảnh hưởng đến lòng khuôn cơ bản.



Hình 3.5. Khuôn đúc với 3 hòm khuôn

– Không chọn mặt phân khuôn qua chỗ có tiết diện thay đổi vì như vậy rất khó phát hiện sai lệch tâm giữa các bề mặt, đồng thời gây khó khăn khi gia công cắt gọt. Ví dụ : Kết cấu có dạng như hình 3.4b nên chọn phương án A, phương án B không hợp lý.

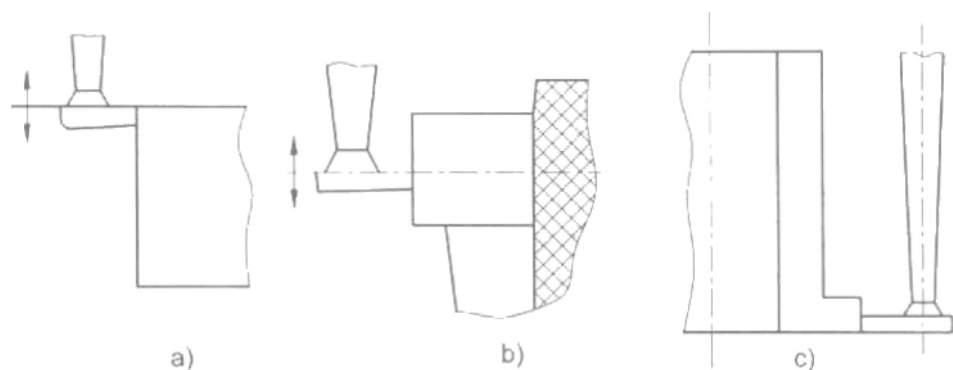
3. Chọn mặt phân khuôn bảo đảm chất lượng hợp kim đúc.

Quá trình kết tinh của kim loại lỏng trong khuôn đúc bao giờ cũng có hướng kết tinh từ dưới lên trên và từ xung quanh vào giữa, mặt trên cùng kết tinh chậm nhất; vì vậy cần đảm bảo các nguyên tắc :

- Những bề mặt quan trọng cần chất lượng cao hoặc bố trí ở dưới hoặc ở hai bên vì bề mặt trên nguội sau cùng nên chứa nhiều tạp chất.

- Chọn mặt phân khuôn sao cho hướng kết tinh từ xa chuyển dần về chân đậu ngót hoặc hệ thống rót. Nói cách khác là nên đặt các phần thành mỏng xuống dưới và chân đậu ngót hay hệ thống rót đặt ở chỗ tập trung kim loại và cao nhất.

- Chọn mặt phân khuôn tinh đến vị trí đặt hệ thống rót để bảo đảm kim loại lỏng điền đầy nhanh, không tạo dòng chảy rối làm hỏng khuôn. Trong thực tế có thể có 3 vị trí rót: từ trên xuống, bên cạnh và từ dưới lên (rót xiphông) chú ý rằng chỗ dẫn kim loại lỏng vào nằm sát ngang mặt phân khuôn hình 3.6.



Hình 3.6. Các phương án dẫn kim loại vào lòng khuôn

a) Toàn bộ lòng khuôn nằm ở hòm khuôn dưới, b) Lòng khuôn ở cả hai hòm khuôn, c) Lòng khuôn nằm ở hòm khuôn trên.

3.1.3. Xác định các đại lượng của bản vẽ đúc

1. Lượng dư gia công cắt gọt: là phần kim loại dôi ra trên vật đúc để khi cắt bỏ đi sẽ có độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt theo yêu cầu trên bản vẽ chi tiết.

Những bề mặt không ghi độ bóng (bề mặt thô) sẽ không xác định lượng dư.

Lượng dư gia công đặt trên vật đúc phụ thuộc vào kích thước vật đúc, vào vị trí các bề mặt vật đúc trong khuôn, vào độ chính xác đúc và dạng sản xuất.

Lượng dư đặt trên các mặt trên của vật có giá trị lớn hơn mặt bên và dưới.

Dạng sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ có giá trị lượng dư lớn, làm khuôn bằng tay. mẫu gỗ có giá trị lượng dư lớn hơn so với làm bằng máy. mẫu kim loại.

Công nghệ đúc trong khuôn cát đạt cấp chính xác thấp hơn (cấp 3) so với công nghệ đúc đặc biệt (có thể đạt được cấp 2 hoặc cấp 1).

2. Lượng thừa: Để tạo điều kiện thuận tiện cho công nghệ chế tạo khuôn, lõi, các chi tiết máy có các rãnh nhỏ (rãnh then, rãnh thoát dao,...) hoặc các lỗ có kích thước nhỏ cần gia công, thông thường cho phép đúc đặc, sau đó chúng được tạo ra trong các bước gia công cắt gọt. Lượng kim loại được đúc đặc đó gọi là lượng thừa.

3. Độ dốc rút mẫu

Trên các thành đứng (vuông góc với mặt phân khuôn) cần có độ dốc rút mẫu gọi là độ xiên đúc. Giá trị độ dốc càng lớn càng dễ rút mẫu nhưng nó sẽ làm sai lệch hình dạng và làm tăng sự hao phí kim loại vật đúc. Vì vậy về nguyên tắc khi chiều cao thành khuôn lớn, độ dốc rút mẫu phải nhỏ. Khi sử dụng vật liệu mẫu khác nhau phương pháp đúc khác nhau, giá trị độ dốc khác nhau.

Mặt khác, khi đúc trong khuôn cát cần lưu ý thiết lập độ dốc này còn phụ thuộc vào các yếu tố sau: độ dốc trên bề mặt có lượng dư, độ dốc trên bề mặt có thành dày và mỏng (tham khảo trong sổ tay đúc).

4. Góc lượn là góc tiếp giáp giữa 2 bề mặt giao nhau của vật đúc. Góc lượn đảm bảo cho khuôn đúc bền và diện đáy tốt hơn. Góc lượn cũng giúp cho mẫu nâng cao độ bền, dễ rút mẫu, mặt khác không kém phần quan trọng là góc lượn bảo đảm cho vật đúc khi mới hình thành trong khuôn đúc không bị phá hủy.

Tùy thuộc khuôn hay vật đúc ta có góc lượn ngoài và góc lượn trong. Giá trị bán kính góc lượn có thể xác định theo công thức :

$$\text{Bán kính góc trong: } r = \left(\frac{1}{3} : \frac{1}{5} \right) (a + b)$$

$$\text{Bán kính góc ngoài: } R = r + b$$

Trong đó: a, b là chiều dày thành vật đúc giao nhau ($a > b$).

5. Thiết kế lõi và gổ lõi

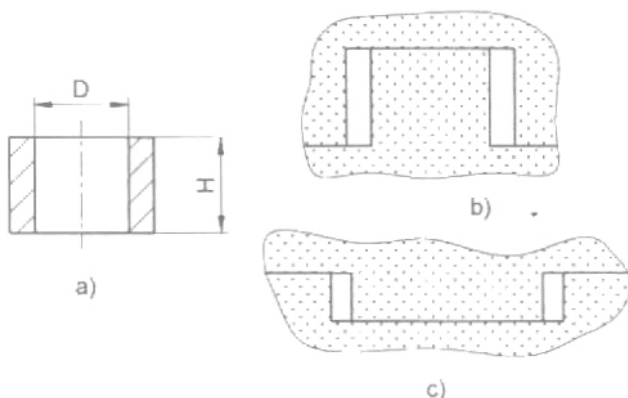
Lõi dùng để tạo lỗ hoặc phần lõm trong vật đúc. Phần đặt lõi đã xác định khi chọn mặt phân khuôn.

Để xác định số lượng lõi, khi thiết kế đúc cần tuân theo các quy định sau đây:

- Những lỗ cần gia công cắt gọt tùy theo dạng sản xuất, nếu kích thước nhỏ có thể không cần đặt lõi mà đúc liền. Ví dụ khi sản xuất hàng loạt nhỏ các lỗ có đường kính $d \leq 50\text{mm}$, sản xuất hàng loạt vừa $d \leq 30\text{mm}$ có thể đúc liền, việc tạo lỗ sẽ do gia công cắt gọt đảm nhiệm.

- Những lỗ không cần gia công cắt gọt có đường kính $d > 30\text{mm}$ cần phải đặt lõi.

- Số lượng lõi càng ít càng tốt để đảm bảo nguyên tắc này có thể thay thế lõi bằng những phần nhô của khuôn, xem hình 3.7.



Hình 3.7. Phần nhô hòm khuôn

Nếu $\frac{D}{H} \leq 0,85$ có thể thay lõi bằng phần nhô của khuôn dưới (hình 3.7b).

Nếu $\frac{D}{H} > 3$ có thể thay lõi bằng phần nhô của khuôn trên (hình 3.7c).

Dùng ụ cát thay lõi đảm bảo độ chính xác của khuôn đúc, giảm bớt được hộp lõi và thời gian làm lõi, những phần nhô gây phần nào khó khăn cho một số nguyên công làm khuôn và lắp ráp khuôn.

Những lõi lớn có độ phức tạp cao, có tiết diện thay đổi nhiều có thể kết hợp cả phần nhô và phần lõi (hình 3.8c).

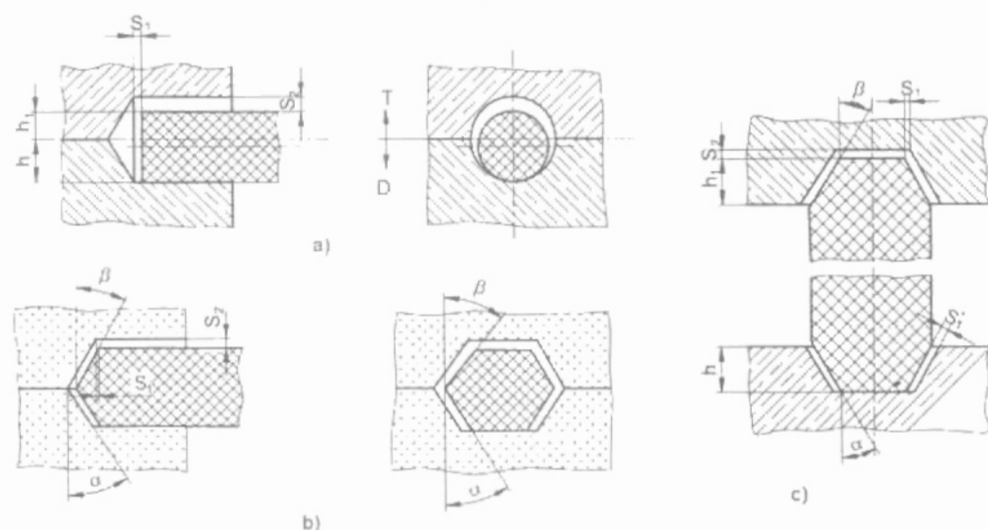
Thiết kế gổ lõi : Gổ lõi là bộ phận để định vị lõi trong khuôn đúc; vì vậy gổ lõi phải đảm bảo định vị chính xác và ổn định, phải dễ lắp ráp lõi vào khuôn.

Căn cứ vào vị trí của lõi trong khuôn, người ta chia ra hai loại cơ bản: lõi đứng và lõi ngang. Từ đó gổ lõi cũng phải thiết kế phù hợp với dạng lõi trên.

Lõi nằm ngang có gổ lõi phân bố cả ở khuôn trên và khuôn dưới ở chỗ mặt phân khuôn.

Để đảm bảo độ chính xác, gổ lõi ngang có tiết diện để chống lại trọng lượng chính của cả lõi.

Tiết diện ngang của gổỉ lổ ngang c3 thể l3 tr3nh, vu3ng hay s3u c3nh. Tr3n hinh 3.8 gi3i thi3u m3t v3i lo3i gổỉ lổ.



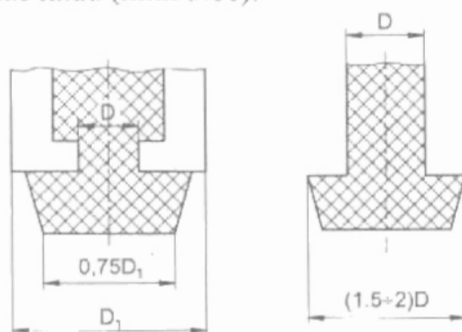
Hinh 3.8. C3c lo3i gổỉ lổ

a) Gổỉ lổ ngang hinh tr3, b) Gổỉ lổ ngang 6 c3nh, c) Gổỉ lổ đ3ng

Nh3ng lổ đ3ng, gổỉ lổ đ3ng đ3nh v3i theo h3ng vu3ng g3c v3i m3t ph3n khu3n nằm ngang. Gổỉ lổ ph3i d3ng l3n khu3n d3ng b3ng ch3nh kh3i l3ng c3a lổ. Gổỉ lổ tr3n ch3i t3c d3ng l3n khu3n tr3n khi c3 l3c đ3y kim lo3i l3ng t3c d3ng v3o lổ. V3i thể hai gổỉ lổ d3ng v3 tr3n c3 k3ch th3c kh3c nhau v3 c3 thể c3u t3o kh3c nhau (hinh 3.8c).

Gổỉ lổ d3ễ l3p r3p hơn, nhưng ph3i đ3m b3o đ3 ch3nh x3c v3 t3nh 3n đ3nh, n3n g3c c3n α b3 hơn, chi3u c3o gổỉ lổ h l3n hơn so v3i gổỉ lổ tr3n.

Đ3i v3i nh3ng lổ đ3ng c3 t3 l3y chi3u c3o tr3n đ3ng k3nh th3n lổ l3n, đ3 tr3nh m3t 3n đ3nh, người ta thi3t k3 t3ng đ3ng k3nh t3i gổỉ lổ d3ng (hinh 3.9).

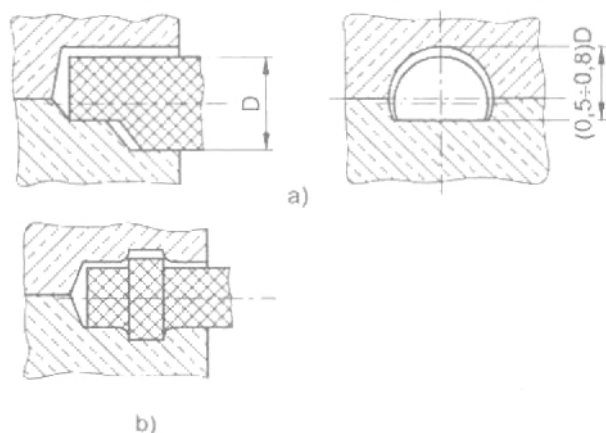


Hinh 3.9

M3t s3 trường hợp c3n x3c đ3nh ch3nh x3c v3 tr3i t3o đ3 c3a lổ, người ta thi3t k3 gổỉ lổ như sau:

+ Gổỉ lổ c3 kh3a ch3ng xoay (hinh 3.10a).

+ Gối lõi có khóa chống dịch chuyển dọc (hình 3.10b).



Hình 3.10. Gối lõi có khóa

a) Khóa chống xoay, b) Khóa chống dịch dọc.

6. Thiết kế khe hở tại gối lõi: khe hở tại gối lõi là khe hở tồn tại giữa tai gối lõi và lòng gối đỡ tại gối lõi của lòng khuôn. Tác dụng của khe hở này là để khi lắp lõi và ráp nửa khuôn trên được dễ dàng; mặt khác khe hở còn tạo điều kiện cho sự dẫn nở lõi khi lõi tiếp xúc với kim loại lỏng.

Độ lớn của khe hở S_1 , S_2 (hình 3.8) phụ thuộc vào đường kính lõi và được tra cứu trong các bảng của sổ tay đúc.

7. Thiết kế dung sai kích thước cho bản vẽ đúc: dung sai vật đúc là sai số của kích thước vật đúc cho phép so với kích thước danh nghĩa.

Dung sai của vật đúc phụ thuộc vào nhiều yếu tố: phương pháp đúc, khuôn đúc, loại mẫu, hộp lõi,...

Giá trị của dung sai kích thước phụ thuộc vào cấp chính xác của phương pháp đúc (thường đúc trong khuôn cát đạt cấp chính xác cấp 3) và phụ thuộc vào kích thước; giá trị dung sai của các kích thước được tra cứu trong các bảng của sổ tay kỹ thuật đúc. Cần lưu ý khi lựa chọn giá trị dung sai sao cho dung sai thành phần trên các khâu kích thước phải phù hợp với dung sai khâu khép kín.

Khi đúc trong khuôn cát sai số kích thước khá lớn, nguyên nhân do độ lồi khi rút mẫu, độ co khi sấy khuôn và lõi, do độ lún của hỗn hợp khi chịu áp lực của kim loại lỏng trong khuôn,...

3.2. THIẾT KẾ BỘ MẪU

Trong công nghệ đúc khuôn cát, bộ mẫu là thành phần quan trọng để tạo khuôn cát. Bộ mẫu thông thường bao gồm : mẫu, hộp lõi, mẫu hệ thống rót và mẫu đậu hơi, đậu ngót và tấm mẫu.

3.2.1. Thiết kế mẫu

Mẫu là bộ phận tạo ra lòng khuôn đúc khi làm khuôn. Mẫu sẽ in hình mặt ngoài của vật đúc đã thiết kế, trừ phần tai mẫu để tạo ra vị trí góc gói lõi, hình dạng và kích thước mẫu tương ứng với bề mặt ngoài của vật đúc.

Để có mẫu đúc, ta phải thiết kế bản vẽ mẫu: bản vẽ mẫu được thiết kế trên cơ sở bản vẽ đúc đã được thiết kế ; căn cứ vào bản vẽ đúc để thiết lập bản vẽ mẫu, bao gồm các yếu tố thiết kế sau:

- Mặt phân mẫu;
- Hình dạng và mặt ngoài của mẫu;
- Hình dạng của góc mẫu (nếu có lõi trên bản vẽ đúc, kể cả những lõi phụ hoặc những miếng đất phụ được thiết kế khi chọn mặt phân khuôn);
- Vật liệu dự định để chế tạo mẫu.

Từ đó trình tự các bước để thiết kế bản vẽ mẫu như sau:

1. Xác định mặt phân mẫu: đa số mẫu đúc có mặt phân mẫu trùng với mặt phân khuôn, một vài trường hợp cá biệt hai mặt đó không trùng nhau. Khi đã xác định mặt phân mẫu thì mẫu sẽ có các phần riêng biệt để chế tạo nên bản vẽ mẫu phải thể hiện được điều đó. Đặc biệt là phải phân định rõ mẫu trên và mẫu dưới kể cả trường hợp mặt phân khuôn là mặt đối xứng.

2. Xác định hình dạng và kích thước tai mẫu.

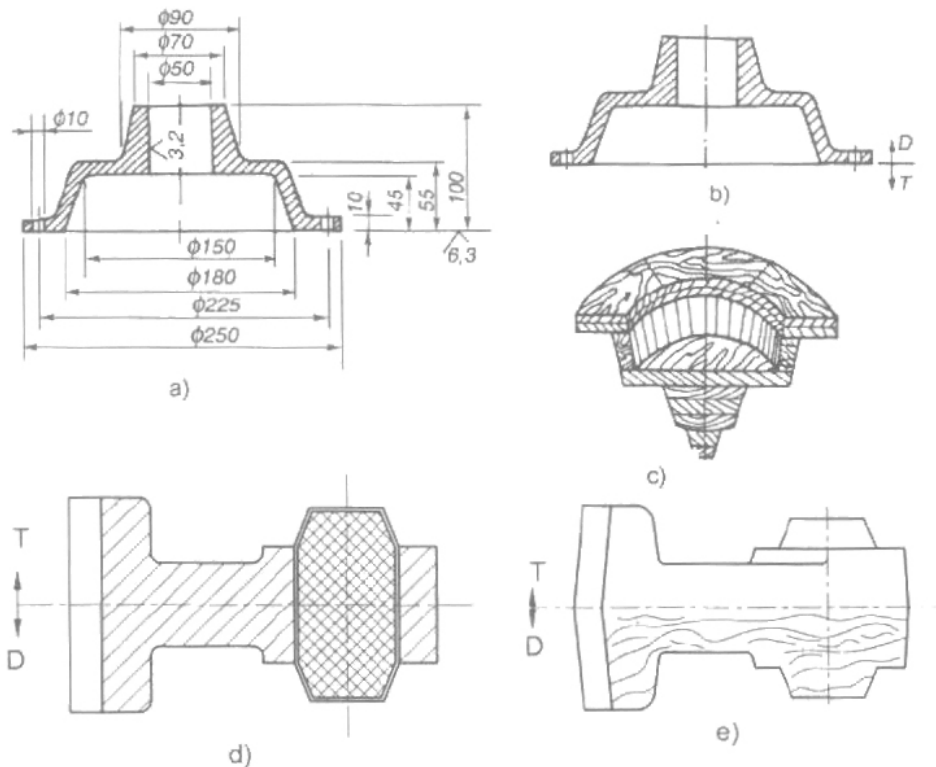
Tai mẫu sẽ in hình trong khuôn để tạo ra góc lõi. Phải dựa vào hình dạng góc lõi, khe hở giữa lõi và khuôn và quá trình lắp ráp khuôn để thiết kế tai mẫu, sai số kích thước tai mẫu sẽ dẫn đến sai số kích thước của lòng khuôn đúc.

3. Kích thước và dung sai kích thước mẫu: mỗi một phần mẫu riêng biệt có kích thước bộ phận của chúng. Những kích thước bị chia ra do mặt phân mẫu khi ghép lại phải tương ứng với kích thước vật đúc. Những kích thước quan trọng phải xác định dung sai. Dung sai thành phần phải phù hợp với dung sai của một khâu khép kín.

Cần lưu ý rằng, kim loại lỏng khi dịch chuyển sang đặc sẽ co lại, như vậy nếu lấy đúng các kích thước ở bản vẽ đúc sao lại cho bản vẽ mẫu thì vật đúc sẽ hụt kích thước do co ngót. Vì vậy, về thực chất kích thước mẫu phải tăng lên một lượng tương ứng với độ co của từng hợp kim. Tuy nhiên khi ghi trên bản vẽ vẫn lấy số liệu theo bản vẽ đúc (khi chế tạo mẫu người ta phải dùng thước tỷ lệ tùy thuộc vào loại kim loại đúc khác nhau).

4. Cấu tạo của mẫu: để thực hiện đầy đủ một bản vẽ chế tạo phải xác định từ đầu vật liệu chế tạo nó (gỗ, kim loại,...)

Những mẫu nhỏ nếu là gỗ có thể dùng gỗ liền, nếu mẫu phức tạp, dễ biến dạng phải cấu tạo bằng ghép gỗ trái thớ. Nếu kích thước và khối lượng mẫu lớn để tiết kiệm vật liệu và giảm khối lượng mẫu có thể làm rỗng bên trong.



Hình 3.11

a) Bản vẽ chi tiết, b,d) Bản vẽ đúc; c,e) Bản vẽ mẫu.

5. Phân định vị khi ghép mẫu : những mẫu tròn xoay có mặt phân mẫu vuông góc trục tâm chỉ cần làm một chốt định vị về nguyên tắc khoảng cách

giữa các chốt càng xa nhau định vị càng chính xác. Cấu tạo chốt và lỗ chốt phải có kích thước để dễ rút và dễ lắp.

Ngoài ra trên bản vẽ mẫu phải xác định thêm độ nhẵn bóng bề mặt, màu sơn của các bộ phận mẫu.

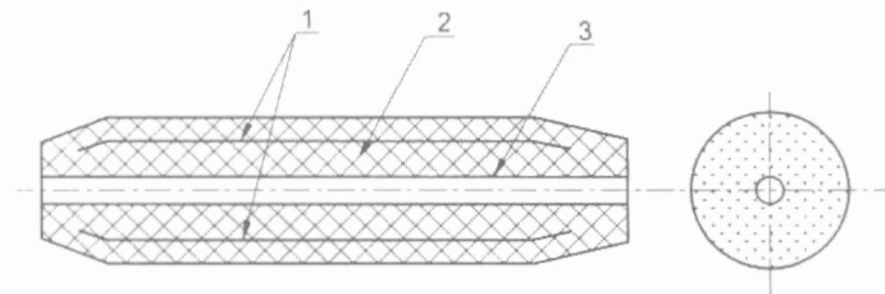
Trên hình 3.11 giới thiệu bản vẽ của mẫu.

3.2.2. Thiết kế lõi và hộp lõi

Lõi là một bộ phận của khuôn đúc để tạo ra phần lõm cần có trong vật đúc. Do đó lõi có hình dạng và kích thước tương ứng với phần lỗ hoặc lõm cần có đó.

Lõi có thể làm bằng kim loại hoặc bằng hỗn hợp cát.

Trên hình vẽ 3.12 giới thiệu một lõi cát đơn giản.



Hình 3.12. Cấu tạo lõi cát

1. Xương kim loại; 2. Hỗn hợp lõi; 3. Rãnh thoát khí

Để thiết kế hộp lõi, trước hết phải xác định được hình dạng và kích thước lõi (thân lõi và các gờ lõi), sau đó phải tính đến cấu tạo của xương lõi và hình dạng kích thước rãnh thoát khí.

Hộp lõi ngoài việc tạo ra lõi có độ chính xác về hình dáng, kích thước, còn phải tính đến các thao tác đặt xương, điền đầy hỗn hợp, dậm chặt, tạo rãnh hay lỗ thoát khí và cuối cùng là lấy lõi ra khỏi hộp.

Người ta thường thiết kế 3 loại hộp lõi: hộp lõi nguyên để tạo lõi đơn giản dạng côn, hộp lõi hai nửa để tạo lõi hình trụ có chiều dài tùy ý, hộp lõi nhiều phần để ghép lại để chế tạo lõi phức tạp có thể tích lớn.

– Thành lập bản vẽ hộp lõi.

Bản vẽ hộp lõi cũng là bản vẽ chế tạo nên phải đáp ứng đầy đủ các quy ước kỹ thuật về bản vẽ chế tạo. Sau khi đã xác định được hình dạng, kích thước thân lõi và gôi lõi, trình tự thiết kế hộp lõi phải theo các bước sau:

– Xác định mặt phân hộp lõi: một phần nào đó bề mặt này cũng tuân theo một số nguyên tắc chọn mặt phân khuôn: mặt phân hộp lõi là bề mặt đi qua tiết diện lớn nhất của lõi, lòng hộp lõi phải nông để lấy lõi ra khỏi hộp, để điền đầy hỗn hợp lõi, dễ đặt xương lõi,...

Có thể xác định mặt phân hộp lõi là thẳng đứng khi lõi có chiều dài không lớn quá so với kích thước ngang. Những lõi dài nên chọn phân hộp lõi nằm ngang.

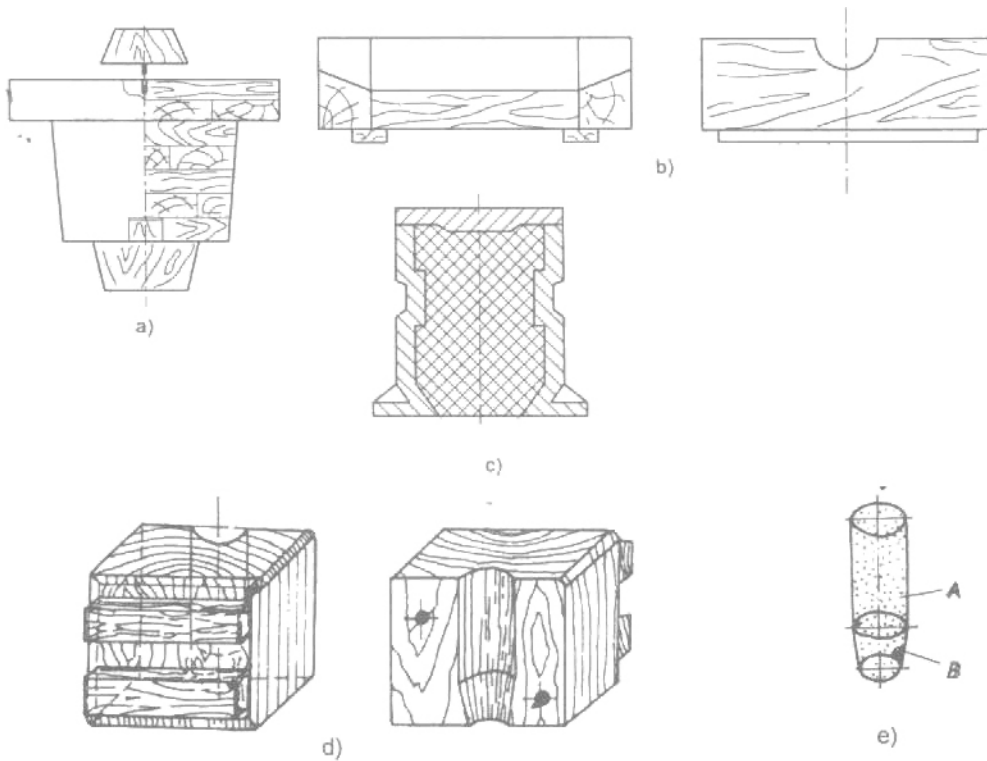
Điều cần lưu ý là sau khi đã đảm bảo độ bền và độ cứng của lõi tươi bề mặt còn rất thấp, nên chọn mặt phân hộp lõi sao cho khi tháo lõi không làm hỏng nó.

– Kích thước và dung sai kích thước hộp lõi, khác với mẫu, các lõi có dạng đối xứng qua mặt phân hộp lõi, chỉ cần trình bày một nửa hộp lõi và kích thước của phần lòng hộp lõi phải tính đến độ co khi sấy lõi và tránh làm hao hụt kích thước lỗ của vật đúc.

– Vật liệu làm hộp lõi.

Kể cả mẫu và hộp lõi đều có thể chế tạo bằng gỗ, bằng kim loại hoặc một số vật liệu khác như chất dẻo, xi măng, thạch cao.

Chọn vật liệu thường dựa vào dạng sản xuất, yêu cầu chất lượng, kích thước khối lượng thực tế nơi sản xuất. Ở nước ta có thể dùng gỗ làm các loại mẫu và hộp lõi phức tạp, lớn vì gỗ dễ làm, nhẹ. Nhưng gỗ chóng mòn, hay hư hỏng do cong vênh, nứt nẻ, chướng, mục,... những loại có kích thước nhỏ, khối lượng không quá lớn có thể dùng mẫu kim loại (gang, thép cacbon, hay dùng nhất là hợp kim nhôm đúc). Mẫu và hộp lõi kim loại nên cấu tạo rỗng để giảm khối lượng và tiết kiệm kim loại, trên hình 3.13 giới thiệu cách ghép gỗ để làm mẫu (hình 3.13a), làm hộp lõi (hình 3.13b) và hộp lõi bằng kim loại (hình 3.13c).



Hình 3.13

a) Mẫu gỗ; b) Hộp lõi gỗ; c) Hộp lõi kim loại; d) Khối hộp lõi gỗ; e) Lõi cát;
A – Thân lõi; B – Tai gối lõi.

3.2.3. Thiết kế hệ thống rót và đậu ngót, đậu hơi

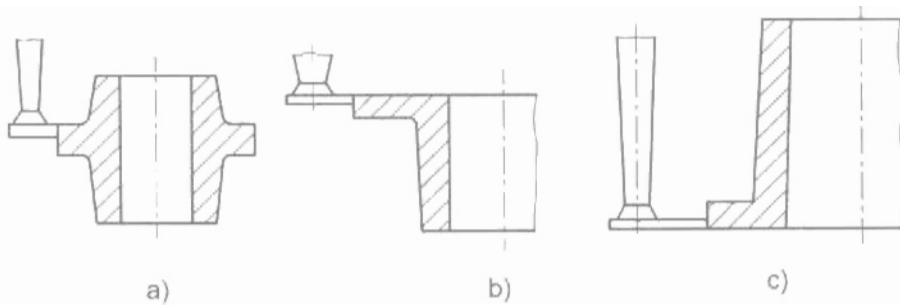
1. Hệ thống rót.

Hệ thống rót là một bộ phận quan trọng của khuôn đúc để dẫn kim loại lỏng điền đầy lòng khuôn.

a) Yêu cầu của hệ thống rót

Khi thiết kế hệ thống rót phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

- Dòng chảy của kim loại phải êm, không gây va đập, bắn tóe, không tạo xoáy và phải liên tục.
- Không dẫn xỉ, khí hoặc các tạp chất vào lòng khuôn.
- Điền đầy khuôn nhanh, không làm hao phí nhiệt làm giảm độ chảy loãng của hợp kim đúc.



Hình 3.14

a) Rót bên hông; b) Rót trên xuống; c) Rót dưới lên

– Điều hòa được nhiệt trong lòng khuôn, tạo điều kiện đông đặc theo hướng lợi nhất, đồng thời có khả năng bổ sung kim loại.

– Không hao phí nhiều kim loại cho hệ thống.

Tùy thuộc vào loại khuôn, phương pháp đúc và loại hợp kim đúc phải thiết kế sao cho hợp lý. Trong thực tế sản xuất, người ta thường dùng 3 loại: rót bên hông, rót trực tiếp từ trên xuống và rót từ dưới lên (kiểu xi phong) (hình 3.14).

Rót trực tiếp ít dùng, mặc dù cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo. Chỉ dùng trong trường hợp đúc vật đơn giản: phôi puly, phôi bánh răng,...

Rót kiểu xi phong đảm bảo dòng chảy êm và khả năng bổ sung kim loại cho vùng dưới của vật đúc. Nhưng loại này khó chế tạo, chỉ dùng trong các khuôn kim loại, đúc vật nhỏ.

Loại rót bên hông (rót ngang) thông dụng hơn cả.

b) Cấu tạo hệ thống rót (hình 3.15)

Trên hình vẽ là cấu tạo một hệ thống rót tiêu chuẩn bao gồm: cốc rót 1, ống rót 2, rãnh lọc xỉ 3 và các rãnh dẫn 4.

– Cốc rót là phần trên cùng của hệ thống, nó có tác dụng chứa phần kim loại lỏng khi chảy tiếp vào bộ phận dưới nhằm loại bỏ một phần tạp chất, xỉ nổi trên mặt, dĩ nhiên cốc rót cũng dùng để hứng dòng chảy kim loại lỏng từ thùng rót.

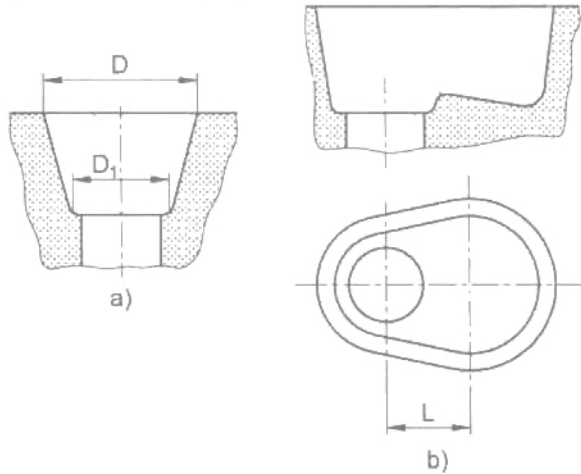


Hình 3.15. Hệ thống rót tiêu chuẩn

1. Cốc rót; 2. Ống dẫn; 3. Rãnh lọc xỉ; 4. Rãnh dẫn.

Cốc rót chỉ phát huy tác dụng khi nó luôn luôn chứa đầy kim loại lỏng.

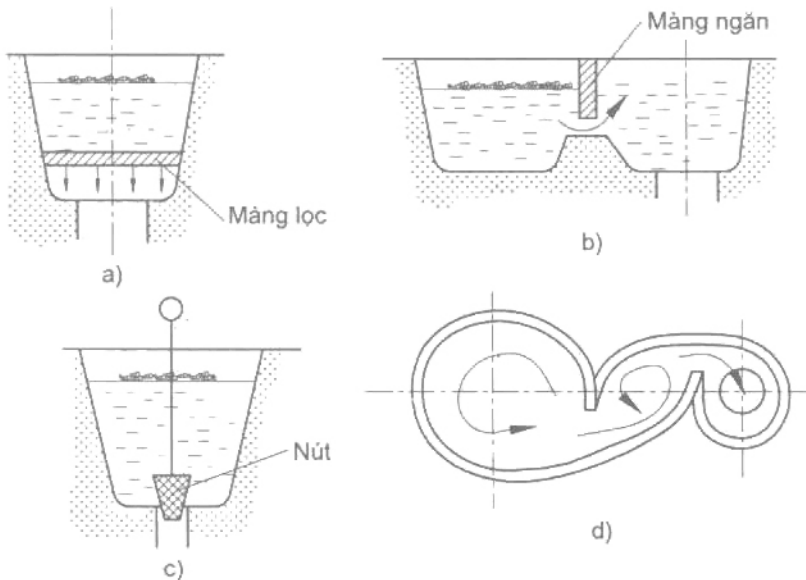
Các loại cốc rót thông thường có cấu tạo như trên hình 3.16. Kích thước của chúng phụ thuộc vào khối lượng và hình dáng của vật đúc.



Hình 3.16. Các loại cốc rót thường dùng

Các loại cốc rót thường dùng:

Để chặn xỉ được tốt hơn khi đúc vật đúc có chất lượng cao, người ta dùng loại cốc đặc biệt: cốc có màng lọc, màng ngăn, cốc có nút hoặc loại ly tâm (hình 3.17).



Hình 3.17. Các loại cốc đặc biệt

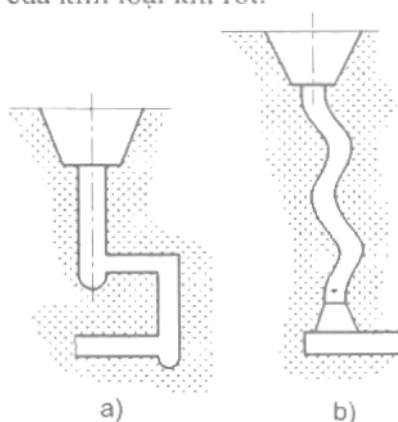
a) Cốc có màng lọc; b) Cốc có màng ngăn; c) Cốc có nút; d) Cốc ly tâm.

Các loại cốc này đều có tác dụng giữ xỉ tốt vì kim loại lỏng được lưu lại trong cốc lâu hơn. Loại cốc rót ly tâm do tạo dòng chảy xoay tròn nên giảm vận tốc và nổi xỉ tốt nhưng những loại cốc này thường làm giảm nhiệt độ của kim loại, vì thế phải nâng cao độ quá nhiệt của kim loại khi rót.

– Ống rót là phần nối tiếp từ cốc rót xuống dưới, dòng kim lỏng chảy trong ống có gia tốc, ống càng cao, vận tốc dòng càng xuống dưới càng tăng.

– Ống rót được tạo ra từ mẫu ống rót nên có độ côn rút mẫu, một lý do nữa dòng chảy trong ống có độ côn vừa phải sẽ không dẫn khí vào lòng khuôn. Trong khuôn cát độ côn cho phép khoảng 10÷15%.

Để hạn chế bọt dòng chảy, trong các khuôn kim loại người ta hay dùng loại ống rót bậc hoặc hình sin (hình 3.18).



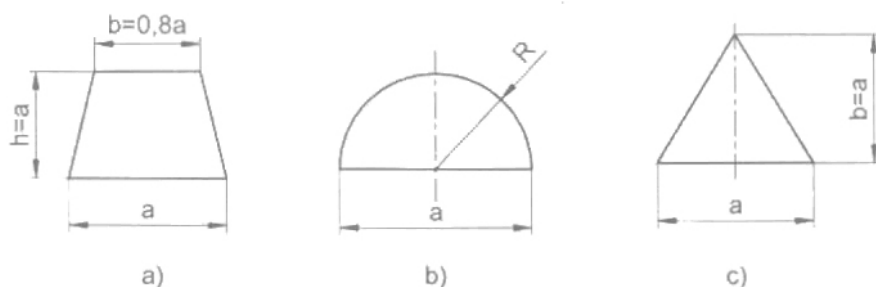
Hình 3.18

a) Ống rót có bậc; b) Ống hình sin.

– Rãnh lọc xỉ là một phần của hệ thống rót nằm dưới chân ống rót, ở trên khuôn và sát phần mặt khuôn. Như tên gọi của nó, rãnh này nằm ngang nên ở đây tốc độ dòng chảy giảm hẳn xuống, phần xỉ lỏng nếu lọt qua ống rót sẽ được giữ ở rãnh lọc xỉ. Tiết diện ngang của rãnh lọc xỉ phải hợp lý để tốc độ dòng chảy càng nhỏ, xỉ nổi lên càng triệt để.

Ngoài ra các rãnh lọc xỉ cũng tạo điều kiện để bố trí các rãnh dẫn.

Tiết diện ngang của rãnh lọc xỉ thường dùng loại hình thang, bán nguyệt hoặc tam giác, hình 3.19.



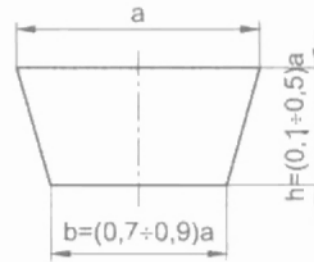
Hình 3.19. Tiết diện ngang rãnh lọc xỉ

Khi cần đảm bảo lọc xỉ tốt hơn nữa, người ta dùng loại rãnh bậc và có màng ngăn. Mục đích của bậc và màng ngăn là làm giảm tốc độ dòng chảy nhiều hơn. Loại này cũng làm giảm tinh chảy loãng của hợp kim và khó chế tạo.

– Rãnh dẫn:

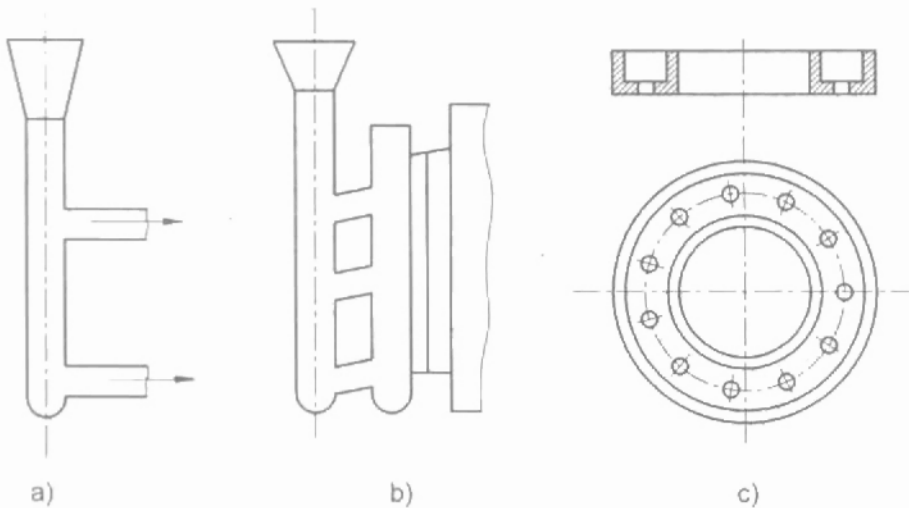
Kim loại sau khi chảy qua rãnh lọc xỉ vào các rãnh dẫn để vào lòng khuôn. Điều bắt buộc là rãnh dẫn phải nằm phía mặt dưới của rãnh lọc xỉ, để hứng kim loại sạch. Do đó nó nằm ở phân khuôn sát mặt phân khuôn ở khuôn dưới.

Để đạt yêu cầu điều hòa nhiệt, có thể bố trí nhiều rãnh dẫn đồng thời tùy theo cấu tạo của lòng khuôn và cấu tạo của vật đúc. Vị trí của rãnh dẫn không đặt dưới ống rót hoặc đầu cuối của rãnh lọc xỉ.



Hình 3.20. Tiết diện rãnh dẫn hình thang

Rãnh dẫn cũng được cấu tạo bởi các tiết diện hình thang, bán nguyệt hoặc tam giác nhưng ngược chiều lại. Một điều cần chú ý là khi làm sạch vật đúc phải cắt thông thường là đập gãy rãnh dẫn, vì thế kích thước rãnh dẫn có thể thay đổi phù hợp với chiều dày thành vật đúc tại chỗ dẫn (hình 3.21).



Hình 3.21. Các loại rãnh dẫn khác

a) Dẫn nhiều tầng; b) Dẫn qua khe mỏng; c) Dẫn kiểu giọt mưa.

Rãnh dẫn thường cấu tạo thẳng, tuy vậy cũng có những loại phi tiêu chuẩn cho phù hợp với yêu cầu khác.

Đề vật đúc nguội đều theo hướng chiều cao, giảm ứng suất nhiệt người ta dùng rãnh dẫn nhiều tầng (xem hình 3.21a), những vật đúc thành mỏng, chiều cao tương đối lớn, để điền đầy nhanh nguội đều. bổ sung kim loại tốt người ta dùng loại rãnh dẫn khe mỏng (hình 3.21b), trường hợp không thể bố trí khe mỏng có thể dùng rãnh dẫn tia còn gọi rãnh dẫn hạt mưa (hình 3.21c).

c) Tính toán hệ thống rót

Dòng chảy của kim loại lỏng chảy qua hệ thống rót và điền đầy khuôn chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố khác nhau. Do đó xác định đúng dẫn kích thước các bộ phận của hệ thống rót là cần thiết: mặt khác cần phải có kích thước hệ thống rót làm cơ sở để chế tạo mẫu hệ thống rót.

Căn cứ vào lý thuyết các dòng chảy của chất lỏng, kết hợp với thực nghiệm và thực tế sản xuất, người ta có thể dùng bảng tra trong sổ tay đúc. Các số liệu đó chỉ tính đến ảnh hưởng của khối lượng vật đúc và chiều dày thành trung bình của vật đúc.

Cũng có thể sử dụng đồ thị (gọi là tuyến đồ) được thiết lập ra nhờ một dữ liệu khối lượng vật đúc.

Chúng ta xét sau đây phương pháp tính toán dựa vào thủy lực học (phương pháp đơn-di-tơ).

Khối lượng vật đúc $G(g)$ bao gồm hệ thống rót, đầu ngót $30\%G(g)$ sẽ bằng tích số của tổng tiết diện của rãnh dẫn tại chỗ kim loại lỏng chảy vào khuôn (ΣF_{rd} , cm) vận tốc dòng chảy v (cm/s), thời gian điền đầy lòng khuôn t (s) và khối lượng riêng của kim loại lỏng γ (g/cm^3).

$$\text{Ta có:} \quad 1,3G = \gamma \cdot \Sigma F_{rd} \cdot v \cdot t \quad (3.1)$$

Suy ra:

$$\Sigma F_{rd} = \frac{1,3G}{\gamma \cdot v \cdot t} \quad (cm) \quad (3.2)$$

Dựa vào phương trình thủy lực của Bernouli ta có thể tính được v theo công thức:

$$v = \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p} \quad (3.3)$$

Trong đó: μ – hệ số cân thủy lực, hệ số này gồm 2 phần:

$$\mu = \mu_1 \mu_2$$

μ_1 – hệ số cân thủy lực trong hệ thống rót.

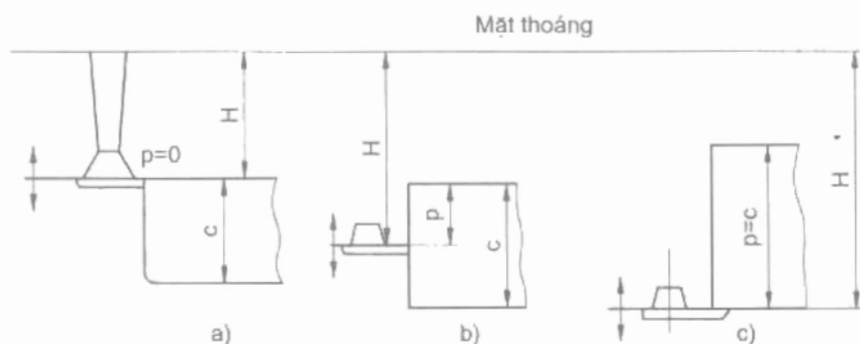
μ_2 – hệ số cân thủy lực trong khuôn.

g – gia tốc trọng trường tính bằng 981 cm/s^2 .

H_p – chiều cao tính toán cột áp (áp suất thủy tĩnh cột kim loại lỏng).
 công thức để tính là:

$$H_p = H - \frac{p^2}{2.C} \quad (3.4)$$

Trên hình 3.22 giới thiệu cách tính H_p cho 3 kiểu rót khác nhau.



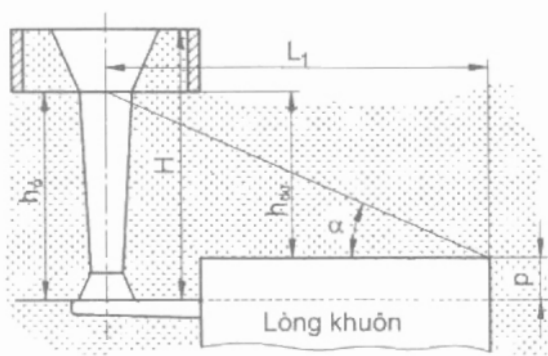
Hình 3.22

a) Rót trên xuống; b) Rót bên hông; c) Rót xiphông.

Trong công thức (3.4), H là chiều cao tính từ chỗ dẫn kim loại lỏng đến mặt thoáng (cm). Nếu H quá lớn, áp lực điền đầy tăng lên nhưng dòng chảy sẽ không êm. Ngược lại nếu H không đủ lớn, áp lực thủy tĩnh sẽ nhỏ dẫn đến điền đầy chậm, chất lượng hợp kim đúc kém.

Việc xác định H không thể căn cứ hoàn toàn vào bảng tra chiều cao hòm khuôn trên. Có thể tính toán theo sơ đồ trên hình vẽ 3.23. Sau khi đã có sơ bộ hòm khuôn, vị trí đặt hệ thống rót,... ta có thể xác định chiều cao cột áp suất dư tối thiểu theo công thức:

$$h_{dư} = L_1 \text{tg}\alpha$$



Hình 3.23

Trong đó:

L_1 – là khoảng cách giữa tâm ống rót và chỗ xa nhất của lòng khuôn theo phương ngang.

α – là giá trị đo bằng độ được xác định phụ thuộc vào L_1 và độ dày thành vật đúc.

Từ đó ta tính được chiều cao của ống rót (hở) theo:

$$h_0 = h_{du} + p$$

p – chiều cao phần lòng khuôn đúc tính từ rãnh dẫn.

Tổng chiều cao h_0 và cốc rót là giá trị H cần tìm. Phần khuôn không chứa cốc rót thì cốc rót có thể chế tạo riêng để tiết kiệm vật liệu và giảm khối lượng khuôn trên.

c – chiều cao lòng khuôn theo vị trí rót (cm)

Ở trường hợp (hình 3.22a) do p có giá trị 0 nên công thức (3.4) là:

$$H_p = H$$

Trường hợp rót bên hông (hình 3.22b) nếu $p = \frac{1}{2}c$ ta có:

$$H_p = H - \frac{c}{8}$$

Nếu $p = c$ (rót xi phông) thì:

$$H_p = H - \frac{c}{2}$$

Thời gian điền đầy khuôn t chọn phụ thuộc vào khối lượng vật đúc, chiều dày thành và các loại hợp kim đúc.

Những vật đúc bằng gang, thép có khối lượng vật đúc nhỏ hơn 450kg, chiều dày thành mỏng (≤ 15 mm) có thể tính theo công thức kinh nghiệm:

$$t = S_1 \sqrt{G} \quad (s) \quad (3.5)$$

S_1 – hệ số phụ thuộc chiều dày thành.

Những vật đúc có khối lượng lớn ($< 10^4$ kg)

$$t = S_2 \sqrt[3]{G} \quad (s) \quad (3.6)$$

S_2 – hệ số phụ thuộc chiều dày thành (S_1, S_2 tra trong sổ tay đúc).

Cuối cùng thay (3.3), (3.4), (3.5) hoặc (3.6) vào công thức (3.2) ta có:

$$\sum F_{rd} = \frac{1,3G}{\gamma \cdot t \cdot \mu_1 \mu_2 \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}} \quad (cm^2)$$

Khi vật đúc bằng gang có $\gamma = 7,8 \text{ g/cm}^3$ ta có công thức rút gọn:

$$\sum F_{rd} = \frac{1,3G}{0,31.t.\mu_1\mu_2\sqrt{H_p}} \quad (\text{cm}^2)$$

Có tổng tiết diện $\sum F_{rd}$ ta có thể sử dụng công thức tỷ lệ sau đây để tính tiết diện rãnh lọc xỉ (F_{rlx}) và ống rót (F_{or}).

Vật đúc nhỏ, thành mỏng ($G < 100\text{kg}$):

$$\sum F_{rd} : F_{rlx} : F_{\text{or}} = 1 : 1,06 : 1,11$$

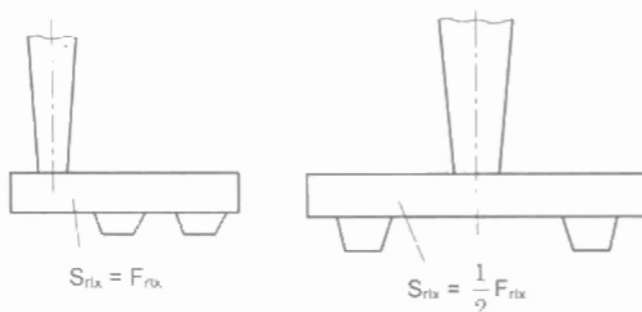
Vật đúc trung bình ($100 \div 500 \text{ kg}$):

$$\sum F_{rd} : F_{rlx} : F_{\text{or}} = 1 : 1,1 : 1,15$$

Vật đúc lớn ($>500 \text{ kg}$):

$$\sum F_{rd} : F_{rlx} : F_{\text{or}} = 1 : 1,2 : 1,4$$

Cần chú ý: Khi chân ống rót chia chiều dài rãnh lọc xỉ thành hai phần đều có rãnh dẫn thì tiết diện ngang của rãnh lọc xỉ phải chia đôi. Hình 3.24 giới thiệu hai loại đó.



Hình 3.24

Căn cứ vào diện tích tiết diện của bình lọc xỉ rãnh dẫn và tỷ lệ kích thước quy định có thể tính ra được kích thước cụ thể. Cũng từ F_{or} có thể tính ra đường kính của chân ống rót.

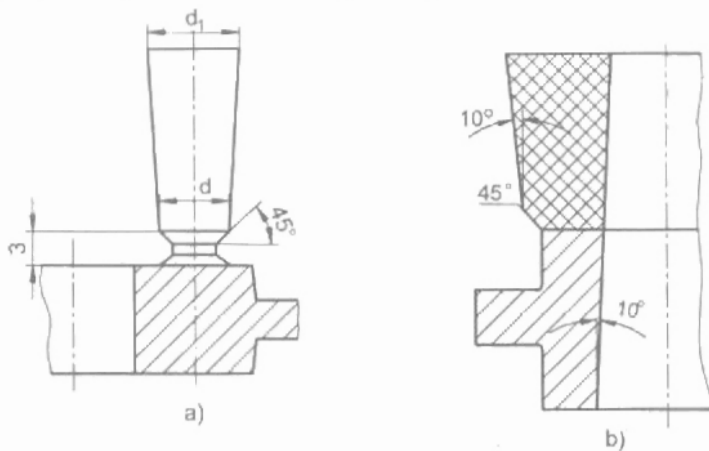
Số lượng rãnh dẫn chọn tùy theo diện tích $\sum F_{rd}$ và cách bố trí chỗ dẫn, thông thường nếu $\sum F_{rd} \geq 40 \text{ cm}^2$ thì nên chia ra từ hai rãnh trở lên.

2. Đậu ngót và đậu hơi.

Thông thường đậu ngót và đậu hơi cùng chung tác dụng, chúng là một bộ phận trong khuôn đúc để chứa một loại kim loại lỏng nhằm bổ ngót cho vật đúc khi đông đặc. Ở thời điểm chưa điền đầy đậu ngót làm chức năng đậu hơi, nghĩa là để thoát hơi trong lòng khuôn.

Nhưng vật đúc bằng gang xám nhỏ và thành mỏng không cần bổ ngót.

Để phát huy tác dụng thoát hơi và bổ ngọt đậu ngọt phải đặt đúng vị trí:
 – Đậu ngọt phải đặt ở chỗ cao và tập trung kim loại.



Hình 3.25. Các loại đậu ngọt

a) Đậu ngọt cục bộ; b) Đậu ngọt vòng.

- Đậu ngọt phải có độ cao ngang mặt thoáng với cốc rót và bản thân nó cũng phải đủ áp lực thủy tĩnh để bổ ngọt tốt.
- Đậu ngọt phải nguội cuối cùng và có thể tích đủ lớn để bổ ngọt.
- Không gây khó khăn cho công nghệ làm khuôn và không lãng phí kim loại.
- Chân đậu ngọt phải dễ cắt, không làm hỏng bề mặt gia công.
- + Đậu ngọt hờ: là loại lồng khuôn thông với khí trời, đậu hờ dùng phổ biến vì nó dễ chế tạo, có khả năng bổ ngọt cao nhờ áp lực lớn, dễ quan sát khi điền đầy, có tác dụng thoát hơi.

Những hợp kim đúc có độ co không nhiều, người ta thường dùng đậu ngọt cục bộ, đó là những ống hình trụ có tiết diện ngang tròn xoay hoặc hình 4 cạnh (hình 3.25a) kích thước đậu ngọt phụ thuộc chiều dày thành và độ cao nơi đặt đậu ngọt.

Những hợp kim đúc có độ co giãn lớn như thép phải dùng đậu ngọt có thể tích lớn, có thể dùng loại đậu ngọt vòng (hình 3.25b) với loại vật đúc dạng hình trụ. Khi thiết kế đậu ngọt phải tính đến vòng tròn nhiệt, sao cho càng dần lên phía trên đường kính vòng tròn phải tăng dần, đối với những vật đúc khác thì tùy theo kết cấu của vật đúc mà thiết kế hình dạng và kích thước đậu ngọt hợp lý. Nói chung thể tích của nó không chỉ đủ bổ ngọt mà còn đủ áp lực.

+ Đậu ngót ngầm: là loại không thông với khí trời, loại này chỉ thích hợp khi đúc trong khuôn kim loại để bổ sung cho chỗ tập trung kim loại ở phía dưới lòng khuôn.

Khi làm khuôn cát nếu có phần tập trung kim loại ở phía dưới, không đặt đậu ngót hở được, người ta thay ngót ngầm bằng miếng sắt nguội, để tránh rõ co phải tạo điều kiện cho nó toa nhiệt nhanh. Miếng sắt nguội tính toán hợp lý sẽ giúp cho điều đó thực hiện tốt.

3.3. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO KHUÔN ĐÚC

Hiện nay khuôn đúc thường chia làm 2 loại khuôn: khuôn cát và khuôn kim loại. Trong sản xuất hiện nay ở Việt Nam cũng như trên thế giới hiện 90% sản lượng vật đúc sản xuất bằng khuôn cát (khuôn cát tươi, khuôn cát khô, khuôn sấy bề mặt, khuôn cát tự đóng rắn), khuôn cát được dùng phổ biến (còn gọi là khuôn đúc một lần); vì vậy trong giáo trình này chủ yếu trình bày công nghệ chế tạo khuôn cát.

3.3.1. Vật liệu làm khuôn và làm lõi

Để chế tạo hỗn hợp khuôn và lõi ta sử dụng vật liệu tự nhiên hoặc nhân tạo, vật liệu làm khuôn và lõi cát được chế tạo bằng cát, đất sét và một số phụ gia khác.

1. Yêu cầu của vật liệu làm khuôn và lõi.

Vật liệu này phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

a) *Độ bền*: là khả năng hỗn hợp đảm bảo cho khuôn và lõi không bị phá hủy khi chế tạo, lắp ráp, vận chuyển hoặc khi chịu tác dụng của dòng chảy kim loại.

Theo tiêu chuẩn thì đối với hỗn hợp ướt dùng giới hạn bền nén σ_n và hỗn hợp khô dùng giới hạn bền kéo σ_k . Hỗn hợp cát đất sét ướt $\sigma_n = 30 - 70 \text{KPa}$ và loại khô $\sigma_k = 80 - 200 \text{KPa}$.

b) *Tính lún*: là khả năng đảm bảo thể tích của các phần khuôn có sự co dãn dưới áp lực khi kim loại co. Tính lún không tốt sẽ dẫn đến khả năng phá vỡ khuôn hoặc làm nứt vật đúc.

c) *Tính dẻo*: là khả năng in hình rõ nét của mẫu và hộp lõi tạo ra hình dạng và kích thước đúng.

d) *Tính công nghệ* gồm các chỉ tiêu đặc trưng sau:

- Tính điền đầy là khả năng di động của vật liệu để điền đầy khi làm khuôn và lõi. Tính điền đầy đảm bảo khuôn và lõi có độ đậm chặt và đồng đều và khả năng dùng lực nhồi nén nhỏ nhất.

- Tính ổn định hóa nhiệt là khả năng giữ cho vật liệu không bị nóng chảy, không có tác dụng hóa học với kim loại nóng chảy, các lớp hỗn hợp khi bị cháy cản trở quá trình gia công cơ và làm giảm độ thoát khí tạo rỗ khí trong vật đúc.

- Tính chống ẩm là khả năng hút ẩm rất ít trong một đơn vị thời gian. Độ ẩm cao làm giảm độ bền nén khi tiếp xúc kim loại nóng chảy.

- Tính bền lâu là khả năng giữ được tính chất của vật liệu khi sử dụng nhiều lần.

- Tính thông khí là khả năng thoát khí qua hỗn hợp tránh chỗ vật đúc khỏi bị rỗ khí làm giảm áp lực khí trong lòng khuôn khí điền đầy kim loại lỏng. Ở nhiệt độ cao lượng hơi nước chứa ở hỗn hợp gắn lòng khuôn sẽ bốc hơi; lượng khí hòa tan trong kim loại lỏng cũng bị giải phóng khi kim loại đông đặc, chúng sẽ thoát ra một phần qua hỗn hợp khuôn và lõi. Để đánh giá độ thông khí dùng hệ số thông khí k , được xác định bằng thực nghiệm, hỗn hợp cát - đất sét thường có hệ số $k = 30-120$ đơn vị.

- Tính nhiệt lý : bao gồm tính dẫn nhiệt và nhiệt dung. Tính nhiệt lý ảnh hưởng đến tốc độ kết tinh của kim loại và do đó làm ảnh hưởng đến tổ chức và tính chất của vật đúc.

Tóm lại hỗn hợp làm khuôn và làm lõi đòi hỏi nhiều yêu cầu khác nhau. Cần căn cứ vào loại hợp kim đúc, khối lượng và hình dáng của vật đúc để chọn loại thành phần của hỗn hợp.

2. Cát và đất sét

a) Cát là thành phần chính của hỗn hợp, trong cát thành phần cơ bản là SiO_2 có nhiệt độ chảy cao $t_{ch}'' = 1713^\circ\text{C}$, độ bền, độ cứng và tính ổn định nhiệt hóa cao. Đặc tính xấu của cát thạch anh là ở nhiệt độ trung bình (575°C) có sự chuyển biến thù hình làm thay đổi thể tích làm nứt nẻ hạt cát tạo ra bụi nhỏ. Người ta thường bổ sung thêm cát vàng.

Khí lượng tạp chất như Fe_2O_3 , Na_2O và các chất khác có lượng chứa tối thiểu sẽ tăng tính chịu nhiệt của hỗn hợp, cát thạch anh trong thiên nhiên thường có đất sét.

Độ hạt của cát to hoặc nhỏ sẽ có tính chịu nhiệt khác nhau và tạo ra độ bóng bề mặt khác nhau. Mặt khác độ hạt và hình dạng hạt cát ảnh hưởng lớn đến độ thông khí.

Khi đúc thép có thể pha thêm vào cát thạch anh một lượng ZnO_2 , SiO_2 có nhiệt độ nóng chảy $2000^{\circ}C$, crômít $Fe_2O.Cr_2O_3$ có nhiệt độ nóng chảy $1850^{\circ}C$.

b) *Đất sét* là loại chất liệu kết dính nhằm đảm bảo độ bền, độ dẻo của hỗn hợp, cao lanh $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ các tạp chất trong đất sét sẽ làm giảm khả năng kết dính và tính ổn định nhiệt hóa.

Ngoài dạng cao lanh còn dùng Bentonít ($Al_2O_3.nH_2O + nH_2O$) và illit (còn gọi là hydrômica) loại này khả năng dính kết cao nhưng hiếm và đắt, khi dùng chỉ trộn với tỷ lệ không lớn (1,5÷3%).

c) *Hỗn hợp cát và đất sét*

Khi tạo hỗn hợp, người ta chia ra hai loại gọi là cát áo và cát đậm, cát áo có chất lượng cao hơn, chúng gồm 100% cát mới, khi làm khuôn hỗn hợp hay pha lên mẫu một lớp dày khoảng 40÷100mm.

Cát đậm có chất lượng tốt hơn dùng điền đầy phần còn lại của khuôn để tận dụng phần cát cũ được phục hết lại.

Nếu làm khuôn và lõi bằng máy thì chỉ dùng một loại cát mới đồng nhất.

Hỗn hợp cát–đất sét tùy từng loại khuôn, sau khi đầm chặt không qua sấy gọi là khuôn tươi; nếu qua sấy gọi là khuôn khô. Hỗn hợp làm khuôn tươi thường chứa từ 10–12% đất sét và có độ ẩm 4–5%. Khuôn tươi có ưu điểm có tính dẻo và điền đầy tốt, dễ phá khuôn và giá thành thấp, khuôn tươi có độ bền không cao, thành khuôn phai dù độ dày nên khối lượng khuôn lớn.

Khuôn khô dùng đúc vật có chất lượng cao, khối lượng vật đúc lớn, thành dày. Lượng đất sét trong khuôn khô đến 15%, độ ẩm 6÷8%.

Lượng đất sét tăng làm giảm độ thông khí và độ chịu nhiệt, khó phá khuôn và lõi. Thường người ta cho thêm vào hỗn hợp một ít bột than đá và thạch anh để làm khuôn đúc thép. Khi đúc gang nếu cần tăng độ thông khí và tính lún có thể trộn thêm mùn cưa. Khi tiếp xúc với nhiệt độ cao, mùn cưa cháy sẽ làm xóp hỗn hợp trường hợp đặc biệt khi đúc thép thường dùng chất kết dính là thủy tinh lỏng.

Trong khuôn đúc, vật liệu hỗn hợp làm lõi yêu cầu cao hơn do tác động nhiệt và cơ học lên lõi lớn hơn. Hỗn hợp lõi dùng toàn bộ vật liệu mới,

lượng đất sét không cao như hỗn hợp khuôn nhưng phải cho thêm chất dính kết khác nhau như dầu thực vật, nhựa thông,... lõi phải được sấy kỹ để tăng bền tăng thông khí và tính lún.

Trong công nghệ làm khuôn cát, ngoài việc sử dụng hỗn hợp cát và đất sét, hiện nay người ta còn sử dụng hỗn hợp cát xi măng tự khô, hỗn hợp cát thủy tinh lỏng khô nhanh; hỗn hợp làm khuôn dùng chất dính hữu cơ (hỗn hợp cát dầu; hỗn hợp cát nhựa).

3.3.2. Chế tạo khuôn và lõi bằng tay

Khuôn và lõi chế tạo bằng tay chỉ thích hợp trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ. các khuôn, lõi phức tạp, có khối lượng lớn.

Làm bằng tay có năng suất thấp, chất lượng không đồng đều, yêu cầu tay nghề cao và điều kiện lao động nặng nhọc.

1. Chế tạo khuôn bằng tay

Có nhiều cách chế tạo khuôn bằng tay, ở đây chỉ xét vài cách thông dụng:

a) *Khuôn có hai hòm khuôn*: khuôn dưới và khuôn trên, một mặt phân khuôn nằm ngang.

Khuôn có hai hòm khuôn chỉ chế tạo các vật đúc tương đối đơn giản, nhỏ và trung bình. Cách làm này tiêu tốn hòm khuôn nhưng dễ vận chuyển và thực hiện nguyên công sấy khuôn.

Quá trình làm khuôn trong hai hòm khuôn có những điểm cần lưu ý sau:

– Chọn kích thước hòm khuôn ($a \times b \times h$) thích hợp để giảm hao phí hỗn hợp, giảm khối lượng, tất nhiên cần chọn hình khuôn tương ứng với kết cấu vật đúc.

– Hỗn hợp khuôn phải có độ đầm chặt đủ lớn, cần tăng độ thông khí phải xăm hơi.

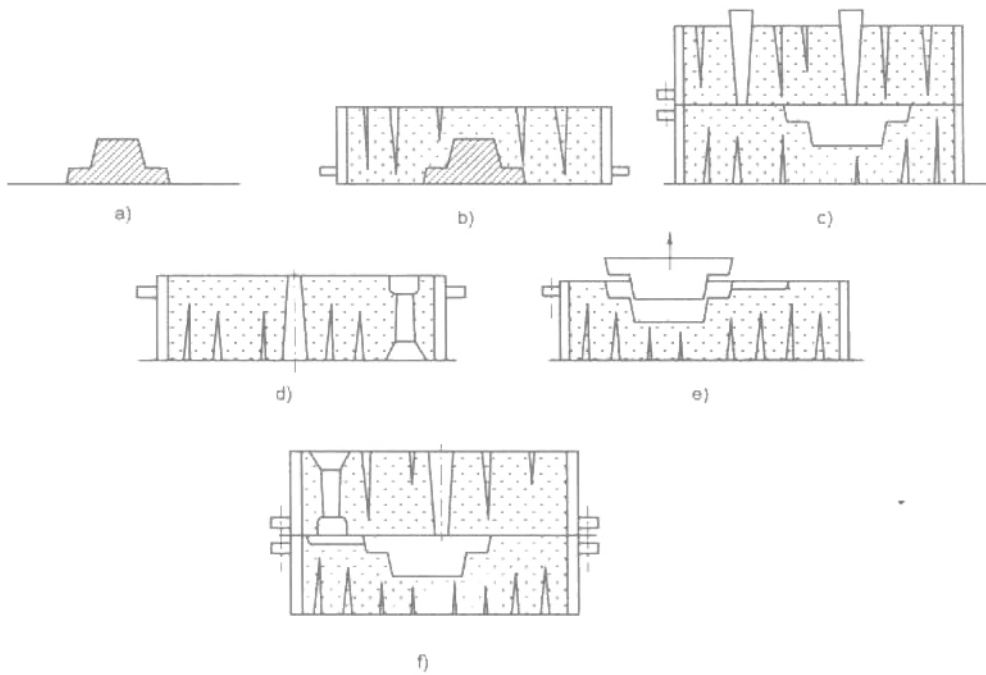
– Tạo khả năng định vị và kẹp chặt thuận tiện để đảm bảo độ chính xác của lòng khuôn.

– Vật đúc có khối lượng tương đối lớn phải chọn hòm khuôn có gờ giữ hỗn hợp bên trong để tăng bền cho khuôn khi thao tác.

– Tạo lỗ thông hơi cho cả hai loại lõi ngang và lõi đứng thông ra bên ngoài.

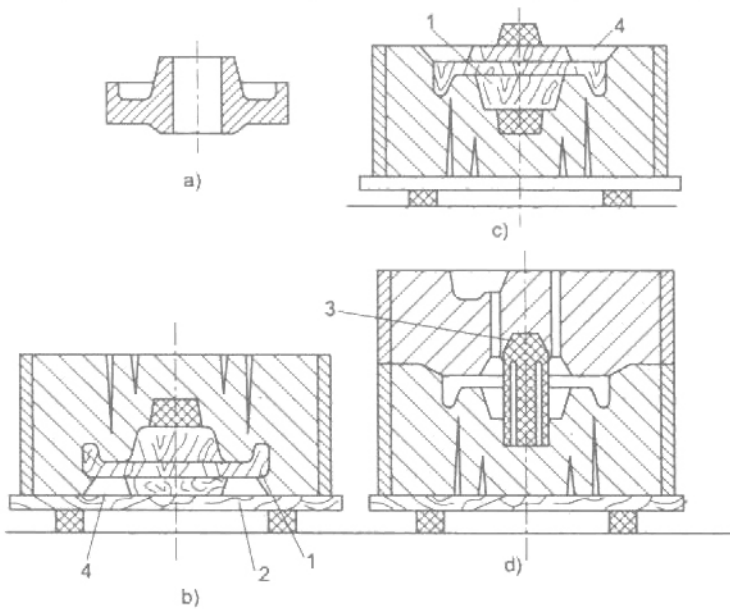
Hình vẽ 3.26. giới thiệu tóm tắt các bước chế tạo khuôn trong hai hòm khuôn.

Một số vật đúc mặc dù cũng được chế tạo bằng hai hòm khuôn nhưng để nâng cao độ chính xác, để khỏi phân chia mẫu, người ta dùng phương pháp xén, xem trên hình 3.27.



Hình 3.26. Sơ đồ quá trình làm khuôn trong hai hòm khuôn

a) Mẫu; b) Làm nửa khuôn dưới; c) Làm nửa khuôn trên; d, e) Rút toàn bộ mẫu; f) Lắp khuôn.



Hình 3.27. Làm khuôn xén

a) Mẫu làm khuôn; b) Làm nửa khuôn dưới; c) Nửa khuôn dưới đã xén phần cát 4 trên mẫu 1; d) Làm nửa khuôn trên; 1- Mẫu; 2- Tấm mẫu; 3- Lõi; 4- Phần khuôn xén.

b) Khuôn làm trên nền xương với một hòm khuôn

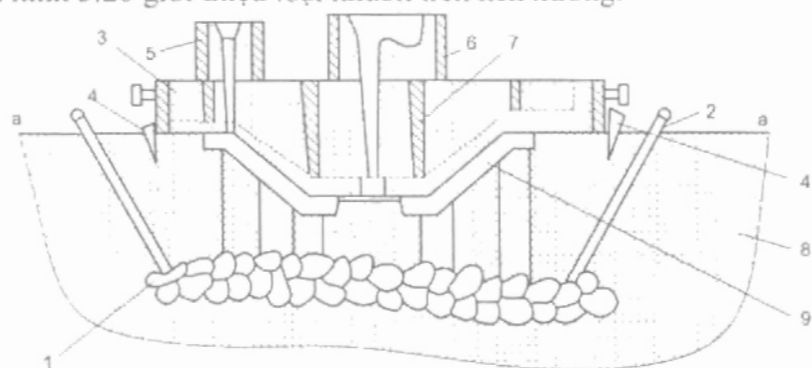
Hình 3.28a : Khuôn làm trên nền xương gồm: khuôn dưới 8 là vùng hỗn hợp của nền xương và khuôn trên làm trong hòm khuôn. Các đặc điểm làm khuôn trên nền xương:

– Những vật đúc có khối lượng lớn như thân máy công cụ, máy rèn đập,... không có đủ hòm khuôn kích thước lớn, chỉ cần sấy bề mặt ngoài ta làm trên nền xương.

– Khó khăn khi chế tạo khuôn này là thoát khí cho khuôn dưới, người ta khắc phục bằng cách lót ở dưới đáy một lớp như cục xỉ, đá và ống dẫn khí thoát, khó khăn thứ hai là đảm bảo khuôn dưới, khi chế tạo khuôn dưới tùy thuộc vào đường viền mặt mẫu phải đảm bảo trước một vùng sau đó đặt mẫu và đảm bảo thêm.

– Những khuôn trên có khối lượng lớn phải dùng hòm khuôn cố gắng giữ hỗn hợp và không nên chọn chiều cao quá lớn, nối thêm phần cốc rót, đập ngót để đảm bảo áp lực thủy tĩnh.

Trên hình 3.28 giới thiệu loại khuôn trên nền xương.



Hình 3.28. Khuôn đúc trên nền xương

1. Xi, 2. Ống thông hơi; 3. Khuôn trên; 4. Chốt định vị; 5. Cốc đậu ngót; 6. Cốc đậu rót;
7. Xương kim loại; 8. Khuôn dưới; 9. Lồng khuôn.

2. Chế tạo lõi bằng tay

Dùng hộp lõi và hỗn hợp lõi để tạo ra lõi đúc. Lõi là bộ phận của khuôn chịu tác động nhiệt lớn và chịu tác dụng lực của kim loại lỏng, thậm chí cả trọng lượng bản thân. Vì vậy lõi được chế tạo theo quy chế nghiêm ngặt hơn.

Có thể làm lõi trong hộp lõi nguyên, hộp lõi hai nửa hoặc hộp lõi nhiều phần ghép lại.

Những điểm cần lưu ý khi chế tạo lõi bằng tay:

– Lõi đúc phải có xương lõi để đảm bảo độ bền khi chịu lực, nhưng xương lõi không làm giảm tính lún của hỗn hợp, không gây khó khăn khi phá lõi.

– Lõi đúc phải có rãnh, lỗ thông khí đủ để thoát hết khí ra ngoài. Vì thế trước hết rãnh thoát khí phải thông suốt ra tận đầu gối lõi. Những lõi có thể tích lớn phải đặt lỗ thông khí có kích thước thích hợp. Tìm biện pháp tạo rãnh đảm bảo không hỏng lõi và thoát khí hết trong thể tích lõi.

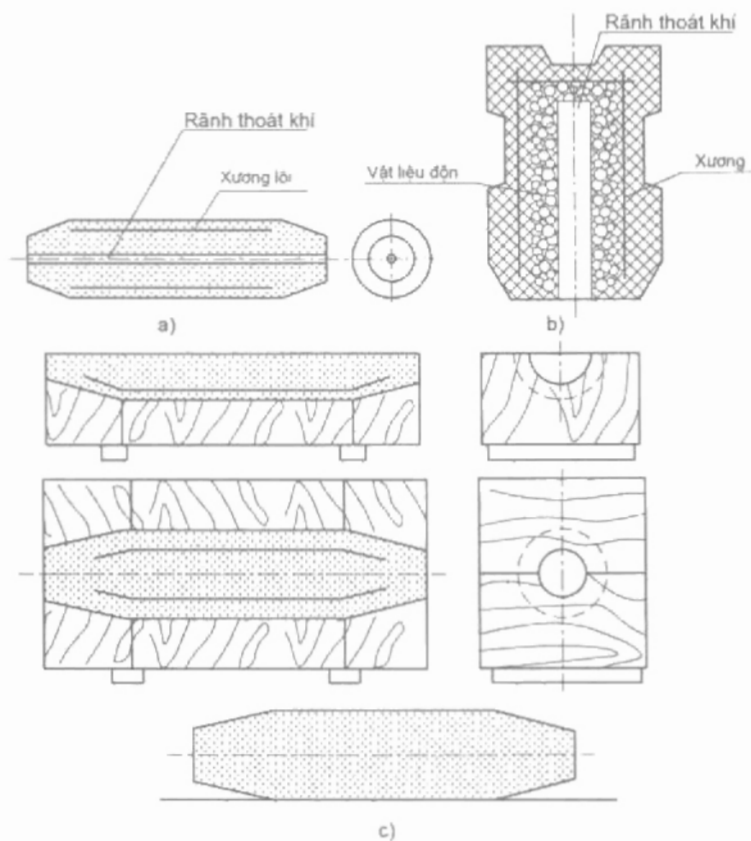
– Để tiết kiệm hỗn hợp, các lõi lớn nên độn thêm các vật liệu khác. Ví dụ lõi trụ thẳng để đúc ống nên dùng ống kim loại có khoan lỗ vừa tạo xương vừa thoát khí vừa giảm tiêu hao hỗn hợp; có thể độn thêm xi cục bên trong.

– Để tránh cháy cát cho lỗ vật đúc, bề mặt thân lõi phải sơn lớp chống cháy (hỗn hợp graphit + đất sét loãng).

– Sau khi hong khô ngoài không khí, lõi phải sấy ở nhiệt độ thích hợp để tăng bền, tăng thông khí ($150 \div 400^{\circ}\text{C}$).

– Để tránh biến dạng lõi khi lấy lõi ra khỏi hộp lõi, lõi cần xác định ngay vị trí cố định hoặc trên tấm kim loại phẳng, hoặc trên tấm kim loại có đệm cát mịn và khô.

Trên hình 3.29 giới thiệu cấu tạo lõi và dạng hộp lõi:



Hình 3.29

a, b) Cấu tạo lõi, c) Hộp lõi hai nửa.

3.3.3. Chế tạo khuôn và lõi bằng máy

Khuôn và lõi chế tạo trên máy có chất lượng cao và đồng đều, năng suất cao. Nhưng trên máy chỉ tạo được các loại khuôn đơn giản, nhỏ hoặc trung bình. Chế tạo trên máy dùng có lợi khi sản xuất hàng loạt.

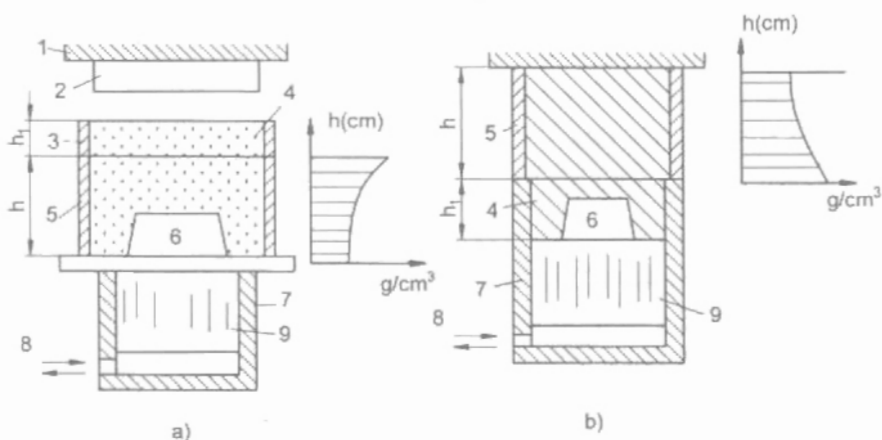
1. Chế tạo khuôn

Quá trình chế tạo khuôn, tùy thuộc vào các yếu tố khác nhau có nhiều nguyên công khác nhau. Trong số đó có hai nguyên công cơ bản là đầm chặt hỗn hợp và rút mẫu. Ta chỉ xét hai nguyên công này khi chế tạo khuôn bằng máy.

a) *Đầm chặt hỗn hợp*: Hỗn hợp sau khi đầm chặt phải có độ chặt đồng đều trên toàn bộ thể tích của khuôn. Nó được đo bằng độ đầm chặt $\delta(g/cm^3)$ ứng với độ bền, độ thông khí,... Vị trí của khuôn lúc đầm chặt phải thích hợp với nguyên công rút mẫu sau đó.

Người ta thường dùng các loại đầm chặt sau:

– Đầm chặt bằng máy ép. Về nguyên tắc có thể ép từ trên xuống hoặc từ dưới lên. Hình 3.30 giới thiệu hai sơ đồ ép đó.



Hình 3.30. Làm khuôn bằng máy ép

a) Ép trên xuống; b) Ép dưới lên.

1. Xà ngang; 2. Chày ép; 3. Hòm khuôn phụ; 4. Hỗn hợp bổ sung; 5. Hòm khuôn chính; 6. Mẫu đúc; 7. Xilanh; 8. Khí nén; 9. Pittông.

Lực tác dụng thông qua chày ép và mẫu, truyền năng lượng trong hỗn hợp làm chúng xít chặt với nhau tạo ra độ đầm chặt. Do hao tổn năng lượng nên những điểm xa điểm đặt lực có độ chặt kém bền.

Khi ép trên xuống, biểu đồ chỉ độ đầm chặt giảm từ trên xuống (hình 3.30a) và ngược lại khi ép từ dưới lên có độ đầm chặt lên trên (hình 3.30b).

Để thuận tiện khi ép, người ta lắp thêm hòm khuôn phụ có chiều cao h_1 . Thể tích hỗn hợp trong khuôn phụ khi bị dồn hết vào khuôn chính sẽ đạt đến độ chặt quy định.

Chiều cao hòm khuôn phụ được tính theo công thức:

$$h_1 = \left(h - \frac{V}{F}\right) \left(\frac{\delta}{\delta_0} - 1\right) \text{ (cm)}$$

h – chiều cao hòm khuôn chính (cm)

V – thể tích của mẫu (cm^3)

F – diện tích tiết diện ngang của hòm khuôn (cm^2)

δ_0, δ – độ đầm chặt trước và sau đầm chặt.

Độ đầm chặt trung bình của hỗn hợp khuôn có thể tính theo công thức kinh nghiệm:

$$\delta = 1 + C \left(\frac{P}{10}\right)^{0.25} \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

C – Hệ số đầm chặt (0,4 – 0,6);

P – Áp suất khí nén (20 – 50 N/cm^2)

– Đầm chặt bằng máy dằn (hình 3.31)

Một khối lượng hỗn hợp và các hòm khuôn chính, phụ, bàn máy 3 và pittông 4, được khí nén có áp lực trong xilanh 5 nâng lên một độ cao nhất định. Khí đi vào qua lỗ 6 để nén sau đó lại thoát nhanh qua lỗ 7 để hạ áp suất và làm toàn bộ phần trên dãn xuống. Động năng do quá trình dãn sinh ra ở mỗi chất điểm của hỗn hợp sẽ làm chúng dịch chuyển xuống dưới tạo nên độ đầm chặt.

Như vậy, khi dãn động năng của các vùng dưới sẽ lớn nên độ chặt của hỗn hợp tăng dần từ trên xuống dưới (hình 3.31).

Theo kinh nghiệm có thể tính độ đầm chặt khi dãn theo:

$$\delta = 1 + K \left(\frac{a}{10}\right)^{0.3} \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

K – hệ số đầm chặt (0,35 – 0,55).

a – công đầm chặt cho một đơn vị diện tích hỗn hợp trong khuôn

$$a = \frac{Q \cdot h \cdot n \cdot \eta}{F} \text{ (N/cm)}$$

Ở đây:

Q – khối lượng hỗn hợp khuôn (N)

h – chiều cao hành trình nâng (cm)

n – số lần dẫn

η – hệ số hữu ích (0,3 – 0,7)

Cần lưu ý, nếu dẫn quá mạnh có thể dẫn đến phá vỡ khuôn gần mặt mẫu, nên chiều cao hành trình nâng không quá lớn, số lần dẫn chỉ hạn chế 2 ÷ 3 lần.

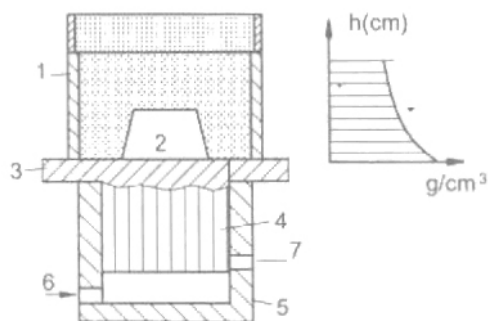
Đầm chặt bằng máy ép và dẫn riêng biệt như ta đã biết có sự chênh lệch độ đầm chặt theo chiều cao hòm khuôn. Vì vậy chỉ sử dụng cho hòm khuôn không vượt quá 200mm.

– Đầm chặt bằng máy hỗn hợp vừa dẫn vừa ép.

Sử dụng máy này sẽ cho độ đồng đều về đầm chặt theo chiều cao. Trên hình 3.32 là sơ đồ nguyên lý của máy đó. Có thể chia quá trình làm hai giai đoạn:

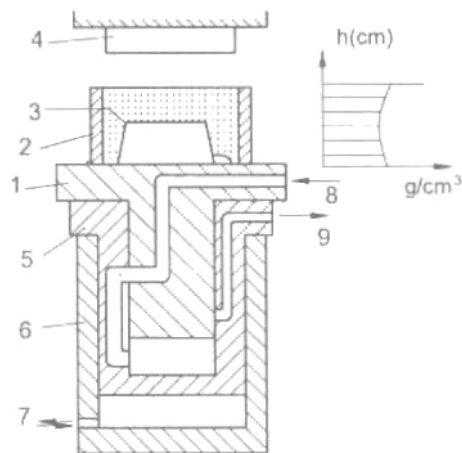
+ Dẫn: khí nén đi vào rãnh 8 vào xi lanh 5 nâng bàn máy 1, mẫu 2, hòm khuôn 3 đi lên. Khi độ cao của xi lanh vượt qua rãnh 9, khí ép thoát ra làm toàn bộ phần trên rơi xuống, thực hiện quá trình dẫn.

+ Ép: quay chày ép 4 vào vị trí làm việc. Cho khí nén vào rãnh 7 vào xi lanh 6 nâng phần trên đi lên đến ép vào chày 4.



Hình 3.31. Đầm chặt bằng máy dẫn.

1 Khuôn chính; 2. Mẫu đúc; 3. Bàn máy; 4. Pit tông; 5. Xi lanh; 6. Khí vào; 7. Khí thoát.



Hình 3.32. Máy vừa dẫn vừa ép

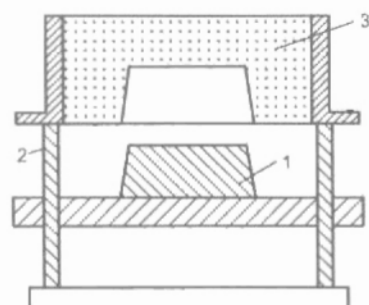
Người ta điều chỉnh liên tiếp hai giai đoạn trên. Sau đó quay chày ép 4 để lấy khuôn ra.

Ngoài các phương pháp trên, khi cần làm khuôn lớn, người ta dùng máy phun cát. Động năng tác dụng nên dòng cát được phun ra từ máy phun vừa có tác dụng điền đầy, vừa đầm chặt.

b) Rút mẫu

Rút mẫu là một động tác khó. Cơ khí hoá nguyên công rút mẫu được tiến hành theo các phương pháp sau:

– Rút mẫu bằng thanh đẩy: khuôn sau khi đã đầm chặt, khí nén sẽ tác động lên một hệ thanh đẩy có cùng tốc độ. Hệ thanh đẩy đẩy khuôn đi lên khi bàn máy gắn mẫu đứng yên (hình 3.33). Khi mép dưới của khuôn vượt quá mép tròn của mẫu, khuôn được đưa qua hệ thống băng tải hoặc nhấc bằng tay để lắp ráp.



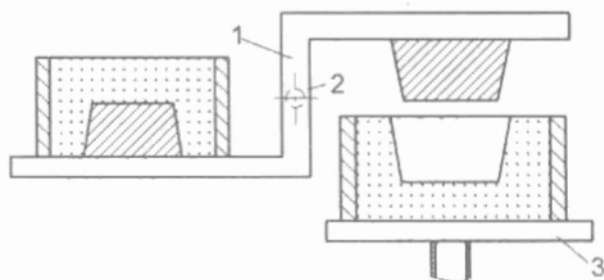
Hình 3.33. Rút mẫu bằng thanh đẩy
1. Mẫu; 2. Các que đẩy; 3. Khuôn.

+ Rút mẫu bằng quay hoặc lật.

Khi cơ khí hoàn toàn quá trình làm khuôn, rút mẫu bằng thanh đẩy thuận tiện cho khuôn trên. Để làm khuôn dưới người ta dùng phương pháp lật, trên hình 3.34 giới thiệu sơ đồ nguyên lý đó.

Nếu thay bàn máy gắn mẫu bằng hệ thống bàn lật 1 có trục quay cố định 2.

Khuôn sau khi đã đầm chặt được quay nửa vòng tròn ở vị trí cuối cùng đỡ trọng lượng bản thân của khuôn nó sẽ tự rút ra khỏi mẫu. Khuôn được đỡ bằng bàn đỡ 3.



Hình 3.34. Rút mẫu bằng lật
1. Bàn lật; 2. Trục quay; 3. Bàn đỡ

2. Chế tạo lõi

Có thể sử dụng các phương pháp làm khuôn ở trên để tạo lõi. Để đảm bảo chất lượng cao của lõi, người ta còn sử dụng một số máy làm lõi riêng.

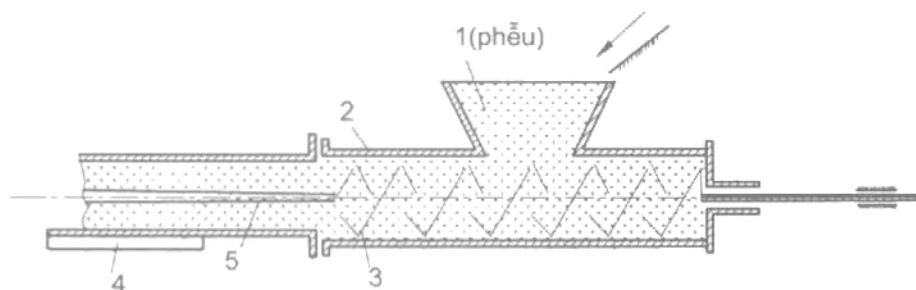
Máy nhồi đẩy bằng trục xoắn (hình 3.35).

Những lõi hình trụ có tiết diện không đổi trên suốt chiều dài có thể dùng máy loại này.

Trục xoắn 3 được truyền chuyển động quay sẽ tải hỗn hợp lõi trong ống chứa hỗn hợp 2 qua lỗ thoát có hình dạng, kích thước đã định sẵn. Rãnh thoát khí được tạo ra vào lõi kim loại 5. Độ chặt của hỗn hợp nhờ các má xoắn tải liên tục di chuyển có sức cản lớn ở miệng ống.

Lõi đi ra trên tấm sấy 4. Hệ thống cắt lõi sẽ hoạt động để tạo ra độ dài tùy ý.

Có thể thay trục xoắn bằng hệ thống đẩy pittông để ép lên hỗn hợp lõi.



Hình 3.35. Máy nhồi đẩy

3.4. LẮP KHUÔN

Lắp ráp các phần khuôn, lõi để tạo ra khuôn đúc là khâu cuối cùng của công nghệ làm khuôn. Những yêu cầu khi lắp khuôn:

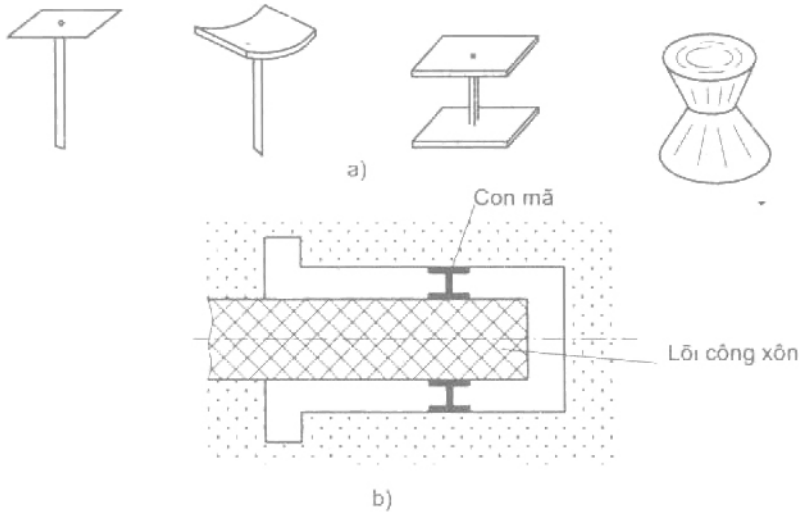
- Các nửa khuôn và lõi sẽ được sấy khô không có độ ẩm vượt quá quy định và đã được kiểm tra kỹ càng.
- Việc định vị lõi (nếu có) phải bảo đảm chắc chắn và có độ chính xác yêu cầu. Có hệ thống thoát khí cho lõi.
- Bảo đảm độ kín khí ở mặt khuôn.

3.4.1. Lắp ráp lõi

Lõi sau khi sấy có độ bền cao nên có thể vận chuyển bằng tay đối với loại nhỏ, vận chuyển bằng cần trục với lõi lớn.

Lõi được lắp vào khuôn nhờ phần gổì lõi do tai mẫu tạo ra. Tuy vậy cũng phải cân đo hoặc bằng thước hoặc bằng dướng để dịch chỉnh kích thước, sau đó cố định nó với khuôn dưới để bảo đảm khi lắp ráp khuôn trên vào không làm xô dịch.

Trường hợp lõi bằng cát có độ dài thân lõi lớn, lõi lắp công xôn phải được gia cố thêm bằng con mã (hình 3.36).



Hình 3.36

a) Các loại con mã; b) Cách lắp con mã.

Con mã là một kết cấu bằng kim loại tương ứng với hợp kim đúc. Chúng có kết cấu tùy theo dạng vật đúc. Con mã có tác dụng chống lại mọi biến dạng của lõi hoặc do trọng lượng bản thân lõi, hoặc do tác dụng của kim loại lỏng. Do đó xác định vị trí đặt con mã phải thích hợp để phát huy tác dụng của nó.

3.4.2. Lắp khuôn

Lắp khuôn là bước cuối tạo ra lòng khuôn đúc hoàn chỉnh nên yêu cầu thật cẩn thận.

- Các nửa khuôn ghép vào nhau đúng vị trí của chốt định vị để tránh lệch lòng khuôn.

- Đối với khuôn cát, để bảo đảm độ kín khí, giữa các mặt lắp ráp phải có lớp dính bằng đất sét để hạn chế rò kim loại lỏng.

- Kẹp chặt hoặc đè khuôn để chống lại lực đẩy của kim loại lỏng.

– Kiểm tra vị trí và độ ngang bằng của cốc rót và chậu ngót.

– Khuôn lấp xong không nên để lâu mới rót vì đối với khuôn cát có thể hút ẩm từ môi trường xung quanh, các loại khuôn khác cũng có thể thay đổi các yếu tố như nhiệt độ hoặc làm bần lỏng khuôn,...

3.4.3. Đè khuôn hoặc kẹp khuôn

Kim loại lỏng khi đã điền đầy lòng khuôn, sẽ tác dụng lên lõi và khuôn một lực đẩy làm khuôn trên xô dịch, thậm chí nổi khuôn trên. Điều đó sẽ gây ra rò kim loại lỏng, sau lệch lòng khuôn. Để hạn chế nó, người ta phải đè khuôn hay kẹp khuôn.

Phương pháp đơn giản hơn cả là áp dụng định luật Acsimet như sau:

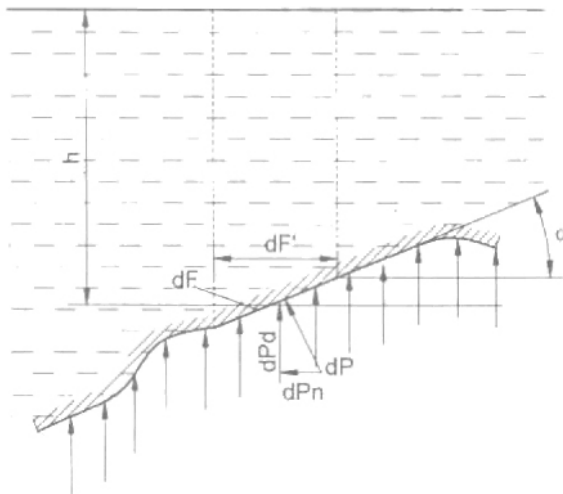
Nếu xét một thể tích chất lỏng có khối lượng riêng γ với mặt thoáng xác định, một diện tích là dF nghiêng so với mặt thoáng một góc α và có độ cao từ đó nên mặt thoáng là h (hình 3.37). Lực đẩy tác dụng nên dF theo phương vuông góc sẽ bằng:

$$dP = h \cdot \gamma \cdot dF$$

Thành phần thẳng đứng của dP sẽ bằng:

$$\begin{aligned}dP_d &= dP \cdot \cos\alpha \\ &= h \cdot \gamma \cdot dF \cdot \cos\alpha \\ &= h \cdot \gamma \cdot dF'\end{aligned}$$

Mặt thoáng



Hình 3.37. Sơ đồ tính lực đẩy

Như vậy có thể tính lực đẩy của kim loại lỏng lên bề mặt lòng khuôn hoặc lõi:

$$P = \gamma \int_0^F h \cdot dF'' = \gamma \int_0^V dV = \gamma \cdot V$$

Ở đây V được coi là thể tích khối kim loại tương đương. Nói cách khác V là thể tích phần khuôn hạn chế hoặc phần lõi chịu lực đẩy Acimede của chất lỏng.

Có thể phân lực đẩy tổng ra hai phần:

$$P_{\text{đẩy}} = P_{\text{đẩy lõi}} + P_{\text{đẩy khuôn}}$$

Do hòm khuôn trên khuôn và hỗn hợp có khối lượng là G_{KT} nên ta tính lực đè khuôn Q như sau:

$$Q = (P_{\text{đẩy}} - G_{KT})n$$

n – Hệ số tính đến dòng chảy động của kim loại trong khuôn. Thường chọn $n = 1,3 \div 1,4$.

Nếu các nửa khuôn được kẹp chặt bằng bulông, thì lực tác dụng lên mỗi bulông là:

$$P = \frac{Q \cdot 1,25}{N} \text{ (N)}$$

N – số lượng bulông.

Từ đó suy ra đường kính bulông:

$$d \geq 0,04 \sqrt{P} \text{ (cm)}$$

3.5. CHẾ TẠO KHUÔN VỎ MỎNG

3.5.1. Vật liệu làm khuôn vỏ mỏng

Vật liệu làm khuôn vỏ mỏng hoặc gọi là hỗn hợp làm khuôn vỏ mỏng gồm hai thành phần cơ bản là cát và chất dính kết (nhựa).

– Cát: cát làm khuôn vỏ mỏng phải đảm bảo bền nhiệt, dãn nở nhiệt ít, trơ đối với tác dụng hóa học và sạch. Thường dùng cát có hàm lượng $\text{SiO}_2 > 97\%$, oxyd Fe $< 0,5\%$, tạp chất có hại $< 1\%$, bùn $< 1\%$.

Cát nên dùng hạt mịn và không đồng đều để nâng cao độ bóng và độ bền vỏ khuôn. Nên dùng cỡ hạt $0,06 \div 0,15\text{mm}$.

– Chất dính kết: Chất dính kết dùng phổ biến là nhựa Fenol–formaldehyd trong môi trường axít dư Fenol, và gọi là novolok. Khi nung nóng nhựa này biến mềm và chảy loãng liên kết các hạt tạo nên dạng vỏ khuôn nhưng vỏ này không giữ được hình dạng dưới tác dụng nhiệt của hợp kim lỏng. Để khắc phục hiện tượng đó người ta cho thêm chất đóng rắn Urotropin ($C_6H_{12}N_4$). Urotropin phân hủy ở nhiệt độ cao ($300\div 400^\circ C$) tạo ra amoniac và formaldehyd với môi trường kiềm và lượng formaldehyd đủ để cho phản ứng trùng ngưng giữa fenol và formaldehyd xảy ra hoàn toàn.

Trong thực tế người ta dùng bột Bakelit (Ak). Đó là hỗn hợp của novolok với $7\div 15\%$ Urotropin.

– Các loại hỗn hợp làm khuôn: Hỗn hợp làm khuôn phải đảm bảo vỏ khuôn có độ bền, độ thông khí cao, tiêu thụ ít chất dính kết. Dựa vào cấu trúc của hỗn hợp người ta phân biệt hai loại sau:

+ Hỗn hợp cơ học và hỗn hợp bao phủ

Hỗn hợp cơ học gồm có các hạt cát nằm bên cạnh những hạt dính kết. Việc chế tạo hỗn hợp này rất đơn giản bằng cách trộn cát với Bakelit, nhưng loại này có nhiều nhược điểm: dễ bị thiên tích vì trọng lượng của cát và chất dính kết khác nhau. Chất dính kết mịn hơn cát.

Để tạo nên bụi nhựa gây hao phí lớn và ảnh hưởng đến môi trường làm việc, có hại cho công nhân.

Để khắc phục, người ta cho vào hỗn hợp chất thấm ướt như: dầu hòa, parafin, atearin, glycerin, fufurol, aceton, bakelit lỏng,... Với hàm lượng khoảng $0,2\div 0,5\%$. Mục đích sử dụng chất thấm ướt là để thấm ướt bề mặt các hạt cát tạo điều kiện giữ lại các bột dính kết.

+ Hỗn hợp bao phủ

Hỗn hợp này gồm các hạt rời nhau. Các hạt cát được bao bởi màng chất dính kết. Loại này có nhiều ưu điểm:

+ Không thiên tích, không tạo bụi.

+ Độ dẻo và độ thông khí cao, tốn ít nhựa ($<3\%$).

+ Độ linh động cao.

+ Không dính mẫu.

+ Giữ được tính chất lâu ở nhiệt độ bình thường ($<40^{\circ}\text{C}$).

Để tạo vỏ, chất dính kết bao quanh hạt cát có thể dùng nhiệt nung nóng hoặc không dùng nhiệt (phương pháp nguội) mà dùng hóa chất.

3.5.2. Bộ mẫu để chế tạo khuôn vỏ mỏng

Bộ mẫu cũng gồm mẫu, tấm mẫu, mẫu hệ thống rót, đậu hơi và đậu ngòt, thường được chế tạo bằng kim loại để bảo đảm:

Tạo hình dạng khuôn tốt và chính xác.

– Tạo điều kiện nhiệt để giúp hình thành vỏ khuôn có độ dày tốt cần thiết.

– Đảm bảo độ bền nhiệt.

– Kích thước chính xác và bề mặt nhẵn bóng.

– Có khả năng tích trữ năng lượng.

Thao tác dễ dàng.

Bộ mẫu được chế tạo bằng kim loại. Tấm mẫu tùy thuộc vào kích thước, kết cấu vật đúc.

Tấm đỡ mẫu lam bằng thép tấm dày 12–20mm có kích thước $<300 \div 400\text{mm}$. Khi cần những tấm đỡ lớn hơn có thể chế tạo bằng hàn hoặc lắp ghép cơ khí. Để nâng cao hiệu suất mặt độ mẫu trên tấm mẫu thường được tăng tới mức tối đa với chú ý:

– Khoảng cách giữa thanh mẫu và thành khuôn 25÷40mm, khoảng cách giữa các phân mẫu 15÷30mm, giữa mẫu và ống rót 25÷40mm.

Để chiều dày thành khuôn vỏ mỏng đồng đều, bộ mẫu phải đảm bảo tích và truyền nhiệt cho hỗn hợp khuôn đồng đều. Nghĩa là đường bao ngoài của vỏ khuôn (hay bao trong của vỏ lõi) là đường đẳng nhiệt. Nói cách khác độ dày mẫu phải đồng đều. Cần lưu ý thêm:

– Tốc độ truyền nhiệt từ mặt ngang lớn hơn từ mặt đứng của bộ mẫu.

– Tốc độ truyền nhiệt từ góc ngoài lớn hơn từ góc trong.

Những bộ mẫu lắp ghép bằng nhiều phần nên làm cùng loại vật liệu để tránh cong vênh do giãn nở vì nhiệt khác nhau.

3.5.3. Chế tạo khuôn vỏ mỏng

Quy trình chế tạo vỏ khuôn và lõi gồm những bước sau:

Nung bộ mẫu đến $200-250^{\circ}\text{C}$.

Phủ chất cách mẫu lên bề mặt làm việc.

Cho hỗn hợp làm khuôn, lõi lên bề mặt làm việc của bộ mẫu.

– Giữ hỗn hợp trong thời gian.

– Lấy phần hỗn hợp thừa ra khỏi vỏ và bộ mẫu.

– Nung vỏ cùng bộ mẫu ở nhiệt độ $300-400^{\circ}\text{C}$ trong 1-3 phút.

– Làm nguội vỏ bộ mẫu.

– Lấy vỏ ra khỏi bộ mẫu. Thường vỏ lấy ra khi nhiệt độ vẫn còn cao, vì vậy cần có biện pháp chống cong vênh vỏ khi vỏ tiếp tục nguội đến nhiệt độ thường. Bộ mẫu khi lấy vỏ ra vẫn còn có nhiệt độ thích hợp để làm vỏ khác mà không cần nung lại, như vậy sẽ tiết kiệm thời gian và năng lượng. Chất cách mẫu có tác dụng ngăn cách vỏ khuôn được tạo thành với mẫu tạo điều kiện đẩy vỏ khuôn dễ dàng. Chất cách mẫu phải đảm bảo bền nhiệt, không bị phân hủy ở nhiệt độ trùng hợp của chất dính kết, rắn, sẵn có. Người ta thường dùng các loại sau:

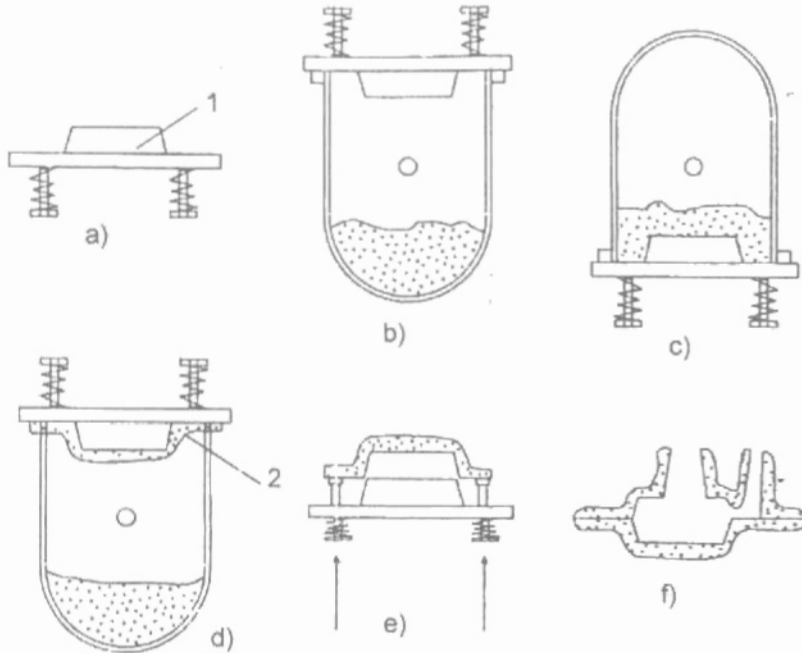
+ Silicon lỏng và hợp chất trên cơ sở nền silicon.

+ Thủy tinh hữu cơ như CKT-1, CKT-2, CKT-3 hòa trong spirit trắng tạo nên lớp màng dạng keo trên mẫu, có tác dụng cho nhiều lần tách mẫu.

+ Mỡ khoáng vật, dung dịch mazut trong dầu hòa (theo tỷ lệ 1/3) zarezin, nhũ tương graphit trong dầu hỏa,... tạo ra một lớp màng mỏng chỉ có tác dụng cho một lần tách mẫu.

Trên hình vẽ 3.38 trình bày quá trình công nghệ chế tạo khuôn vỏ mỏng.

Hình 3.38a: mẫu kim loại 1 lắp trên tấm mẫu đã nung nóng đến $200-300^{\circ}\text{C}$
Hình 3.38b,c,d: cho hỗn hợp cát đã trộn sẵn chất dính kết vào: sau 10-30 giây chất dính kết hoạt động và dính các hạt cát với nhau tạo nên vỏ mỏng 2 dày khoảng 6-20mm; Hình 3.38e: sau khi đã lấy đi phần hỗn hợp không dính kết mẫu và vỏ được nung nóng trong lò có nhiệt độ $300-450^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 1-3 phút, vỏ trở nên cứng và bền và được lấy ra khỏi mẫu; Hình 3.38f: khuôn vỏ mỏng được lắp ráp.



Hình 3.38. Công nghệ chế tạo khuôn vỏ mỏng cứng theo phương pháp C (Croning)

a) Tắm mẫu ; b) Tắm mẫu được nung nóng úp trên thùng hỗn hợp cát nhựa; c) Lật ngược thùng cho hỗn hợp cát nhựa lên mẫu ; d) Mặt mẫu đã có một lớp vỏ cứng và quay thùng về vị trí cũ; e) Bộ chốt đẩy tách vỏ cát khô khỏi mẫu và tấm mẫu, f) Khuôn vỏ mỏng đã lắp ráp.

3.6. CHẾ TẠO KHUÔN ĐÚC DÙNG MẪU CHẢY

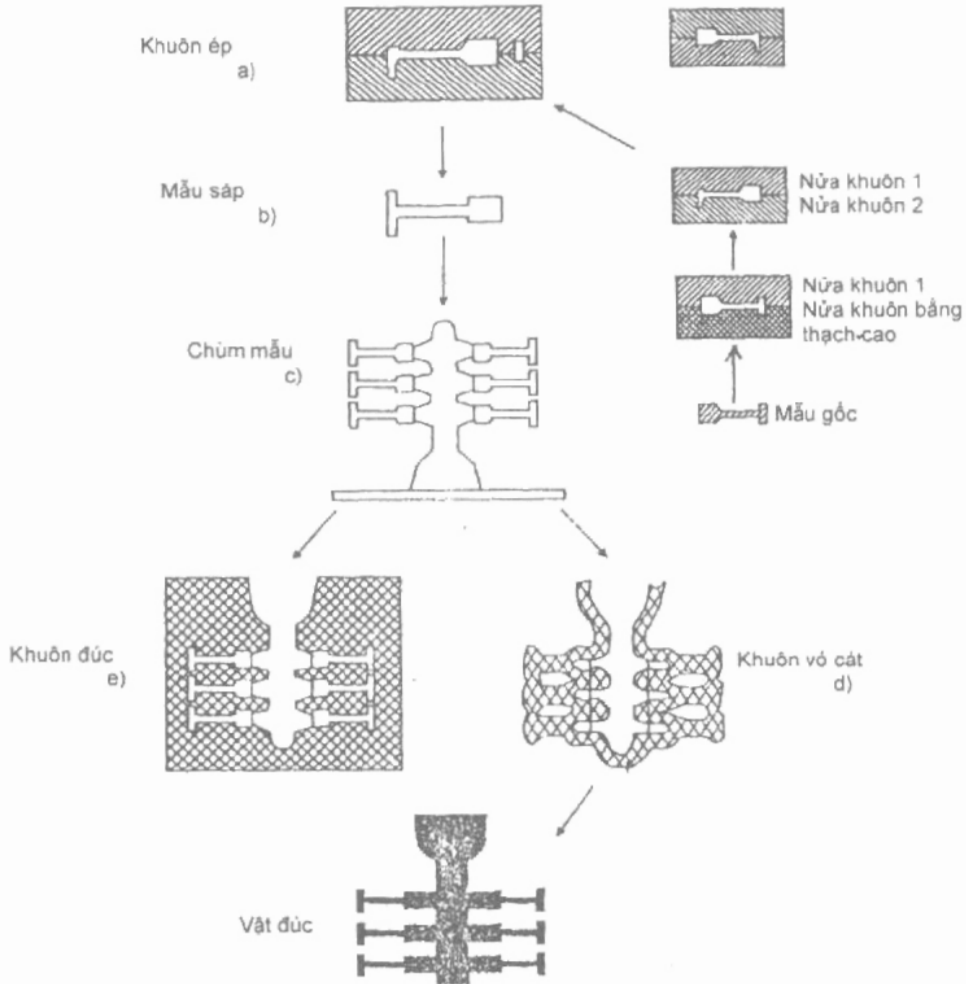
Đúc khuôn dùng mẫu chảy là phương pháp chế tạo khuôn dùng mẫu bằng vật liệu dễ chảy. Mẫu này có thể chảy ra để tạo thành lòng khuôn đúc do nhiệt hoặc hòa tan trong dung môi. Do khả năng chế tạo vật đúc chính xác nên còn gọi là phương pháp đúc chính xác

3.6.1. Quá trình chế tạo khuôn mẫu chảy tiến hành theo sơ đồ hình 3.39

1. Khuôn ép: khuôn ép dùng để chế tạo mẫu dễ chảy. Cơ sở để thiết kế khuôn ép là chi tiết. Từ chi tiết thiết kế mẫu gốc để chế tạo khuôn ép. Khuôn ép cần đảm bảo:

- Tạo mẫu chính xác, nhẵn bóng.
- Có ít mặt phân khuôn và đảm bảo dễ dàng lấy mẫu chảy ra khỏi khuôn.

- Khả năng thoát khí ra khỏi khuôn dễ dàng.
- Tuổi thọ cao.
- Dễ chế tạo và rẻ tiền.



Hình 3.39. Sơ đồ chế tạo khuôn mẫu chảy

- a) Khuôn ép; b) Mẫu chảy; c) Chùm mẫu chảy; d) Khuôn cát mỏng; e) Khuôn vỏ cát; f) Khuôn vỏ cát được gia công thêm được gọi là khuôn đúc.

Căn cứ vào dạng sản xuất, khuôn ép được chia ra hai loại: khuôn ép thử nghiệm và khuôn ép sản xuất hàng loạt nhỏ.

Theo tính chất của dạng sản xuất này số lượng chi tiết lại ít, thời gian chuẩn bị đòi hỏi phải ngắn. Vì vậy việc chế tạo những vật đúc phức tạp giống vật đúc thực không kinh tế. Trong trường hợp này người ta có thể đơn

gian hóa chi tiết để việc chế tạo khuôn ép được dễ dàng và sau đó sẽ được gia công cơ khí để nhận được chi tiết yêu cầu.

Vật liệu làm khuôn ép là những vật liệu dễ gia công, kém bền và rẻ như thạch cao, chất dẻo, hợp kim dễ chảy.

Khuôn thạch cao được sử dụng để chế tạo mẫu dễ chảy phục vụ đúc những sản phẩm nghệ thuật và các vật đúc phức tạp không đòi hỏi chính xác cao.

Tuổi thọ khuôn khoảng 40-200 lần.

Khuôn ép bằng kim loại thường được chế tạo từ hợp kim cơ sở của Pb, Sn, Zn, Al bằng cách mạ hay phun kim loại theo đường mẫu. Đường mẫu có đường nền giống như mẫu và làm bằng hợp kim Al hay Zn.

Bề mặt đường mẫu được đánh bóng, làm sạch dầu mỡ và được niken hóa một lớp dày 8-10mm. Sau đó phủ lớp đồng dày 0,8-1,2mm. Rửa sạch và sấy khô rồi phun tiếp lớp Cu hoặc thép 0,8-1,2mm. Tiếp đó phải giai phóng đường mẫu để có khuôn ép. Nếu đường mẫu bằng Al thì hòa tan trong kiềm sôi, còn bằng Zn thì làm nóng chảy bằng nung nóng. Để tăng độ bền người ta dùng thạch cao bọc đệm ngoài khuôn ép.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, khuôn ép phải đảm bảo càng bóng, càng chính xác càng tốt, cố gắng để sản phẩm không phải gia công cơ khí. Trường hợp này khuôn ép chế tạo bằng thép hoặc hợp kim nhôm. Nếu mẫu phức tạp có thể chia thành nhiều khuôn ép sau đó ghép lại. Khi thiết kế khuôn ép cần chú ý đến độ co mẫu và vật đúc, dung sai kích thước, độ dẫn nở của nhôm...

Phần tạo hình của khuôn ép có độ chính xác cao hơn độ chính xác của vật đúc 1 đến 2 cấp, dung sai kích thước khuôn ép $\leq 1/3$ dung sai của kích thước vật đúc tương ứng. Để kinh tế hơn độ bóng bề mặt tạo hình khuôn không quá cấp 8, bề mặt hệ thống không quá cấp 6, các bộ phận khác còn lại chỉ cần cấp 3-4.

2. Chế tạo mẫu chảy

Vật liệu làm mẫu chảy cần đảm bảo.

- Nhiệt độ nóng chảy không cao, thường 60-100°C.
- Nhiệt độ biến nền $\geq 35-45^\circ\text{C}$ để mẫu không biến dạng trước khi tạo khuôn.
- Co dãn ít và ổn định.
- In hình tốt để tạo hình mẫu bóng và chính xác.
- Độ chảy loãng cao.

Dám bảo độ bền, độ cứng.

· Không gây tác dụng hóa học với vật liệu khuôn ép và chất đệm.

– Khối lượng riêng nhỏ, không vượt quá 1g/cm^3 để tránh cho mẫu tự biến dạng do trọng lượng bản thân.

· Thẩm ướt huyền phù tốt.

Căn cứ vào những yêu cầu trên ta có các loại vật liệu làm mẫu sau:

– Chất làm mẫu có nhiệt độ nóng chảy thấp

Loại vật liệu này có tên là chất làm mẫu dạng sáp. Chất này có thành phần chính là Parafin và Stearin có nhiệt độ nóng chảy thấp được dùng làm mẫu cho những vật đúc nhỏ, độ phức tạp trung bình, yêu cầu chính xác thấp.

Những chất làm mẫu chỉ chứa Parafin và Stearin với tỷ lệ khác nhau (ký hiệu ПС) thẩm ướt huyền phù etylsilicat tốt có nhiệt độ nóng chảy thấp, độ chảy lỏng đủ, hàm lượng tro thấp cho hồi liệu cao (90–98%) nhưng nhiệt độ biến mềm thấp, độ bền, độ cứng không cao, độ co lớn và không ổn định.

Để khắc phục các nhược điểm trên người ta cho vào các vật liệu dạng sáp một số chất như: sáp than nâu, sáp than bùn, Etylxenlulo, xerezin....

– Vật liệu làm mẫu có nhiệt độ nóng chảy cao (khó chảy) là những chất có nhiệt độ chảy cao hơn loại trên, có độ bền, độ cứng, độ bền nhiệt ($70\text{--}80^\circ\text{C}$) cao hơn. Khi chế tạo cho mặt mẫu nhẵn, thẩm ướt tốt. Loại này có độ chảy loãng thấp, độ nhớt cao nên khó chảy ra khỏi khuôn khi nung nóng, hồi liệu thấp (30–40%).

Thường dùng vật liệu này cho vật đúc mỏng, bề mặt nhẵn và đòi hỏi chính xác. Người ta thường dùng nhiều nhất là kanifol; polistyrol và xerezin.

– Chất làm mẫu hòa tan

Chất làm mẫu hòa tan được chế tạo trên cơ sở cacbamat và chất làm dẻo là Axitboric (đến 2%). Cacbamat dễ hút nước nên thường cho thêm đến 10% Nitratkali. Mẫu bằng loại này không dẫn nở khi nung nóng và làm nguội nên có độ chính xác kích thước cao. Quá trình tách mẫu là quá trình hòa tan Cacbamat trong nước.

Ngoài ra Cacbamat không bị mềm, độ bền và cứng cao, bề mặt nhẵn do đó cho phép chế tạo vật đúc có độ bóng và chính xác cao.

Cacbamat được dùng nhiều nhưng khó ghép mẫu nên hạn chế dùng làm mẫu phức tạp cần lắp ghép.

Chế tạo mẫu chảy.

Quá trình chế tạo mẫu chảy gồm các bước sau : làm sạch, bôi trơn bề mặt tạo hình của khuôn ép; ráp khuôn ép; điền đầy chất làm mẫu vào khuôn ép. Giữ khuôn để mẫu nguội sau đó lấy mẫu và giữ cho đến lúc co hết.

Điền đầy chất làm mẫu vào khuôn ép có thể được tiến hành bằng cách rót tự do hoặc dưới áp lực với những mẫu phức tạp, có thành mỏng với vật liệu mẫu chảy loãng kém, độ nhớt cao phải điền đầy dưới áp lực.

Phương pháp ép chất làm mẫu ở dạng dẻo vào khuôn ép hiện nay được sử dụng nhiều.

Ráp mẫu

Trước khi tạo hình khuôn đúc, các mẫu lớn được gắn thêm các bộ phận và những mẫu nhỏ được gắn thành chùm có hệ thống rót chung như hình 3.39c.

3. Công nghệ chế tạo vỏ khuôn

– Chế tạo dung dịch huyền phù. Dung dịch được chế tạo trên cơ sở etylsilicat, nước thủy tinh với bột thạch anh, corun tự nhiên hay nhân tạo, bột có cỡ hạt < 0,05mm.

– Chế tạo vỏ khuôn :

Mẫu sau khi nhúng huyền phù phải đảm bảo thoát hết khí trên mặt mẫu, nhất là trong các lỗ của mẫu, lớp huyền phù phải mỏng, đều trên mặt mẫu. Sau đó tiến hành phun cát lên mặt mẫu. Thời gian từ khi nhúng huyền phù đến lúc rắc cát không lớn hơn 10 giây để tránh khô làm kém dính cát. Sau mỗi một lớp phải sấy khô rồi mới tạo lớp mới. Nếu làm khô ngoài không khí phải mất 2–4h. Nếu sấy bằng dòng khí amoniac mất 40–60 phút.

Khi sử dụng huyền phù trên cơ sở nước thủy tinh, lớp vỏ khuôn được làm đông cứng trong dung dịch cloruaamon (CH_4Cl) nồng độ 20% sau 2 phút và sấy tiếp trong không khí 10 phút.

Quá trình đó tiếp tục cho đến khi lớp vỏ khuôn đạt độ dày yêu cầu.

Khi vỏ khuôn đã hoàn chỉnh sẽ dùng nhiệt sấy hoặc dung môi hòa tan để giải phóng mẫu tạo nên lòng khuôn đúc.

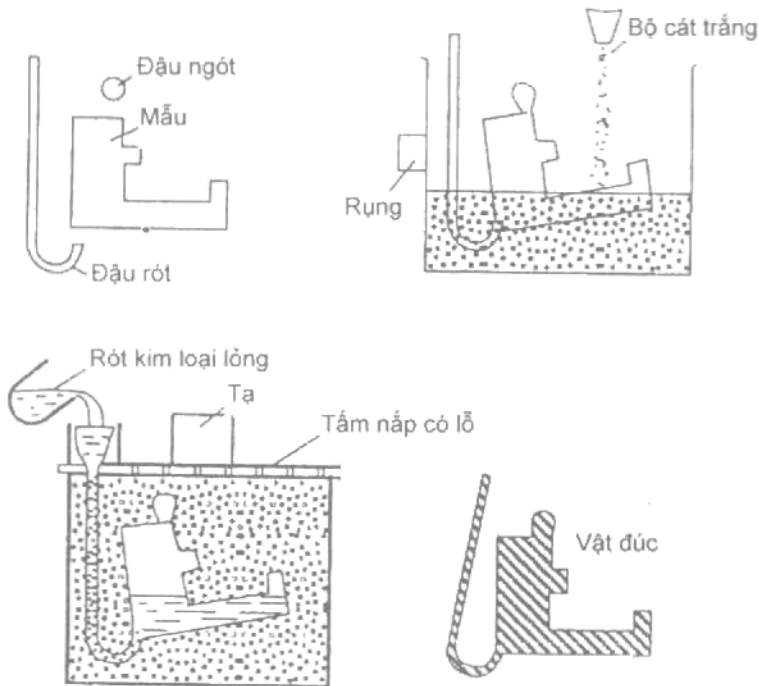
Để khuôn có đủ độ bền hình thành vật đúc, vỏ khuôn được đặt trong hòm khuôn và cho thêm chất đệm. Chất đệm này chủ yếu là cát thạch anh và các chất phụ khác.

Trước khi rót kim loại, vỏ khuôn được sấy tới nhiệt độ $900\div 1000^{\circ}\text{C}$. Tốc độ và thời gian sấy phụ thuộc chiều dày và vật liệu thành khuôn.

3.7. ĐÚC KHUÔN DÙNG MẪU HOÁ HƠI (MẪU TỰ THIÊU)

Bộ mẫu được chế tạo bằng nhựa polystrôn xốp (thường dùng làm tấm xốp), nhựa này dễ cháy, bốc hơi.

Quá trình chế tạo : Đặt mẫu và hệ thống rót, đậu ngót kín trong hòm khuôn, đổ cát và rung hoặc đầm chặt, rót kim loại vào, kim loại chảy đến đâu, mẫu cháy bốc hơi đến đấy (hơi sinh ra sẽ thoát ra qua các khe cát ra ngoài, hình 3.40).



Hình 3.40. Sơ đồ đúc bằng khuôn mẫu tự tiêu

Chương 4

LỰA CHỌN, TÍNH TOÁN HỢP KIM ĐÚC ĐỂ NẤU CHẢY

4.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT LỰA CHỌN HỢP KIM ĐÚC

Chế tạo phôi đúc phải bảo đảm các yêu cầu về kỹ thuật, tính kinh tế và tính thực tiễn của sản xuất, tuy nhiên cần bảo đảm các yêu cầu chính sau: hợp kim đúc phải đáp ứng theo yêu cầu của chi tiết máy thiết kế, đảm bảo chất lượng sản phẩm đúc, trong đó đặc biệt đảm bảo đầy đủ hình dáng vật đúc và tránh được các khuyết tật đúc. Vì vậy khi chọn hợp kim đúc thường chọn hợp kim đúc có tính đúc tốt.

Tính đúc của hợp kim là khả năng đúc dễ hay khó của hợp kim đó. Nó được đánh giá bằng các tính chất cơ bản sau đây:

4.1.1. Tính chảy loãng

Tính chảy loãng là mức độ lỏng hoặc sệt của hợp kim, nó quyết định khả năng điền đầy lòng khuôn cho ta nhận được vật đúc rõ nét hay không. Tính chảy loãng tăng, tính đúc tăng. Tính chảy loãng phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ và thành phần hoá học của hợp kim lỏng ngoài ra còn phụ thuộc vào khuôn và công nghệ rót.

a) Nhiệt độ của hợp kim lỏng

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng quyết định tính chảy loãng của hợp kim. Để có độ chảy loãng cao khi rót người ta nâng nhiệt độ lên trên đường lỏng một lượng gọi là độ quá nhiệt. Độ quá nhiệt tăng tính chảy loãng tăng. Nhưng nhiệt độ rót quá cao dễ sinh nhiều khuyết tật khác trong vật đúc. Vì vậy mỗi hợp kim đúc có một nhiệt độ rót nhất định. Mọi yếu tố khác quan khác (như khuôn, lõi, công nghệ rót,...) cũng ảnh hưởng đến tính chảy loãng. Chẳng hạn khuôn kim loại tinh dẫn nhiệt cao hơn khuôn cát nên tính chảy loãng giảm. Tính chất dòng chảy trong hệ thống rót cũng làm thay đổi

tính chảy loãng. Rõ ràng dòng chảy rồi bao giờ cũng ít mát mát hơn dòng chảy tầng.

b) Thành phần hoá học của hợp kim

Thành phần hoá học quyết định tính chất hoá học của hợp kim và do đó cũng quyết định tính chảy loãng của nó. Khi thay đổi thành phần hoá học sẽ làm thay đổi tính chảy loãng của hợp kim.

Đối với hệ hợp kim Fe-C, hàm lượng cacbon, phốt pho tăng, tính chảy loãng tăng nhưng phốt pho tăng làm tính dẻo của hệ hợp kim này giảm, do đó hàm lượng phốt pho phải hạn chế. Ngược lại lưu huỳnh (S) làm giảm độ chảy loãng của hợp kim Fe-C.

Đối với thép, Mn, Si với hàm lượng bình thường không ảnh hưởng đến độ chảy loãng. Nhưng Si làm tăng độ chảy loãng của gang, Mn làm giảm độ chảy loãng của nó.

4.1.2. Tính co của hợp kim

Đó là khả năng giảm thể tích của hợp kim khi kết tinh. Độ co có thể đánh giá bởi các chỉ tiêu sau đây:

$$\epsilon_V = \frac{V_{LK} - V_{vd}}{V_{vd}} \cdot 100 (\%)$$

Có chiều dài:

$$\epsilon_L = \frac{L_{LK} - L_{vd}}{L_{vd}} \cdot 100 (\%)$$

Trong đó:

ϵ_V, ϵ_L : độ co thể tích và kích thước

V_{LK}, L_{LK} : thể tích và kích thước lòng khuôn

V_{vd}, L_{vd} : thể tích và kích thước vật đúc tương ứng

Co thể tích có thể tạo ra lõm co trong vật đúc, để hạn chế cần tính toán hệ thống rót và đầu rót hợp lý. Hiện tượng co làm thay đổi hình dáng, kích thước, tạo ứng suất, cong vênh hoặc làm nứt vật đúc. Độ co phụ thuộc thành phần hợp kim đúc, vật đúc bằng thép co khoảng 2 - 3% so với thể tích ban đầu. Gang xám khoảng 2,5 ÷ 6%, gang cầu 2,5 ÷ 13%. Độ co chiều dài thường bằng 1/3 thể tích.

Mặt khác ta còn có thể xác định độ co từ công thức:

$$V_1 = V_0 [L - \alpha_r(t_0 - t_1)]$$

Ở đây: V_0, V_1 là thể tích của vật ở nhiệt độ t_0, t_1 .

α_r : hệ số nhiệt đặc trưng cho sự thay đổi thể tích của vật khi giảm nhiệt độ $t^\circ\text{C}$ trong khoảng từ t_0 đến t_1 .

Quá trình co diễn ra ở trạng thái lỏng và trạng thái đặc (lúc kết tinh).

a) *Co ở trạng thái lỏng*: Nhiệt độ càng cao, lượng co ngót càng nhiều. Đối với gang quá nhiệt 100°C thể tích sẽ co khoảng $1.1 \div 1,8\%$.

b) *Co khi kết tinh*: Độ co thể tích này tùy thuộc những yếu tố sau đây:

– Khoảng dòng lớn co càng nhiều chẳng hạn như gang, càng xa điểm cùng tinh lượng co càng lớn.

– Thành phần hoá học của hợp kim.

Thành phần hoá học ảnh hưởng rõ rệt đến độ co của hợp kim. Ví dụ, lượng graphit trong gang càng lớn sẽ làm giảm co thể tích, 1% graphit tăng thể tích chừng 2% do đó cùng thành phần nhưng kết tinh thành gang trắng co nhiều hơn gang xám.

4.1.3. Tính thiên tích

Thiên tích là sự không đồng đều tổ chức hoặc thành phần trong từng vùng hoặc trong nội bộ hạt tinh thể. Thiên tích vùng hình thành chủ yếu do hai yếu tố trọng lượng bản thân và áp lực. Những nguyên tố có trọng lượng riêng lớn sẽ lắng xuống phía dưới, nhẹ thì nổi lên trên. Áp lực tác động nên từng chất điểm trong lòng khuôn cũng khác nhau tạo nên hiện tượng thiên tích vùng.

Trong từng hạt hướng tản nhiệt cũng khác nhau tạo nên tổ chức nhánh cây theo từng hướng khác nhau tập trung các nguyên tố cùng thông số mạng hoặc đồng dạng liên kết với nhau tạo nên sự khác biệt ngay trong nội bộ hạt.

Hợp kim càng phức tạp càng dễ sinh ra thiên tích, ngoài ra phương pháp đúc, công nghệ đúc cũng ảnh hưởng đến thiên tích chẳng hạn như đúc ly tâm, những phần tử có khối lượng lớn sẽ phân bố phía ngoài vật đúc ngược lại tạp chất nhẹ và những nguyên tố có khối lượng nhỏ phân bố bên trong vật đúc.

4.1.4. Tính hoà tan khí

Tính hòa tan khí là khả năng xâm nhập của khí vào hợp kim lỏng khi nấu chảy cũng như khi rót vào khuôn.

Tính hoà tan khí phụ thuộc vào loại hợp kim, loại khí, nhiệt độ và áp suất.

Những khí hoà tan thường là oxy, hydro, nitơ, oxyd cacbon, cacbonic, hơi nước....

Oxy có thể không hoà tan ở trạng thái lỏng và đặc trong nhóm kim loại Al, Mg. Vì vậy khi đúc gang nếu tăng hàm lượng Mg sẽ giảm lượng hoà tan khí. Oxy có thể hoà tan ở trạng thái lỏng với số lượng lớn với Fe, Cu, Ni,...

Hydro là loại khí có khả năng khuếch tán vào kim loại ở nhiệt độ trong phòng.

Các nguyên tố như Ti, Cr, Mn, Fe hoà tan nitơ ở trạng thái lỏng tạo thành dung dịch đặc và nitrit.

Nhiệt độ, áp suất càng tăng khả năng hoà tan khí càng tăng.

4.2. CÁC KIM LOẠI, HỢP KIM DÙNG CHẾ TẠO PHÔI ĐÚC

4.2.1. Các kim loại và hợp kim đúc

Theo bản chất về đúc thì tất cả các kim loại và hợp kim đều có thể đúc được; tuy nhiên trong thực tế các kim loại được dùng để đúc là các kim loại đạt được các yêu cầu về các mục đích kỹ thuật, đạt được hình dạng sản phẩm đúc,... Vì vậy các kim loại thường dùng để đúc gồm:

1. Kim loại và hợp kim màu

a) *Nhôm và hợp kim nhôm* : các loại nhôm đúc A199,99– (Al 1A); A199,95– (Al 2A); A199,9– (Al 3A),... Các hợp kim nhôm đúc (theo tiêu chuẩn AA–ГОСТ): 390.0; 295.0 (AЛ17); 356.0 (AЛ19); \$13.0 (AЛ12).

b) *Đồng và hợp kim đồng*: Các loại đồng đúc: M0; M1– M6. Các hợp kim đúc của đồng (Tiêu chuẩn ГОСТ): đồng thau ЛА67–2,5; ЛК80–3Л; ЛКС89–3–3. Các loại đồng thanh – brông thiếc– chì : БрО10; БрОС5–25; БрОС8–12; đồng babbit B83; B89,...

2. Kim loại và hợp kim đen

a) *Gang đúc*:

Gang xám: GX00; GX12–28; GX15–32; Gang cầu : GC45–0; GC50–2; GC60–2; GC45–5,...

b) Thép đúc cacbon : 10Л, 20Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л,... Thép cacbon dụng cụ : Y7 Л, Y8 Л,...

4.2.2. Đúc gang

Gang là hợp kim đúc được dùng nhiều nhất. Đó là hợp kim của Fe và C với hàm lượng $C > 2\%$. Ngoài ra còn chứa các nguyên tố Mn, Si, P, S hoặc một vài nguyên tố hợp kim khác. Các nguyên tố thường có trong gang nằm trong giới hạn sau:

$$C = 2,0 - 4,0\% ; Si = 0,4 - 3,5\% ;$$

$$Mn = 0,2 - 1,5\% ; P = 0,04 - 1,5\% ;$$

$$S = 0,02 - 0,2\% .$$

Gang đúc được chia thành các loại sau:

a) Theo thành phần hoá học người ta chia gang như sau

- Gang thường: là gang ngoài các nguyên tố thường có, không chứa các nguyên tố hợp kim hoá. Những nguyên tố kim loại ngoài Fe phải nằm trong giới hạn $Si \leq 4\%$; $Mn \leq 25\%$; $Cr < 0,1\%$; $Ni < 0,1\%$.

- Gang hợp kim thấp là gang mà lượng chứa nguyên tố hợp kim $< 3\%$.

- Gang hợp kim trung bình: lượng chứa nguyên tố hợp kim $3 - 10\%$.

- Gang hợp kim cao lượng chứa nguyên tố hợp kim $> 10\%$.

b) Theo tổ chức và điều kiện tạo thành graphit người ta chia gang thành các loại:

- Gang trắng: cacbon trong gang này ở dạng liên kết hoá học là xêmentit tự do (trong lêđêbuarit) vì vậy gang này rất cứng và giòn.

- Gang hoa dâm: tổ chức của gang vừa có graphit vừa có lêđêbuarit (có xêmentit).

- Gang biến trắng: mặt ngoài là gang trắng nhưng phía trong là gang xám. Vùng tiếp giáp giữa hai tổ chức có tổ chức của gang hoa râm.

- Gang xám: trong gang không có xêmentit tự do mà chỉ có graphit. Gang xám có tính đúc rất tốt, dễ gia công cơ khí.

- Gang cầu: graphit trong gang ở dạng cầu nhờ đưa chất biến tính đặc biệt vào gang lỏng khi đúc.

- Gang dẻo: ở đây graphit ở dạng bông nên tính dẻo của gang tăng lên.

Ngoài ra ta có thể phân gang theo độ cứng, độ bền, độ dẻo. Trên quan điểm này người ta có các loại gang sau:

- Gang mềm có độ cứng HB < 149.
- Gang rắn vừa có độ cứng HB = 149 - 197.
- Gang tương đối rắn có độ cứng HB = 197 - 269.
- Gang cứng có độ cứng HB > 269
- Gang bền thường có độ bền $\sigma_b < 200\text{N/mm}^2$
- Gang bền có độ bền $\sigma_b = 200 \div 380\text{N/mm}^2$
- Gang không dẻo có độ bền $\sigma < 1\%$
- Gang dẻo thấp có độ bền $\sigma = 1 - 5\%$
- Gang dẻo có độ bền $\sigma = 5 - 10\%$
- Gang dẻo cao có độ bền $\sigma > 10\%$

1. Các nhân tố ảnh hưởng đến tổ chức và tính chất của gang

a) Thành phần hoá học

Gang là loại hợp kim có thành phần hóa học phức tạp. Ngoài những nguyên tố thường có (như Fe, C, Mn, Si, P, S) tùy theo nguồn gốc của mè liệu, điều kiện nấu mà còn có các nguyên tố khác nữa. Với hàm lượng có khi rất nhỏ nhưng trong những điều kiện nhất định cũng ảnh hưởng đến quá trình tạo nên của gang và Graphit hoá. Đánh giá ảnh hưởng của các nguyên tố đến các tính chất của gang ta không chỉ đánh giá riêng từng yếu tố mà phải quan tâm đến mối quan hệ giữa chúng với nhau. Ví dụ, Mn và S xét riêng biệt đều là các yếu tố cản trở Graphit hoá. Nhưng sự tồn tại đồng thời của chúng trong gang tạo nên sunfit mangan khó chảy có tác dụng làm mầm cho Graphit kết tinh.

Đứng về phương diện Graphit hoá trên cơ sở lấy Si làm chuẩn (là nguyên tố thúc đẩy Graphit hoá) ta có bảng so sánh sau (bảng 4.1):

Bảng 4.1. So sánh hệ số Graphit hóa của các nguyên tố hóa học

Nguyên tố	Si	Al	Ti	Ni	Cu	Mn	Mo	S	Cr	V
Hệ số Graphit hóa	1	0,5	0,4	0,35	0,25	-0,25	-0,35	-10	-1	-2

Ở bảng trên, những nguyên tố có hệ số Graphit hoá mang dấu dương là nguyên tố Graphit hoá còn mang dấu âm là nguyên tố cacbit hoá (cản trở Graphit hoá).

Sau đây ta xét ảnh hưởng của một số nguyên tố hoá học:

Cácbon và Silic: đây là hai nguyên tố Graphit hoá mạnh nên thường được xét chung. Hàm lượng C tăng, khả năng Graphit hoá tăng, nhưng giảm độ bền của gang. Nếu hàm lượng C thấp, tính đúc của gang giảm. Vì vậy hàm lượng C thích hợp lấy khoảng 2,4 – 3,8%.

Si có ái lực với Fe mạnh hơn cácbon nên làm cho xêmentit dễ bị phân huỷ tạo điều kiện cho quá trình Graphit hoá.

Tùy thuộc vào mức độ Graphit hoá yêu cầu, chiều dày vật đúc mà người ta chọn hàm lượng silic thích hợp, nhưng chỉ trong khoảng từ 0,4 – 2,5%.

Mangan: là tạp chất có lợi trong gang vì nó hạn chế tác hại của lưu huỳnh, làm nhỏ mịn hạt péclit. Hàm lượng Mn trong khoảng 0,3 – 0,6% có ảnh hưởng đến Graphit hoá. Nhưng tăng Mn đạt đến 1,3 – 1,5% thì Mn có tác dụng tăng lượng peclit, giảm ferit. Nếu hàm lượng Mn tăng >1,5% sẽ làm gang hoá trắng.

– **Phốtpho:** ít ảnh hưởng đến sự Graphit hoá, nhưng phốtpho tăng sẽ tăng tính chảy loãng của gang. Khi tăng > 3,5% sẽ hình thành cùng tinh ba nguyên : $Fe_3P - Fe_3C - Fe$. Thường Fe_3C ở đây sẽ phân hoá thành ostenit và Graphit nên chỉ thấy cùng tinh hai nguyên. Phốtpho rắn, giòn có khả năng chống mài mòn, nhưng dễ nứt nguội. Hàm lượng phốtpho trong gang cho phép 0,4 – 0,5%.

– **Lưu huỳnh:** là tạp chất có hại vì nó làm giảm tính chảy loãng, giảm độ bền của gang. Lưu huỳnh là nguyên tố cản trở Graphit hóa mạnh. Để giảm tác hại của nguyên tố S người ta tăng Mn, vì Mn kết hợp với S tạo nên sunfít Mn(MnS) khó chảy. Nhưng không thể tăng nhiều Mn được. Do vậy lượng S cho phép trong gang là 0,1 – 0,2%.

– **Đồng và Niken:** là hai nguyên tố có ảnh hưởng tốt đến tổ chức và tính chất của gang. Khi đồng đặc Cu giúp cho sự Graphit hoá, đồng thời khi chuyển biến cùng tinh nó lại cản trở sự phân hoá peclit. Chỉ có Cu và Ni mới có hai đặc tính tốt này.

– **Crôm:** là chất cacbit hoá mạnh khi chuyển biến cùng tinh nhưng ở chuyển biến cùng tinh lại nâng cao tính ổn định của ostenit. Thường ít khi

dùng riêng Cr để hợp kim hoá gang mà thường kết hợp với các nguyên tố khác (niken, mômipden, đồng, nhôm,...).

– Mômipden: là chất hợp kim hoá gang có tác dụng tăng độ bền rất mạnh. Khi hàm lượng $> 0,8\%$, Mo được coi là chất cacbit hoá, nhưng chỉ làm gang hoá trắng khi Mo $> 3\%$. Nếu với tốc độ nguội bình thường và hàm lượng Mo $< 1\%$ nó giúp sự Graphit hoá khi đông đặc.

Mo là chất ổn định peclit rất mạnh.

– Vanadi: là chất cacbit hoá mạnh. Vanadi trong gang làm nhỏ mịn hạt peclit và Graphit do đó làm tăng độ bền và độ cứng của gang, nhất là gang có hàm lượng C thấp (gang hoa râm) lượng vanadi thường dùng $0,15 \div 0,35\%$.

– Titan: với lượng chứa $< 0,5\%$ trong gang trước cùng tinh, Titan giúp cho quá trình graphit hoá, tạo nên Graphit hoá tấm ngắn, nhỏ, mịn. Thường chỉ đưa vào gang $0,05 - 0,1\%$ Ti dưới $0,2\%$ Ti có tác dụng Graphit hoá mạnh hơn Si, nhưng $> 0,2\%$ khả năng đó giảm đi.

– Nhôm: ảnh hưởng của Al tùy thuộc vào hàm lượng của nó trong gang:

$< 4\%$ Al giúp cho sự Graphit hoá;

$4 - 8\%$ Al làm giảm sự Graphit hoá;

$8 - 18\%$ Al làm cản trở sự Graphit hoá;

$18 \div 25\%$ Al thúc đẩy quá trình Graphit hoá;

$> 25\%$ Al cản trở sự Graphit hoá.

Ảnh hưởng của Al tới sự Graphit hoá chỉ bằng $1/3 \div 1/2$ ảnh hưởng của silic. Người ta thường dùng Al để chế tạo gang chống oxy hoá.

b) Ảnh hưởng của tốc độ nguội

Tốc độ nguội không những làm thay đổi nền của gang mà còn trực tiếp ảnh hưởng đến Graphit hoá. Tăng tốc độ nguội, gang kết tinh thành lêđêbuarit (có xêmentit); tốc độ nguội giảm gang sẽ xám nhưng nguội chậm quá hạt Graphit càng to.

Người ta thường làm nguội nhanh khi chuyển biến cùng tinh để đạt được tổ chức peclit còn ở vùng chuyển biến cùng tinh nguội chậm để tạo Graphit giảm xêmentit.

Tốc độ nguội còn làm thay đổi cả hình dạng và sự phân bố Graphit.

c) Các yếu tố ảnh hưởng khác

– Quá nhiệt và nhiệt độ rót.

Quá nhiệt là nâng cao nhiệt độ của gang lỏng cao hơn nhiệt độ nóng chảy hoàn toàn của nó. Quá nhiệt làm cho gang kết tinh ra Graphit nhỏ mịn, giảm lượng Graphit, tăng lượng cacbon liên kết làm cho gang có xu hướng biến trắng, giảm tính di truyền xấu của gang (vì quá nhiệt có tác dụng hoà tan, giảm bớt những mầm Graphit thô to trong nguyên liệu và thay đổi lượng khí hoà tan trong kim loại).

Với gang có thể quá nhiệt tới 1600°C độ bền sẽ tăng, nhưng nếu cao hơn nữa độ bền lại giảm vì hạt Graphit thô to.

Với tốc độ quá nhiệt nhất định, nhiệt độ rút càng thấp, gang càng ít có xu hướng hoá trắng, độ bền giảm. Vì vậy thường rút ở nhiệt độ $1420 \div 1450^{\circ}\text{C}$.

– Biến tính.

Trong sản xuất gang có nhiều cách biến tính khác nhau để đạt được những mục đích khác nhau, nhưng đều nhằm làm tăng độ bền của gang.

+ Khi chế tạo gang cầu ta phải dùng chất cầu hoá như Mg hoặc các nguyên tố đất hiếm để graphit đạt dạng cầu.

Điều chú ý là các chất cầu hoá này thường cản trở sự Graphit hoá, nên người ta phải đồng thời dùng thêm ferô để gang xám.

+ Khi sản xuất gang dẻo, biến tính nhằm rút ngắn thời gian ủ gang trắng và thường dùng một lượng nhỏ Al.

+ Khi sản xuất gang Graphit tấm chất lượng cao thì biến tính có nhiệm vụ tạo ra Graphit mịn và nền peclit đồng chất.

– Nhiệt luyện.

Để thay đổi cơ tính của gang sau khi kết tinh, người ta dùng phương pháp nhiệt luyện nhằm:

+ Phân hoá xementit để tạo nên Graphit làm cho gang mềm hơn.

+ Chuyển biến ostenit thành tổ chức không cân bằng có cơ tính cao hơn peclit như trutit, xoochit hoặc maectenxit. Hai yếu tố chủ yếu làm thay đổi nền của gang và Graphit là nhiệt độ và thời gian.

2. Tính toán mẻ liệu đúc gang

Vật liệu nấu gang còn được gọi là mẻ liệu nấu gồm vật liệu kim loại, nhiên liệu, chất trợ dung; ba vật liệu này phối với nhau theo một tỷ lệ xác định tạo thành một mẻ liệu.

Vật liệu kim loại bao gồm gang thời lò cao, gang, sắt thép vụn được đập nhỏ đạt kích thước < 1/3d. Trường hợp kích thước của chúng khá nhỏ ta phải ép thành cục. Ngoài ra còn có các loại ferô hợp kim (ferô silic, ferô mangan,...).

Việc tính toán tỷ lệ các vật liệu kim loại nói trên căn cứ vào thành phần hoá học của vật liệu kim loại, mức độ hao hụt của các nguyên tố hợp kim bị cháy khi nấu luyện. Ví dụ, khi nấu Mn thường cháy 15 ÷ 20%, Si cháy khoảng 10 ÷ 15%. Tỷ lệ này có thể xác định bằng đồ thị hoặc giải tích. Sau đây giới thiệu phương pháp xác định bằng giải tích.

Giả sử ta dùng các vật liệu kim loại có thành phần hoá học cho trong bảng 4.2 để đúc vật đúc có thành phần hoá học như sau (*) với lượng cháy của nguyên tố hợp kim (Mn_{ch} ; Si_{ch}) cho biết.

Bảng 4.2. Thành phần hoá học của vật liệu

N ^o	Vật liệu kim loại	Ký hiệu	Thành phần hoá học		Ghi chú
			Mn	Si	
1	Gang số 1	x_1	Mn_1	Si_1	
2	Gang số 2	x_2	Mn_2	Si_2	
3	Gang số 3	x_3	Mn_3	Si_3	

Tiến hành lập phương trình cho một mẻ liệu 100kg ta có hệ phương trình sau đây:

$$x_1\% + x_2\% + x_3\% = 100 (\%)$$

$$x_1 \frac{Mn_1}{100} + x_2 \frac{Mn_2}{100} + x_3 \frac{Mn_3}{100} = \frac{Mn_{vd}}{1 - Mn_{ch}} \%$$

$$x_1 \frac{Si_1}{100} + x_2 \frac{Si_2}{100} + x_3 \frac{Si_3}{100} = \frac{Si_{vd}}{1 - Si_{ch}} \%$$

Giải hệ phương trình trên ta sẽ xác định được tỷ lệ tham gia của các vật liệu kim loại.

– Nhiên liệu:

Nhiên liệu dùng cho nấu gang phải thoả mãn các yêu cầu:

- + Đảm bảo độ bền cơ học.
- + Nhiệt trị cao.
- + Khi cháy cho tro sạch.

+ Kích thước nguyên liệu phù hợp với cỡ lò, thông thường 40 – 90mm.

Hiện nay thường dùng gang cốc để nấu gang. Tùy thuộc vào nhiệt độ nước gang mà ta chọn tỷ lệ than/gang. Theo kinh nghiệm chiều dày lớp than mè trong lò phải đạt 150 ÷ 200mm.

– Chất trợ dung

Dùng để tạo xỉ trong quá trình nấu. Chất trợ dung thường dùng là đá vôi CaCO_3 chiếm khoảng 2 – 7% mè liệu.

3. Đặc điểm khi đúc gang

a) Đúc gang xám

Gang xám được sử dụng nhiều vì có tính đúc rất tốt, thể hiện ở các mặt sau:

- Tính chảy loãng cao vì vậy đúc được các vật đúc thành mỏng, phức tạp.
- Khối lượng riêng của gang lớn, chảy loãng cao nên ít lẫn các tạp chất, xỉ và bọt khí.
- Độ co của gang nhỏ nên hạn chế được lõm co, rỗ co.

Để tăng độ chảy loãng của gang, người ta tăng hàm lượng Si, P. Để giảm lượng co ngót phải hạn chế nhiệt độ rót, dùng khuôn khô. Để giảm độ hoà tan khí ta tăng độ quá nhiệt, sấy và làm sạch nguyên vật liệu...

Công nghệ đúc gang xám tương đối đơn giản và có thể đúc trong các loại khuôn. Nói chung chỉ cần chọn phối liệu thích hợp, mà không cần đến những biện pháp xử lý phức tạp trong quá trình nấu.

Một điều chú ý là chiều dài vật đúc ảnh hưởng nhiều đến cơ tính. Thành vật đúc dày, mức độ Graphit hoá tăng, hạt của nền cơ sở to, kết quả độ bền giảm.

Thường không dùng gang xám để đúc những vật có thành mỏng khác nhau nhiều vì muốn có thành dày có tổ chức peclit thì ở phần thành mỏng lại có xementit, ngược lại đảm bảo thành mỏng không bị trắng thì tổ chức chỗ thành dày bị nhiều ferit.

b) Đúc gang cầu

Gang cầu là loại gang có độ bền cao do Graphit trong gang ở dạng cầu. Trong công nghiệp, gang này được sử dụng ngày càng nhiều và có xu hướng thay thế thép, gang xám. hợp kim màu trong nhiều trường hợp. Gang cầu được chế tạo từ gang xám nhiều C, Si, ít S, quá nhiệt cao rồi biến tính bằng

Mg(0,04%) sau đó biến tính thêm ferrosilic để tránh gang bị hoá trắng, sau đó rót vào khuôn ta sẽ được Graphit dạng cầu.

Ngoài ra người ta còn có thể dùng những chất cầu hoá khác: Ce, Ca, K, Li, Ba, Zn, Se,...

Tính chất của gang cầu phụ thuộc vào thành phần gang xám, chủ yếu phụ thuộc vào nền kim loại cơ bản. Nhiệt luyện và hợp kim hoá bằng: Ni, Mo, Cr, Co,... sẽ nâng cao cơ tính của gang do thay đổi nền của nó.

Khi dùng Mg để biến tính thường dùng khoảng 0,03 ÷ 0,07% nhưng cần lưu ý các điểm sau:

– Mg nhẹ, tỷ trọng nhỏ hơn 4 lần so với gang.

– Dễ bốc hơi, nhiệt độ nóng chảy là 650°C, nhiệt độ bốc hơi là 1107°C, áp suất hơi của Mg trong gang lỏng có thể lên tới 4 ÷ 10atm.

– Mg có ái lực mạnh với S để tạo thành MgS trước khi cầu hoá.

-- Mg có ái lực mạnh với oxy nên cháy ngay trên mặt kim loại lỏng tạo nên ngọn lửa trắng và khói trắng MgO.

Khi cho Mg vào gang lỏng. Mg bốc mạnh làm nước gang có tác dụng xáo trộn, khử oxy, lưu huỳnh và đem các khí khác đã hoà tan (H_2 , N_2) thoát ra ngoài.

Để nâng cao hiệu suất sử dụng người ta dùng Mg ở dạng hợp kim trung gian:

+ Hợp kim trung gian nặng có chứa Cu, Ni thao tác biến tính đơn giản nhưng đắt. Ví dụ hợp kim trung gian 20%Mg, 80%Ni.

+ Hợp kim trung gian nhẹ có chứa 5 – 35%Mg còn lại là Fe-Si hoặc Si-Ca.

Đặc điểm khi đúc gang cầu:

Độ chảy loãng tăng khi hàm lượng C, Si thích hợp, Mg có ảnh hưởng tốt đến tính chảy loãng.

Gang cầu dễ tạo nên rẽ co và xốp co. Nếu lượng gang trắng hình thành trong nó tăng thì thể tích co ngót tăng.

Nhưng gang cầu thường có những khuyết tật:

– Vết đen đây là dạng khuyết tật phổ biến đặc trưng cho gang cầu biến tính bằng Mg và rất ít trừ bỏ. Xem tổ chức tế vi ta sẽ thấy những vết đen trong đó chứa nhiều S, Mg ngoài ra còn có Mn, Si,... Những vết đen này làm xấu cơ tính của gang.

- Graphit không cầu làm giảm chất lượng gang, có thể do lượng Mg không đủ.

c) Đúc gang trắng

- Khái niệm

Gang trắng là loại gang trong đó C hoàn toàn tồn tại ở dạng Fe_3C . Tổ chức gang không có Graphit, chỉ có peclit và xêmentit tự do, mặt gãy trắng. Để có gang trắng ta phải khống chế thành phần Si và tốc độ nguội để tất cả C đều ở dạng liên kết.

Gang trắng có độ cứng cao, giòn, chịu va đập kém, khó gia công cắt gọt. Gang trắng được dùng để ủ gang dẻo, chế tạo các chi tiết chịu mài mòn và làm việc ở nhiệt độ cao.

Thường gang biến trắng được dùng nhiều hơn. Đó là loại gang vỏ ngoài trắng, lõi xám, lớp trung gian là gang hoa râm. Độ cứng của gang giảm từ ngoài vào trong, lượng Graphit tăng dần (ở ngoài 0,2%, lớp trung gian 1,5%, ở trong là 2,7%).

Do nguội nhanh lớp ngoài thuần trắng, hạt nhỏ mịn nên chịu mài mòn tốt (chiều dày lớp này 5–50mm).

Lớp trung gian tuy chịu mài mòn kém nhưng chịu va đập tốt hơn, dễ gia công cắt gọt (lớp này từ 10 ÷ 60mm).

Vì vậy gang biến trắng được dùng để chế tạo những chi tiết chịu mài mòn, chịu lực lớn và chịu lực va đập nhỏ.

Thực tế khi sản xuất gang biến trắng chỉ dùng $C \leq 4\%$ độ cứng của lớp trắng có thể đạt cao nhưng tổ chức hạt thô, to, chịu va đập kém, độ bền uốn thấp. Vì vậy xu hướng hiện nay là giảm bớt hàm lượng C và đưa vào các nguyên tố hợp kim để hợp kim hoá như Ni–Cr, Cu–Cr, Cr–Mo, ... Để làm nhỏ hạt tăng độ bền mà vẫn giữ được độ cứng, khống chế được độ dày lớp biến trắng.

- Tính đúc của gang trắng và gang biến trắng.

So với gang xám, tính đúc của loại gang này kém hơn nhiều. Có thể nói là xấu, bởi vì lượng C, Si trong gang thấp, yêu cầu khống chế thành phần chặt chẽ, nhiệt độ chảy của gang cao do đó nấu luyện cũng phức tạp hơn.

Độ co ngót của gang này lớn nên dễ sinh ra rỗ co, lõm co, xốp co hoặc nứt.

Tốt nhất nên nấu trong lò điện hoặc lò lửa (đảm bảo nhiệt độ cao, không chế thành phần dễ dàng).

Lò dùng chi dùng nấu gang có hàm lượng C cao.

d) Đúc gang dẻo

Khái niệm chung

Gang dẻo là gang có graphit dạng bông được tạo thành do ù gang trắng ít C. Gang dẻo có độ dẫn dài tương đối lớn (có khi tới 15%), cơ tính gần bằng thép nhưng dễ đúc hơn. Vì vậy thường dùng để chế tạo những chi tiết chịu lực có kết cấu phức tạp.

Gang dẻo gồm có gang dẻo tâm đen và gang dẻo tâm trắng. Gang dẻo tâm đen có mặt gãy màu xám như nhưng đen, có một lớp nền mỏng màu sáng ở bề mặt do thoát C. Độ sẫm càng đậm thì gang càng dẻo.

Gang dẻo tâm trắng có độ mặt gãy màu sáng do ít Graphit. Độ dẻo gang này kém gang dẻo tâm đen nhưng độ bền, tính chống ma sát tốt hơn.

Hiện nay người ta phân biệt gang dẻo theo tổ chức nền kim loại cơ sở. Để chế tạo gang dẻo ta phải qua hai bước:

+ Đúc ra vật đúc bằng gang trắng (ít C).

+ Ủ vật đúc.

· Đặc điểm khi đúc gang dẻo

Gang lỏng dùng trong chế tạo gang dẻo phải bảo đảm hai yêu cầu cơ bản:

+ Nhiệt độ quá nhiệt cao.

+ Thành phần ổn định, ít C.

Nói chung tính đúng của gang dẻo xấu vì độ chảy loãng kém, co lớn, dễ sinh rỗ co, xộp co (do khoảng rỗng lớn).

+ Công nghệ chế tạo gang dẻo dài, phức tạp đặc biệt là quá trình ù.

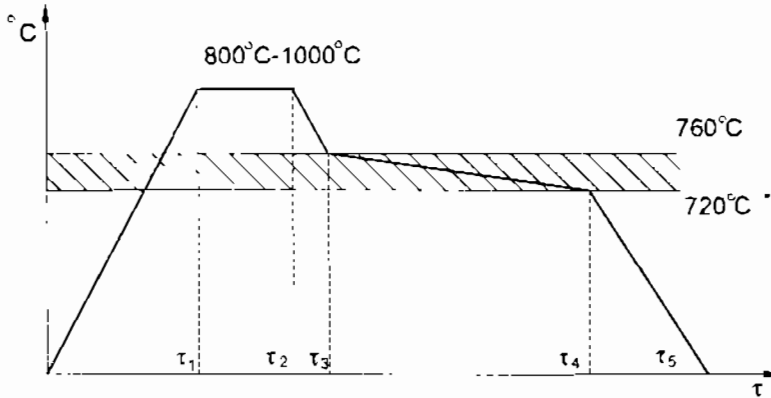
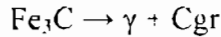
+ Khi phối liệu chú ý không dùng sắt thép vụn có chứa nguyên tố hợp kim, đặc biệt là Cr, tránh dùng gang thời số nhỏ (ví dụ GDO) có Graphit thô, to dễ để lại ảnh hưởng xấu đối với graphit khi ù gang dẻo. Không nên dùng fero hợp kim hàm lượng cao vì có thể gây ra thiên tích thành phần. Nhiệt độ gang lỏng khi ra lò có thể từ 1380 – 1400°C.

Quá trình ù gang dẻo được biểu diễn trên sơ đồ (hình 4.1).

Quá trình ủ gang xám được chia làm 5 bước:

Bước 1: Nung vật đúc đến nhiệt độ ủ ($800 - 1000^{\circ}\text{C}$) trong khoảng thời gian τ_1 .

Bước 2: Giữ nhiệt độ đó trong thời gian τ_2 để phân hoá xêmentit thành graphit, đồng thời Cgr lớn lên.

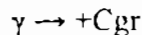


Hình 4.1. Sơ đồ ủ gang xám

Bước 3: Giai đoạn làm nguội, ở đây Cgr tiếp tục được tiết ra còn Cgr tiếp tục lớn lên.



Bước 4: Làm nguội từ từ xuống dưới nhiệt độ cùng tích một ít để phân hoá xêmentit cùng tích (ủ ferit).



Nếu muốn tạo ra gang dẻo peclít thì bỏ qua giai đoạn này hoặc chỉ ủ thời gian ngắn để nhằm cầu hoá xêmentit của peclít.

4.2.3. Đúc thép

1. Phân loại thép đúc

Căn cứ vào thành phần hoá học người ta chia thép thành các loại sau:

a) Thép cacbon

Đó là hợp kim Fe-C với $\text{C} \leq 2\%$, ngoài một số tạp chất thường có, không chứa thêm một nguyên tố hợp kim nào khác. Tạp chất thường có là:

$$\text{Mn} = 0,35 \div 0,8\%$$

$$\text{Si} = 0.17 \div 0.37\%$$

$$\text{S} \leq 0.045 \div 0.07\%$$

$$\text{P} \leq 0.04 \div 0.09\%$$

Tùy theo hàm lượng cacbon mà người ta chia thành các loại:

Thép C thấp chứa $C < 0,25\%$

Thép C trung bình có $C = 0,25 \div 0,5\%$

Thép C cao có $C > 0,5\%$.

b) Thép hợp kim

Thép hợp kim được chia thành các loại sau tùy thuộc tổng hàm lượng các nguyên tố hợp kim chứa trong đó.

Thép hợp kim thấp có tổng hàm lượng các nguyên tố hợp kim $< 5\%$.

Thép hợp kim trung bình có tổng hàm lượng các nguyên tố hợp kim trong khoảng $5 \div 10\%$.

Thép hợp kim cao là loại có tổng hàm lượng các nguyên tố hợp kim $> 10\%$.

2. Ký hiệu thép đúc

Theo tiêu chuẩn Liên Xô người ta ký hiệu thép theo hệ thống số và chữ.

a) Thép cacbon

Thép cacbon đúc được ký hiệu bằng hai chữ số đầu chỉ phần vạn C và chữ Л để chỉ thép đúc. Ví dụ: 10Л, 20Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л,...

Giải thích ký hiệu 45Л là thép cacbon có chứa 0,45%, chữ Л chỉ đây là thép đúc.

Với thép cacbon dụng cụ được ký hiệu bằng chữ Y, đằng sau là số phần nghìn cacbon trung bình, cuối cùng là chữ Л chỉ thép đúc.

Ví dụ: Y7Л, Y8Л,...

Giải thích: chữ Y chỉ thép dụng cụ cacbon.

Số 7 chỉ hàm lượng phần nghìn C : 0,7%C

Л chỉ thép đúc.

b) Thép hợp kim

Để ký hiệu thép hợp kim đúc Liên Xô dùng hệ thống chữ và số. Trong ký hiệu hiện nay người ta dùng chữ cái đầu của tên nguyên tố hợp kim để ký hiệu cho nguyên tố hợp kim đó, con số chỉ hàm lượng cacbon và các nguyên

tổ hợp kim chữ Л cuối cùng chỉ thép hợp kim đúc. Ở Liên Xô ký hiệu các nguyên tố hợp kim như sau:

Crôm – X	Nhôm – ю
Niken – Н	Đồng – д
Môlipđen – М	Côban – К
Titan – Т	Vonfram – В
Silic – С

Các chữ số quy ước như sau:

- Các số đứng đầu chỉ thành phần cacbon.
- + Nếu có một con số thì chỉ phần nghìn cacbon trung bình.
- + Nếu không có con số ở đầu có nghĩa là thành phần cacbon cao ($C \geq 1\%$).
- Các số đứng đằng sau chữ cái trong ký hiệu chỉ số phần trăm của nguyên tố đó. Nếu hàm lượng trên dưới 1% thì không ghi.
- Chữ Л sau cùng chỉ hợp kim đúc.

Ngoài ra có thể có chữ А trong ký hiệu thép để chỉ loại thép tốt (thép ít S, P).

Ví dụ: 40X0Л có 0,4% C; 0,1%Cr.

25X14Л có 0,25% C; 14%Cr.

3. Đặc điểm khi đúc thép

So với gang xám, thép có tính đúc kém hơn vì nhiệt độ nóng chảy cao, độ quá nhiệt lớn, chảy loãng kém, dễ thiên tích, dễ hoá tan khi, độ co lớn hơn gang (co chiều dài 1,5 – 3%; co thể tích gấp khoảng 2 hoặc 3 lần so với gang). Vì vậy khi đúc thép cần lưu ý:

- Kết cấu vật đúc càng đơn giản càng tốt, cố gắng thiết kế thành vật đúc đều đặn, độ dày thích hợp.

- Hệ thống rót, đậu hơi, đậu ngót bố trí hợp lý.

- Khuôn đúc: Nói chung thép có thể đúc bằng tất cả các loại khuôn. Khuôn phải đảm bảo tính bền nhiệt, tính không khí và tính lún tốt vì vậy không được đúc trong khuôn cát và khuôn bán vĩnh cửu. Những thép hợp kim có nhiệt độ nóng chảy cao thường đúc trong khuôn mẫu chảy hoặc tự thiêu....

4.2.4. Đúc hợp kim màu

1. Đồng và hợp kim của đồng

a) Đồng đỏ

Đồng nguyên chất gọi là đồng đỏ có tỷ trọng là $8,96\text{g/cm}^3$, nhiệt độ nóng chảy 1083°C , độ dẫn điện, dẫn nhiệt cao, dẻo, dễ gia công áp lực nhưng độ bền thấp. Tính đúc của đồng đỏ kém vì co nhiều, dễ nứt, hút khí nhiều nên dễ rỗ. Theo tiêu chuẩn của Liên Xô đồng đỏ được ký hiệu bằng chữ M và các chỉ số chỉ độ tinh khiết của đồng, chỉ số càng cao độ tinh khiết càng thấp.

M_0 có 99,95% Cu

M_1 có 99,90% Cu

M_2 có 99,70% Cu

M_3 có 99,50% Cu

M_4 có 99,00% Cu

Trong công nghiệp thường dùng đồng ở dạng hợp kim.

b) Hợp kim đồng

– Đồng thau: là hợp kim gồm hai nguyên chủ yếu là đồng và kẽm được dùng nhiều trong công nghiệp vì có cơ tính khá, tính chống ăn mòn tốt, dễ đúc và gia công áp lực.

Để nâng cao cơ tính và tăng cường một số tính chất đặc biệt người ta dựa vào đồng thau hai nguyên một số các nguyên tố hợp kim gọi là đồng thau đặc biệt hay đồng thau nhiều nguyên.

Theo Liên Xô đồng thau được ký hiệu bằng chữ ЛI có ghi ký hiệu bằng chữ cái các nguyên tố hợp kim và kèm theo con số chỉ hàm lượng của chúng.

Mã hoá như sau:

A: Al I: Zn

K: Si M: Mn

Ж: Fe O: Sn

C: Pb Φ: P

H: Ni

Vi dụ: Л60 là đồng thau hai nguyên với 60% Cu và 40% Zn.

ЛAЖH66–3–1–1 là đồng thau đặc biệt có 66% Cu, 3% Al, 1% Fe, 1% Ni còn lại là Zn.

– Đồng thanh: là hợp kim của đồng với các nguyên tố khác và được chia làm hai loại chính:

+ Đồng thanh thiếc là hợp kim của đồng và thiếc.

+ Đồng thanh không thiếc là hợp kim của đồng với các nguyên tố khác (trừ thiếc và kẽm).

Theo ký hiệu của Liên Xô, đồng thanh được ký hiệu bằng chữ Бр sau đó là các chữ cái chỉ các nguyên tố hợp kim và các con số chỉ hàm lượng của chúng.

Ví dụ : БрО₅ là đồng thanh thiếc với 5%Sn và 95%Cu.

БрАЖМу10–3–1,5 là đồng thanh không thiếc với 10%Al, 3%Fe và 1,5% Mn còn lại là Cu.

c) Đặc điểm khi đúc đồng.

– Tính đúc: Tính đúc của đồng phụ thuộc vào từng loại hợp kim đồng nhưng thể hiện chủ yếu ở mức độ oxy hóa, hòa tan khí, tính thiên tích và độ co,...

Về mức độ oxy hóa có thể xếp theo thứ tự giảm dần như sau: Đồng thanh Al, đồng thanh Si, đồng thanh Mn, đồng thanh chứa Si, Mn, đồng thanh thiếc, đồng thanh Pb và ít oxy hóa nhất là đồng thau.

Độ co, tính thiên tích, độ chảy loãng phụ thuộc vào khoáng đồng của hợp kim đồng.

Khoảng đồng càng nhỏ, tính chảy loãng càng tốt, ít thiên tích, ít nứt nóng, tổ chức xít chặt và có xu hướng tạo độ co tập trung như đồng thanh Al. Khi khoáng đồng lớn tạo độ co phân tán như đồng thanh thiếc, đồng thanh chì.

Khuôn đúc

Hợp kim đồng có thể đúc trong khuôn cát hoặc khuôn kim loại vì cho ta tổ chức hạt nhỏ mịn. Khi đúc đồng trong khuôn cát nên chọn cát mịn.

Điều cần chú ý là bố trí hệ thống rót hợp lý, rót êm, tránh hút khí và oxy hóa. Những hợp kim đồng dễ bị oxy hóa cần dùng hệ thống rót xiphông, những hợp kim đồng ít bị oxy hóa có thể rót trực tiếp từ trên xuống hoặc rót kiểu mưa rơi.

Đối với các loại hợp kim đồng có khoáng đồng nhỏ cần chú ý bổ sung co ngót bằng đậu ngót lớn và đảm bảo hướng đồng khi kết tinh.

Các hợp kim đồng có khoảng đồng lớn hơn nên làm nguội nhanh và tốt nhất là đúc trong khuôn kim loại.

2. Đúc nhôm và hợp kim nhôm.

a) Phân loại hợp kim nhôm

Nhôm nguyên chất có nhiều đặc tính quý như tính dẫn điện, dẫn nhiệt, tính chống ăn mòn cao nhưng độ bền tổng hợp thấp vì vậy trong công nghiệp thường dùng ở dạng hợp kim. Các hợp kim thường dùng:

- Hợp kim Al-Si: là hệ hợp kim được dùng phổ biến và có tên gọi là silumin. Hàm lượng Si tăng làm độ bền tăng và giảm dẻo một ít. Hợp kim Al-Si chiếm khoảng 50% tổng số hợp kim, ngoài ra còn có các nguyên tố hợp kim khác như Fe, Mn, Mg, Cu, Zn.

Nói chung hợp kim silumin dễ đúc, chịu ăn mòn tốt, nhưng để tăng bền người ta thường thêm một lượng nhỏ Mg, Cu, Zn. Người ta hay dùng hệ này chế tạo các loại pittông.

Hợp kim Al-Cu.

Đồng trong hệ này làm tăng bền, dẻo, tính chống ăn mòn trong môi trường nước biển, tăng khả năng nhiệt luyện. Tính đúc của hợp kim Al-Cu kém hơn so với hệ Al-Si. Ngoài Al và Cu là nguyên tố chính còn cho thêm Fe, Si, Mn, Ti.

- Hợp kim Al-Mg.

Hợp kim Al-Mg có độ bền và độ dẻo cao, nhất là sau khi nhiệt luyện. Hợp kim này khó đúc vì khoảng đồng lớn, co nhiều nên dễ tạo rỗ, xốp và nứt nóng, tính chảy loãng kém nên hạn chế đúc trong khuôn kim loại. Tốt nhất dùng phương pháp đúc dưới áp lực.

Ngoài Al và Mg còn có các tạp chất khác như Fe, Ni, Si, Cu, Zn.

Hợp kim Al-Zn:

Hệ hợp kim Al-Zn dễ hóa giả sau đúc làm tăng độ bền gần bằng các hợp kim khác có qua nhiệt luyện, tính chống ăn mòn khá tốt. Tính đúc kém vì khoảng đồng lớn, dễ nứt nóng.

Hiện nay, người ta đang nghiên cứu hệ hợp kim Al có độ bền cao trên cơ sở Al-Zn, ví dụ: Al-Zn-Mg.

- Hợp kim Al bền nhiệt: là những hợp kim có thành phần phức tạp đảm bảo giữ được tính chất ở nhiệt độ cao. Các nguyên tố hợp kim thường dùng là Cu, Ni, Mn, C, Ti, Fe.

– Hợp kim Al biến dạng.

Đó là những hợp kim có khả năng biến dạng dẻo tốt dùng trong gia công áp lực. Trong kỹ thuật thường dùng những hệ sau:

+ Nhôm kỹ thuật

+ Hệ Al–Mn với hàm lượng Mn = 1 – 1,6%

+ Hệ Al–Mg với hàm lượng Mg < 6%

Ba loại trên chịu ăn mòn tốt, cơ tính thấp.

+ Hệ Al–Cu–Mg gọi là đũa ra hàm lượng các nguyên tố hợp kim như sau: Cu: 3–5%, Mg < 1%.

+ Hệ Al–Mg–Si.

+ Hệ Al–Mg–Si–Cu.

+ Hệ Al–Zn–Mg–Cu (gọi là hợp kim bền nhiệt).

+ Các hệ hợp kim nhôm chịu đông gồm các loại: Al–Mg–Si–Fe–Ni; Al–Cu–Mg–Fe–Ni; Al–Cu–Mn.

b) Kỹ thuật nấu hợp kim nhôm

– Nguyên tắc chung:

Hợp kim nhôm nấu xong phải đảm bảo được ba yêu cầu sau:

+ Không còn khí hòa tan.

+ Không có oxyd nhôm.

+ Dung thành phần đã định.

Muốn vậy trong quá trình nấu cần đảm bảo

+ Chọn lò và liệu thích hợp.

+ Sắp kỹ lò và nung liệu trước khi cho vào lò.

+ Tạo môi trường khí oxy hóa yếu, hạn chế diện tích mặt thoáng của kim loại lỏng, khi nấu có che phủ.

+ Rút ngắn thời gian nấu chảy.

+ Tránh nâng nhiệt độ hợp kim lỏng quá cao và giữ lâu ở nhiệt độ đó để tránh cho khí có điều kiện hòa tan và hạt thô.

+ Tiến hành khử khí và tinh luyện trước khi rót.

+ Hạn chế khuấy dòng hợp.

Chương 5

THIẾT BỊ VÀ QUÁ TRÌNH NẤU HỢP KIM ĐÚC

5.1. THIẾT BỊ VÀ QUÁ TRÌNH NẤU, RÓT GANG ĐÚC

Thiết bị nấu gang phải đảm bảo được yêu cầu:

- Nhiệt độ nước gang ra lò cao.
- Thành phần gang ổn định.
- Tiêu thụ ít nhiên liệu.

Hiện nay, trên thế giới cũng như ở Việt Nam công nghệ nấu chảy gang đúc đều tiến hành trên thiết bị lò đứng. Lò đứng là loại thiết bị nấu gang phổ biến nhất vì nó đáp ứng được phần nào những yêu cầu trên. Ngoài ra có thể nấu được liên tục, năng suất cao, số người phục vụ không nhiều, không chiếm nhiều diện tích, sử dụng đơn giản và có khả năng tự động hoá.

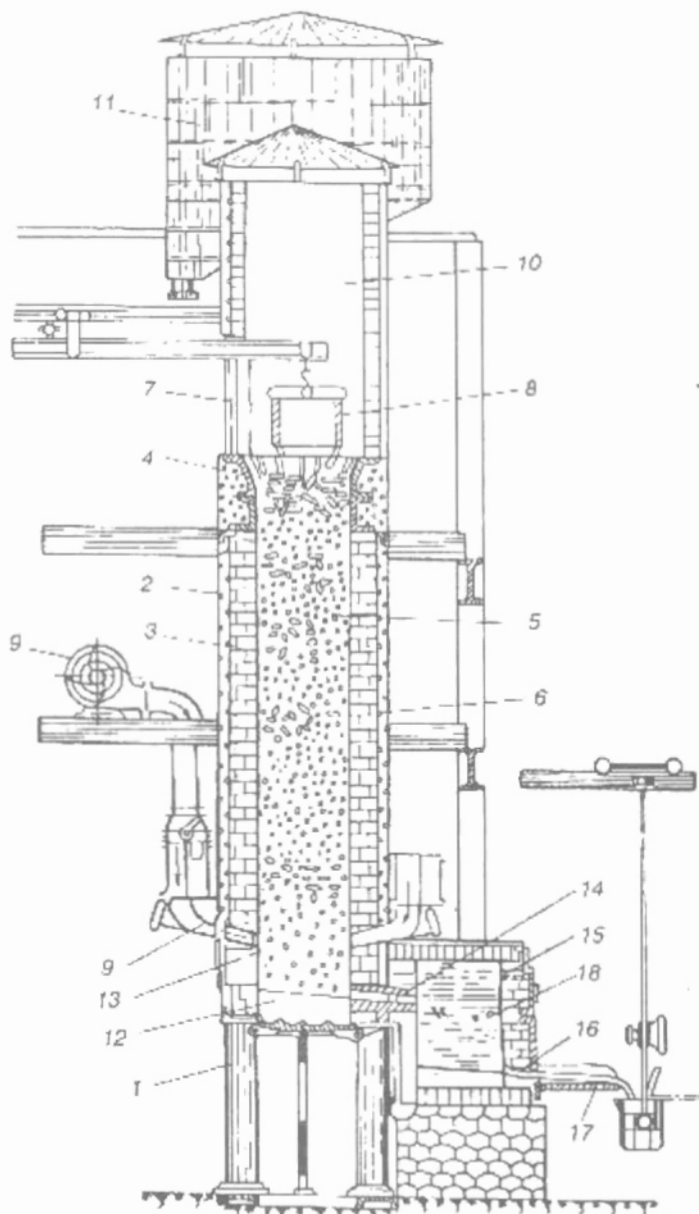
Phần quan trọng của lò đứng có hình ống trụ trong chứa vật liệu nấu. Vật liệu này được đưa từ sản liệu vào qua cửa cho liệu. Gió từ quạt gió được đưa vào buồng gió 1 qua các mắt gió 2 vào lò. Gió đi từ dưới lên đốt cháy quạt than lót 3, kim loại nóng chảy thành giọt và rơi xuống nồi lò tạo thành gang lỏng 5. Than mè bổ sung vào cột than lót còn đá vôi (chất trợ dung) tạo thành xỉ. Trước khi lấy gang lỏng qua cửa ra gang 4, xỉ được lấy ra ngoài ra qua cửa ra xỉ 6.

Các thông số chủ yếu của lò:

Đường kính trong của lò d là thông số chủ yếu để đánh giá công suất lò, thường $d \geq 500\text{mm}$. Vì $d < 500\text{mm}$ dễ bị treo liệu khi dùng liệu kích thước to. Việc chọn đường kính d phụ thuộc vào công suất yêu cầu (tấn/giờ). Hiện nay người ta dùng loại $d = 600\text{mm}$ đạt công suất từ $1,5 \div 2$ T/h (số tấn liệu bỏ vào lò trong một giờ).

Chiều cao hữu ích H được tính từ hàng mắt gió chính đến cửa cho liệu. Chiều cao lớn, hiệu suất sử dụng nhiệt lớn, nhiệt độ nước gang khi ra lò cao

hơn nhưng khó xây lắp, không thuận tiện khi cấp liệu. Thường người ta chọn H theo tỷ số $H/D = 4 \div 6$. Trị số nhỏ là lò cỡ lớn.



Hình 5.1. Sơ đồ cấu tạo của lò đứng nấu gang

1. Cột chống; 2. Vỏ ngoài; 3. Gạch chịu lửa; 4. Ống gang; 5. Than cốc; 6. Kim loại; 7. Cửa tiếp liệu; 8. Gầu tiếp liệu; 9. Ống gió; 10. Ống khói; 11. Thiết bị đập lửa; 12. Đáy lò; 13. Nồi lò; 14. Miệng ra gang; 15. Lò trước; 16. Miệng ra gang lò trước; 17. Máng ra gang; 18. Miệng xỉ.

Chiều cao toàn bộ lò phải kê thêm chiều cao nồi lò, chân lò và ống khói.

Chiều cao nồi lò H_n được tính từ mắt gió chính đến đáy lò. H_n quyết định lượng gang lỏng. Khi tính dung tích nồi lò phải tính đến không gian chứa xỉ tạo ra trong quá trình nấu. Lượng xỉ thường lấy 10% so với trọng lượng gang.

H_n lớn thì nhiệt độ gang lỏng ra lò thấp. H_n thường lấy bằng $400 \div 600\text{mm}$. Để tăng lượng gang lỏng khi đúc những vật lớn người ta sử dụng thêm lò tiền – lò phía trước chứa gang lỏng.

Hệ thống mắt gió để dẫn gió vào lò. Xu hướng hiện nay người ta tăng số mắt gió trên một hàng (thường lấy từ $6 \div 8$ mắt gió). Số hàng mắt gió thường từ 1 – 3, hàng dưới cùng gọi là hàng mắt gió chính chiếm $60 \div 80\%$ tổng diện tích các mắt gió. Tổng diện tích của mắt gió so với diện tích tiết diện ngang của lò tại hàng mắt gió chính trước kia thường dùng 25%. Hiện nay tỷ lệ này có xu hướng giảm và dùng quạt gió có áp suất cao. Tỷ lệ thường dùng hiện nay $8 \div 10\%$ thậm chí có khi người ta chỉ dùng đến 3 – 4%.

Các hàng mắt gió phụ cách nhau khoảng $150 \div 200\text{mm}$. Các mắt chính thường có dạng chữ nhật, chệch so với mặt cắt ngang, các mắt phụ thường hình tròn và chệch một góc. Hiện nay người ta dùng các mắt gió có dạng mô tả ở trên.

c) Quá trình nấu chảy gang trong lò đứng

Quá trình nấu chảy gang trong lò đứng được thực hiện theo trình tự sau:

- Sửa chữa lò sau chu kỳ nấu;
- Sấy lò sau khi sửa chữa;
- Chất nguyên vật liệu nấu : Lớp than lót, lớp vật liệu kim loại, nhiên liệu, chất trợ dung (theo tỷ lệ đã xác định của mẻ liệu nấu);
- Sấy nguyên vật liệu đã cho vào lò;
- Thổi gió – tức là bắt đầu nấu chảy gang. Thông thường sau khi thổi gió 15 phút sau gang lỏng đã xuất hiện trong nồi lò và quá trình chất nguyên vật liệu lại tiếp tục.

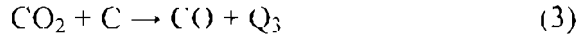
d) Quá trình hóa lý xảy ra khi nấu chảy gang

- Sự cháy của than và chuyển động của khí lò.

Quá trình cháy của than được tiến hành qua ba phản ứng liên tiếp:



Khí CO₂ sau đó tiếp tục bị hoàn nguyên

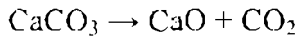


Gió thổi vào lò chủ yếu cung cấp oxy để thực hiện (1) và (2) tạo nên vùng oxy hoá. Chiều cao vùng này khoảng 200 – 600mm tính từ mặt gió trở nên. Cuối vùng oxy hoá lò có nhiệt độ cao nhất. Yêu cầu chủ yếu của quá trình nấu là phát triển mạnh, đều hai phản ứng (1) và (2) nhằm đảm bảo C cháy hoàn toàn.

Khí nghiên cứu từ trên xuống dưới ta có thể bố trí lò thành các vùng sau:

– Vùng nung nóng.

Quá trình hoá lý ở đây là sự trao đổi nhiệt giữa khí lò và liệu rắn. Khí lò ra khỏi lò có nhiệt độ khoảng 400 – 600°C. Thành phần khí lò chứa khoảng 15% CO₂, 10% CO, 75% N₂, ngoài ra còn có một lượng nhỏ H₂, khí sunfua (do cháy S trong than) và hơi nước do độ ẩm của mẻ liệu. Ở vùng này liệu được sấy và nhiệt độ được tăng dần từ trên xuống dưới và sau khoảng 25 – 40 phút sẽ được nung tới nhiệt độ chảy. Ở cuối vùng này đá vôi đạt đến nhiệt độ đủ để phân ly hoàn toàn (trừ những cục quá lớn).



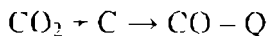
Vùng nóng chảy

Ở đây vật liệu kim loại nóng chảy đi qua lớp than lót và được quá nhiệt. Thông thường một cục vật liệu kim loại muốn chảy hết phải mất 5 – 15 phút trong thời gian đó cục kim loại phải đi xuống được một đoạn bằng chiều cao lớp than lót dày 300 – 500mm. Để có độ quá nhiệt cao, ít bị oxy hoá, người ta có xu hướng thu hẹp vùng này và dịch lên xa mặt gió bằng cách: dùng than hoạt tính kém, có cục lớn; dùng liệu cỡ cục nhỏ; lưu lượng gió thích hợp.

Quá trình lý hoá xảy ra ở vùng này tương tự như ở vùng nung nóng nhưng mãnh liệt hơn khi kim loại từ thể rắn chuyển qua thể lỏng.

– Vùng hoàn nguyên

Đặc trưng cơ bản của vùng này là phản ứng:



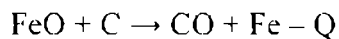
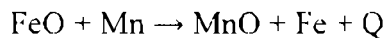
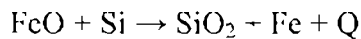
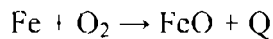
Phản ứng này thu nhiệt, mặt khác nhiệt của khí lò phải truyền cho các giọt kim loại đang chảy xuống. Trao đổi nhiệt ở đây được tiến hành giữa ba

pha rắn, khí, lỏng nhưng quan trọng nhất là truyền nhiệt trực tiếp từ bề mặt cục cốc nóng do đến những giọt kim loại lỏng. Do đó nhiệt độ vùng này có giảm xuống nhưng vẫn đủ để tiếp tục nung nóng chảy những cục kim loại còn lại.

Ở đây phản ứng oxy hoá kim loại vẫn tiến hành và có mãnh liệt hơn so với phần trên. Oxyd sắt được tạo thành trên bề mặt sẽ hoà tan ngay vào giọt kim loại lỏng và bị hoàn nguyên (trao oxy) do các nguyên tố có ái lực với oxy mạnh hơn như Si, Mn, Cr và một phần C. Trong vùng này CaO sẽ kết hợp với các oxyd đó và các chất bần khác tạo thành xỉ lỏng.

– Vùng oxy hoá

Môi trường khí ở vùng này có tính oxy hoá mạnh nhất. Nhiệt độ vùng này đạt đến 1600 : 1700°C. Các phản ứng oxy hoá ở vùng này cũng xảy ra mãnh liệt hơn ở vùng trên.



Do các phản ứng toả nhiệt nên nhiệt độ gang lỏng được nâng cao đồng thời thúc đẩy quá trình hoà tan C vào gang lỏng. Do đó, trong thực tế ở vùng này thành phần C tăng lên chứ không giảm đi. Ở vùng này xỉ lỏng được tăng lên nhiều và khử được khá nhiều S do tạo thành SO₂ đi vào khí lò.

– Vùng nổi lò

Phía trên nổi lò pha khí vẫn có tính oxy hoá, ở giữa yếu hơn còn ở đáy lò hoàn toàn không có. Nhiệt độ nổi lò cũng giảm dần về phía dưới và chỉ đạt 1350 – 1450°C. Quá trình hoà tan C ở nổi lò vẫn tiếp tục phụ thuộc thời gian lưu lại kim loại lỏng trong nổi lò.

Để nâng hiệu suất quá trình nấu, người ta có thể dùng khí nóng, gió giàu oxy, tăng áp lực gió thổi vào lò.

e) Rót gang lỏng vào khuôn

Sau khi lắp ráp khuôn và kiểm tra khuôn, tiến hành rót gang lỏng vào khuôn.

Vị trí khuôn cần phải bố trí sao cho quá trình rót được thuận lợi nhất, chóng điền đầy và bảo đảm chất lượng vật đúc. Thông thường các khuôn đúc được bố trí nằm ngang ở gần chỗ nấu chảy. Phải kẹp chặt khuôn hoặc đê khuôn để bảo đảm chống được lực đẩy của kim loại lỏng.

Hợp kim lỏng từ lò nấu cho vào thùng rót có dung tích thích hợp với loại khuôn. Bảo đảm không cho xỉ lỏng theo hợp kim đúc vào lòng khuôn khi rót. Nhiệt độ rót của hợp kim phụ thuộc vào loại hợp kim và kết cấu vật đúc.

Sau đây là nhiệt độ rót của một số hợp kim:

Gang : $1200 \div 1350^{\circ}\text{C}$

Thép cacbon và thép hợp kim: $1500 \div 1600^{\circ}\text{C}$

Hợp kim đồng: $1040 \div 1170^{\circ}\text{C}$

Hợp kim nhôm: $700 \div 750^{\circ}\text{C}$

g) Dỡ khuôn và làm sạch vật đúc

Sau khi đã kết tinh và nguội dưới $400 \div 500^{\circ}\text{C}$, vật đúc được dỡ ra khỏi khuôn. Việc dỡ khuôn và phá tháo là một nguyên công khá vất vả và nặng nhọc nên thường được cơ khí hoá. Sau khi tháo hòm khuôn và đập lớp đất cát trong hòm khuôn ra còn cần phải phá tháo trong các lỗ của vật đúc. Việc phá tháo có thể tiến hành bằng tay (dùng búa, đục, dụng cụ khí nén) hoặc bằng máy (máy rung, máy phun nước dưới áp suất $25 \div 100 \text{ atm}$).

Làm sạch vật đúc:

Sau khi phá khuôn và tháo tháo, vật đúc được đánh sạch khỏi lớp đất cát cháy dính. Công việc này có thể tiến hành bằng tay (bằng đục, bàn chải thép và các dụng cụ khác) hoặc bằng máy (tang quay, máy phun cát, máy phun cát và nước).

Các đậu ngót, đậu rót được cắt bỏ khỏi vật đúc bằng gia công cơ hoặc bằng tia lửa hồ quang điện và ngọn lửa hàn.

5.2. THIẾT BỊ VÀ QUÁ TRÌNH NẤU CHẢY THÉP

Hiện nay, người ta có thể nấu chảy thép trong lò chuyên, lò hồ quang hoặc lò điện cảm ứng.

5.2.1. Lò chuyên

Nguyên liệu dùng cho lò chuyên là gang lỏng lấy từ lò cao hoặc lò đứng. Oxy được thổi vào gang lỏng để đốt cháy bớt cacbon và các tạp chất

khác dễ chuyển gang thành thép. Khi thổi oxy vào, các tạp chất bị đốt cháy theo thứ tự Si, Mn rồi mới đến C. Ở thời kỳ đầu nhiệt độ < 1300°C Si, Mn cháy mạnh, khi nhiệt độ tăng lên > 1300°C đến 1470°C thì C cháy là chủ yếu.

Nguồn nhiệt cung cấp cho quá trình luyện thép là nhiệt độ nước gang và lượng nhiệt sinh ra do các phản ứng oxy hoá cacbon và tạp chất.

Nói chung luyện thép trong lò chuyển thì vấn đề quan trọng quyết định chất lượng thép là nhiệt độ nước thép.

5.2.2. Lò điện hồ quang

Năng lượng luyện thép ở đây là năng lượng của ngọn lửa hồ quang sinh ra giữa điện cực và kim loại nấu. Do quá trình nấu ổn định nên thường được dùng để nấu thép cacbon, thép hợp kim. Nhưng do điện cực bằng than nên nấu thép có hàm lượng C thấp rất khó khăn.

Vật liệu nấu là vật liệu rắn gồm hai loại chính là gang và thép.

5.2.3. Lò điện cảm ứng

Lò điện cảm ứng có hai loại: loại có lõi sắt và loại không có lõi sắt. Người ta dùng loại không có lõi sắt để luyện thép, loại này giống như một máy biến thế không khí mà cuộn sơ cấp là vòng cảm ứng và cuộn thứ cấp là mặt ngoài của kim loại nấu luyện. Khi có dòng điện tần số cao qua cuộn sơ cấp thì trong mẻ liệu xuất hiện dòng cảm ứng làm mẻ liệu bị nung nóng và cuối cùng chảy lỏng. Thời gian nấu trong lò này rất nhanh nên không kịp phân tích hoá học tất cả các nguyên tố do đó phối liệu phải chính xác.

5.2.4. Quá trình nấu chảy thép

Quá trình nấu thép trong lò hồ quang gồm các giai đoạn cơ bản sau:

– Giai đoạn nấu chảy: nhiệm vụ chủ yếu của giai đoạn này là:

+ Nấu chảy mẻ liệu kim loại rắn.

+ Đốt cháy một số tạp chất: Si, Mn, một phần C ở cuối giai đoạn và tạp chất ban đầu.

– Giai đoạn oxy hoá: nhiệm vụ của giai đoạn này là:

+ Tiếp tục khử P đạt 0,015 ÷ 0,02%, khử một phần S.

+ Khử khí và các tạp chất phi kim.

+ Đốt cháy C và đưa hàm lượng C và một số các nguyên tố khác đến mức cần thiết.

+ Nâng nhiệt độ của nước thép.

– Giai đoạn hoàn nguyên.

Nhiệm vụ chủ yếu của giai đoạn này là:

+ Khử oxy trong thép.

+ Khử S xuống dưới mức quy định.

+ Điều chỉnh thành phần và nhiệt độ của nước thép.

5.2.5. Đặc điểm khi đúc thép

So với gang xám, thép có tính đúc kém hơn vì nhiệt độ nóng chảy cao, độ quá nhiệt lớn, độ co lớn, hoà tan khí nhiều, dễ xảy ra khuyết tật (rỗ khí, rỗ co); thiên tích xảy ra ở thép hợp kim rất phổ biến. Mặt khác các loại thép đều có nhiệt độ nóng chảy cao nên hạn chế tính chảy loãng. Vì thế yêu cầu vật đúc có kết cấu đơn giản, chiều dày thành thích hợp, đều đặn. Hệ thống rót, đậu ngọt, đậu hơi cần bố trí hợp lý để bù ngọt, thoát khí. Các loại khuôn cần có tính bền nhiệt cao, tính lún tốt, tính thông khí tốt.

Thép có thể đúc trong khuôn cát chịu nhiệt, trong các loại khuôn kim loại. Những thép hợp kim cao thường đúc trong khuôn vỏ mỏng, khuôn mẫu chảy.

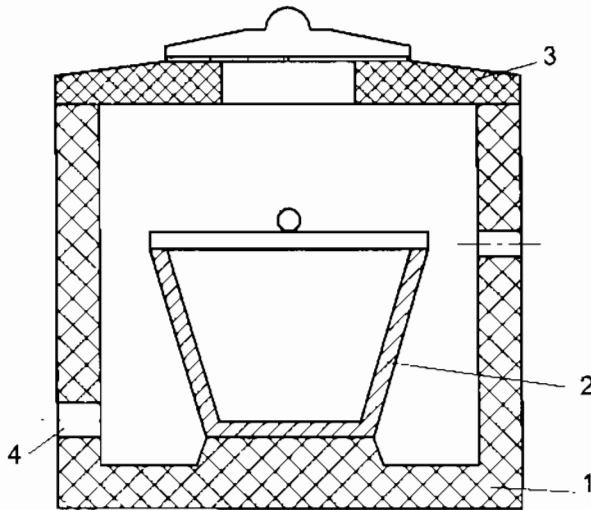
5.3. THIẾT BỊ VÀ QUÁ TRÌNH NẤU CHẢY HỢP KIM MÀU

5.3.1. Thiết bị và quá trình nấu chảy đồng

Trong sản xuất hiện nay, nấu chảy kim loại màu, thường dùng lò nồi. Khi nấu chảy đồng và hợp kim đồng thường dùng lò nồi Graphit (hình 5.2). Khi nấu nhiều có thể dùng lò điện hồ quang. Nấu đồng thau dùng lò điện cảm ứng có lõi là tốt nhất.

Nồi Graphit được chế tạo bằng cách dùng Graphit trộn với đất sét chịu

nóng và một ít bột thạch anh rồi ép thành nôi và nung. Nôi tốt phải có khoảng 60% Graphit có thể nấu được khoảng 50 lần.



Hình 5.2. Lò nấu

1. Thân lò; 2. Nôi nấu; 3. Nắp lò; 4. Cửa thổi nhiệt (khí cháy).

5.3.2. Quá trình nấu

- Chuẩn bị nguyên vật liệu nấu: nguyên liệu để nấu gồm có:
 - + Đồng nguyên chất ở dạng thỏi hay tấm.
 - + Hợp kim đã biết thành phẩm ở dạng thỏi.
 - + Phế liệu của đồng (hệ thống rót, đậu hơi, đậu ngọt,...).
- Làm sạch nôi nấu và vật liệu kim loại.
- Sấy lò và vật liệu.
- Nấu chảy đồng và khử oxy bằng hợp kim trung gian, thường dùng là Cu-P (với khoảng 0,3% trọng lượng).

Để hạn chế sự oxy hóa và hòa tan khí ta dùng chất tạo xỉ để che phủ bề mặt kim loại khi bắt đầu chảy.

- Nâng nhiệt độ nước đồng, hợp kim hóa bằng kim loại nguyên chất hoặc hợp kim trung gian.
- Khử oxy lần cuối ở nôi rót trước khi rót vào khuôn.

5.3.3. Đặc điểm khi đúc đồng

– Tính đúc: Tính đúc của đồng phụ thuộc vào từng loại hợp kim đồng nhưng thể hiện chủ yếu ở mức độ oxy hóa, hòa tan khí, tính thiên tích và độ co,...

Về mức độ oxy hóa có thể xếp theo thứ tự giảm dần như sau: Đồng thanh Al, đồng thanh Si, đồng thanh Mn, đồng thanh chứa Si, Mn, đồng thanh thiếc, đồng thanh Pb và ít oxy hóa nhất là đồng thau.

Độ co, tính thiên tích, độ chảy loãng phụ thuộc vào khoảng đồng của hợp kim đồng.

Khoảng đồng càng nhỏ, tích chảy loãng càng tốt, ít thiên tích, ít nứt nóng, tổ chứcxit chặt và có xu hướng tạo độ co tập trung như đồng thanh Al. Khi khoảng đồng lớn tạo độ co phân tán như đồng thanh thiếc, đồng thanh chì.

· Khuôn đúc:

Hợp kim đồng có thể đúc trong khuôn cát hoặc khuôn kim loại vì cho ta tổ chức hạt nhỏ mịn. Khi đúc đồng trong khuôn cát nên chọn cát mịn.

Điều cần chú ý là bố trí hệ thống rót hợp lý rót êm, tránh hút khí và oxy hóa. Những hợp kim đồng dễ bị oxy hóa cần dùng hệ thống rót xiphông, những hợp kim đồng ít bị oxy hóa có thể rót trực tiếp từ trên xuống hoặc rót kiểu mưa rơi.

Đối với các loại hợp kim đồng có khoảng đồng nhỏ cần chú ý bổ sung co ngót bằng đậu ngót lớn và đảm bảo hướng đồng khi kết tinh.

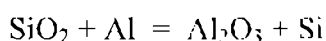
Các hợp kim đồng có khoảng đồng lớn hơn nên làm nguội nhanh và tốt nhất là đúc trong khuôn kim loại.

5.3.4. Thiết bị và quá trình nấu chảy nhôm, hợp kim nhôm

1. Lò nấu

Lò nấu hợp kim nhôm thường có dung tích lớn, dễ khống chế nhiệt độ, nấu nhanh để tránh oxy hóa. Người ta thường dùng lò nồi bằng gang có sơn kỹ để tránh sự xâm nhập Fe vào hợp kim nhôm, hoặc dùng lò điện cảm ứng.

Nếu dùng lò gạch đắp bằng bột cần chắc để tránh nhôm lỏng xâm nhập vào thành lò. Không nên dùng gạch sa mốt có hàm lượng SiO₂ cao hoặc gạch chứa nhiều Al₂O₃ khi đó sẽ diễn ra phản ứng sau tạo thành Al₂O₃.



2. Nguyên vật liệu nấu

Vật liệu nấu bao gồm nhôm nguyên chất, nhôm hợp kim, hợp kim nhôm trung gian, các phế liệu về nhôm. Nói chung phải đảm bảo sạch và khô, xác định chính xác thành phần hóa học.

3. Kỹ thuật nấu hợp kim nhôm

** Nguyên tắc chung:*

Hợp kim nhôm nấu xong phải đảm bảo được ba yêu cầu sau:

- Không còn khí hòa tan.
- Không có oxyd nhôm.
- Đúng thành phần đã định.

Muốn vậy trong quá trình nấu cần đảm bảo:

- Chọn lò và liệu thích hợp.
- Sắp kỹ lò và nung liệu trước khi cho vào lò.
- Tạo môi trường khí oxy hóa yếu, hạn chế diện tích mặt thoáng của kim loại lỏng, khi nấu có che phủ.
- Rút ngắn thời gian nấu chảy.
- Tránh nâng nhiệt độ hợp kim lỏng quá cao và giữ lâu ở nhiệt độ đó để tránh cho khi có điều kiện hòa tan và hạt thô.
- Tiến hành khử khí và tinh luyện trước khi rót.
Hạn chế khuấy hợp kim lỏng khi nấu và rót.

4. Đặc điểm khi đúc hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm có độ co lớn hơn gang lại rất dễ nứt nóng. Cả khi nấu và khi rót hợp kim nhôm dễ bị hòa tan khí để tạo nên Al_2O_3 . Có điều đáng chú ý là khi làm tăng nhiệt độ, độ chảy loãng của hợp kim nhôm tăng rất mạnh.

Người ta có thể đúc nhôm trong khuôn cát hoặc khuôn kim loại. Khi dùng khuôn kim loại phải sơn khuôn. Vì độ co của hợp kim lớn nên phải có đầu ngót hợp lý căn cứ vào hướng đông đặc của vật đúc trong khuôn.

Hệ thống rót phải có dòng chảy êm, thường dùng loại khí xiphông hay khe mỏng thẳng đứng. Trong nhiều trường hợp phải dùng ống rót dạng rỗng rần và cốc rót có nút để hạn chế tạo màng oxyd nhôm trong lúc rót.

Để tránh tổ chức hạt thô to, cần phải tăng tốc độ kết tinh.

Phần 2

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHÔI RÈN, DẬP

Chương 6

KHÁI NIỆM CHUNG

6.1. ĐỊNH NGHĨA, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHÂN LOẠI PHÔI BẰNG BIẾN DẠNG ĐÈO

6.1.1. Định nghĩa

Chế tạo phôi bằng rèn, dập (gia công áp lực – GCAL) là phương pháp gia công bằng cách dùng ngoại lực tác dụng lên vật liệu kim loại (phôi), làm cho phôi biến dạng dẻo, sau biến dạng tạo thành sản phẩm có hình dạng, kích thước, độ chính xác, độ nhám bề mặt và cơ tính yêu cầu.

GCAL còn có một số tên gọi khác, đó là: rèn, dập, gia công không phoi, gia công biến dạng tạo hình.

Ở đây, phôi có thể được nung nóng hoặc không nung nóng; cũng như quá trình biến dạng dẻo của phôi có thể diễn ra trong khuôn hoặc không dùng khuôn là tùy thuộc phương pháp gia công.

Ngoại lực được tạo ra có thể do sức người hoặc sức máy.

6.1.2. Đặc điểm

· GCAL có những đặc điểm sau:

– Là phương pháp gia công không phoi, tổn hao kim loại ít hơn một số phương pháp gia công khác, ví dụ: chi tiết trục xe đạp được gia công bằng áp lực sẽ tiết kiệm kim loại hơn bằng gia công cắt gọt hay đúc.

– Sau GCAL, quá trình biến dạng dẻo làm cho tổ chức kim loại chuyển sang dạng thớ, độ bền chi tiết tăng lên.

– Độ chính xác, độ nhám bề mặt chi tiết gia công đạt được tùy theo phương pháp gia công (chẳng hạn: rèn tự do chi tiết đạt độ chính xác, độ nhám bề mặt thấp, nhưng dập thể tích, ép kim loại và một số phương pháp dập tấm,... sẽ đạt độ chính xác, độ nhám bề mặt cao hơn). Bảng 6.1 dưới đây đưa ra một vài số liệu về độ chính xác, độ nhám bề mặt của một số phương pháp GCAL.

Bảng 6.1. Độ chính xác, độ nhám bề mặt của một số phương pháp GCAL

TT	Phương pháp gia công	Độ chính xác kích thước (\pm mm), hay khoảng dung sai (mm)	Cấp độ nhám bề mặt
(1)	(2)	(3)	(4)
01	Rèn tự do. Trên máy búa Trên máy ép	5 \pm 1,0 đến 34 \pm 5,0 10 \pm 1,5 đến 80 \pm 10,0	Cấp 1 Cấp 1 đến cấp 2
02	Dập thể tích: Khuôn hở trên máy búa. Khuôn hở trên máy ép	Từ 0,7÷3,4 đến 1,6÷11,0 Từ \pm (0,1- 0,25) đến \pm (0,05÷ 0,15)	Cấp 1 đến cấp 4 Cấp 4 đến cấp 6, có thể đạt đến cấp 8.
03	Cán	Theo chiều dài: 1÷5 Theo chiều rộng: 0,5÷0,8	Cấp 2 đến cấp 4, có thể đạt đến cấp 6

– Năng suất cao hay thấp tùy phương pháp gia công và mức độ cơ khí hóa hay tự động hóa.

– Thiết bị GCAL phải có công suất, độ cứng vững, độ bền, độ chính xác cao; những thiết bị như vậy đòi hỏi đầu tư lớn.

– Quy mô sản xuất có thể có các hình thức từ đơn chiếc, hàng loạt vừa hay hàng loạt lớn tùy thuộc vào nhu cầu thực tế của khách hàng.

6.1.3. Phân loại và ứng dụng

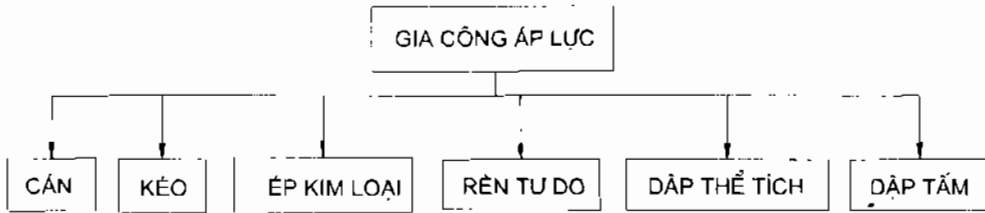
Đền nay GCAL được chia thành các phương pháp gia công như sau: cán, kéo, ép kim loại, rèn tự do, dập thể tích, dập tấm (hình 6.1).

Cán được ứng dụng để chế tạo các chi tiết (dạng tấm hoặc dạng thanh) hoặc tạo phôi cho một số phương pháp gia công khác, như: rèn tự do, dập thể tích, gia công cắt gọt,... Trong sản xuất cơ khí, trên 60% phôi để rèn và dập đều do cán cung cấp.

Kéo được ứng dụng để chế tạo các sản phẩm dạng sợi, thỏi hoặc ống có chiều dài không hạn chế.

Ép kim loại được ứng dụng để chế tạo sản phẩm dạng thỏi, dạng thanh có chiều dài hạn chế.

Rèn tự do ứng dụng chủ yếu để chế tạo phôi cho quá trình gia công cắt gọt tiếp theo hoặc cho dập thể tích.



Hình 6.1. Các phương pháp GCAL

Dập thể tích ứng dụng chủ yếu để chế tạo các sản phẩm dạng trục, dạng đĩa, dạng cang, dạng khối có kích thước trung bình trở xuống.

Dập tấm (sử dụng phôi dạng tấm) ứng dụng chủ yếu để chế tạo các sản phẩm dạng vỏ, dạng hộp chứa đựng, dạng tấm, dạng đĩa...

GCAL là một trong số các phương pháp gia công cơ khí được dùng phổ biến trong các xưởng cơ khí để chế tạo phôi, chế tạo hoặc sửa chữa chi tiết máy.

Sản phẩm của GCAL được dùng nhiều trong các ngành chế tạo máy, điện, tự động hóa, hóa chất, thực phẩm, xây dựng, giao thông, hàng tiêu dùng,...

Trong các dạng gia công trên, về quy mô sản xuất, rèn tự do thường được dùng cho sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ và sửa chữa. Còn lại thường được dùng cho sản xuất hàng loạt vừa hoặc loạt lớn.

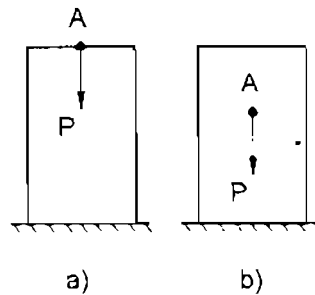
6.2. NGOẠI LỰC VÀ NỘI LỰC TRONG GIA CÔNG BIẾN DẠNG

6.2.1. Ngoại lực

Ngoại lực là lực (hệ lực) tác dụng vào kim loại, có thể do sức người hoặc do các thiết bị, máy móc tạo ra. Ngoại lực bao gồm lực tác dụng chính, phản lực, lực ma sát và lực quán tính.

Lực tác dụng chính (P) là lực tác dụng của người hoặc thiết bị, máy móc thông qua dụng cụ gia công (đơn giản như: đầu búa, khuôn rèn,...) tác dụng vào kim loại, làm chúng biến dạng. Hướng của lực tác dụng chính song song với hướng chuyển động của dụng cụ gia công; lực này sinh công tạo ra sự biến dạng của vật. Tùy thuộc vào vị trí điểm đặt lực mà biến dạng của vật gia công sẽ có ảnh hưởng khác nhau. Ví dụ: khi nén hai thanh bằng một lực P như nhau (hình 6.2a, b), trường hợp a điểm đặt lực A đặt ở đầu thanh, toàn thanh bị biến dạng. Trường hợp b điểm đặt lực A ở giữa thanh, chỉ có nửa dưới thanh bị biến dạng.

Phản lực (N) là lực ngăn cản không cho vật gia công chuyển động theo hướng lực tác dụng chính. Phản lực thường sinh ra ở những bộ phận cố định của thiết bị. Phản lực có chiều ngược với chiều lực chính. *Ví dụ:* khi rèn, búa tác dụng vào vật gia công một lực chính, đe tác dụng vào vật gia công một phản lực, chúng có chiều ngược nhau.



Hình 6.2. Ảnh hưởng của điểm đặt lực khi biến dạng

Lực ma sát (R) là lực tác dụng trên bề mặt tiếp xúc giữa hai chi tiết có chuyển động tương đối. Lực ma sát cản trở sự biến dạng (chuyển động) của vật gia công, nghĩa là có chiều ngược với chiều chuyển động của vật, có giá trị bằng tích số giữa hệ số ma sát và giá trị phản lực pháp tuyến N.

Phản lực và lực ma sát có ảnh hưởng lớn đến quá trình biến dạng. Ví dụ: khi nén một khối kim loại trong khuôn kín bằng một lực P, khuôn tác dụng vào vật gia công (phôi) phản lực N và lực ma sát R (hình 6.3a). Dưới tác dụng của lực P, phôi biến dạng và di chuyển xuống dưới, ma sát với thành khuôn. Lực ma sát hướng lên trên ngược với hướng của lực chính P, tức là:

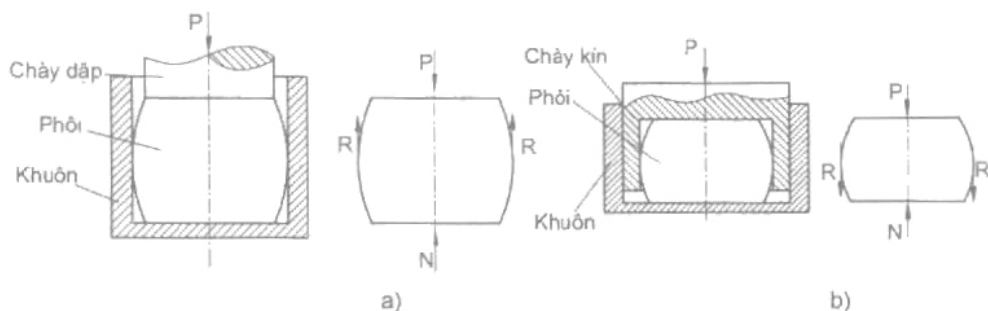
$$P = N + \sum R \quad (6.1)$$

$\sum R$ – tổng các lực ma sát. Trường hợp này $P > N$, lực tác dụng chính lớn hơn phản lực, nên phần trên của vật rèn biến dạng nhiều hơn và điền đầy khuôn tốt hơn.

Trường hợp b ngược lại, ép phôi trong chày kín. Khi biến dạng, phôi di chuyển tương đối với chày từ dưới lên, lực ma sát hướng xuống dưới cùng chiều với lực chính P, tức là:

$$P = N - \sum R \quad (6.2)$$

Trường hợp này $P < N$, lực chính P nhỏ hơn phản lực N , nên phần dưới của vật rèn biến dạng nhiều hơn điền đầy khuôn tốt hơn.



Hình 6.3

Từ đây ta rút ra nhận xét sau:

Khi rèn trong khuôn, phần phức tạp của vật rèn muốn được điền đầy tốt hơn, phải bố trí ở phía lực tác dụng lớn hơn, kim loại sẽ biến dạng nhiều hơn và dễ điền đầy khuôn hơn.

Lực quán tính là lực gây ra do chuyển động có gia tốc của các chất điểm thuộc vật thể khi biến dạng. Theo Định luật 3 Newton, trị số lực quán tính bằng tích số khối lượng chuyển động và gia tốc tương ứng. Lực quán tính có ảnh hưởng đến sự biến dạng, ở đây không nghiên cứu.

6.2.2. Nội lực

Nội lực là lực xuất hiện trong nội bộ vật thể khi có tác dụng của ngoại lực. Nội lực cũng có thể xuất hiện do tác dụng của những hiện tượng hoá lý, ... Ví dụ: khi nung nóng và làm nguội, bên trong vật thể xuất hiện nội lực do ứng suất nhiệt.

Nội lực gây ra ứng suất bên trong vật thể. Khi ứng suất này vượt quá giá trị nào đó sẽ làm cho vật thể biến dạng, cong vênh, nứt nẻ.

6.3. BẢN CHẤT BIẾN DẠNG CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

6.3.1. Khái niệm về biến dạng của kim loại và hợp kim

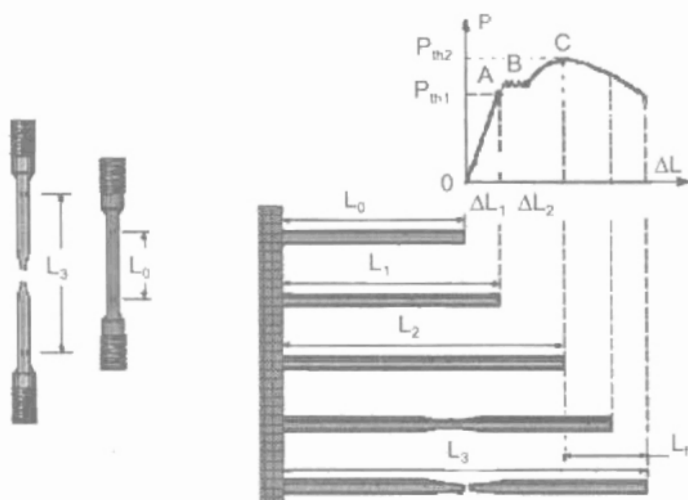
Khi tác dụng ngoại lực lên kim loại, tùy theo độ lớn ngoại lực, trong kim loại (mẫu thử hoặc phôi) sẽ xuất hiện các khả năng biến dạng như sau:

- Chỉ xuất hiện biến dạng đàn hồi (BDDH).
- Xuất hiện BDDH, rồi đến biến dạng dẻo (BDD).
- Xuất hiện BDDH, đến BDD rồi bị biến dạng phá hủy (BDPH).

Dưới đây là khái niệm về các loại biến dạng này.

Trước hết, đối với vật liệu kim loại, khái niệm “biến dạng” được hiểu – đó là sự thay đổi hình dạng và kích thước khi tác dụng ngoại lực lên nó. Lượng kích thước thay đổi (ký hiệu ΔL , mm) là một trong số các đại lượng đặc trưng cho sự biến dạng.

Biến dạng đàn hồi, là biến dạng của kim loại khi chịu tác dụng ngoại lực P đạt đến giới hạn xác định (P_{th1}) hoặc nhỏ hơn, khi thôi tác dụng P thì biến dạng sẽ mất đi, hình dạng và kích thước kim loại trở về trạng thái ban đầu ($\Delta L_1 = 0$). Hình 6.4 là đồ thị quan hệ giữa P và ΔL của mẫu thử (định luật Húc). Đoạn thẳng OA ứng với BDDH. Trong BDDH lực tỷ lệ bậc nhất với biến dạng, nghĩa là: $P = k \cdot \Delta L_1$, với k là hệ số tỷ lệ, phụ thuộc vào bản chất vật liệu kim loại hay hợp kim. BDDH chỉ xuất hiện khi $0 < P \leq P_{th1}$.



Hình 6.4. Quan hệ giữa lực và biến dạng của mẫu thử

Biến dạng dẻo, là biến dạng của kim loại khi chịu tác dụng ngoại lực P nằm trong giới hạn: $P_{th1} < P \leq P_{th2}$. Khi $P > P_{th1}$ thì BDD sẽ xuất hiện ứng với đoạn cong AC (hình 6.4), nếu thôi tác dụng lực, biến dạng không mất đi ($\Delta L_2 = L_2 - L_1 \neq 0$), hình dạng và kích thước kim loại giữ nguyên trạng thái như ở thời điểm thôi tác dụng lực. Vì vậy BDD còn gọi là biến dạng

“vĩnh cửu”. Như vậy, trong BDD lực không tỷ lệ bậc nhất với biến dạng, mối quan hệ đó được xác định bằng thực nghiệm.

Biến dạng phá hủy, là sự kết thúc của quá trình BDD làm phá hủy mẫu thử (thắt, đứt,...) khi ngoại lực P vượt quá giới hạn: $P > P_{th2}$. Khi đó lực P không cần tăng nữa, biến dạng vẫn tiếp diễn (từ sau điểm C), dẫn đến phá hủy mẫu thử (đoạn L_3 , hay lượng biến dạng dẫn đến phá hủy mẫu tương ứng là L_f).

Chú ý, với mỗi loại vật liệu kim loại hay hợp kim khác nhau, giá trị P_{th1} , P_{th2} là khác nhau. GCAL đã lợi dụng BDD của kim loại.

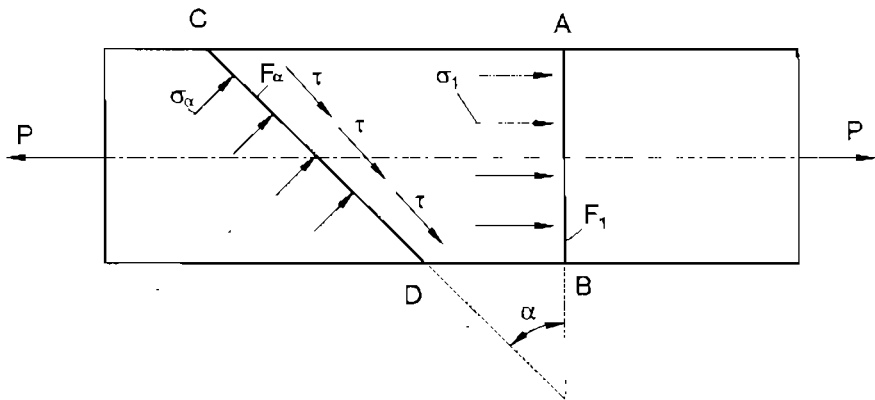
Xét hai tiết diện trên thanh kim loại chịu lực kéo P (hình 6.5).

Tại tiết diện F_1 (A, B) vuông góc với P. Mỗi phần tử kim loại trên F_1 chịu ứng suất pháp σ_1 .

Tại tiết diện F_α (C, D) nghiêng so với F_1 một góc α , xuất hiện ứng suất pháp σ_α và ứng suất tiếp τ , theo lý thuyết Sức bền vật liệu, giá trị các ứng suất sẽ là:

$$\sigma_1 = \frac{P}{F_1}; \quad \sigma_\alpha = \sigma_1 \cdot \cos^2 \alpha; \quad \tau = \frac{1}{2} \sigma_1 \cdot \sin 2\alpha \quad (6.3)$$

Các ứng suất trong (6.3) nếu đạt đến giới hạn chảy (σ_{ch}), vật liệu sẽ biến dạng dẻo, nếu vượt quá giới hạn cho phép ($[\sigma]$), sẽ bị phá hủy.

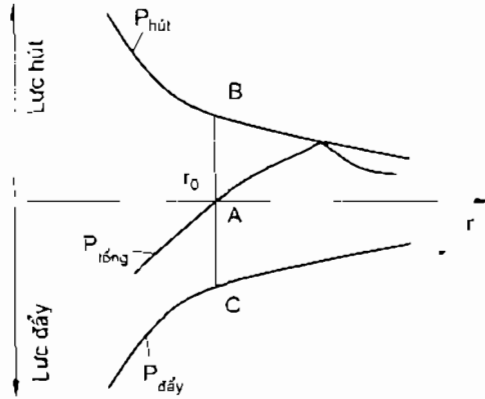


Hình 6.5. Sơ đồ kéo thanh kim loại

Có thể giải thích bản chất BDDH trên cơ sở cấu tạo kim loại như sau: do có cấu tạo tinh thể, mạng tinh thể kim loại gồm những nguyên tử sắp xếp theo một quy luật nhất định và có tác dụng tương hỗ (đẩy và hút). Bình thường các nguyên tử ở trạng thái cân bằng, nghĩa là: $r = r_0$ thì $P_{hút} = P_{đẩy}$

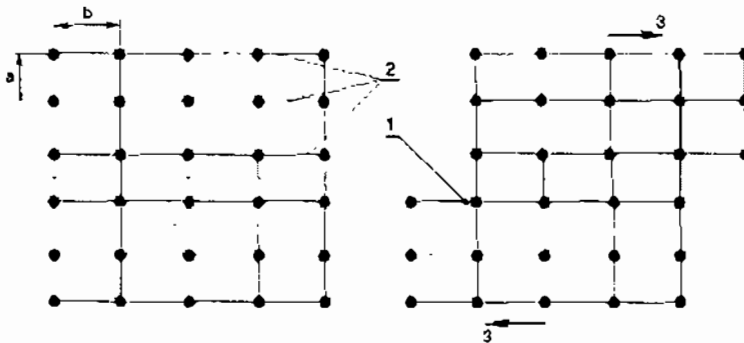
($AB = AC$, hình 6.6). Khi có tác dụng ngoại lực, mạng tinh thể bị xô xệch khỏi vị trí cân bằng, làm khoảng cách giữa các nguyên tử thay đổi và xuất hiện lực tác dụng ngược chiều để đưa các nguyên tử trở lại trạng thái cân bằng. Tải trọng kéo sẽ làm tăng khoảng cách giữa các nguyên tử $r > r_0$ và lực hút xuất hiện có xu hướng đưa nguyên tử trở về trạng thái cân bằng.

Ngược lại, tải trọng nén làm giảm khoảng cách giữa các nguyên tử ($r < r_0$) và lực đẩy xuất hiện có xu hướng đưa nguyên tử trở về trạng thái cân bằng. Khi xô dịch, các nguyên tử trượt lên nhau và bị lệch khỏi vị trí cân bằng, xuất hiện tổng lực tác dụng tương hỗ đưa nguyên tử trở về trạng thái cân bằng.



Hình 6.6. Lực liên kết giữa các nguyên tử

Đối với BDD, trên quan điểm về cấu tạo tinh thể trong vật liệu kim loại, hiện tượng này giải thích như sau: các tinh thể trong không gian được sắp xếp thành các mạng nguyên tử theo quy luật nhất định. Khi tác dụng ngoại lực, kim loại BDD là kết quả của sự trượt, sự song tinh và sự biến dạng giữa các tinh thể.



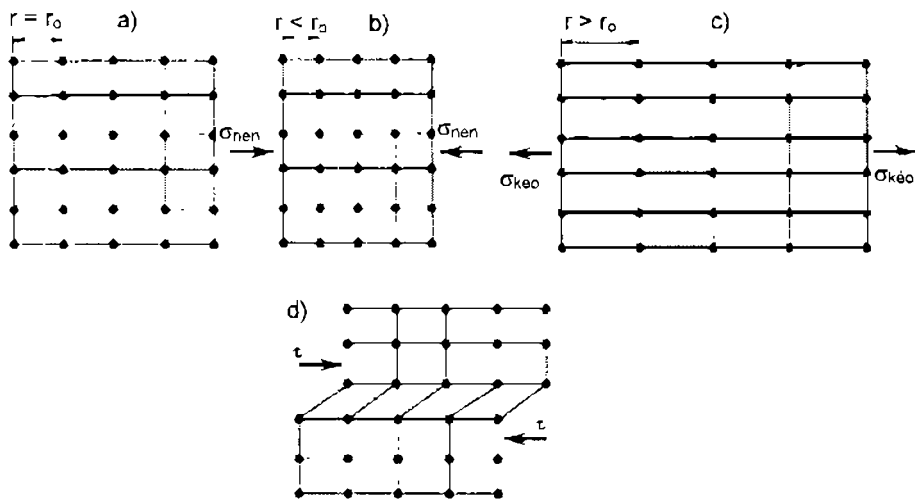
Hình 6.7. Sự trượt

1 Mặt trượt, 2 Mặt phẳng nguyên tử, 3 Chiều tác dụng của ứng suất cắt; a, b – Thông số mạng.

Sự trượt là sự dịch chuyển song song tương đối giữa hai bộ phận mạng tinh thể trên một mặt nhất định (gọi là mặt trượt, trên hình 6.7) và theo một

hướng nhất định. Kết quả sau khi trượt, khoảng cách giữa các nguyên tử của một mặt đối với mặt kia là một bội số nguyên của thông số mạng (a, b).

Trong một đơn tinh thể, các nguyên tử ở điều kiện không tải, lực đẩy và lực hút tương hỗ giữa các nguyên tử cân bằng. Khi có tác dụng lực kéo/nén hoặc cắt (hình 6.8), trong vật thể xuất hiện ứng suất pháp tuyến σ hoặc ứng suất tiếp tuyến τ . Dưới tác dụng của σ vật thể nén đàn hồi ($\sigma < \sigma_{\text{đàn hồi}}$) hoặc bị phá hủy (nếu $\sigma > [\sigma_{\text{bctn}}]$). Khi chịu lực cắt, xuất hiện ứng suất trượt τ và bắt đầu quá trình biến dạng.



Hình 6.8. Sự dịch chuyển các nguyên tử khỏi vị trí cân bằng do tải trọng

Dưới tác dụng của τ , lúc đầu các lớp nguyên tử biến dạng đàn hồi, xô dịch dần khỏi vị trí cân bằng (hình 6.9a). Khi $\tau > \tau_{\text{lới hạn}}$ các mặt nguyên tử trượt lên nhau theo một mặt phẳng nhất định (mặt trượt, hình 6.9b). Đặc điểm của sự trượt:

- Biến dạng dẻo tạo nên sự trượt khi $\tau > \tau_{\text{lới hạn}}$. Giá trị $\tau_{\text{lới hạn}}$ phụ thuộc vào loại vật liệu, cấu tạo mạng tinh thể, thành phần hóa học, tạp chất, nhiệt độ, tốc độ biến dạng và mức độ biến dạng.

- Khi trượt, các nguyên tử lần lượt dịch chuyển 1, 2, 3, ..., n lần khoảng cách nguyên tử, tách khỏi sự liên kết ban đầu để liên kết với nguyên tử khác. Sự trượt xảy ra từ từ, tuần tự cho đến khi khối kim loại biến dạng.

- Trong đơn tinh thể, trượt là hiện tượng chủ yếu làm kim loại BDD.

– Sự trượt xảy ra trên một số mặt tinh thể nhất định (mặt trượt), theo những hướng nhất định. Ví dụ: mạng tinh thể lập phương diện tâm (của Al, Cu,...) có 4 mặt trượt, mỗi mặt có 3 hướng trượt; mạng tinh thể lập phương thể tâm (của Fe α) có 6 mặt trượt, mỗi mặt có 2 hướng trượt; mạng tinh thể lục phương (của Zn, Mg, Ti,...) có 1 mặt trượt là đáy lục phương, mỗi mặt có 3 hướng trượt.

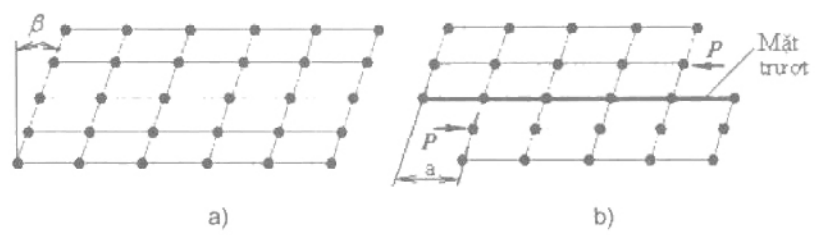
– Khi thôi tác dụng lực, sau trượt thì chỉ còn lại biến dạng dư.

– Lặp lại nhiều lần quá trình trượt thì biến dạng dư rất đáng kể và lượng biến dạng bằng tổng các biến dạng dư trên mặt trượt.

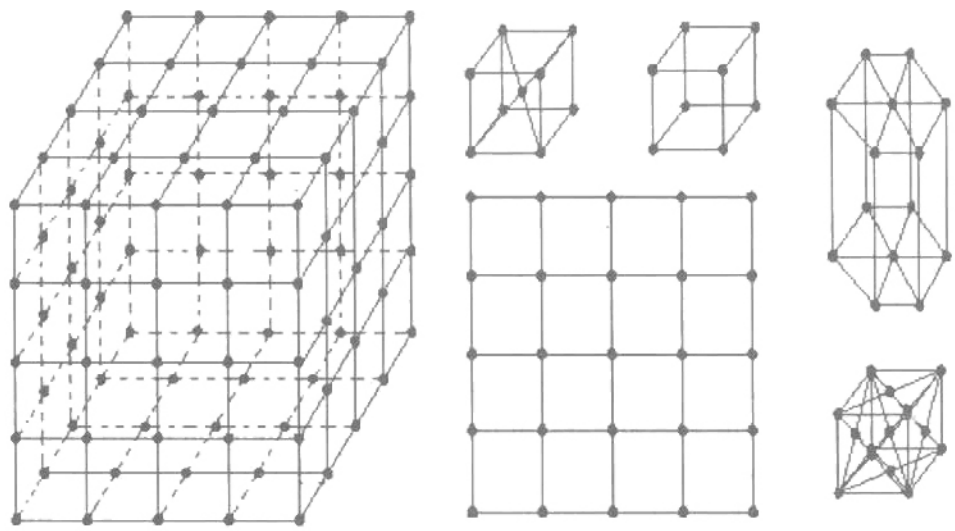
– Trong quá trình trượt các nguyên tử không chuyển động đồng thời mà thường bắt đầu từ chỗ nguyên tử bị lệch.

– Mạng tinh thể trên mặt trượt bị vặn vẹo, vỡ vụn, cản trở sự trượt và gây ra biến cứng.

Hình 6.10 mô tả cấu trúc mạng tinh thể và một số dạng ô cơ bản.



Hình 6.9. Mô tả biến dạng trong đơn tinh thể

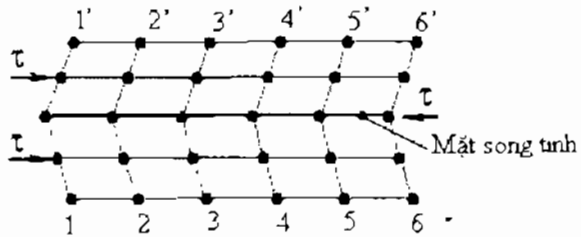


Hình 6.10. Mạng tinh thể và một số dạng ô mạng cơ bản

Song tinh là sự dịch chuyển tương đối của hàng loạt các nguyên tử trên mặt này so với các mặt khác qua một mặt đối xứng gọi là *mặt song tinh* (hình 6.11). Đặc điểm của song tinh:

- Song tinh xảy ra khi $\tau > \tau_{\text{tới hạn}}$. Mặt song tinh thường trùng với mặt trượt. Song tinh dễ xảy ra đối với mạng lục phương.

- Các nguyên tử trên mỗi mặt trượt dịch chuyển tỷ lệ với khoảng cách từ mặt trượt đó đến mặt song tinh.



Hình 6.11. Song tinh

- Song tinh xảy ra đột ngột khi chịu tải trọng va đập, tăng tốc độ biến dạng, không cản trở mà thúc đẩy quá trình song tinh.

- Song tinh thường xảy ra nơi tập trung ứng suất (trước khi bị phá hủy), với lượng biến dạng dư rất nhỏ. Sự vỡ vụn của tinh thể tạo biến dạng dư.

- Biến dạng dư do khuếch tán và làm xuất hiện nhiều mặt trượt.

Biến dạng dẻo trong đa tinh thể:

Đa tinh thể là tập hợp nhiều đơn tinh thể, liên kết với nhau bởi vùng tinh giới hạt. Khi chịu lực, đa tinh thể cũng BDD như đơn tinh thể (trượt, song tinh) nhưng không đồng đều và không đồng thời. Những hạt ở vị trí thuận tiện biến dạng trước với mức độ biến dạng nhiều hơn, những hạt ở vị trí bất lợi biến dạng sau với mức độ biến dạng nhỏ hơn và phụ thuộc vào số lượng mặt trượt, hướng trượt. Ngoài ra, BDD trong đa tinh thể còn có dịch chuyển tương đối giữa các đơn tinh, làm cho các hạt bị vỡ vụn, phá vỡ vùng tinh giới, tạo nên hiện tượng biến cứng. Vùng tinh giới hạt là tập chất có nhiệt độ chảy thấp, mạng tinh thể bị rối loạn nên ở nhiệt độ bình thường xảy ra hiện tượng trượt và song tinh, ở nhiệt độ trên 950°C vùng này chảy ra và biến dạng trước. Vì vậy, khi có ngoại lực tác dụng các hạt bị trượt và xoay tạo nên biến dạng dư. Ở nhiệt độ thấp, biến dạng trong đa tinh thể xảy ra trong nội bộ hạt, còn ở nhiệt độ cao, biến dạng xảy ra giữa các hạt. Biến dạng trong đa tinh thể khó hơn ở đơn tinh thể. Sự thay đổi hình dạng hạt và cơ tính, do đó làm các đơn tinh thể (hạt) cũng bị kéo dài ra tạo dạng thớ.

6.3.2. Các hiện tượng xảy ra khi biến dạng dẻo

Biến dạng dẻo làm thay đổi hình dạng hạt, tạo nên ứng suất dư và làm xô lệch mạng tinh thể, gây nên biến cứng; đồng thời có sự “thay đổi” thể tích và tỷ trọng vật gia công.

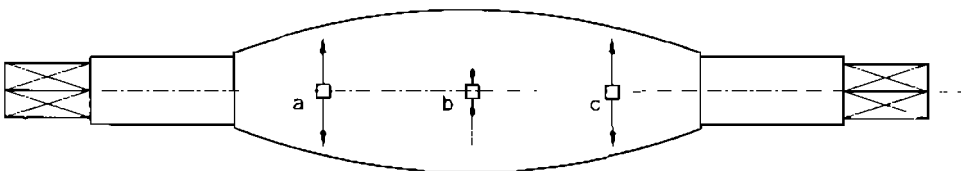
Sự thay đổi hình dạng hạt: khi biến dạng dẻo, trên các mặt trượt, mỗi hạt có xu hướng quay về trục tác dụng lực, do đó hạt kéo dài ra theo hướng ứng suất kéo. Nếu mức độ biến dạng hạt càng nhiều thì hình dạng hạt thay đổi càng nhiều. Ban đầu hạt có dạng hình cầu, với mức độ biến dạng lớn, hạt có thể bị kéo dài ra thành hình thoi.

Sự thay đổi hình dạng hạt chủ yếu là nhờ quá trình trượt. Hình dạng của hạt không những chỉ thay đổi về kích thước mà trong quá trình biến dạng các hạt có thể vỡ thành nhiều khối nhỏ, làm tăng cơ tính.

Sự đổi hướng của các hạt: trước khi biến dạng, các hạt sắp xếp không theo một hướng nhất định nào, trong khi trượt các hướng trượt được quay về phía trục tác dụng lực và sau khi biến dạng, tinh thể được định hướng theo chiều hướng đó, gây ra tổ chức sợi (thớ) trong kim loại. Mức độ định hướng càng lớn nếu độ biến dạng càng lớn, nếu độ biến dạng càng nhiều và tổ chức sợi càng thể hiện rõ ràng. Sự hình thành tổ chức dẫn đến sự sai khác về cơ lý tính kim loại theo các hướng khác nhau, tức là làm cho kim loại mất tính đẳng hướng.

Sự tạo thành ứng suất dư – khi gia công áp lực, do biến dạng không đồng đều và không cùng một lúc nên trong nội bộ vật thể, sau khi biến dạng còn để lại ứng suất dư. Có ba loại ứng suất dư:

Ứng suất dư loại 1 (σ_1) là ứng suất dư sinh ra do biến dạng không đồng đều giữa các bộ phận của vật thể. *Ví dụ:* khi cán một tấm kim loại bằng trục tang trống (hình 6.12) vùng giữa (b) của vật gia công biến dạng nhiều hơn, còn hai bên (a) (c) biến dạng ít hơn. Sau khi gia công, ở vùng (a) (c) còn lại ứng suất dư kéo (+) còn vùng giữa (b) tồn tại ứng suất dư nén (-).



Hình 6.12. Phân bố ứng suất dư trong trục cán

Ứng suất dư loại 2 (σ_2) là ứng suất sinh ra do biến dạng không đồng đều giữa các hạt. Hạt nào có nhiệt độ chảy thấp hoặc nung nóng nhiều hơn sẽ biến dạng nhiều. Khi kéo, các hạt biến dạng kéo nhiều, sau khi biến dạng sẽ chịu ứng suất dư nén, các hạt biến dạng ít sau khi gia công sẽ chịu ứng suất dư kéo.

Ứng suất dư loại 3 (σ_3) là ứng suất sinh ra do sự biến dạng không đồng đều trong nội bộ của hạt. Khi biến dạng, sự trượt và song tinh gây nên sự vặn vẹo, vỡ nát mạng tinh thể. Khi kết tinh trong nội bộ hạt thường có thiên tích hạt. Vùng tinh giới nhiệt độ chảy thấp, khi biến dạng không đều gây ứng suất dư.

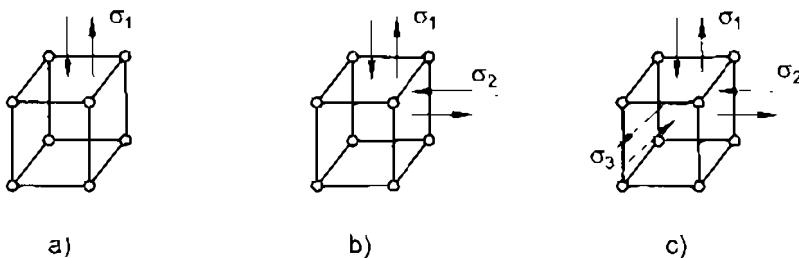
Sự thay đổi thể tích và tỷ trọng – sau gia công biến dạng dẻo: các khe xóp, lỗ rỗng, vết nứt tế vi được “lấp kín” làm thể tích giảm, tỷ trọng tăng. Nhưng khi gia công có biến cứng, tạo vết nứt tế vi, tạo lỗ nhỏ và khe xóp làm thể tích tăng, tỷ trọng giảm.

Tổng hợp kết quả của cả 2 quá trình trên là thể tích và tỷ trọng vật biến dạng thay đổi không đáng kể (coi như không thay đổi).

6.4. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN BIẾN DẠNG DẪO

6.4.1. Ảnh hưởng của ứng suất chính

Ứng suất chính là ứng suất pháp (σ) sinh ra bên trong vật thể khi có ngoại lực tác dụng. Có ba dạng ứng suất chính: ứng suất đường, ứng suất mặt, và ứng suất khối (hình 6.13a, b, c).



Hình 6.13. Các dạng ứng suất chính

Ứng suất chính làm cho vật thể hoặc biến dạng đàn hồi hoặc biến dạng phá hủy và ảnh hưởng quyết định đến ứng suất pháp tuyến (σ_n).

Ứng suất tiếp tuyến (τ) sẽ gây ra sự trượt và song tinh làm cho vật thể biến dạng dẻo, ứng suất tiếp càng lớn thì biến dạng dẻo càng nhiều. Ứng suất đạt giá trị cực đại (τ_{\max}) tại các mặt tạo với phương của lực tác dụng một góc 45° . Trị số τ_{\max} phụ thuộc vào trạng thái ứng suất chính và giá trị của chúng.

Điều kiện để kim loại có thể biến dạng dẻo được, theo tác giả Convenan (Pháp, 1872) là:

$$\tau_{\max} = \sigma_{ch} / 2 \quad (6.4)$$

σ_{ch} : giới hạn chảy.

Điều kiện biến dạng dẻo đối với các trường hợp trạng thái ứng suất khác nhau sẽ là:

Trạng thái ứng suất đường (hình 6.13a):

$$\tau_{\max} = \sigma_1 / 2 = \sigma_{ch} / 2 \quad (6.5)$$

Trạng thái ứng suất mặt (hình 6.13b):

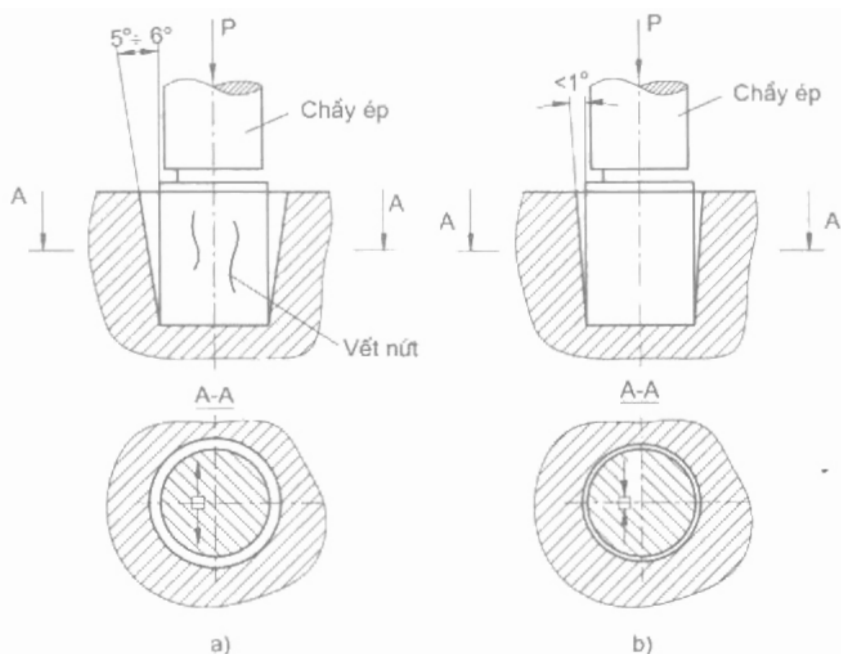
$$\tau_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_2) / 2 = \sigma_{ch} / 2 \quad (6.6)$$

Trạng thái ứng suất khối (hình 6.13c):

$$\tau_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 = \sigma_{ch} / 2 \quad (6.7)$$

6.4.2. Ảnh hưởng của trạng thái ứng suất chính đối với tinh dẻo và biến dạng dẻo của kim loại

Khi ép hợp kim nhôm trong khuôn, nếu góc nghiêng thành khuôn khác nhau thì trạng thái ứng suất tác dụng khác nhau và đặc tính biến dạng dẻo của vật thể cũng khác nhau. Khi góc nghiêng thành khuôn lớn ($\alpha = 5^\circ \div 6^\circ$, hình 6.14a), các phần tử ở vành ngoài của phôi chịu ứng suất kéo, do đó biến dạng chủ yếu do sự trượt, có nhiều vết nứt sinh ra khi kim loại chưa tiếp xúc với thành khuôn. Khi góc nghiêng thành khuôn nhỏ ($\alpha = 1,0^\circ \div 1,5^\circ$, hình 6.14b), các phần tử vành ngoài của phôi khi bắt đầu ép đã tiếp xúc với khuôn, trạng thái ứng suất là nén khối, vì thế sự biến dạng chủ yếu là sự trượt và song tinh trong nội bộ tinh thể, do đó tinh dẻo kim loại tăng, không sinh ra những vết nứt.

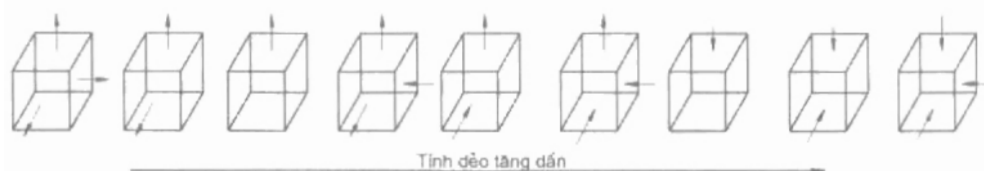


Hình 6.14. Ảnh hưởng của trạng thái ứng suất đến phối khí ép trong khuôn khác nhau
a) Góc α lớn; b) Góc α nhỏ.

Thí nghiệm của Cacman cho thấy khi ép một khối đá trong khuôn kín ứng suất nén ba chiều, khối đá biến dạng, còn khi nén một chiều thì khối đá vỡ.

Do vậy, có thể kết luận như sau:

Tác dụng ứng suất kéo càng ít, ứng suất nén càng nhiều thì tính dẻo kim loại càng cao, trạng thái ứng suất kéo khối làm kim loại kém dẻo hơn trạng thái ứng suất kéo đường và mặt. Trạng thái ứng suất nén khối làm cho kim loại có tính dẻo cao hơn trạng thái ứng suất nén mặt và đường. Sơ đồ ảnh hưởng của trạng thái ứng suất đến tính dẻo và biến dạng dẻo của kim loại xếp theo thứ tự tính dẻo tăng dần được biểu diễn trên hình 6.15.



Hình 6.15. Sự thay đổi tính dẻo theo trạng thái ứng suất

6.4.3. Ảnh hưởng của ứng suất dư

Sự tồn tại ứng suất dư bên trong các vật thể (vật liệu kim loại) biến dạng sẽ làm cho tính dẻo kém đi, ứng suất dư lớn có thể làm cho chúng bị biến dạng hoặc bị phá hủy. Khi vật thể chịu ứng suất do ngoại lực tác dụng (σ_0) nếu kể đến ảnh hưởng của ứng suất dư (σ_d) thì tổng ứng suất σ tác dụng bên trong vật thể sẽ khác nhau.

$$\text{Ở vùng có ứng suất dư kéo thì: } \sigma = \sigma_0 + \sigma_d \quad (6.8)$$

$$\text{Ở vùng có ứng suất dư nén thì: } \sigma = \sigma_0 - \sigma_d \quad (6.9)$$

Do ứng suất phân bố không đều, làm cho các vùng của vật thể biến dạng không đều, khả năng biến dạng sẽ kém đi và chất lượng gia công không đồng đều.

Do tồn tại ứng suất dư nên khả năng chịu lực của vật thể sẽ giảm đi, làm cho vật thể nhanh đạt tới giới hạn bền cho phép hơn.

Như vậy ứng suất dư làm giảm tính dẻo, độ bền, độ dai va chạm và giảm khả năng chịu lực của vật thể.

6.4.4. Ảnh hưởng của thành phần hoá học và tổ chức kim loại

a) Ảnh hưởng của thành phần hoá học

Thành phần hoá học ảnh hưởng tới tính dẻo và biến dạng của kim loại và hợp kim. Thành phần hoá học của hợp kim quyết định bởi nguyên tố cơ bản, nguyên tố hợp kim và tạp chất.

Nguyên tố cơ bản: nguyên tố cơ bản tạo nên các tổ chức cơ sở, do đó ảnh hưởng quyết định tới tính dẻo và biến dạng dẻo của kim loại và hợp kim. Ví dụ: trong thép C nguyên tố cơ bản là Fe và C, chúng tạo nên hợp chất Fe_3C rất cứng và giòn. Nếu %C càng tăng thì thép càng cứng và giòn, nếu %Fe càng tăng thì thép càng mềm.

Nguyên tố hợp kim: khi hợp kim hoá, nguyên tố hợp kim có thể tạo với kim loại cơ sở những liên kết kim loại (các hợp chất hoá học, hợp chất điện tử...). Các liên kết kim loại này thường có tổ chức tinh thể phức tạp làm cho kim loại và hợp kim rất cứng và giòn. Các nguyên tố hợp kim còn làm xô lệch mạng, làm cản trở quá trình trượt, làm kim loại có tính dẻo thấp. Thường thì lượng chứa các nguyên tố hợp kim càng nhiều thì ảnh hưởng tới độ cứng, độ bền của kim loại càng lớn.

Nguyên tố tạp chất: tạp chất trong kim loại ảnh hưởng tới tính dẻo của nó. Tạp chất dễ chảy thường tập trung ở vùng tinh giới hạt, làm rối loạn mạng tinh thể tại đây, do đó làm tính dẻo kim loại giảm đi. Ví dụ: trong thép, S kết hợp với Fe tạo thành FeS. Cùng tinh Fe + FeS có nhiệt độ chảy khoảng 950°C , chúng phân bố ở vùng tinh giới hạt làm cho thép dễ bị nứt nóng. Còn P tạo với Fe thành hợp chất FeP cũng có nhiệt độ chảy $< 950^{\circ}\text{C}$, làm xô lệch mạng tinh thể nên làm cho thép bị nứt nguội.

b) Ảnh hưởng của tổ chức kim loại

Tổ chức kim loại có ảnh hưởng lớn tới tính dẻo của kim loại.

Trong các dung dịch đặc, các nguyên tử của nguyên tố hợp kim hay tạp chất tạo ra nhiều sai lệch mạng, làm rối loạn mạng tinh thể của kim loại cơ sở, do đó cản trở sự trượt làm cho kim loại khó biến dạng. Trong hợp kim có tổ chức là hợp chất hoá học, mạng tinh thể của nó rất phức tạp làm kim loại khó biến dạng. *Ví dụ:* Fe_3C có độ cứng 800HB, nếu Fe_3C càng nhiều thì thép càng cứng và giòn.

Trong hợp kim có tổ chức là hỗn hợp cơ học, nếu độ hạt khác nhau, sự sắp xếp các hạt lộn xộn cũng làm cản trở quá trình trượt. Hình dạng hạt cũng ảnh hưởng lớn đối với tính dẻo. *Ví dụ:* thép peclit là hỗn hợp của ferit và xementit (Fe_3C). Fe_3C ở dạng những hạt nhỏ nằm trên nền ferit, những hạt này không tham gia trong quá trình trượt mà cản trở sự trượt. Trong gang nếu grafit ở dạng tấm thì gang giòn, còn ở dạng hình cầu thì gang có độ bền cao, ít giòn.

Tổ chức kim loại thô đúc hạt thô, không đồng đều, kém dẻo và kém bền. Tổ chức này đem ủ để hạt đồng đều thì độ dẻo tăng, độ cứng giảm dễ gia công hơn. Nếu đem gia công áp lực thì tổ chức hạt biến thành tổ chức thớ cơ tính cao hơn. Tổ chức kim loại càng nhiều pha, mạng tinh thể càng phức tạp, tính dẻo càng kém. Tổ chức kim loại hạt nhỏ mịn đồng đều thì độ dẻo tăng, độ bền tăng.

6.4.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ

a) Thực chất

Khi nung nóng kim loại, các nguyên tử bị dao động nhiệt, làm suy giảm lực liên kết giữa chúng, tăng khả năng biến dạng, do đó làm tăng tính dẻo của kim loại, đồng thời dao động nhiệt có khả năng đưa các nguyên tử từ

trạng thái mất cân bằng về trạng thái cân bằng, do đó giảm sự xô lệch mạng, khử biến cứng và làm tăng tính dẻo của kim loại.

Khi nung, dao động nhiệt còn có khả năng tạo nên sự khuếch tán làm đồng đều thành phần và đồng đều các hạt, do đó làm tăng tính dẻo; kim loại có khả năng chuyển từ pha này sang pha khác có tính dẻo cao hơn. Ví dụ: Fe_{α} là pha có tính dẻo thấp, khi nung lên 723°C nó chuyển thành Fe_{γ} có tính dẻo cao hơn.

b) Các quá trình chuyển biến trong kim loại khi nung nóng

Quá trình hồi phục: khi nung kim loại đã qua biến dạng nguội đến nhiệt độ không cao lắm [$T_1 = (0,25 - 0,3)T_{ch}$], nhờ dao động nhiệt mà có khả năng khử bỏ một phần ứng suất và sự xô lệch mạng, làm tăng tính dẻo của kim loại, hiện tượng đó gọi là phục hồi. Hồi phục có thể xảy ra ngay trong quá trình gia công nóng. Hồi phục phụ thuộc vào thời gian, nhiệt độ và tốc độ biến dạng, nhiệt độ càng cao thời gian giữ nhiệt càng lâu thì hồi phục càng nhiều. Cùng một nhiệt độ như nhau, tốc độ biến dạng càng cao thì hồi phục càng ít. Phục hồi làm cho độ bền kim loại giảm, tính dẻo tăng, tính chống gỉ tăng.

Quá trình kết tinh lại: khi nung đến nhiệt độ $T_2 = 0,4T_{ch}$, bên trong kim loại sẽ xảy ra hai hiện tượng:

- Xuất hiện những trung tâm kết tinh có mạng tinh thể hoàn thiện, trung tâm này lớn lên và tạo thành kim loại có mạng không bị xô lệch.
- Tụ tập những hạt nhỏ và không đều thành những hạt lớn hơn và đều nhau hơn.

Hai quá trình đó là quá trình kết tinh lại lần 1 và 2.

Những trung tâm kết tinh lại lần 1 thường là những khối tinh thể nhỏ do bị vỡ vụn trong quá trình biến dạng trước đó. Nếu mức độ biến dạng càng nhiều, biến cứng càng lớn thì những tinh thể nhỏ bị vỡ này càng nhiều và những trung tâm kết tinh lại lần 1 càng nhiều. Quá trình kết tinh lại lần 1 chỉ xảy ra trong một thời gian giữ nhiệt nhất định, nó kết thúc khi những trung tâm kết tinh này càng lớn, nên chạm xít vào nhau.

Quá trình kết tinh lại lần 2 khác hẳn lần 1, nó là sự sát nhập các hạt và làm đồng đều các hạt, có sự khuếch tán các hạt để làm đồng đều diện tích bề mặt các hạt, đồng đều về thành phần hoá học, đồng đều về năng lượng tự do, khử bỏ các vết nứt tế vi, phục hồi sự cân bằng của các hạt, phục hồi tính dẻo.

Độ lớn các hạt sau khi kết tinh lại phụ thuộc vào nhiệt độ nung, thời gian nung và mức độ biến dạng trước khi nung. Nếu nhiệt độ nung càng cao, thời gian nung càng cao thì độ hạt sau khi kết tinh lại càng lớn. Còn mức độ biến dạng trước khi nung càng lớn thì độ lớn của hạt càng nhỏ. Tổ chức thô nhận được khi biến dạng dẻo vẫn có thể tồn tại sau khi kết tinh lại.

Như vậy nhờ hiện tượng kết tinh lại mà độ bền, độ cứng của kim loại giảm, độ dẻo tăng, phục hồi tính chất cơ, lý của vật liệu, giảm sự đồng nhất về thành phần hoá học, khử bỏ ứng suất dư và khử bỏ các vết nứt tế vi.

c) Các hình thức gia công kim loại bằng áp lực

Căn cứ vào nhiệt độ khi gia công áp lực, người ta chia ra hai hình thức gia công sau:

Gia công nóng: là hình thức gia công áp lực thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn ở nhiệt độ kết tinh lại. Thực tế nhiệt độ gia công nóng ($T_{g:nóng}$) là:

$$T_{g:nóng} = (0,7 \div 0,9)T_{ch} \quad (6.10)$$

Gia công nóng có đặc điểm sau:

Ở nhiệt độ gia công nóng, kim loại có tính dẻo cao, trở lực biến dạng giảm, nên dễ gia công.

Nhiều kim loại ở nhiệt độ thường, khó gia công, chỉ dễ gia công ở trạng thái nóng. Ví dụ: kẽm, vonfram,... Thỏi thép đúc có tổ chức không đồng đều, hạt lớn, chứa nhiều tạp chất, có nhiều khuyết tật, như: rỗ khí, rỗ co, thiên tích,... khó gia công ở nhiệt độ thường, chỉ có thể gia công ở trạng thái nóng mới khử bỏ được các khuyết tật nói trên.

- Gia công nóng do có kèm theo quá trình hồi phục và kết tinh lại nên sau khi gia công, kim loại được phục hồi tính dẻo, không bị biến cứng, phục hồi cơ, lý, hoá tính. Sau gia công nóng, do tính dẻo kim loại được phục hồi, nên rất thuận lợi cho gia công cắt gọt tiếp tục.

- Kim loại sau khi gia công có tổ chức thô, tổ chức này cho phép tăng tính chịu lực của sản phẩm.

Tuy nhiên gia công nóng có nhược điểm :

- Ở trạng thái nóng, khó gia công những chi tiết nhỏ và mỏng (có đường kính và chiều dày nhỏ hơn 2mm) vì dễ cháy hỏng.

- Kim loại nung ở nhiệt độ cao dễ bị ôxy hoá, tạo nên lớp vảy ôxyt phủ trên bề mặt vật gia công làm cho độ bóng, độ chính xác gia công thấp, chất lượng lớp bề mặt vật gia công kém. Nếu nung ở nhiệt độ cao kim loại dễ bị

cháy. Sự ôxy hoá và cháy của kim loại làm cho vật gia công bị hao hụt kích thước, gây lãng phí kim loại.

– Ngoài ra khi gia công nóng thép, lớp cacbon ở bề mặt ngoài phối dễ bị cháy hao mòn và khuếch tán ra bên ngoài, làm cho thành phần cacbon ở lớp ngoài giảm đi, độ cứng và độ bền lớp mặt ngoài kém đi.

– Khi gia công ở trạng thái nóng, nếu ngừng gia công ở nhiệt độ cao, tốc độ làm nguội vật gia công quá lớn, dễ gây biến dạng, cong vênh hoặc nứt nẻ. Một số kim loại và hợp kim có tính giòn nóng, khó gia công ở nhiệt độ cao. Ví dụ: thép có chứa nhiều lưu huỳnh, sẽ bị giòn nóng, dễ nứt khi gia công nóng.

Gia công nguội: là hình thức gia công áp lực ở nhiệt độ mà tại đó không xảy ra quá trình kết tinh lại. Nhiệt độ gia công nguội (T_{gcnnguoi}) được xác định như sau:

$$T_{\text{gcnnguoi}} < T_{\text{kết tinh lại}} \quad (6.11)$$

Đặc điểm của gia công nguội:

– Gia công nguội đạt độ chính xác, độ bóng và chất lượng bề mặt cao hơn gia công nóng.

– Gia công nguội kim loại không bị ôxy hoá, không bị cháy nên không hao phí kim loại, vật gia công không bị hao hụt kích thước.

– Gia công nguội thép, mặt ngoài không bị thoát cacbon, tổ chức dễ bị vỡ vụn, hạt nhỏ nên cơ tính tốt.

– Gia công nguội kim loại dễ bị biến cứng, tính dẻo giảm, trở lực biến dạng tăng, nên tổn lực và công biến dạng. Nếu mức độ biến dạng càng tăng thì biến cứng càng nhiều, tiếp tục gia công vật gia công dễ bị nứt nẻ. Muốn phục hồi tính dẻo, phải nung nóng (ủ).

Cần chú ý rằng, một số kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp, như: chì, thiếc..., gia công ở nhiệt độ trong phòng vẫn là gia công nóng.

6.4.6. Ảnh hưởng của tốc độ biến dạng

Tốc độ biến dạng dài tương đối (V) là lượng biến dạng dài tương đối (dl) trong một đơn vị thời gian dt : $V = dl/dt$.

Tốc độ biến dạng thể tích tương đối (W) là lượng biến dạng của một đơn vị thể tích dV trong một đơn vị thời gian dt : $W = dV/dt$.

Ảnh hưởng của tốc độ biến dạng tới tính dẻo của kim loại, tóm tắt như sau:

a) Tăng tốc độ biến dạng sẽ làm giảm tính dẻo của kim loại

Khi gia công nóng, nếu tốc độ biến cứng khi biến dạng lớn hơn tốc độ khử biến cứng thì quá trình kết tinh lại không đủ thời gian thực hiện hoàn toàn: nếu tốc độ biến cứng lớn hơn tốc độ kết tinh lại dễ khử biến cứng, khi đó trở lực biến dạng tăng và tính dẻo giảm. Một số kim loại và hợp kim (như hợp kim đồng, thép hợp kim cao,...) tính dẻo giảm đột ngột khi tăng tốc độ biến dạng.

Nếu tốc độ biến dạng tăng, làm nhiệt sinh ra nhiều, hiệu ứng nhiệt làm cho kim loại đạt đến nhiệt độ có tính dẻo thấp. Ví dụ: khi nung thép đến nhiệt độ rên cao nhất, nếu làm biến dạng với tốc độ biến dạng lớn, sẽ làm thép đạt đến nhiệt độ quá nhiệt và làm cho tính dẻo giảm, gia công dễ bị nứt.

b) Tăng tốc độ biến dạng sẽ làm tăng tính dẻo của kim loại

Nếu tốc độ khử biến cứng khi biến dạng lớn hơn tốc độ biến cứng (ví dụ: khi gia công nguội, nếu tốc độ biến dạng tăng, nhiệt sinh ra nhiều), thì sẽ tạo điều kiện cho sự phục hồi và kết tinh lại thực hiện, làm cho trở lực biến dạng kim loại giảm, tính dẻo tăng.

Nếu do hiệu quả nhiệt mà nhiệt độ của kim loại tăng lên, sẽ làm cho kim loại chuyển từ vùng giòn sang vùng dẻo. Ví dụ: Đồng thau ở 700°C có tính dẻo thấp, ở khoảng 800°C có tính dẻo cao. Nếu gia công ở gần 700°C với tốc độ biến dạng lớn, quá trình gia công sẽ sinh nhiệt, làm cho nhiệt độ vật gia công tăng lên và đạt tới khoảng 800°C là nhiệt độ mà đồng thau có tính dẻo cao, do đó tăng tính dẻo của kim loại.

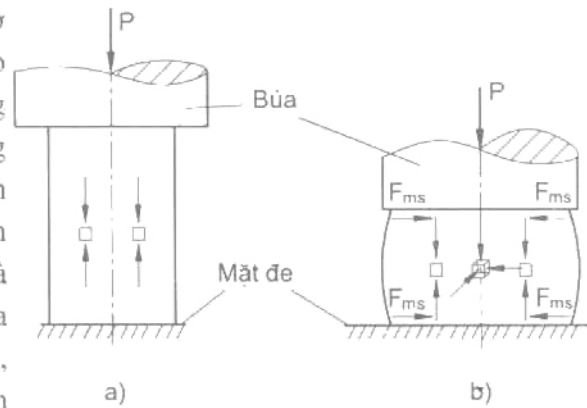
6.4.7. Ảnh hưởng của ma sát ngoài

Ma sát ngoài ảnh hưởng lớn tới tính dẻo và biến dạng dẻo của kim loại. Ảnh hưởng của ma sát ngoài bao gồm:

– Ma sát ngoài làm thay đổi hình thức tác dụng lực, do đó làm thay đổi trạng thái ứng suất chính của các phần tử vật gia công. Ví dụ: ép một khối kim loại, nếu không tính đến ma sát ngoài thì khối kim loại ở trạng thái ứng suất đường (hình 6.16a). Nếu tính đến ảnh hưởng của ma sát giữa búa, đe với phôi thì các phần tử ở vùng trung tâm của vật chịu ứng suất nén 3 chiều, còn vùng xa, các phần tử có trạng thái ứng suất đường đơn giản (hình 6.16b).

Kết quả là ứng suất phân bố không đều, biến dạng không đều, tạo nên ứng suất dư loại 1 làm giảm tính dẻo của kim loại.

– Ma sát ngoài cản trở sự biến dạng của vật thể, do đó làm cho vật thể biến dạng không đều, tăng lực và công biến dạng. Ví dụ: khi chèn một vật, vùng kim loại gần bề mặt tiếp xúc với búa và đe, do ảnh hưởng của lực ma sát nên biến dạng bị hạn chế, còn vùng giữa kim loại biến dạng tự do làm vật gia công có dạng hình tang trống.



Hình 6.16. Ảnh hưởng của lực ma sát ngoài

– Ma sát làm mòn dụng cụ, giảm sức bền của vật gia công, nhất là khi bề mặt vật gia công có lớp vảy vò ôxyt. Để khử hiện tượng này, giảm ảnh hưởng của ma sát, khi gia công người ta thường dùng các chất bôi trơn bề mặt vật gia công.

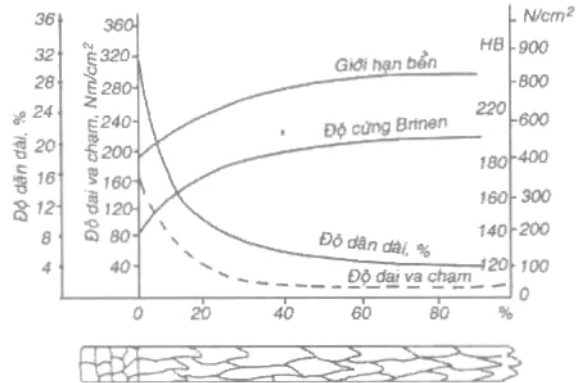
– Ma sát làm cản trở sự di chuyển của kim loại trong khuôn khi rèn và dập thể tích, do đó giảm khả năng điền đầy khuôn nhất là các khuôn có hình dáng, kết cấu phức tạp.

6.5. ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN DẠNG DẸO ĐẾN TỔ CHỨC, TÍNH CHẤT KIM LOẠI

Sự thay đổi về tổ chức và cơ tính, gia công áp lực không những làm thay đổi hình dạng, kích thước phôi mà còn làm thay đổi cả tổ chức tế vi và các tính chất của nó. Tuỳ thuộc vào nhiệt độ, tốc độ biến dạng, trạng thái tổ chức kim loại trước khi gia công mà sau khi gia công tổ chức và cơ tính thu được cũng khác nhau:

Khi gia công nguội các hạt bị vỡ nát thành những hạt nhỏ hơn làm cho độ hạt giảm đi và cơ tính tăng lên. Khi gia công nóng đến nhiệt độ ngừng biến dạng càng cao thì hạt càng thô to, do đó cơ tính càng kém (hình 6.17).

Nếu tốc độ biến dạng và mức độ biến dạng càng tăng, thì sự vỡ nát của các hạt càng nhiều và độ hạt càng giảm và do đó cơ tính càng cao. Độ hạt trước khi biến dạng càng nhỏ và đều, thì sau khi gia công hạt bị kéo dài và đều, do đó cơ tính càng tăng.



Hình 6.17. Sự thay đổi tổ chức và cơ tính phối sau GCAL

Tổ chức kim loại vật đúc có dạng nhánh cây, hạt không đều, có nhiều khuyết tật như xốp co, rỗ khí, rỗ co, lõm co,... Nhờ biến dạng dẻo các khuyết tật trên được khử bỏ, tăng độ mịn chặt của kim loại làm cho cơ tính tăng lên.

Biến dạng dẻo có thể biến tổ chức hạt thành tổ chức thớ, tạo được các loại thớ uốn xoắn khác nhau, làm tăng cơ tính của sản phẩm.

Đối với phối có tổ chức thớ (phôi cán, kéo) nhờ biến dạng dẻo có thể cải tạo lại các thớ làm cho cơ tính sản phẩm cao hơn. Ví dụ: có thể chèn để tạo thớ gấp khúc; xoắn để tạo thớ xoắn; uốn dịch trượt để tạo thớ uốn theo đường trục của chi tiết làm cho khả năng chịu lực của sản phẩm tăng lên.

Tổ chức thớ của kim loại có ý nghĩa lớn trong kỹ thuật. Khi thiết kế và gia công cần tận dụng tổ chức thớ để làm tăng khả năng chịu lực của chi tiết. Muốn vậy cần đảm bảo những nguyên tắc sau:

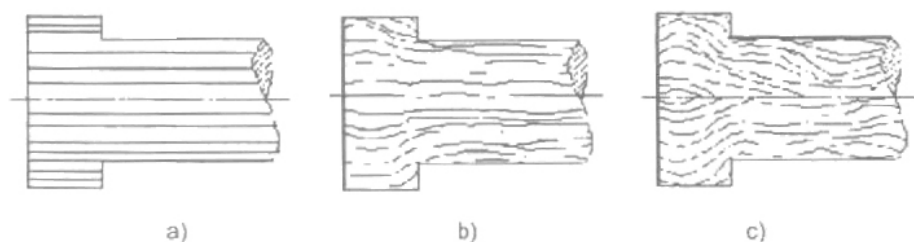
- Chi tiết chịu ứng suất cắt, tốt nhất là phương ứng suất cắt thẳng góc với phương của thớ.
- Chi tiết chịu ứng suất kéo, tốt nhất là phương ứng suất kéo song song với phương của thớ.
- Tránh cắt đứt thớ khi gia công, nên uốn và ép các thớ theo đường bao quanh chi tiết.

Vận dụng các nguyên tắc này, xét một số ví dụ sau:

Ví dụ 1: Chế tạo bulông từ phối thép cán bằng cắt gọt (hình 6.18a). Khi đó phần đầu bulông, thớ kim loại bị cắt ngang, quá trình làm việc bulông chịu ứng suất tiếp dọc thớ, vì thế dễ làm cho mũ bulông bị đứt.

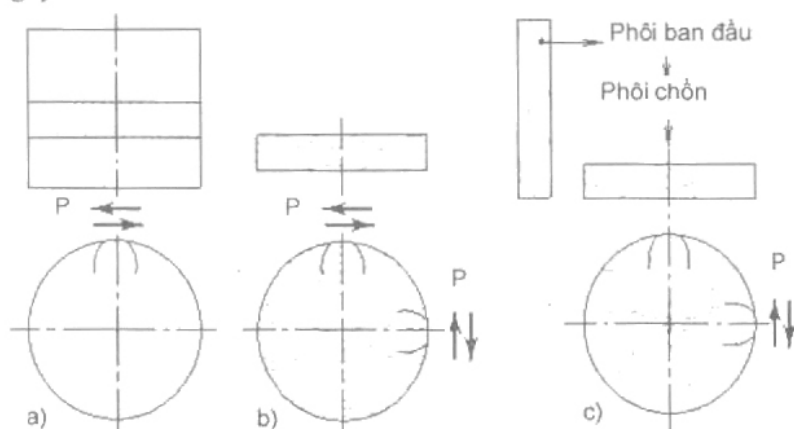
Hình 6.18b, chế tạo bulông bằng dập vuốt, thì các thớ ở phần mũ bulông có xu hướng vuông góc với ứng suất tiếp, nên khi siết (vặn chặt), bulông có khả năng chịu lực tốt hơn.

Nếu dùng phương pháp chôn một đầu (hình 6.18c) từ thép cán có đường kính bằng đường kính thân bulông, khi đó sẽ tạo nên hướng thớ ở phần mũ bulông được uốn cong liên tục, sẽ tăng độ bền, tăng khả năng chịu tải của bulông lên rất nhiều lần. Người ta hay dùng phương pháp này để chế tạo bulông có cường độ chịu lực cao (bulông cường độ cao), chịu tải trọng va đập lớn, ...



Hình 6.18. Chế tạo phôi bulông

Ví dụ 2: Chế tạo bánh răng từ phôi cán và tạo răng bằng phương pháp cắt gọt (hình 6.19a), khi làm việc các răng bị uốn, ứng suất pháp tuyến sẽ thẳng góc với thớ, dễ làm tách các thớ, khả năng chịu lực của răng kém, răng dễ gãy.



Hình 6.19. Chế tạo phôi bánh răng

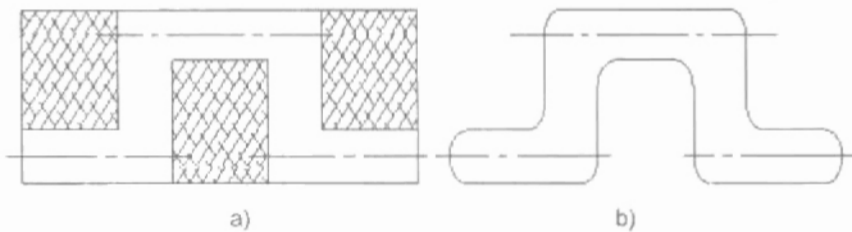
Nếu dùng phôi bằng thép tấm, chế tạo bằng cách dập cắt (hình 6.19b) thì các thớ ở các răng có phương khác nhau. Khi làm việc răng 1 có phương ứng suất tiếp thẳng góc với thớ nên chịu lực tốt, còn răng 2 có phương ứng suất tiếp song song với thớ nên chịu lực kém. Vì thế khả năng chịu lực của

các răng không đều, gây nên hư hỏng không đều; còn nếu chôn phôi như hình 6.19c, các răng có độ bền cao và đồng đều do các thớ đều hướng tâm, vuông góc với phương của lực tác dụng, tất cả các răng đều có thớ gấp hướng vào tâm, tổ chức này cho phép khi làm việc ứng suất tiếp thẳng góc với thớ của răng, do đó khả năng chịu lực của răng là tốt nhất.

Ví dụ 3: Chế tạo trục khuỷu (hình 6.20).

Khi chế tạo trục khuỷu bằng phương pháp cắt gọt từ phôi thép cán (hình 6.20a), thớ kim loại bị cắt ngang làm giảm khả năng chịu lực.

Nếu dùng phương pháp uốn (hình 6.20b), trục khuỷu có thớ kim loại uốn theo đường tâm trục, nên má trục chịu ứng suất tiếp thẳng góc với thớ, do đó làm tăng khả năng chịu lực của trục.



Hình 6.20. Chế tạo phôi trục khuỷu

Về lý tính: Khi biến dạng dẻo, trong nội bộ kim loại bao giờ cũng xảy ra hai quá trình đối nghịch nhau: quá trình tạo ra những vết nứt, khe xốp, lỗ rỗng vì do sự nát của mạng tinh thể khi trượt và song tinh, làm cho thể tích tăng lên; đồng thời dễ xảy ra hiện tượng ăn mòn điện hoá học và ăn mòn hoá học. Ngược lại, quá trình hàn gắn, san lấp những lỗ rỗng, vết nứt khi kết tinh lại (do GCAL), do đó tỷ trọng kim loại tăng lên. Kết quả tổng hợp của hai quá trình này là tỷ trọng và thể tích kim loại không thay đổi đáng kể khi gia công áp lực.

Biến dạng dẻo làm tăng diện tích, giảm tính dẫn điện và làm thay đổi từ trường trong kim loại.

Tính dẫn điện: Biến dạng dẻo tạo ra sai lệch trong mạng tinh thể, làm tính liên tục của điện trường trong tinh thể bị phá vỡ, do đó làm điện trở của kim loại sau khi biến dạng tăng lên. Ngoài ra, biến dạng dẻo cũng làm xô lệch vùng tinh giới hạt tăng lên, tạo nên những màn chắn cản trở sự chuyển động tự do của điện tử, đó cũng là nguyên nhân làm tăng điện trở của kim loại. Ở đa số các kim loại, sau khi biến dạng dẻo, điện trở tăng 2+5%, cá biệt điện trở của vonfram lại giảm 30+50%.

Tính dẫn nhiệt: Biến dạng dẻo làm tăng tính dẫn nhiệt, lý do chủ yếu cũng do biến dạng dẻo làm xô lệch mạng, xô lệch vùng tinh giới, giảm biên độ dao động nhiệt của các điện tử, do đó giảm khả năng dẫn nhiệt. Sự giảm này không lớn lắm, tuy nhiên ở trường hợp cần thiết cũng phải tính đến để tìm biện pháp khắc phục.

Từ tính: Các sai lệch tạo ra khi biến dạng dẻo làm thay đổi cách bố trí từ trường cơ bản trong kim loại, do đó làm thay đổi từ tính, độ thấm từ, độ từ giãm và độ từ dư giãm, Như vậy đối với những thép dùng để chế tạo nam châm thì biến dạng dẻo có tác dụng tốt, nhưng các thép làm lõi biến thế, lõi dẫn từ thì biến dạng dẻo lại ảnh hưởng xấu.

Về hóa tính: Sau khi biến dạng dẻo, năng lượng tự do của kim loại tăng, do đó hoạt tính hóa học của kim loại tăng lên. Điều này có thể thấy rõ khi tẩm thực hai kim loại trước và sau khi biến dạng dẻo, mẫu sau khi biến dạng dẻo tẩm thực nhanh hơn, kim loại dễ bị ăn mòn điện hoá học.

Về tính công nghệ. Sau BDD tính công nghệ của vật liệu kim loại giãm đi, khó gia công cắt gọt hơn do độ bền, độ cứng tăng, bề mặt bị biến cứng. Để khắc phục, người ta sử dụng một số phương pháp xử lý nhiệt (các phương pháp u).

6.6. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN TRONG GIA CÔNG BIẾN DẠNG

6.6.1. Định luật biến dạng đàn hồi tồn tại khi biến dạng dẻo

“Khi biến dạng dẻo kim loại, đồng thời với biến dạng dẻo có xảy ra biến dạng đàn hồi. Quan hệ giữa lực biến dạng khi biến dạng đàn hồi tuân theo Định luật Húc”.

Vì có biến dạng đàn hồi khi có biến dạng dẻo nên kích thước của chi tiết sau khi gia công khác với kích thước của nó trước khi gia công. Ví dụ: nếu muốn uốn một chi tiết đạt góc 90° , cần phải uốn thêm một lượng nữa bằng lượng biến dạng đàn hồi của vật liệu để sau gia công chi tiết đàn hồi trở lại đúng góc 90° (góc uốn của chi tiết khác với góc khi đang uốn, tức là khác với góc của chày và cối uốn).

Căn cứ vào định luật này, khi tính toán thiết kế vật rèn, dập và khuôn rèn dập phải kể đến phần biến dạng dư do biến dạng đàn hồi gây nên.

6.6.2. Định luật ứng suất dư

“Bên trong bất cứ kim loại biến dạng dẻo nào cũng đều sinh ra ứng suất dư cân bằng nhau”.

Kim loại trong quá trình GCAL do bị nung nóng và làm nguội không đều, lực tác dụng gây biến dạng phân bố không đều, lực ma sát ngoài tác dụng không đều,... làm cho các phần của vật thể, của các hạt và các vùng biến dạng không đồng đều nhau, điều này làm phát sinh bên trong vật thể ứng suất dư. Ứng suất dư này tồn tại bên trong vật thể sau khi biến dạng làm giảm tính dẻo, giảm độ bền, độ dai va chạm, làm cho vật thể biến dạng và có thể dẫn đến phá huỷ. Ứng suất dư còn làm quá trình hoà tan của kim loại trong các môi trường nhanh hơn, làm giảm khả năng bền ăn mòn của kim loại, làm thay đổi các chỉ tiêu cơ tính và làm giảm tính công nghệ. Do vậy, khi phân tích trạng thái ứng suất chính, cần phải chú ý đến ứng suất dư và tìm cách khắc phục hậu quả xấu do nó gây ra.

6.6.3. Định luật thể tích không đổi

“Thể tích vật thể (phôi) trước biến dạng dẻo bằng thể tích vật thể đó sau biến dạng”.

Định luật này có ứng dụng trọng thực tiễn, nó cho biết thể tích phôi sau GCAL vẫn bằng thể tích phôi đó (phôi trước GCAL), mặc dù hình dạng, kích thước phôi trước và sau GCAL khác nhau.

Gọi thể tích phôi trước và sau gia công là V_0 và V_1 , tương ứng với các kích thước l_0, b_0, h_0 và l_1, b_1, h_1 , theo Định luật ta có:

$$V_0 = l_0 \cdot b_0 \cdot h_0 = V_1 = l_1 \cdot b_1 \cdot h_1$$

Do đó:
$$\frac{l_1}{l_0} = \frac{b_1}{b_0} = \frac{h_1}{h_0}$$

Suy ra:
$$\ln \frac{l_1}{l_0} + \ln \frac{b_1}{b_0} + \ln \frac{h_1}{h_0} = 0 \quad (6.12)$$

Và phương trình điều kiện thể tích không đổi với các ứng biến chính là:

$$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0 \quad (6.13)$$

Trong đó, các ứng biến chính được ký hiệu :

$$\delta_1 = \ln \frac{l_1}{l_0} \quad \delta_2 = \ln \frac{b_1}{b_0} \quad \delta_3 = \ln \frac{h_1}{h_0} \quad (6.14)$$

Nhận xét:

– Khi tồn tại cả ba ứng biến chính thì dấu của một ứng biến phải ngược dấu với hai ứng biến kia và trị số bằng tổng trị số của hai ứng biến kia. Ví dụ, khi chèn thổi kim loại thì chiều cao giảm đi, chiều dài và chiều rộng tăng lên. Lượng giảm thể tích theo chiều cao bằng tổng lượng tăng thể tích theo chiều dài và chiều rộng. Khi đó:

$$\frac{h_1}{h_0} < 1 \quad \frac{l_1}{l_0} > 1 \quad \frac{b_1}{b_0} > 1 \quad (6.15)$$

$$\delta_3 < 0 \quad \delta_1 > 0 \quad \delta_2 > 0 \quad (6.16)$$

Từ (6.13) ta có: $\delta_1 + \delta_2 = -\delta_3$

Từ đây:
$$\left| \frac{\delta_1}{\delta_3} \right| + \left| \frac{\delta_2}{\delta_3} \right| = 1 \quad (6.17)$$

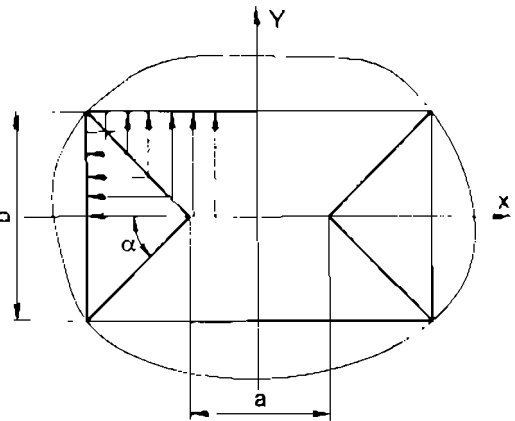
Nếu biết $\frac{\delta_1}{\delta_3} = 0,4$ thì $\frac{\delta_2}{\delta_3} = 0,6$, nghĩa là sau biến dạng có 40% kim loại phát triển theo chiều dài và 60% phát triển theo chiều rộng.

Khi có một ứng biến bằng 0 thì hai ứng biến còn lại phải có dấu ngược nhau và có trị số tuyệt đối bằng nhau. Ví dụ, khi chèn dẹt không có dãn dài, nghĩa là $\delta_1 = 0$ thì $\delta_2 = -\delta_3$. Lượng giảm thể tích theo chiều cao bằng lượng tăng thể tích theo chiều rộng.

6.6.4. Định luật trở lực bé nhất

“Trong quá trình biến dạng các chất điểm của vật thể sẽ di chuyển theo phương nào có trở lực bé nhất”.

Hướng di chuyển của một điểm bất kỳ nào trên mặt phẳng vuông góc với phương của lực tác dụng là hướng thẳng góc với chu vi của mặt phẳng ấy, lượng biến dạng nhiều nhất theo hướng có chất điểm di chuyển. Ví dụ, ép một khối kim loại có tiết diện chữ nhật, các chất điểm di chuyển trong mặt phẳng thẳng góc với lực tác dụng. Tiết diện của vật thể chuyển dần sang hình tròn để cuối cùng có chu vi bé nhất (hình 6.21).



Hình 6.21. Trở lực biến dạng

Vì thế định luật này còn gọi là “Định luật chu vi bé nhất”.

6.6.5. Định luật đồng dạng

“Trong điều kiện biến dạng đồng dạng, hai vật thể có hình dáng hình học đồng dạng, kích thước khác nhau, sẽ có áp lực đơn vị biến dạng như nhau, quan hệ giữa hai lực biến dạng bằng bình phương quan hệ giữa các kích thước tương ứng của hai vật thể, quan hệ giữa hai công biến dạng bằng lập phương quan hệ giữa các kích thước”.

Nếu a_1, b_1, c_1, F_1, V_1 là các kích thước, diện tích và thể tích vật thể 1 và a_2, b_2, c_2, F_2, V_2 là các kích thước, diện tích và thể tích vật thể 2 (hai vật thể này đồng dạng); gọi P_1, P_2, A_1, A_2 là lực và công biến dạng tác dụng lên vật thể 1, 2; ký hiệu:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2} = n ; \quad \frac{F_1}{F_2} = n^2 ; \quad \frac{V_1}{V_2} = n^3 \quad (6.18)$$

Theo định luật đồng dạng thì:

$$\frac{P_1}{P_2} = n^2 ; \quad \frac{A_1}{A_2} = n^3 \quad (6.19)$$

Điều kiện biến dạng đồng dạng của hai vật thể là: cùng thành phần hóa học, cùng nhiệt độ biến dạng, hệ số ma sát và lượng biến dạng tương đối như nhau.

Định luật này có ý nghĩa và ứng dụng quan trọng trong thực tế. Nó cho phép thông qua mẫu thử để xác định thông số của quá trình biến dạng vật thể thật, như: xác định ảnh hưởng của quá trình biến dạng đến sự thay đổi tổ chức, cơ, lý, hóa tính kim loại, tìm ra quy luật biến dạng và nhân tố ảnh hưởng.

Chương 7

TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ NUNG NÓNG

7.1. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA CỦA NUNG NÓNG KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

Nung nóng trong GCAL nhằm tạo tổ chức đồng pha, nâng cao tính dẻo kim loại, phục hồi tổ chức để giảm trở lực, dễ biến dạng, đảm bảo chất lượng, nâng cao năng suất, hạ giá thành sản phẩm. Nhiệt độ là nhân tố có ảnh hưởng lớn đến gia công áp lực.

7.2. CÁC HIỆN TƯỢNG VẬT LÝ XẢY RA KHI NUNG

1. Chảy

Khi nung nóng thép, nếu nhiệt độ tăng đến gần đường đặc, kim loại bắt đầu chảy, không còn ở trạng thái rắn, nên không thể gia công áp lực được.

2. Cháy

Khi nung thép đến gần đường đặc, phần tinh giới hạt của thép bị oxy hóa mãnh liệt (khi đó thép nung thường xuất hiện hoa lửa) làm mất tính liên tục của kim loại, độ dẻo và độ bền giảm. Kim loại bị cháy thì không thể tận dụng được, mà chỉ có thể chặt bỏ đoạn cháy và đem nấu lại.

3. Quá nhiệt

Khi nung thép đến nhiệt độ cao ($T^{\circ}C_{nung} > T^{\circ}C_{đặc} - 150^{\circ}C$), tổ chức hạt của thép lớn lên, tính dẻo và độ bền giảm, nếu gia công sẽ bị nứt vỡ (có thể sửa chữa bằng cách ủ để phục hồi lại tính dẻo).

4. Ôxy hóa

Thực chất ôxy hóa là quá trình khuếch tán ôxy vào kim loại nguyên chất, tạo nên các ôxyt kim loại. Khi nung kim loại trong lò ở nhiệt độ cao, sẽ có các loại khí O_2 , CO_2 , không khí, do đó bề mặt kim loại bị ôxy hóa tạo thành lớp vảy ôxyt kim loại, làm tổn hao nguyên liệu (thép khoảng 2 – 6 %), làm mòn dụng cụ, gây khó khăn cho quá trình gia công, giảm chất lượng sản phẩm. Để khắc phục hoặc giảm hiện tượng ôxy hóa bề mặt kim loại, có thể chọn chế độ nung thích hợp cho từng loại vật liệu (nhiệt độ nung, tốc độ nung, thời gian nung, thời gian giữ nhiệt), tốt nhất là nung trong môi trường không có ôxy hoặc có bảo vệ bằng khí CO_2 hoặc khí trơ để tránh cho kim loại không bị ôxy hóa.

5. Thoát cacbon

Khi nung nóng, các loại khí O_2 , CO_2 , H_2O , H_2 , SO_2 , ... tác dụng với Fe_3C đốt cháy cacbon, làm giảm hàm lượng cacbon trên bề mặt thép ở nhiệt độ cao và thay đổi thành phần, cơ tính. Có thể khắc phục bằng cách quét lên bề mặt vật nung lớp sơn bảo vệ (có các thành phần: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , và N_2O) hoặc thấm than lên bề mặt các chi tiết đó.

6. Nứt

Do kết cấu chi tiết phức tạp hoặc chế độ nung không hợp lý (phân bố nhiệt không đều) dẫn đến ứng suất nhiệt lớn, tạo các vết nứt bên trong và bên ngoài sản phẩm. Do đó phải chọn chế độ nung hợp lý.

7.3. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ NUNG THÉP TRONG LÒ BUÔNG

7.3.1. Khoảng nhiệt độ gia công

a) Xác định bằng công thức thực nghiệm

Nhiệt độ bắt đầu gia công ($T^{\circ}C_{max}$) là nhiệt độ cao nhất bắt đầu gia công.

Nếu gia công ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ này, tính dẻo giảm đột ngột, xảy ra nhiều khuyết tật (chảy, cháy, quá nhiệt, ôxy hoá, thoát C):

$$T^{\circ}C_{\text{bắt đầu}} = T^{\circ}C_{\text{đặc}} - (150 \div 200)^{\circ}C \quad (7.1)$$

Nhiệt độ kết thúc gia công ($T^{\circ}C_{\text{min}}$) là nhiệt độ thấp nhất, tại đó, nếu tiếp tục gia công, biến dạng dẻo của vật liệu kim loại không thể đạt được (điền đầy) hình dáng, kích thước yêu cầu, cần phải kết thúc gia công, và đem nung lại để gia công tiếp. Gia công dưới nhiệt độ này, tính dẻo giảm, khó biến dạng, gây biến cứng, nứt.

Đối với thép trước cùng tích:

$$T^{\circ}C_{\text{kết thúc}} = T^{\circ}C_{A_{r3}} + (20 \div 40)^{\circ}C \quad (7.2)$$

Đối với thép sau cùng tích:

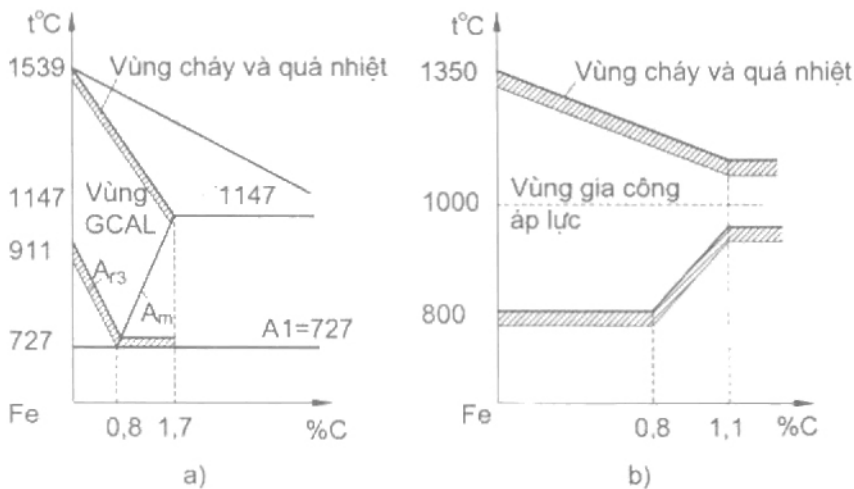
$$T^{\circ}C_{\text{kết thúc}} = T^{\circ}C_{A_{r3}} + (40 \div 50)^{\circ}C \quad (7.3)$$

Trong khoảng nhiệt độ đó, phần lớn tổ chức của thép là một pha (γ - Ôstenit) độ dẻo cao, dễ gia công. Đó là vùng gia công nóng.

Khi cần nhiệt luyện (ủ, tôi,...) cần kết thúc gia công tại nhiệt độ cần thiết để nhiệt luyện.

b) Xác định khoảng nhiệt độ gia công bằng giản đồ trạng thái Fe - C

Khoảng nhiệt độ gia công nóng thép cacbon (nhiệt độ cao nhất và thấp nhất) được xác định theo giản đồ lý thuyết (hình 7.1a) và thực nghiệm (hình 7.1b).



Hình 7.1. Khoảng nhiệt độ vùng GCAL đối với thép cacbon

Khoảng nhiệt độ gia công tại vùng trên, phần lớn tổ chức của thép là một pha đồng nhất (Ôstenit), có độ dẻo cao.

c) Dùng màu để xác định khoảng nhiệt độ gia công thép theo kinh nghiệm

Theo kinh nghiệm của người thợ, một số màu được nhận biết như sau: chày, cháy (cỏ hoa lửa), quá nhiệt (màu sáng trắng), nhiệt độ gia công (màu vàng rơm). Khi thép chuyển sang màu tím thì kết thúc gia công.

7.3.2. Thời gian nung

Công thức thực nghiệm xác định thời gian nung trong lò buồng từ $(20 \div 1200)^{\circ}\text{C}$ như sau:

$$T = \alpha \cdot \beta \cdot K \cdot D \cdot \sqrt{D} \quad (\text{giờ}) \quad (7.4)$$

Trong đó:

β – hệ số (kích thước) độ dài tương đối (bảng 7.1).

K – hệ số phụ thuộc vật liệu:

– Đối với thép cacbon 0,4%C: $K = 10$.

– Đối với thép cacbon $> 0,4\%$ C và thép hợp kim thấp: $K = 12,5$.

– Đối với thép hợp kim cao: $K = 20$.

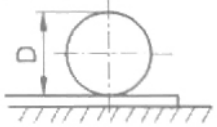
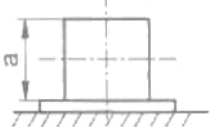
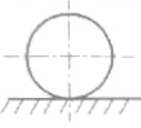
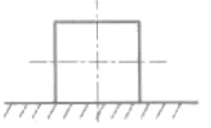
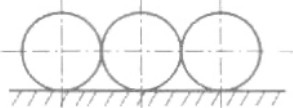
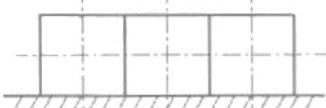
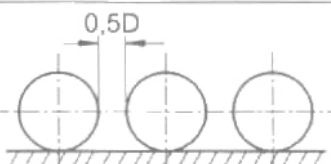
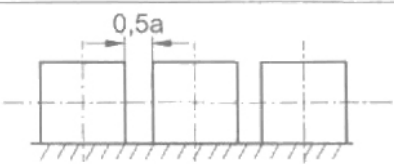
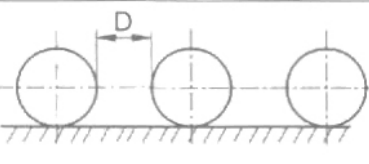
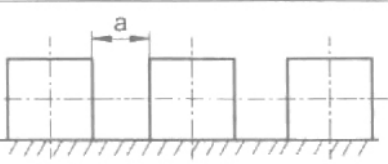
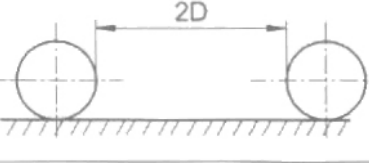
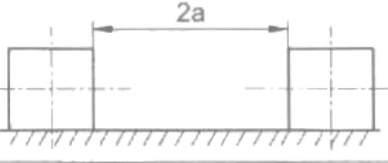
D (hoặc a) – đường kính (hoặc cạnh ngắn) của phôi, tính bằng m.

α – hệ số sắp xếp phôi, phụ thuộc vào hình dạng tiết diện phôi và cách bố trí sắp xếp phôi trong lò (theo khoảng cách, có kê lót hay không,...), bảng 7.2.

Bảng 7.1. Hệ số β theo tỷ số L/D

L/D	3	2	1,5	1
β	1	0,98	0,92	0,71

Bảng 7.2. Xác định hệ số sắp xếp phôi α trong lò buồng

Sắp xếp phôi	α	Sắp xếp phôi	α
	1		1
	1		1,4
	2		4
	1,4		2,2
	1,35		2
	1,3		1,8

7.3.3. Thời gian giữ nhiệt

Thời gian giữ nhiệt là thời gian để vật liệu đồng đều về nhiệt độ từ trong ra ngoài và chuyển biến hoàn toàn thành pha đồng chất. Thời gian giữ nhiệt phụ thuộc vào bản chất vật liệu, kích thước phôi và nhiệt độ nung. Có thể xác định thời gian giữ nhiệt theo thực nghiệm như sau:

$$\text{Đối với thép cacbon: } T^{\circ}\text{C}_{\text{giữ nhiệt}} = (20 \div 30)\% T^{\circ}\text{C}_{\text{nung}} \quad (7.5)$$

$$\text{Đối với thép hợp kim: } T^{\circ}\text{C}_{\text{giữ nhiệt}} = 150\% T^{\circ}\text{C}_{\text{nung}} \quad (7.6)$$

7.3.4. Tốc độ nung

Tốc độ nung cũng ảnh hưởng đến chất lượng, năng suất quá trình gia công, do đó cần chọn chế độ nung hợp lý. Có hai loại tốc độ nung:

a) Tốc độ nung cho phép

Khi nung từ nhiệt độ môi trường 20°C đến 800°C, đối với thép cacbon, thường nung với tốc độ chậm để chống nứt nẻ, biến dạng (do nhiệt). Tốc độ này được gọi là *tốc độ nung cho phép*. Có thể tính tốc độ nung cho phép theo công thức thực nghiệm sau đây:

$$V = \frac{5,6\lambda.\sigma_b}{\beta.E.\rho^3} \quad (7.7)$$

Trong đó:

V – tốc độ nung cho phép, °C/giờ.

ρ – bán kính phôi trụ, cm.

λ – hệ số dẫn nhiệt (kcal/cm.độ).

σ_b – giới hạn bền (kG/cm²).

β – hệ số dẫn nở dài.

b) Tốc độ nung kỹ thuật

Đối với thép cacbon, ở nhiệt độ cao (từ 800°C đến T°C_{bdgc}) nung với tốc độ nhanh để tránh hiện tượng ôxy hoá và thoát than. Tốc độ này được gọi là tốc độ nung kỹ thuật.

7.4. CHẾ ĐỘ NUNG THÉP TRONG LÒ ĐIỆN

Các thông số chế độ nung thép trong lò điện về cơ bản như chế độ nung thép trong lò buồng (xem mục 7.3), vì vậy, trong mục này không trình bày lại.

Đối với lò điện, có một số đặc điểm khác với lò buồng cần lưu ý sau đây:

Lò buồng:

– Vật nung được nung gián tiếp, có thể sử dụng các loại nhiên liệu khí, lỏng, rắn.

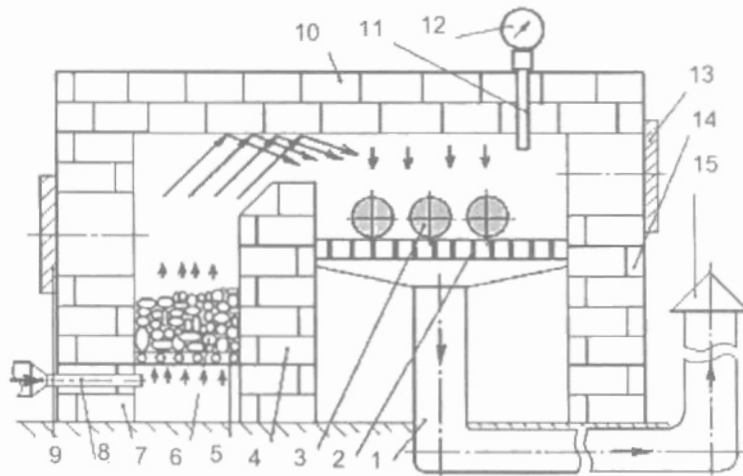
– Nhiệt độ buồng nung cao và tương đối đồng đều.

– Vật nung không tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa, hạn chế được cháy và ôxy hóa, do đó hao phí kim loại ít.

– Thao tác dễ dàng, điều chỉnh được nhiệt độ nung bằng việc thay đổi lưu lượng gió thổi vào cửa 8 và quan sát nhiệt kế 12 (hình 7.2). Tuy nhiên, độ chính xác điều chỉnh nhiệt độ nung thấp.

– Hiện nay, lò này vẫn được sử dụng khá rộng rãi trong các nhà máy cơ khí, được áp dụng nung để tôi thể tích.

Hình 7.2 mô tả kết cấu và nguyên lý làm việc của lò phản xạ dùng than, vật nung được xếp vào và lấy ra khỏi lò bằng cửa 13. Than được chắt (qua cửa có nắp 9) trên ghi lò 5 của buồng đốt 6. Khi nung, nhiệt được truyền từ buồng 6 lên trần và phản xạ sang buồng nung có các vật nung 3 (đặt trên sàn 2, sàn này có các lỗ thoát khí phân bố đều trên mặt sàn). Khí cháy sẽ thoát qua các lỗ trên mặt sàn 2, xuống ống khói 1 ra ngoài, ống khói có nón che 15. Giữa buồng đốt 6 và buồng nung có thành chắn 4 không cho ngọn lửa tiếp xúc trực tiếp với vật nung. Nhiệt độ được điều chỉnh bằng lượng nhiên liệu trong buồng 6 và lượng gió qua cửa 8. Đồng hồ 12 hiển thị nhiệt độ nung nhờ cảm biến 11.



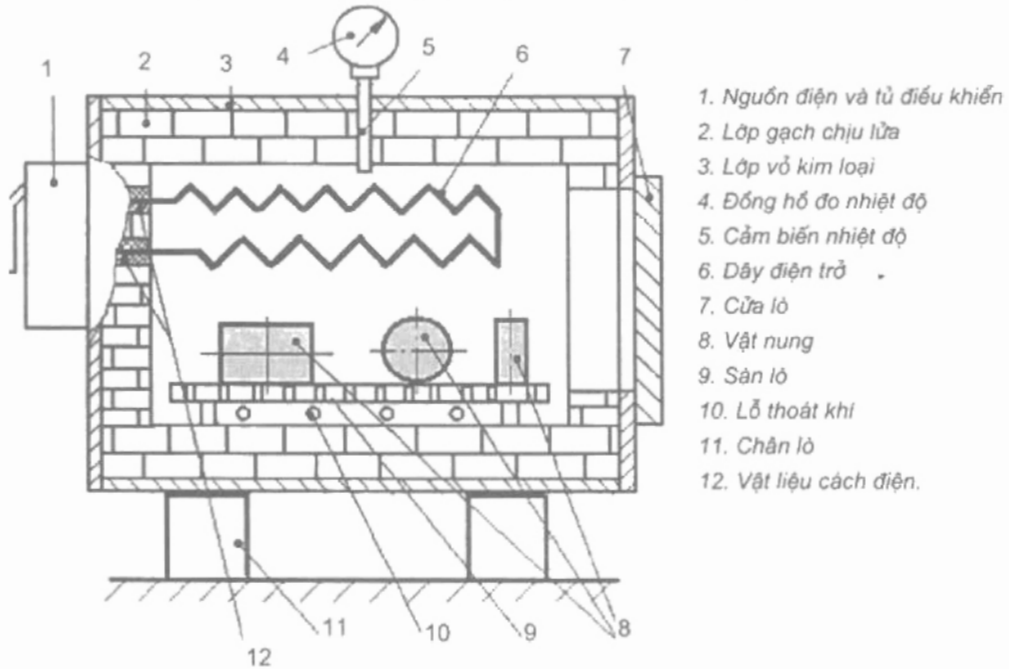
Hình 7.2. Lò buồng (lò phản xạ)

Lò điện:

- Vật nung được nung nóng gián tiếp.
- Chiều dày lớp bề mặt vật nung có thể điều chỉnh chính xác, chất lượng nung cao (nhờ cảm biến 5 và hệ điều khiển kỹ thuật số bố trí trong tủ 1).
- Thường áp dụng cho tôi thể tích.
- Năng suất và chất lượng cao hơn lò buồng.

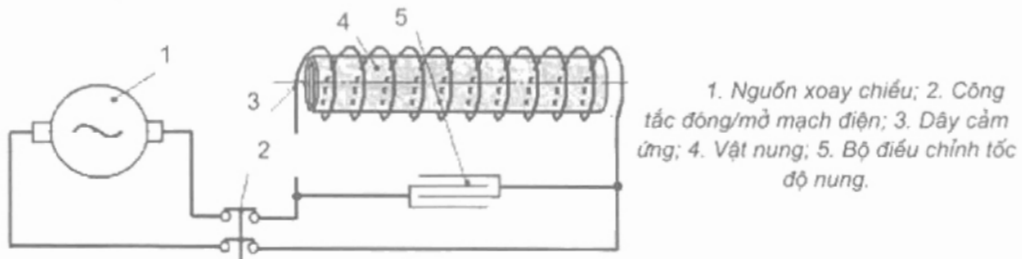
- Vận hành, điều khiển thuận tiện, tin cậy hơn.
- Có thể nung được vật có hình dáng, kết cấu phức tạp mà lò buồng khó có thể thực hiện được (xem lò điện cảm ứng trên hình 7.4).

Hình 7.3 giới thiệu sơ đồ nguyên lý lò nung cảm ứng điện trở.



Hình 7.3. Nguyên lý lò nung cảm ứng điện trở

Hình 7.4 mô tả sơ đồ nguyên lý lò nung cảm ứng bề mặt, áp dụng cho tôì bề mặt.



Hình 7.4. Nguyên lý lò cảm ứng bề mặt

Chương 8

LỰA CHỌN THIẾT BỊ RÈN, DẬP

8.1. PHÂN LOẠI, ĐẶC ĐIỂM VÀ CÔNG DỤNG CÁC THIẾT BỊ RÈN, DẬP

Theo mức độ biến đổi tốc độ chuyển động của bộ phận tác động cuối lên phôi, thiết bị rèn dập được chia thành ba nhóm:

Nhóm máy búa, gồm có: máy búa không khí, máy búa hơi, máy búa hơi nước, máy búa ma sát ván gỗ.

Nhóm máy dập, gồm có: máy dập trực khuỷu, máy đột, máy đột – dập liên hợp, máy rèn ngang, ...

Nhóm máy ép, gồm có: máy ép ma sát trục vít, máy ép thủy lực.

Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của nhóm máy búa là khối lượng đầu búa (kg), khối lượng đầu búa càng lớn, kích thước của máy, độ cứng vững, độ bền cũng tăng lên, khi đó sẽ rèn, dập được những phôi có kích thước, khối lượng lớn. Do vận tốc đầu búa ở cuối hành trình rèn lớn, nên động năng lớn, làm cho phôi biến dạng với tốc độ cao, thời gian biến dạng rất ngắn (trong khoảng 1/10, 1/100 thậm chí 1/1000 của giây). Hình 8.1 giới thiệu sơ đồ nguyên lý máy búa hơi, máy được sử dụng chủ yếu để chế tạo các sản phẩm (phôi) có kích thước lớn, trung bình ở quy mô đơn chiếc, sửa chữa.

Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của nhóm máy dập là độ chính xác, độ cứng vững cao, lực dập cỡ từ vài tấn đến hàng trăm tấn. So với máy búa, tốc độ biến dạng nhỏ hơn, cỡ 0,5 ÷ 8 m/s, nên có điều kiện để kim loại trong lòng khuôn biến dạng triệt để, đồng đều cả ở hai lòng khuôn. Hình 8.2 giới thiệu sơ đồ nguyên lý máy dập trực khuỷu. Máy được sử dụng chủ yếu để chế tạo các sản phẩm (phôi) có kích thước nhỏ, trung bình trở xuống ở quy mô sản xuất hàng loạt.

Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của nhóm máy ép là độ chính xác, cứng vững cao nhất (so với máy búa và máy đập), lực đập cỡ từ hàng chục đến hàng nghìn tấn; chuyển động êm, quán tính không đáng kể, tốc độ biến dạng phôi khi gia công là nhỏ nhất (ví dụ: so với máy đập trực khuỷu, tốc độ biến dạng nhỏ hơn từ 5 ÷ 10 lần), nên kim loại trong lòng khuôn biến dạng triệt để nhất. Hình 8.3 giới thiệu sơ đồ nguyên lý máy ép thủy lực. Máy được sử dụng chủ yếu để chế tạo các sản phẩm (phôi) có kích thước nhỏ, trung bình và cỡ lớn; ở quy mô sản xuất đơn chiếc hoặc hàng loạt.

8.2. MÁY BÚA HƠI

Máy búa không khí chạy bằng động cơ, còn gọi là máy búa hơi, ký hiệu là BH kèm theo sau là các chữ số chỉ khối lượng phần rơi (BH50, BH75, BH100, BH1500, BH1000, ...). Ví dụ: BH500 – máy búa hơi có khối lượng phần rơi là 500 kg.

Năng lượng đập của máy búa đơn do khối lượng phần rơi quyết định. Ở máy búa kép ngoài khối lượng phần rơi ở đầu búa, năng lượng đập của búa còn do lực đẩy không khí ép trong xy lanh công tác của đầu búa tạo ra.

Khi lực tác dụng lên phôi là P (lực đập) và đoạn dịch chuyển do biến dạng là S, công biến dạng A sẽ là:

$$A = P.S \tag{8.1}$$

Năng lượng đập E_0 của búa được truyền vào phôi tại thời điểm phôi bắt đầu biến dạng được xác định:

$$E_0 = \frac{1}{2} m_1 . V_x^2 \tag{8.2}$$

Trong đó:

m_1 – khối lượng phần rơi của máy búa.

V_x – tốc độ tức thời của đầu búa khi chạm phôi rèn và của đe, bệ (vận tốc của toàn bộ hệ thống, gồm: phần rơi, đe, bệ).

Phần lớn năng lượng đập của đầu búa E_0 làm biến dạng vật rèn, một phần tổn hao làm biến dạng đàn hồi hệ thống: dụng cụ, bộ đe, nền móng, ... Năng lượng biến dạng thực tế E_1 (hữu ích) tính theo công thức:

$$E_1 = \eta E_0 \quad (8.3)$$

Hệ số hữu ích $\eta = 0,8 \div 0,9$ (tổn hao do biến dạng đàn hồi hệ thống).

Lực đập được xác định theo động lượng của đe, bộ như sau:

$$m_2(V_2 + V_x) = P \cdot \Delta t \rightarrow P = m_2(V_2 + V_x) / \Delta t \quad (8.4)$$

Trong đó:

m_2 – khối lượng đe và bộ.

V_2 – vận tốc khối lượng đe và bộ. Lúc đầu chưa có tác dụng lực đập (do phần rơi gây ra) lên đe và bộ, nên $V_2 = 0$, do đó (8.4) sẽ là:

$$P = m_2 \cdot V_x / \Delta t \quad (8.5)$$

Gọi:

h_0 – chiều cao ban đầu của phôi.

h_1 – chiều cao của phôi (còn lại so với h_0) sau khi biến dạng bởi nhát đập thứ nhất.

Lượng biến dạng sau nhát đập thứ nhất sẽ là:

$$S_{bd} = h_0 - h_1 \quad (8.6)$$

Vận tốc trung bình (V_{tb}) do biến dạng ứng với (8.6) sẽ là:

$$V_{tb} = (V_1 + V_x) / 2 \quad (8.7)$$

Với: V_1 – vận tốc ban đầu của khối lượng phần rơi của máy búa tại thời điểm bắt đầu tiếp xúc phôi rèn.

Sau biến dạng S_{bd} , hệ thống sẽ lún do đàn hồi một đoạn S_c , do đó dịch chuyển toàn bộ hệ thống sẽ là: $S = S_{bd} + S_c$.

Δt – thời gian va chạm, được tính gần đúng ứng với dịch chuyển S và theo (8.6), (8.7) sẽ là:

$$\Delta t = \frac{S_{bd} + S_c}{V_{tb}} = \frac{2(S_{bd} + S_c)}{V_1 + V_x} = \frac{2[(h_0 - h_1) + S_c]}{V_1 + V_x} \quad (8.8)$$

Thay (8.8) vào (8.5) ta tính được lực đập P theo động lượng của đe, bộ.

Lực đập được xác định theo năng lượng đập như sau:

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$V_x(m_1 + m_2) = V_1 m_1 + V_2 m_2$; vì $V_2 = 0$ nên:

$$V_x = \frac{V_1 m_1 + V_2 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{V_1 m_1}{m_1 + m_2} \quad (8.9)$$

Lực đập P sinh ra năng lượng đập E_1 bằng công A, do đó từ (8.1), (8.3) và (8.6) ta có:

$A = P.S = P.(h_0 - h_1 + S_c) = E_1 = \eta.E_0$, hay:

$$P.(h_0 - h_1 + S_c) = \eta \cdot \frac{1}{2} m_1 \cdot V_x^2$$

$$E_1 = \eta.E_0 = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot V_1^2}{2} = P(h_0 - h_1 + S_c) \quad (8.10)$$

Vậy:
$$P = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot V_1^2}{2(S_{bd} + S_c)} \quad (8.11)$$

Ví dụ: Xác định lực đập của máy búa BH1000, biết vận tốc của khối lượng phần rơi thời điểm đập $V_1 = 6,1$ m/s, biến dạng vật rèn $S_{bd} = 1$ mm, đoạn lún đàn hồi $S_c = 1$ mm, khối lượng bệ đỡ $m_2 = 20 \cdot m_1$ (m_1 - khối lượng phần rơi, $m_1 = 1000$ kg).

Theo (8.9), ta có:

$$V_x = \frac{V_1 \cdot m_1}{m_1 + m_2} = \frac{6,1 \cdot 1000}{1000 + 20 \cdot 1000} \approx 0,29 \text{ m/s}$$

Thời gian va chạm tính theo (8.8):

$$\Delta t = \frac{2(S_{bd} + S_c)}{V_1 + V_x} = \frac{2(1 + 1)}{6100 + 290} = 0,000626 \text{ s}$$

Lực đập tính theo động lượng (8.5):

$$P = \frac{m_2 \cdot V_x}{\Delta t} = \frac{20 \cdot 1000 \cdot 0,29}{9,8 \cdot 0,000626} = \frac{6000}{0,006} = 1.000.000 \text{ kg} = 1.000 \text{ t}$$

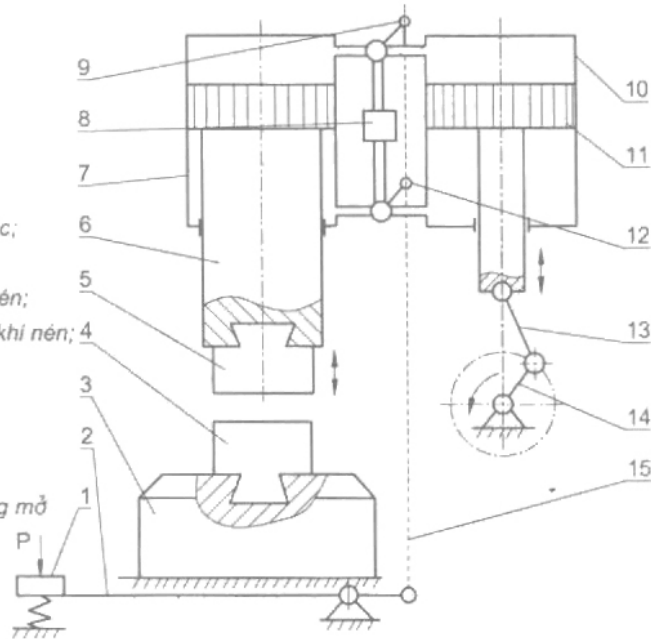
Lực đập tính theo năng lượng biến dạng (8.11):

$$P = \frac{\eta \cdot m_1 \cdot V_1^2}{2(S_{bd} + S_c)} = \frac{0,85 \cdot 1000 \cdot 6,1^2}{2(1 + 1) \cdot \frac{9,8}{1.000}} \approx 1000 = 1000 \text{ tấn}$$

Các bộ phận cơ bản của máy búa hơi

Hình 8.1 giới thiệu các bộ phận cơ bản của máy búa hơi.

1. Bàn đập;
2. Cán bàn đập;
3. Bộ máy;
4. Đe;
5. Bùa;
6. Cán pittông công tác;
7. Xilanh;
8. Van phân phối khí nén;
- 9, 12. Khóa đóng, mở khí nén;
10. Xilanh khí nén;
11. Pittông nén khí;
13. Thanh truyền;
14. Tay quay;
15. Thanh truyền (đóng mở khóa 9, 12).



Hình 8.1. Máy búa hơi

Hành trình của máy búa hơi

Hành trình búa hơi thực hiện do đóng/mở các cửa của bộ van điều khiển 8 như sau (hình 8.2 ứng với trường hợp *búa đập liên tục*):

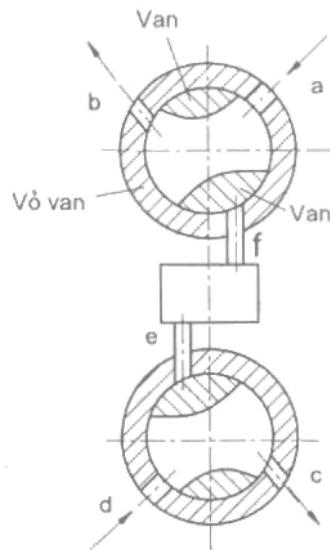
– Khi chạy không: đóng cửa b, d; mở các cửa a, c, e, f.

– Khi búa đập liên tục: đóng cửa e, f; mở các cửa a, b, c, d.

– Khi búa treo: đóng cửa a và e; các cửa khác mở một chiều.

– Khi búa ép: đóng cửa c và f; các cửa khác mở một chiều.

– Khi búa đập nhát một: đóng cửa e, f; mở cửa a, b, c, d đập rồi treo ngay.



Hình 8.2. Bộ van phân phối điều khiển khí nén 8

8.3. MÁY DẬP TRỤC KHUYÙ

Máy dập trục khuỷu có đặc điểm sau:

– Có hiệu suất cao, hệ số sử dụng năng lượng và vật liệu cao, năng suất cao (mỗi nhát đập cho một sản phẩm) nên giá thành hạ.

– Tốc độ biến dạng nhỏ $0,5 \div 8\text{m/s}$, nên có điều kiện để kim loại trong lòng khuôn biến dạng triệt để, đồng đều cả ở hai lòng khuôn.

– Độ chính xác vật dập cao, vì chiều dài hành trình và chiều cao vật dập cố định, khuôn ít bị xô dịch. Điều kiện làm việc tốt, ít ồn, ít chấn động.

– Máy dập trục khuỷu công kênh, giá thành cao, dễ bị kẹt tại điểm chết dưới.

– Trục khuỷu, tay biên bị biến dạng đàn hồi nên chiều cao vật dập phải lớn hơn khi tính toán và điều chỉnh.

– Khi nguội, vật dập co lại khoảng $1,2 \div 1,5\%$ và biến dạng đàn hồi nên bị hụt kích thước. Chiều cao vật dập sau khi nguội H_n có thể tính theo công thức:

$$H_n = H_T + \Delta_1 - \varepsilon_1 + \Delta_d \quad (8.12)$$

Trong đó:

H_T – chiều cao vật dập, tương đương với hành trình không tải (chiều cao vật dập giả thiết không có biến dạng đàn hồi).

ε_1 – độ cong kích thước vật dập khi nguội.

Δ_1 – tổng các biến dạng đàn hồi của máy.

Δ_d – lượng biến dạng đàn hồi của bản thân vật dập.

– Khuôn dùng cho máy dập trục khuỷu cũng giống như cho máy búa (nguyên khối khuôn hay ghép, bố trí một hay nhiều lòng khuôn); độ nghiêng thành khuôn nhỏ, rãnh bavia không khép kín, mặt phân khuôn có thể chọn gờ đáy hơn (tránh được dòng chảy ngang của kim loại ở khuôn sâu, có các lỗ thoát khí).

– Muốn khắc phục hiện tượng kẹt khuôn ở vị trí điểm chết dưới thì làm thêm tấm đệm khuôn và bản máy vát nghiêng góc $12^\circ \div 14^\circ$ để khi bị kẹt, đóng nhẹ vào tấm đệm (hoặc bản máy) làm thay đổi chiều cao khép kín của khuôn, máy sẽ vượt qua điểm chết, không bị kẹt.

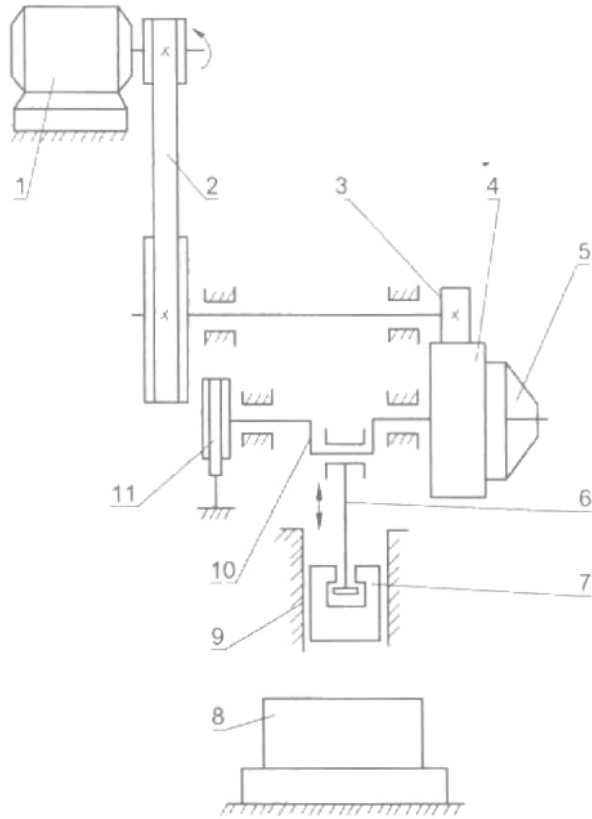
– Khuôn dùng chốt đẩy (cần đẩy) nên giảm được độ dốc thành khuôn, tiết kiệm kim loại, giảm lượng dư gia công, giảm độ mòn lòng khuôn, tăng tuổi thọ cho khuôn (tăng độ nhẵn bề mặt lòng khuôn, tăng nhiệt độ vật dập, dùng chất bôi trơn giảm ma sát), tăng chất lượng vật dập.

– Tốc độ biến dạng thấp nên không thể dập nhiều lần trên một lòng khuôn mà làm 2 ÷ 3 lòng khuôn trên một khối khuôn. Khi phôi được chuẩn bị tốt thì năng suất dập sẽ cao hơn.

– Hành trình cố định, dễ gây quá tải. Để tránh hiện tượng này, cần làm túi chứa kim loại thừa để sau khi dập xong sẽ cắt bỏ.

– Các loại máy dập trực khuỷu có độ cứng vững cao, lực dập cỡ từ vài tấn đến hàng trăm tấn.

Hình 8.3 là sơ đồ động của máy: động cơ 1 truyền chuyển động quay cho bộ truyền đai 2, qua cặp bánh răng 3 và 4 (bánh răng 4 quay lồng không). Ly hợp ma sát đĩa 5 quay cùng bánh răng 4. Khi điều khiển (ép) ly hợp 5, mô men sẽ truyền từ bánh 4 qua ly hợp 5 tới trục 10, làm thanh truyền 6 chuyển động song phẳng, dây dẫn trượt 7 chuyển động thẳng lên/xuống. Khi nhà ly hợp 5, phanh điện từ 11 làm việc làm cho trục khuỷu 10 ngừng quay.



Hình 8.3. Máy ép trực khuỷu

1. Động cơ; 2. Bộ truyền đai; 3. Bánh răng cố định; 4. Bánh răng lồng không; 5. Ly hợp ma sát;
6. Thanh truyền; 7. Dây trượt (lắp búa hoặc khuôn); 8. Bàn máy (lắp đe hoặc khuôn dưới); 9. Dẫn hướng; 10. Trục khuỷu; 11. Phanh điện từ.

8.4. MÁY ÉP

8.4.1. Máy ép ma sát trực vít

Máy ép ma sát trực vít thuộc nhóm máy tạo ra lực tác dụng tĩnh. Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của nhóm này là lực ép danh nghĩa. Các máy này có lực ép lớn, tốc độ ép chậm, nên tốc độ biến dạng của phôi chậm, lượng biến dạng sau mỗi lần ép trong khoảng vài giây đến hàng chục giây, biến dạng triệt để hơn so với khi ép trên máy dập lực tác dụng xung. Kích thước của máy lớn, yêu cầu độ cứng vững, độ bền cao; lực dập cỡ từ vài chục tấn đến hàng trăm tấn. Năng suất thấp hơn máy búa và máy dập trực khuỷu.

Máy ép ma sát trực vít có đặc điểm sau:

– Hành trình lớn, không cố định, có thể dập vật dập với một hoặc nhiều lần trong một lòng khuôn và dập được vật có chiều cao lớn.

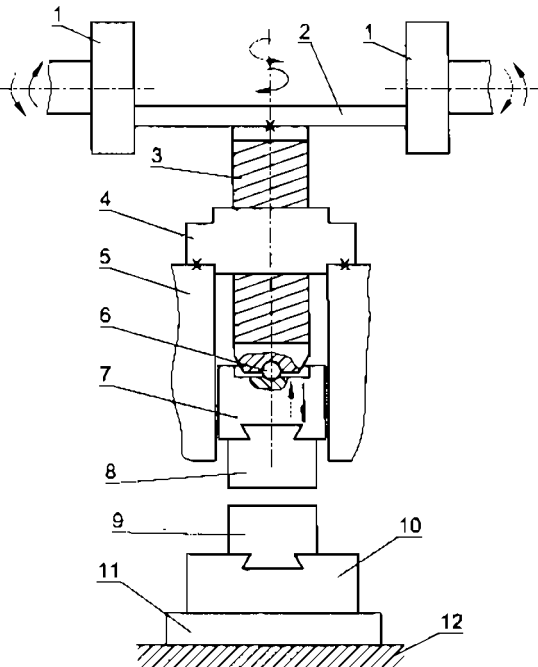
– Tốc độ biến dạng nhỏ $3 \div 4\text{m/s}$, kim loại biến dạng triệt để, đồng đều, điền đầy khuôn tốt. Năng lượng ép được tính theo áp lực đơn vị (không tính theo khối lượng phần rơi).

– Độ cứng vững kém (trực vítme dài). Máy chỉ dập những vật tròn xoay, đối xứng.

– Dùng cơ cấu đẩy phôi từ dưới lên, nên có thể dập sản phẩm có chiều sâu lớn (ví dụ: các chi tiết dạng chuỗi, dạng cán, ...).

– Năng suất thấp hơn máy búa hơi và máy dập trực khuỷu.

– Lực dập cỡ từ hàng chục đến hàng trăm tấn.



Hình 8.4. Máy ép ma sát trực vít

1. Bánh ma sát chủ động; 2. Bánh ma sát bị động; 3. Trực vít; 4. Đai ốc cố định; 5. Dẫn hướng; 6. Khớp cấu; 7. Đầu trượt; 8. Khuôn trên; 9. Khuôn dưới; 10. Gá khuôn dưới; 11. Bộ máy; 12. Móng máy

Hình 8.4 là nguyên lý hoạt động của máy ép ma sát trục vít. Từ động cơ, chuyển động truyền qua bộ truyền đai (không vẽ trên hình), đến bánh ma sát chủ động 1, truyền chuyển động cho bánh ma sát 2, làm trục vít 3 quay. Do đai ốc 4 cố định, nên trục vít 3 vừa quay, vừa tịnh tiến lên/xuống tùy thuộc chiều quay của bánh 1; thông qua khớp cầu 6, dầu trượt 7 sẽ tịnh tiến lên/xuống theo, trên đầu 7 sẽ lắp búa hoặc nửa khuôn trên.

8.4.2. Máy ép thủy lực

Máy ép thủy lực cũng thuộc nhóm máy tạo ra lực tác dụng tĩnh; là thiết bị truyền dẫn bằng chất lỏng (dầu, nước) áp suất cao. Nguyên lý tác dụng và hoạt động của máy này dựa vào định luật Pascal. Theo Định luật này (hình 8.5), có thể tạo nên lực ép lớn cho các máy thủy lực bằng cơ cấu khuếch đại áp suất. Áp suất thấp p_1 vào xy lanh lớn tác dụng lên pittông đường kính D_1 , truyền qua cán pittông đến xy lanh nhỏ, có pittông đường kính D_2 tạo nên áp suất cao p_2 đến máy ép. Ta có:

$$p_2 \cdot D_2 = p_1 \cdot D_1$$

Do đó hệ số khuếch đại áp suất có thể tính như sau:

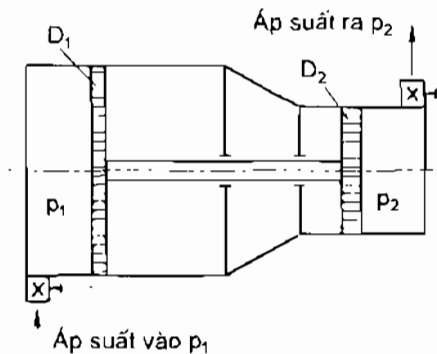
$$p_2 = \frac{D_1^2}{D_2^2} \cdot p_1 = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \cdot p_1 \quad (8.13)$$

Giả sử áp suất vào $p_1 = 10 \text{ atm}$, đường kính pittông lớn $D_1 = 100 \text{ mm}$, pittông nhỏ $D_2 = 10 \text{ mm}$, khi đó áp suất ra $p_2 = 100 \text{ atm}$. Như vậy máy ép thủy lực có thể cho lực ép đến 100.000 tấn để đập phôi có khối lượng đến 5 tấn (đập vật phức tạp, mặt bích, bánh răng, trục khuỷu, cánh tuabin, ...).

Đặc điểm của máy ép thủy lực:

Tốc độ biến dạng nhỏ hơn (5 ÷ 10) lần so với máy đập khuỷu (2,5 ÷ 5) cm/s, kim loại biến dạng triệt để, đồng đều, điền đầy lòng khuôn tốt.

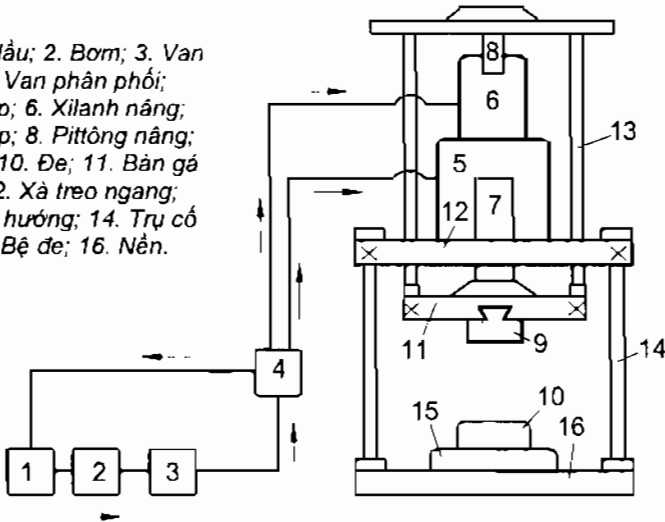
- Hành trình lớn, điều chỉnh được. Độ cứng vững cao nên ép được vật có khối lượng lớn, phức tạp, chiều cao lớn, thành khuôn có góc nghiêng nhỏ. Có thể dùng khuôn nhiều lòng khuôn, cũng có thể dùng ép tấm dày.



Hình 8.5. Bộ phận khuếch đại áp suất

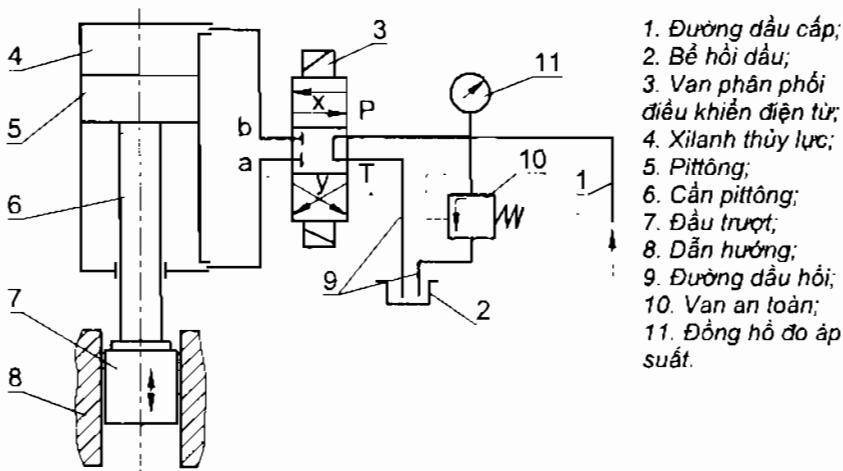
Hình 8.6 mô tả nguyên lý làm việc máy ép thủy lực.

1. Bể chứa dầu;
2. Bơm;
3. Van ổn áp;
4. Van phân phối;
5. Xilanh ép;
6. Xilanh nâng;
7. Pittông ép;
8. Pittông nâng;
9. Đầu ép;
10. Đe;
11. Bàn gá dầu ép;
13. Trụ dẫn hướng;
14. Trụ cố định;
15. Bộ đe;
16. Nền.



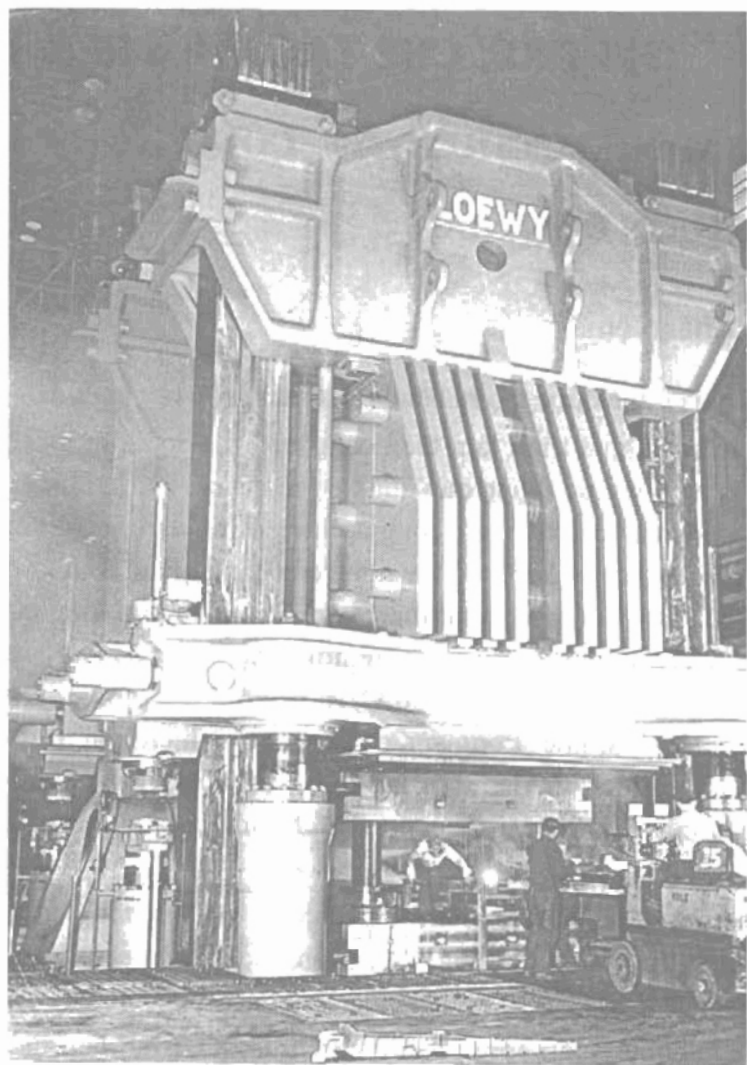
Hình 8.6. Nguyên lý làm việc của máy ép thủy lực

Hình 8.7 mô tả nguyên lý hoạt động của bộ van phân phối điều khiển máy ép thủy lực: khi chưa điều khiển van 3, dầu bơm theo đường ống 1 vào cửa P, ra cửa T về bể theo đường 9. Khi van 3 được điều khiển ở trạng thái x, dầu cấp vào cửa P, ra cửa b vào khoang trên xi lanh 4, đẩy pittông 5, do đó đẩy dầu trượt 7 đi xuống thực hiện ép. Đặc điểm nổi bật của máy ép thủy lực là lực ép rất lớn, công suất lớn, độ cứng vững cao, để gia công các chi tiết lớn, tấm dày,...



Hình 8.7. Nguyên lý hoạt động van phân phối máy ép thủy lực

Hình 8.8 giới thiệu máy dập thủy lực 50.000 tấn của Công ty WYMAN GORDON (Anh).



Hình 8.8. Máy dập thủy lực 50.000 tấn

Chương 9

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHÔI RÈN

9.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÔNG NGHỆ RÈN VÀ RÈN KHUÔN ĐƠN GIẢN

9.1.1. Khái niệm

Phôi rèn có thể được tạo ra bằng rèn tự do hoặc rèn khuôn.

Rèn tự do là quá trình làm biến dạng dẻo “tự do” kim loại (phôi) dưới tác dụng của ngoại lực thông qua dụng cụ rèn (búa, đe, ...) hoặc thiết bị tạo lực (búa và đe của các máy gia công áp lực). Hình dạng phôi được tạo ra là nhờ bề mặt dụng cụ và trình độ tay nghề của công nhân. Rèn tự do đạt được độ nhám bề mặt thấp, năng suất thấp, hao phí nhiều kim loại, cường độ lao động lớn vì nhiều khi phải dùng sức người (sinh công) để làm biến dạng dẻo hoặc lật chuyển phôi khi rèn. Do đó, rèn tự do thường ứng dụng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, trong sửa chữa, ... Tuy nhiên, rèn tự do có thể tạo ra sản phẩm có kích thước, khối lượng từ rất nhỏ đến rất lớn, cơ tính đạt được tương đối cao. Phôi trước rèn tự do thường là phôi thép đúc, thép thời càn hoặc thanh, ...

Trong rèn tự do có rất nhiều nguyên công, đó là: chôn, vuốt, uốn, xoắn, hàn rèn, dịch trượt, dập cắt, đột lỗ, ... Trong đó, chôn và vuốt là hai nguyên công cơ bản nhất của rèn tự do.

Rèn khuôn hay còn gọi là dập thể tích, là quá trình làm biến dạng dẻo kim loại trong lòng khuôn dưới tác dụng của dụng cụ rèn. Dụng cụ rèn vừa là dụng cụ truyền lực (lắp trên khâu chấp hành cuối của các máy GCAL), vừa là dụng cụ tạo hình dáng bề mặt phôi. Khi dập thể tích, phôi đạt được độ chính xác, nhám bề mặt, năng suất cao hơn, cơ tính tốt hơn, hao phí kim loại ít hơn, cường độ lao động của thợ được cải thiện nhiều hơn do dùng sức máy để làm biến dạng dẻo kim loại. Do đó, dập thể tích được ứng dụng trong sản xuất từ loạt vừa và loạt lớn trở lên. Tuy nhiên, dập thể tích cũng

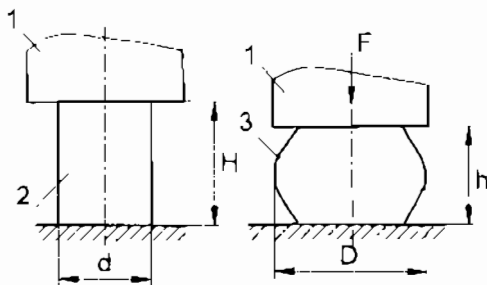
cơ hạn chế là tạo ra sản phẩm có kích thước, khối lượng từ trung bình trở xuống, hình dáng, kết cấu sản phẩm đơn giản hơn. Vật liệu trước khi dập thể tích cũng thường là phôi thép đúc, thổi cán, thanh,...

Dập thể tích còn được chia thành ba dạng, đó là dập thể tích trong khuôn hở, dập thể tích trong khuôn kín và ép chảy (xem Chương 5).

Dưới đây là một số minh họa về các phương pháp gia công này.

Hình 9.1 mô tả một số nguyên công cơ bản khi rèn tự do. Các nguyên công gồm:

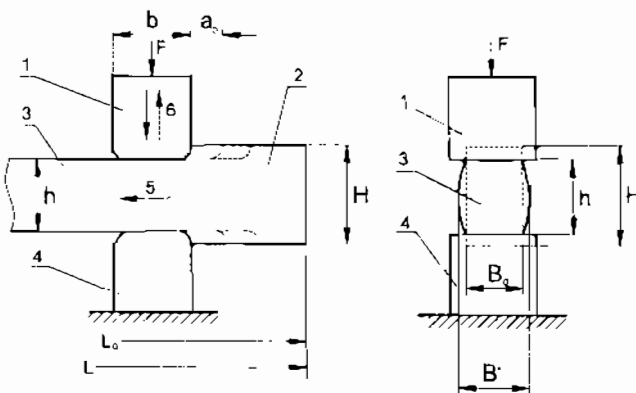
Chôn, hình 9.1a.



Hình 9.1a. Nguyên công chôn
1. Búa, 2. Phôi trước chôn, 3. Phôi sau chôn H, d – kích thước trước chôn; D, h – kích thước sau chôn

Vuốt thanh (hai phía), hình 9.1b: Kích thước trước khi vuốt: H, B_0, L_0 ; kích thước sau khi vuốt: $h, B^* > B, L > L_0$.

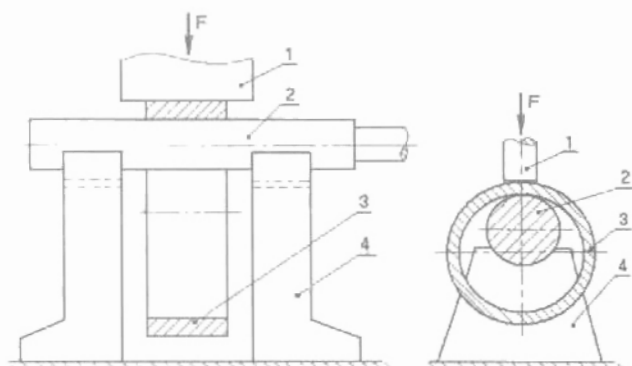
Các thông số vuốt: a_0 – bước vuốt, b – chiều rộng búa, lượng ép $\Delta h = (H - h)/2$.



Hình 9.1b. Nguyên công vuốt

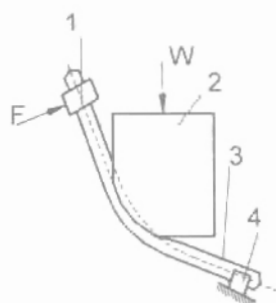
1. Búa; 2. Phôi trước khi vuốt; 3. Phôi sau khi vuốt; 4. đe, 5. Hướng chuyển động của phôi sau mỗi nhát dập; 6. Hướng chuyển động của búa

Vuốt ống mở rộng lỗ (đát mỏng), bên trái hình 9.1c, hay vuốt ống tăng chiều dài, bên phải hình 9.1c :



Hình 9.1c. Vuốt ống

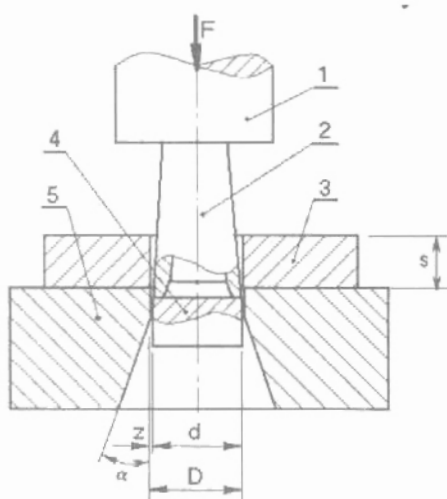
1. Búa, 2. Cốt, 3. Phôi, 4. Khối định vị.



Hình 9.1d. Uốn

1. Vòng kẹp; 2. Khuôn uốn, 3. Phôi; 4. Mảng chặn.

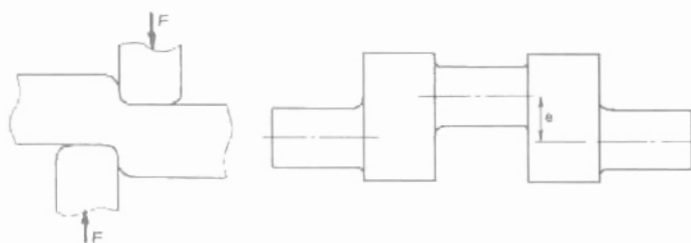
Các kích thước cơ bản tại nguyên công đột lỗ: s – chiều dày phôi; D, d – đường kính cối và chày, Z – khe hở giữa chày và cối.



Hình 9.1e. Đột lỗ

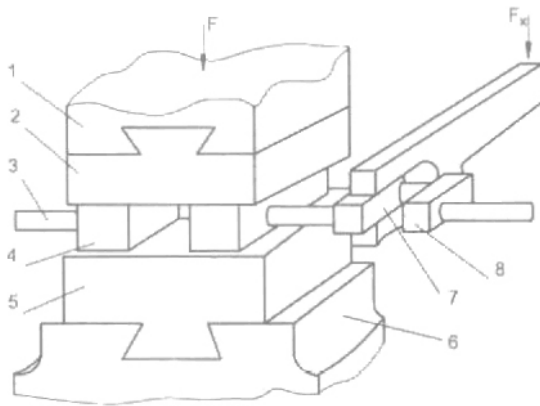
1 Búa; 2 Chày đột; 3. Phôi; 4. Miếng kim loại thừa (phế liệu); 5 Cối đột; α – Góc thoát phế liệu.

Dịch trượt, hình 9.1f, thường được áp dụng khi tạo các đoạn khuỷu của trục khuỷu.



Hình 9.1f. Dịch trượt

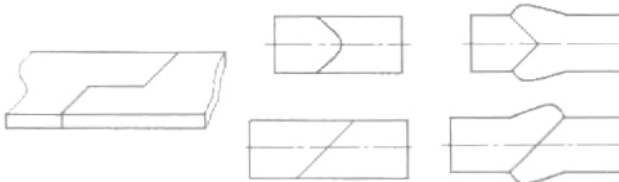
Xoắn, hình 9.1g:



Hình 9.1g. Xoắn

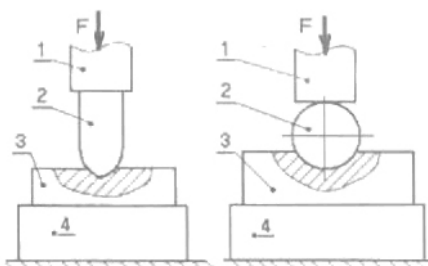
1. Giá lắp bàn chặn trên; 2. Bàn chặn trên; 3, 4. Phần phôi cố định; 5. Bàn chặn dưới; 6. Bộ đe; 7, 8. Phần phôi được xoắn.

Hàn rèn, là nguyên công của rèn tự do để ghép nối các chi tiết lại thành một liên kết bền vững không tháo được, bằng cách nung nóng phôi đến nhiệt độ “chảy dẻo” ($1200 \div 1300$)°C, cho tiếp xúc bề mặt ghép nối, tác dụng lực ép vào chỗ ghép nối, các phần tử kim loại khuếch tán vào nhau tạo thành liên kết ghép nối (mỗi hàn rèn) bền vững. Hình 9.1h là một số dạng mối hàn rèn.



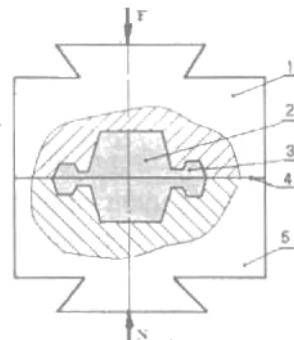
Hình 9.1h. Một số phôi sau khi được hàn rèn

Sấn, ép vết, trên hình 9.1m.



Hình 9.1m. Sấn (bên trái), ép vết (bên phải)

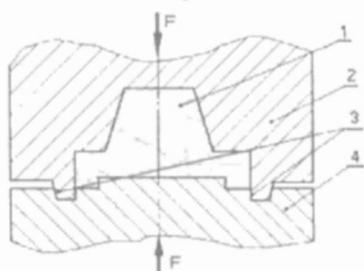
1. Búa; 2. Chày sấn, ép vết; 3. Phôi; 4. Đe.



Hình 9.2. Dập thể tích khuôn hở

1. Khuôn trên; 2. Phôi; 3. Rãnh chứa ba via; 4. Mặt phân khuôn; 5. Khuôn dưới.

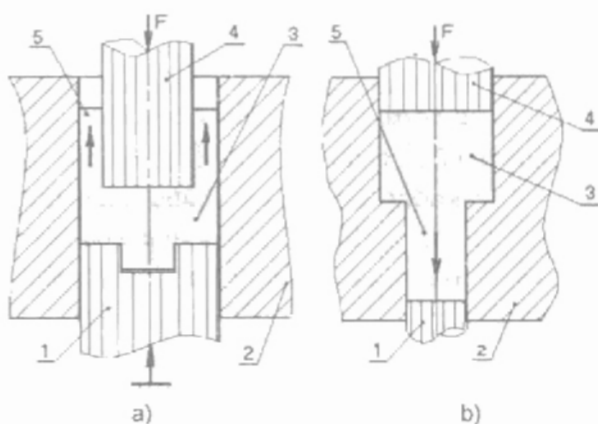
Dập thể tích khuôn hở, hình 9.2; Dập thể tích khuôn kín, hình 9.3.



Hình 9.3. Dập thể tích khuôn kín

1. Phôi; 2. Khuôn trên; 3. Mặt phân khuôn; 4. Khuôn dưới.

Ép chày, hình 9.4.



Hình 9.4. Ép chày

a) Ép ngược; b) Ép thuận.

1. chày đỡ; 2. cối ép (xilanh); 3. phôi; 4. chày ép; 5. sản phẩm ép.

Do khuôn khổ giáo trình, dưới đây trình bày một số nguyên công cơ bản nhất của rèn tự do.

9.1.2. Nguyên công cơ bản khi rèn tự do

a) Nguyên công chôn

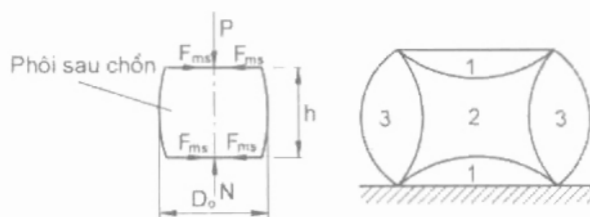
Chôn là nguyên công rèn tự do để tạo phôi giảm chiều cao từ H xuống h , tăng diện tích tiến diện ngang (từ d đến D). Chôn làm thay đổi cấu trúc phôi thép đúc, tạo thớ uốn, tăng độ bền cho phôi.

Đặc điểm biến dạng của nguyên công chôn:

– Khi chôn, phôi chịu ảnh hưởng của lực tác dụng chính P , phản lực N , lực ma sát F_{ms} giữa phôi và dụng cụ (hình 9.5), do đó trong vật chôn có ba vùng:

Vùng 1: trạng thái ứng suất phức tạp, khó biến dạng do ma sát dụng cụ chôn (đe, búa) tiếp xúc với phôi.

Vùng 2: có trạng thái ứng suất nén khối, nên tại mặt cắt nghiêng một góc 45^0 so với phương của lực tác dụng xuất hiện ứng suất tiếp τ , làm cho sự trượt xảy ra mãnh liệt, kim loại dễ biến dạng ở vùng này.



Hình 9.5. Đặc điểm biến dạng khi chôn

Vùng 3: các phần tử kim loại chịu ứng suất kéo (trạng thái ứng suất phẳng), phôi biến dạng tự do theo phương ngang, làm cho phôi bị phình tang trống.

Các vùng của phôi có ứng suất khác nhau, biến dạng khác nhau nên cơ tính khác nhau, chất lượng không đồng đều. Vùng biến dạng triệt để là vùng 2, có cấu trúc kim loại tốt hơn, cơ tính cao hơn. Vùng 3, biến dạng tự do, nên dễ sinh vết nứt.

Cấu trúc kim loại thay đổi khi chôn:

– Thời đúc hạt không đồng đều, sau chôn tinh thể hình nhánh cây bị phá vỡ, khử rỗ khi, khử vết nứt nhỏ, hạt kéo dài ra, tạo thớ.

– Thời cán sau chôn tạo thớ uốn, tăng độ bền (bulông, bánh răng,...).

Những hiện tượng xảy ra khi chôn (hình 9.6):

– Chôn toàn phần:

Khi $H_0 < 2D_0$ phôi biến dạng thành hình tang trống (hình 9.6a, b).

Khi $H_0 < (2 \div 2,5)D_0$ có 3 trường hợp:

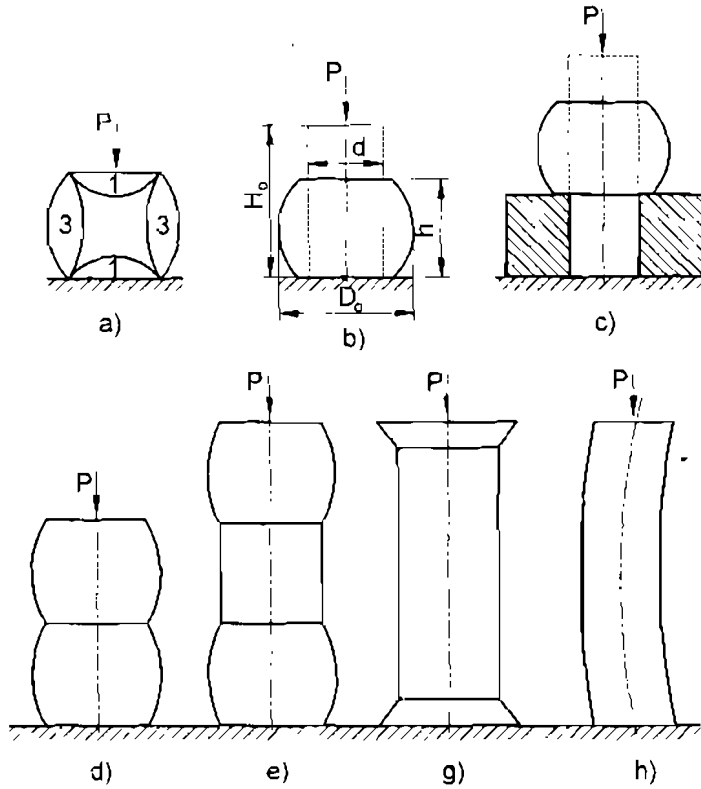
+ Lực đủ lớn phôi biến dạng thành hình tang trống kép (hình 9.6d).

+ Lực không đủ lớn phôi biến dạng thành hình tang trống ở hai đầu đoạn giữa không biến dạng (hình 9.6e).

+ Lực quá nhỏ, phôi chôn bị loe hai đầu (hình 9.6g).

Khi $H_0 > 2,5D_0$, mất ổn định (uốn cong) không gia công được (hình 9.6h).

Chôn cục bộ (chôn đặc biệt) thực hiện trong khuôn có vòng đệm (hình 9.6c).

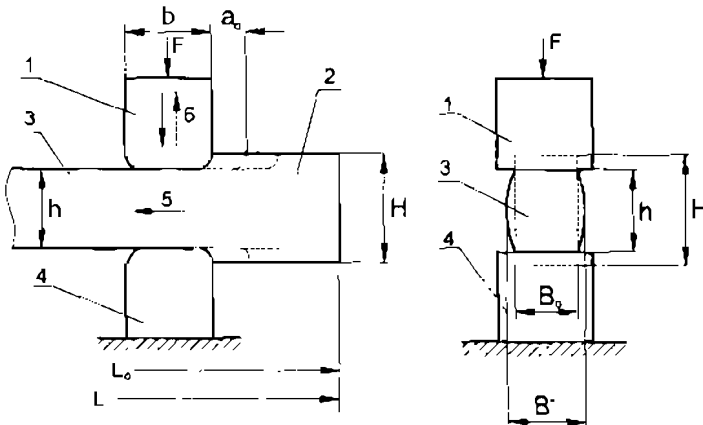


Hình 9.6. Nguyên công chôn

a) Sơ đồ biến dạng; b) Chôn toàn phần ($H_0 < 2D_0$), c) Chôn cục bộ; d) $H_0 < (2+2,5)D_0$, lực đủ lớn; e) $H_0 < (2+2,5)D_0$, lực không đủ lớn; g) $H_0 < (2+2,5)D_0$ lực quá nhỏ, h) $H_0 > 2,5D_0$

b) Nguyên công vuốt

Vuốt là nguyên công rèn tự do tăng chiều dài và giảm tiết diện ngang phôi (hình 9.4a, b).



Hình 9.7. Nguyên công vuốt

1. Búa 1 có chiều rộng b ;
2. Phôi trước khi vuốt (B_0, H, L_0);
3. Phôi sau vuốt (B', h, L); 4. Đe;
5. Hướng dịch chuyển phôi;
6. Hướng chuyển động lên/xuống của búa.

Ứng dụng: Từ phôi có chiều dài ngắn, tiết diện ngang lớn, sau vuốt thành sản phẩm có chiều dài lớn, tiết diện ngang bé. Ví dụ: Vuốt tạo phôi dạng trục, dạng thanh, tay biên,... Khi tạo phôi dạng ống, dạng vành, vuốt được gọi là dát ống, dát vành (hình 9.1c).

Đặc điểm:

- Nguyên công vuốt làm giảm chiều cao tiết diện ngang phần vuốt, tăng chiều dài, chiều rộng không đều nhau.
- Khi có lực tác dụng P, phản lực N, lực ma sát F_{ms} làm giảm chiều cao, tăng chiều rộng, chiều dài biến dạng không đều, tạo dạng tang trống.

Thông số cơ bản của nguyên công vuốt (hình 9.7).

- Lượng ép $\Delta h = H_0 - h$ (chiều cao phôi trước và sau mỗi nhát đập).
- Bước vuốt a_0 : bước chuyển phôi sau một nhát đập.
- Bước chuyển phôi tương đối a: $a = a_0/B_0$
- Chiều rộng búa: b
- Chiều rộng phôi: B_0
- Thể tích dẫn rộng: V_B
- Thể tích dẫn dài: V_L
- Thể tích giảm theo chiều cao: V_H .
- Hệ số dẫn rộng: f, biểu thị tỷ lệ phần thể tích tăng theo chiều rộng V_B so với thể tích giảm theo chiều cao V_H , $f = V_B/V_H$.
- Hệ số dẫn dài q, biểu thị tỷ lệ phần thể tích tăng theo chiều dài V_L so với thể tích giảm theo chiều cao V_H , $q = V_L/V_H$.

Theo định luật thể tích không đổi thì $f + q = 1$, do đó ta có:

$$f + q = \frac{V_B}{V_H} + \frac{V_L}{V_H} = \frac{V_B + V_L}{V_H} = 1 \tag{9.1}$$

Ở đây f, q biểu thị tỷ lệ phần V_B , V_L và V_H thay đổi. Tổng tỷ lệ này là 1 (bảng 9.1).

Bảng 9.1. Quan hệ giữa a với f và q

a	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
f	0,19	0,21	0,23	0,27	0,32	0,37	0,43	0,5	0,56
q	0,81	0,79	0,77	0,73	0,68	0,63	0,57	0,5	0,44

Nhận xét (bảng 9.1):

– Khi $a = 1$, vùng biến dạng có diện tích hình vuông thì $f = 0,27$ (lượng dẫn rộng 27%) và $q = 0,73$ (lượng dẫn dài 73%).

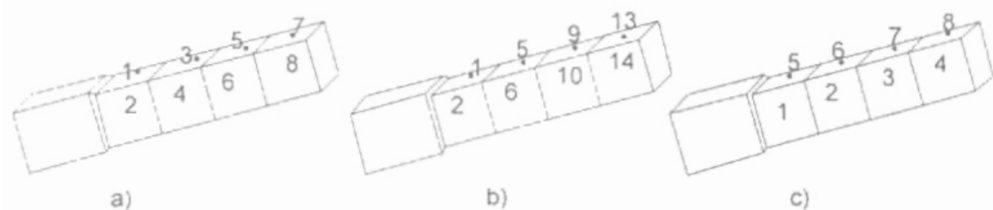
– Muốn phân biến dạng có lượng dẫn dài bằng lượng dẫn rộng ($f = q = 0,5$) thì $a = 1,8$.

– Nếu bước vuốt a_0 (a) càng giảm, lượng dẫn rộng f càng giảm thì lượng dẫn dài q càng tăng.

– Để tăng năng suất, cần hạn chế lượng dẫn rộng f , tăng lượng dẫn dài q .

Phương pháp lật chuyển phôi khi vuốt (hình 9.8).

– Lật qua lật lại phôi 90^0 và dịch chuyển nó dọc trục (theo thứ tự 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8); phương pháp này thuận tay cho thợ, nhưng phôi nguội và biến dạng không đều, dễ bị cong vênh,... chỉ dùng để vuốt thép ít cacbon (hình 9.8a).



Hình 9.8. Phương pháp lật chuyển phôi khi vuốt

– Lật phôi xoay tròn 90^0 và dịch chuyển dọc trục (theo thứ tự 1, 2...9, 10...13, 14 như hình 9.8b); phương pháp này không thuận tay cho thợ nhưng dễ tự động hóa. Khi gia công các phần của phôi nguội và biến dạng đồng đều nên có thể dùng vuốt các loại thép cacbon, thép hợp kim.

– Vuốt phôi theo chiều dài, dịch chuyển dọc trục (hình 9.8c). Khi vuốt hết chiều dài phôi mới lật 90^0 để vuốt tiếp (1, 2, 3... 5, 6, 7, 8). Như vậy trở lực chiều dài giảm, dễ dẫn dài, năng suất cao, nhưng phôi nguội không đều do đó thường dùng gia công vật liệu dẻo.

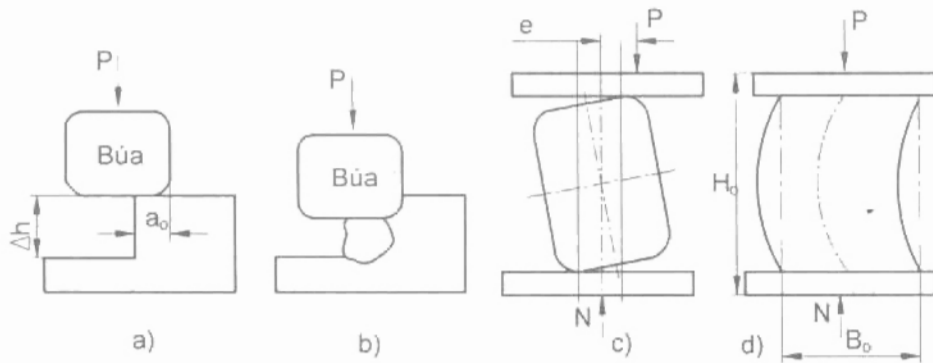
Các hiện tượng xảy ra khi vuốt phôi và biện pháp khắc phục:

– Gấp nếp, là hiện tượng xảy ra khi bước vuốt $a_0 < \Delta h$ (hình 9.9b), khi đó sẽ có lớp kim loại mỏng biến dạng xếp lên bề mặt phôi gia công. Gấp nếp làm bề mặt kim loại không liên tục, cơ tính giảm. Để tránh hiện tượng này, cần chọn bước vuốt a_0 lớn hơn lượng ép Δh .

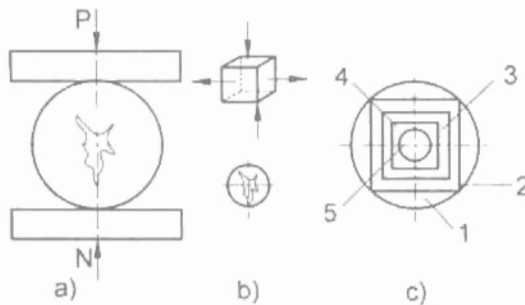
– Xoắn vò đẽ, là hiện tượng xảy ra khi vuốt phôi tiết diện hình chữ nhật mà lật phôi không đúng 90^0 (hình 9.9c). Sau mỗi lần dập tạo ra mômen xoắn

(đường tác dụng lực P và phản lực N lệch nhau một đoạn e tạo mômen ngẫu lực) làm phôi dần dần bị xoắn. Để tránh hiện tượng này, phải lật phôi đúng 90° .

– Uốn dọc, mất ổn định (hình 9.9d) xảy ra khi vuốt phôi tiết diện hình chữ nhật có chiều cao $H_0 > 2,5B_0$ (B_0 – chiều rộng ban đầu của phôi) làm phôi bị cong không gia công được, chất lượng sản phẩm kém. Điều kiện đảm bảo không xảy ra hiện tượng này là $H_0 \leq 2,5B_0$.



Hình 9.9. Các hiện tượng xảy ra khi vuốt



Hình 9.10. Hiện tượng nứt lõi chân chim

– Nứt lõi chân chim (hình 9.10a) xảy ra khi vuốt phôi từ tiết diện tròn lớn xuống tiết diện tròn nhỏ. Khi đó, lực P và phản lực N tạo ứng suất nén theo phương của lực tác dụng và ứng suất kéo theo phương vuông góc với lực tác dụng. Sự thay đổi liên tục ứng suất nén, kéo (hình 9.10b) làm phần lõi bị mỏi nên bị nứt và vết nứt lớn dần lên có hình chân chim. Hiện tượng này làm độ bền của phôi giảm hẳn.

Để tránh hiện tượng nứt lõi khi vuốt phôi tròn, phải chuyển thành tiết diện vuông để vuốt, đến khi đạt kích thước tiết diện vuông cuối cùng gần (xấp xỉ) kích thước tiết diện tròn, sẽ vê (sửa) thành tiết diện tròn đúng kích thước sản phẩm. Ví dụ về thứ tự các bước 1, 2, 3, 4 như hình 9.10c, đến bước 5 sẽ vê sửa thành tiết diện tròn.

Một số kỹ thuật, kinh nghiệm khi vuốt:

– Vuốt thép thỏi đúc: vuốt từ giữa ra để dồn tạp chất và thiên tích ra hai đầu rồi chặt bỏ.

– Vuốt thép thỏi cán: vuốt từ hai đầu vào giữa vì hai đầu nguội trước.

– Vuốt đảm bảo độ phẳng, nhẵn và tránh gấp nếp:

+ Có thể xác định bước vuốt a_0 theo kinh nghiệm: $a_0 = (0,4 \div 0,8)b$ và $a_0 = (0,4 \div 0,7)B_0$.

+ Tỷ lệ $a_0/b < (0,4 \div 0,8)$ dễ bị gấp nếp; còn nếu $a_0/b > (0,4 \div 0,8)$ năng suất vuốt giảm.

Biện pháp tăng năng suất quá trình vuốt:

– Bước vuốt nhỏ hơn chiều rộng phôi ($a_0 < B_0$), theo định luật trở lực bé nhất, lượng dẫn dài lớn hơn lượng dẫn rộng ($q > f$).

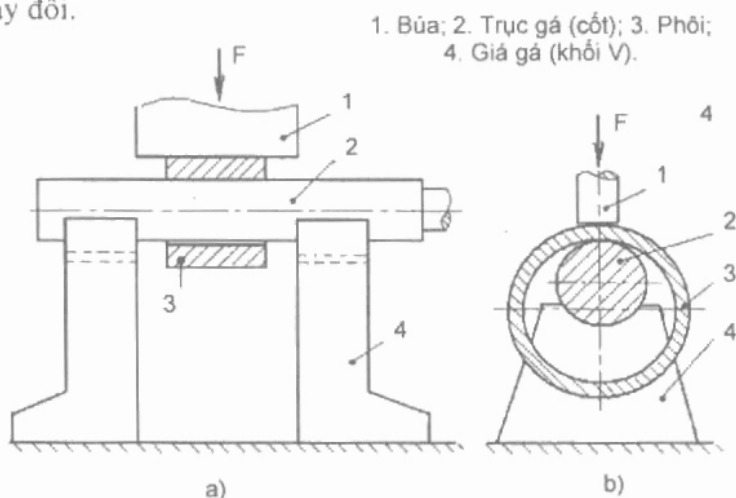
– Xé rãnh ngang trên mặt búa (đe), giảm ma sát biến dạng dọc nên phôi dễ biến dạng theo chiều dọc.

Vuốt ống

– Vuốt giảm chiều dày, tăng chiều dài, đường kính lỗ không đổi (hình 9.11a).

+ Dùng trục gá 2 có đường kính xấp xỉ đường kính lỗ của phôi 3, độ côn ($3 \div 12$) mm/m (để dễ tháo) đặt trên khối V số 4, vuốt từ hai đầu vào (vì nguội nhanh, dễ nứt).

+ Trục gá lắp sát với ống, ma sát theo hướng đường sinh nhỏ hơn theo hướng tiếp tuyến; biến dạng phần lớn làm tăng chiều dài, đường kính lỗ không thay đổi.



Hình 8.11. Vuốt mở rộng lỗ

– Vuốt mở rộng lỗ phôi (giảm chiều dày, tăng đường kính lỗ, chiều dài phôi không thay đổi như (hình 9.11b). Dùng trục tâm dài 2, đường kính nhỏ (đường kính càng nhỏ, năng suất càng cao). Theo kinh nghiệm: $\phi_{lỗ} - \phi_{trục} = (15 \div 20)$ mm gá trên hai gối tựa chữ V số 4.

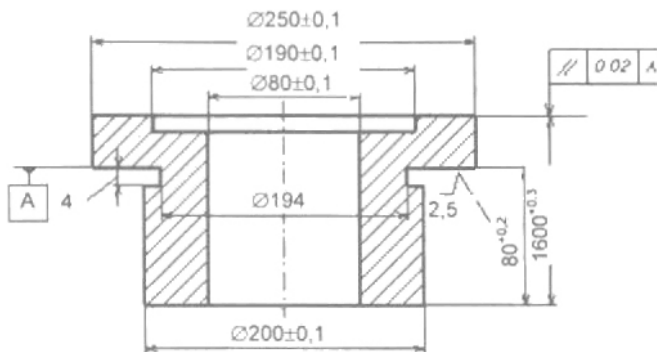
9.2. THIẾT KẾ KẾT CẤU PHÔI RÈN

9.2.1. Phân tích bản vẽ thiết kế chi tiết

Đề thiết kế kết cấu phôi rèn hợp lý, bảo đảm dễ gia công nhất và đạt chất lượng gia công chi tiết theo yêu cầu thiết kế, trước hết cần xuất phát từ việc phân tích bản vẽ thiết kế chi tiết máy. Nội dung cơ bản khi phân tích gồm: tìm hiểu chức năng, nhiệm vụ chi tiết (để làm gì? mối quan hệ lắp ráp với các chi tiết khác?...); hình dáng, kết cấu và kích thước chi tiết (có gì bất hợp lý, không bình thường? có cần phải điều chỉnh, bổ sung gì không?); các yêu cầu kỹ thuật (ví dụ, độ chính xác về: kích thước, hình dáng hình học, vị trí tương quan, độ nhám bề mặt – yêu cầu đến mức độ nào, đã hợp lý chưa? vật liệu bằng gì?...); điều kiện làm việc của chi tiết (tải trọng tác dụng? nhiệt độ, áp suất?...); khả năng làm việc và chịu tải, vật liệu, ...; chọn mặt chuẩn, chọn máy, dự kiến sơ bộ quy trình công nghệ gia công cơ, ...

Nội dung phân tích trên sẽ giúp cho quá trình thiết kế kết cấu phôi rèn được đơn giản nhất có thể, dễ chọn mặt chuẩn gá lắp, bảo đảm dễ gia công.

Vật liệu: 25Cr; HRC42 ($R_{r40}\sqrt{\quad}$)



Hình 9.12. Bản vẽ chi tiết

Ví dụ, chi tiết trên hình 9.12 được phân tích như sau: chi tiết này dùng làm bạc chặn, hình trụ lỗ $\phi 80$; mặt vai làm chuẩn lắp chặn, yêu cầu mặt đầu

song song với mặt vai (độ không song song không vượt quá 0,02 mm); có rãnh $4 \times \varnothing 194$; các mặt trụ cần gia công đạt độ chính xác $\pm 0,1$. Quá trình gia công cơ có thể thực hiện trên các máy tiện, máy khoan, máy doa và máy mài, ...

Đối với rãnh thoát dao rộng 4 mm, để đơn giản hình dáng, kết cấu phôi, sẽ dùng lượng thừa bằng thể tích rãnh thoát dao, sau khi tạo phôi rèn, sẽ gia công cắt gọt tạo rãnh thoát sau.

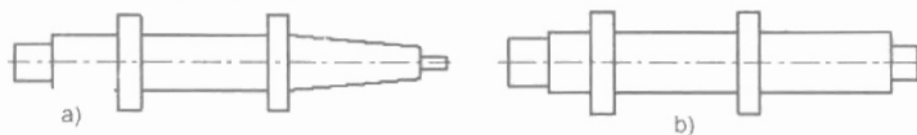
Khi thay đổi chiều dày thành vật rèn, dập các phần gân gờ, nan hoa, phần chuyển tiếp, bán kính góc lượn, ... phải theo nguyên tắc – không làm ảnh hưởng đến độ bền hoặc điều kiện làm việc của kết cấu. Cần chú ý chế tạo vật rèn, dập càng gần với hình dáng kích thước của chi tiết càng tốt.

Nếu kết cấu có chỗ chưa phù hợp, khi kiến nghị sửa đổi phải được sự đồng ý của khách hàng.

9.2.2. Thiết kế kết cấu phôi rèn

Để thiết kế kết cấu phôi rèn hợp lý, trên cơ sở phân tích bản vẽ thiết kế chi tiết, cần chú ý một số nguyên tắc sau:

– Tránh chọn các mặt côn kích thước nhỏ (hình 9.13a), khi đó nên chuyển sang chọn mặt trụ như hình 9.13b.



Hình 9.13. Chọn phôi trục

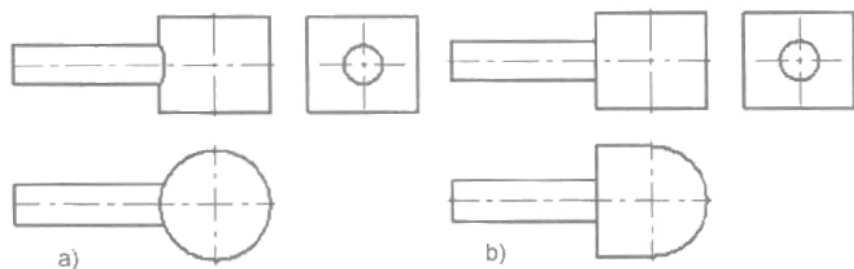
– Tránh chọn các mặt trụ giao nhau, mặt cong, mặt bậc, phức tạp, giao tuyến bậc 3 trở lên (hình 9.14, hình 9.15a).



Hình 9.14. Tránh chọn các mặt trụ giao nhau

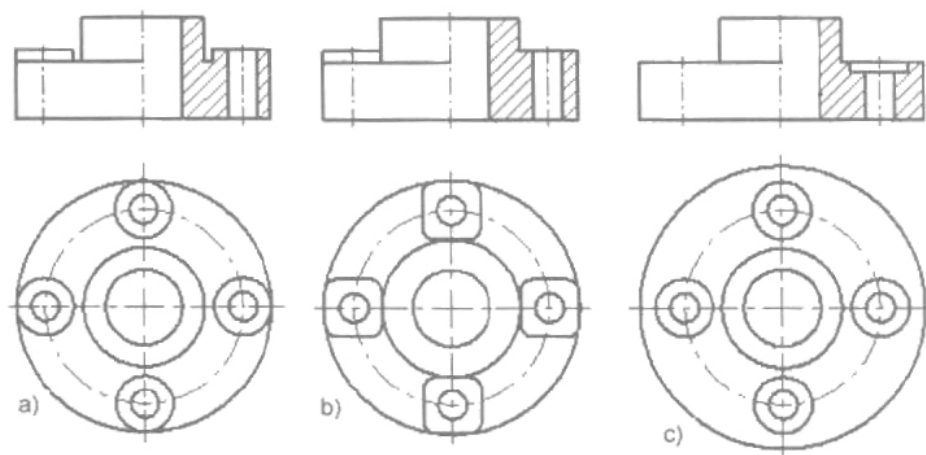
Nên chọn kết cấu đơn giản như hình 9.15b, đơn giản hơn kết cấu phôi trên hình 9.15a.

– Ở bên trong, cần tránh các gân, gờ, thành mỏng, phần nhô, lõm, lồi. Tránh thiết kế các mặt bích không đồng nhất, không đều nhau (ví dụ trên hình 9.16a, b và hình 9.17a). Có thể chọn kết cấu như hình 9.15b, hình 9.16c hay 9.17b là tương đối hợp lý.



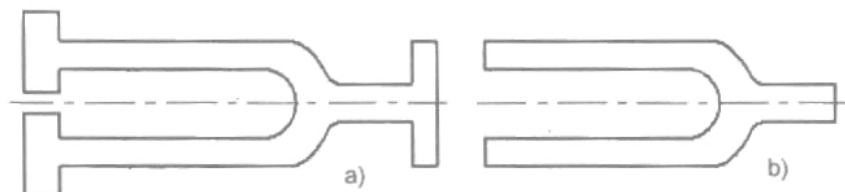
Hình 9.15

a) Kết cấu không hợp lý – giao tuyến phức tạp; b) Kết cấu hợp lý.

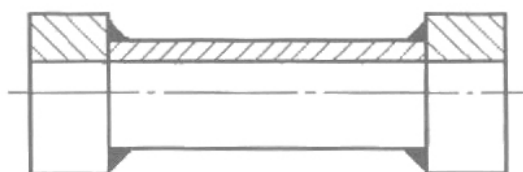


Hình 9.16. Một số kết cấu mặt bích

Trên hình 9.16a– phần lồi không bằng nhau và hình 9.16b– phần lồi được nối liền thành 4 khối không nên chọn vì phức tạp về kết cấu; còn hình 9.16c– phần lồi được nối liền thành một khối, kết cấu đơn giản hơn, nên chọn.



Hình 9.17. Hình dáng, kết cấu lồi, lõm không đồng nhất



Hình 9.18. Hàn nối 3 chi tiết sau khi rèn từng chi tiết lẻ

– “Chia tách” chi tiết có hình dáng, kết cấu phức tạp thành các chi tiết có hình dáng, kết cấu đơn giản hơn, sau khi rèn xong, sẽ lắp ghép các chi tiết đơn giản lại bằng công nghệ hàn hay bằng các công nghệ ghép nối khác sao cho thích hợp. Ví dụ hình 9.18 là cách tạo phôi bằng rèn từng chi tiết, sau đó hàn chúng lại thành thành phôi hoàn chỉnh theo yêu cầu.

9.3. TÍNH TOÁN KHỐI LƯỢNG VÀ KÍCH THƯỚC VẬT LIỆU CƠ BẢN

9.3.1. Tính toán khối lượng vật rèn và phôi rèn

a) *Khối lượng vật rèn*

$$m_{\text{vật rèn}} = V_{\text{vật rèn}} \cdot \gamma \quad (9.2)$$

Trong đó:

$m_{\text{vật rèn}}$ – khối lượng vật rèn, g (sau đổi ra kg).

$V_{\text{vật rèn}}$ – thể tích vật rèn, cm^3 ; tính theo bản vẽ vật rèn.

γ – khối lượng riêng vật liệu vật rèn, g/cm^3 .

b) *Khối lượng phôi rèn*

– Đối với phôi thép đúc:

$$m_{\text{phđ}} = m_{\text{vật rèn}} + m_{\text{bv}} + m_{\text{ch}} + m_{\text{đ}} + m_{\text{c}} + m_{\text{chđ}} \quad (9.3)$$

Trong đó:

$m_{\text{phđ}}$ – khối lượng phôi thép đúc, kg.

$m_{\text{vật rèn}}$ tính theo (9.2).

m_{bv} – khối lượng ba via, kg; khi rèn khuôn đơn giản:

$$m_{\text{bv}} = 0 \div 5\% m_{\text{phôi}} \quad (9.4)$$

m_{ch} – khối lượng kim loại cháy hao khi nung, kg; phụ thuộc vào số lần nung.

Khi nung lần đầu:

$$m_{\text{ch}} = 2 \div 3\% m_{\text{phôi}} \quad (9.5)$$

Khi nung mỗi lần sau:

$$m_{\text{ch}} = 1 \div 1,5\% m_{\text{phôi}} \quad (9.6)$$

$m_{\text{đ}}$ – khối lượng dầu bôi trơn có lôm co và tạp chất cần cắt bỏ, kg; phụ thuộc loại thép.

Đối với thép cacbon:

$$m_d = (15 \div 20)\% m_{\text{phôi}} \quad (9.7)$$

Đối với thép hợp kim:

$$m_d = 35\% m_{\text{phôi}} \quad (9.8)$$

m_c – khối lượng phần cuối thỏi đúc có tạp chất cần cắt bỏ, kg; phụ thuộc loại thép.

Đối với thép cacbon:

$$m_c = (5 \div 7)\% m_{\text{phôi}} \quad (9.9)$$

Đối với thép hợp kim:

$$m_c = (5 \div 7)\% m_{\text{phôi}} \quad (9.10)$$

m_{cht} – khối lượng chưa thâu (nếu có đột lỗ chưa thâu), kg.

$$m_{\text{cht}} = (0 \div 12)\% m_{\text{phôi}} \quad (9.11)$$

– Đối với phôi thép cán:

$$m_{\text{phc}} = m_{\text{vật ren}} + m_{\text{ch}} + m_{\text{cb}} \quad (9.12)$$

Trong đó:

m_{phc} – khối lượng phôi thép cán, kg.

$m_{\text{vật ren}}$ tính theo (9.2).

m_{ch} – khối lượng kim loại cháy hao khi nung, kg; phụ thuộc số lần nung. Tính theo (9.5), (9.6).

m_{cb} – khối lượng kim loại cần cắt bỏ cuối cùng, trước khi hoàn thành gia công, kg; phụ thuộc mức độ chi tiết đơn giản hay phức tạp về kết cấu.

Đối với chi tiết đơn giản:

$$m_{\text{cb}} = (10 \div 12)\% m_{\text{phôi}} - m_{\text{ch}} \quad (9.13)$$

Đối với chi tiết phức tạp: m_{cb} xác định phần cắt bỏ theo chiều dài phần đuôi (L_D , L_a) cần cắt bỏ tối thiểu.

Khi rèn trên máy búa:

$$L_D = 0,35D_{\text{ph}} + 13 \text{ mm} \quad (9.14)$$

$$L_a = 0,25a_{\text{ph}} + 25 \text{ mm}$$

Khi rèn trên máy ép:

$$L_D = 0,25D_{\text{ph}} + 25 \text{ mm} \quad (9.15)$$

$$L_a = 0,13a_{\text{ph}} + 50 \text{ mm}$$

Trong đó D_{ph} và a_{ph} là kích thước danh nghĩa đường kính và cạnh phôi.
Xác định như sau:

Nếu phôi hình trụ, thì đường kính D_{ph} của phôi sẽ là:

$$D_{ph} = \sqrt{\frac{4F_{ph}}{\pi}} \quad (9.16)$$

Với F_{ph} tính theo (9.19) hoặc (9.20).

Nếu phôi hình đa giác đều, thì cạnh a_{ph} của phôi sẽ là:

$$a_{ph} = (0,75 - 0,9) \cdot (V_{ph})^{1/3} \quad (9.17)$$

Sau khi tính, chọn kích thước D_{ph} và a_{ph} theo tiêu chuẩn. Thay vào (9.14) hay (9.15) để tính khối lượng m_{ch} khi kết cấu chi tiết phức tạp.

Thay các giá trị tính được từ (9.4) đến (9.13) vào (9.3) ta tính được khối lượng phôi rèn.

c) Kích thước phôi rèn

Kích thước phôi rèn được xác định bởi hai thông số cơ bản là tiết diện phôi và chiều dài phôi.

Từ (9.2) và (9.3), theo định luật thể tích không đổi, ta có:

$$V_{ph} = m_{ph}/\gamma = F_{phic} \cdot L_{ph} \rightarrow L_{ph} = V_{ph}/F_{phic} \quad (9.18)$$

Trong đó:

F_{phic} – tiết diện phôi được tiêu chuẩn (tra sổ tay) trên cơ sở tính được F_{ph} , cm^2 .

L_{ph} – chiều dài phôi, cm .

F_{ph} , được tính theo loại nguyên công cơ bản và tỷ số rèn K như sau:

Khi nguyên công chủ yếu để tạo thành phôi trên là nguyên công vuốt:

$$F_{ph} = K \cdot F_{max} \quad (9.19)$$

Khi nguyên công chủ yếu để tạo thành phôi trên là nguyên công chôn:

$$F_{ph} = F_{max} / K \quad (9.20)$$

F_{max} – diện tích tiết diện lớn nhất của vật rèn, cm^2 , xác định theo bản vẽ vật rèn.

Với K là tỷ số rèn, được xác định từ điều kiện sao cho dễ rèn, dễ tạo được thớ kim loại:

Khi vuốt nhiều lần chiều dài phôi từ L_0 đến L_1, L_2, \dots, L_n , thì:

$$K = L_1/L_0 \cdot L_2/L_1 \cdot \dots \cdot L_n/L_{n-1} = K_0 \cdot K_1 \cdot \dots \cdot K_n \quad (9.21)$$

Khi chôn nhiều lần từ chiều cao H_0 đến H_1, H_2, \dots, H_n , thì:

$$K = H_0/H_1 \cdot H_1/H_2 \cdot \dots \cdot H_{n-1}/H_n = K_0 \cdot K_1 \cdot \dots \cdot K_n \quad (9.22)$$

Với K_0 là tỷ số rên ban đầu của phôi. Theo kinh nghiệm, $K_0 = 1,05 \div 1,2$.

Thay (9.21), (9.22) tương ứng vào (9.19) và (9.20), tính được F_{ph} , sau đó tra sổ tay xác định F_{phic} , cuối cùng thay F_{phic} vào (9.18) để tính chiều dài L_{ph} của phôi.

9.3.2. Xác định lượng dư gia công và dung sai vật rèn

1. Lượng dư gia công theo đường kính D , theo cạnh a và theo chiều dài L vật rèn, lần lượt là: $\delta_D, \delta_a, \delta_L$ được xác định theo công thức thực nghiệm.

a) Lượng dư vật rèn trên máy búa:

– Theo đường kính D hoặc cạnh a vật rèn:

$$\delta_D = 0,06D + 0,0017L + 2,8 \text{ mm} \quad (9.23)$$

$$\delta_a = 0,06a + 0,0017L + 2,8 \text{ mm}$$

– Theo chiều dài L vật rèn:

$$\delta_L = 0,08D + 0,002L + 1 \text{ mm} \quad (9.24)$$

b) Lượng dư vật rèn trên máy ép:

– Theo đường kính D hoặc cạnh a vật rèn:

$$\delta_D = 0,06D + 0,002L + 2,3 \text{ mm} \quad (9.25)$$

$$\delta_a = 0,06a + 0,002L + 2,3 \text{ mm}$$

– Theo chiều dài L vật rèn: (δ_{max} – lượng dư lớn nhất,

$$\delta_L = 0,05D + 0,002L + 2,6 \text{ mm} \quad (9.26)$$

δ_{min} – lượng dư nhỏ nhất).

Từ đây, kích thước vật rèn tính cả lượng dư sẽ là:

$$D = d_D + \delta_D, \quad a = d_a + \delta_a \quad \text{và} \quad L = d_L + \delta_L \quad (9.27)$$

Với:

d_D, d_a , và d_L – kích thước danh nghĩa trên chi tiết tương ứng với các kích thước D, a và L .

δ_D, δ_a và δ_L tính theo (9.23) đến (9.26).

2. Xác định dung sai vật rèn:

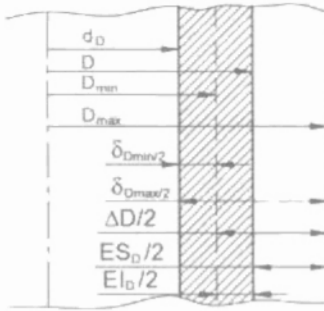
Dung sai theo đường kính D , cạnh a và theo chiều dài L có thể xác định bằng thực nghiệm:

$$IT_D = \Delta_D = \pm(0,026D + 0,004L + 0,5) \text{ mm} \quad (9.28)$$

$$IT_a = \Delta_a = \pm(0,026a + 0,004L + 0,5) \text{ mm}$$

$$IT_L = \Delta_L = \pm(0,03D + 0,003L + 1,2) \text{ mm} \quad (9.29)$$

Hình 9.19 mô tả sự phân bố dung sai và lượng dư vật rèn.



Hình 9.19. Phân bố dung sai và lượng dư

d_D – kích thước danh nghĩa chi tiết;
 D – kích thước vật rèn;
 D_{\min} – kích thước nhỏ nhất của vật rèn;
 D_{\max} – kích thước lớn nhất của vật rèn;
 $\delta_{D_{\min}/2}$ – lượng dư nhỏ nhất của vật rèn (một phía);
 $\delta_{D_{\max}/2}$ – lượng dư lớn nhất của vật rèn (một phía);
 $\Delta D/2$ – dung sai vật rèn (một phía);
 $ES_{D/2}$ – Sai lệch giới hạn trên của vật rèn (một phía);

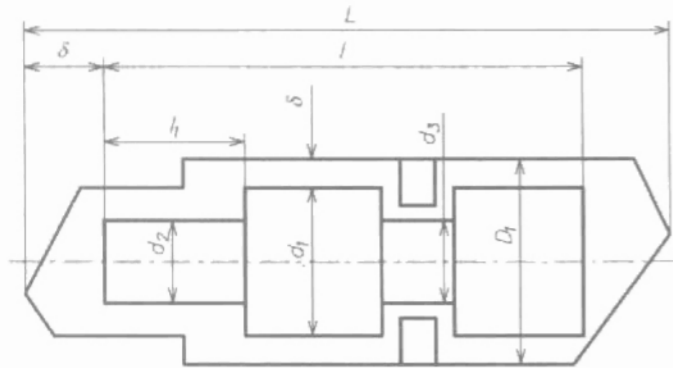
9.3.3. Bản vẽ vật rèn

Bản vẽ vật rèn (quy ước) được thành lập trên cơ sở bản vẽ thiết kế chi tiết máy, thể hiện đầy đủ các kích thước, lượng dư gia công cơ, lượng thừa (nếu có), dung sai, độ dốc (độ nghiêng), bán kính góc lượn, ...

Bản vẽ phải đủ hình chiếu, nếu cần phải biểu diễn cả mặt cắt, hình cắt.

Mọi yếu tố biểu diễn trên bản vẽ phải tuân theo các quy ước và tiêu chuẩn vẽ kỹ thuật.

Hình 9.20 biểu diễn các kích thước cơ bản của bản vẽ vật rèn.



Hình 9.20. Bản vẽ vật rèn

9.4. THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ RÈN

Để thiết kế quy trình công nghệ rèn hợp lý, trước hết cần căn cứ vào sản lượng chi tiết (dạng sản xuất) yêu cầu, trên cơ sở đó, xác định mức độ đầu tư cần thiết và đưa ra các biện pháp tổ chức, quản lý sản xuất thích hợp.

Quy trình công nghệ rèn được thiết kế bao gồm các nội dung cơ bản sau:

– Quy trình công nghệ rèn phải được sắp xếp theo trình tự hợp lý và đủ số nguyên công cần thiết.

– Thông qua phiếu công nghệ (xem bảng 9.2), từng nguyên công phải được chia ra các bước, động tác và được mô tả đầy đủ, ngắn gọn, chính xác các thao tác của thợ.

– Trong mỗi nguyên công, phải ghi rõ các yêu cầu kỹ thuật đạt được, các yêu cầu về loại và trình độ thợ, trang thiết bị, dụng cụ, đồ gá đi kèm.

Việc lựa chọn loại và trình độ thợ, trang thiết bị, dụng cụ, đồ gá phải căn cứ vào điều kiện thực tế, trình độ tổ chức quản lý sản xuất của cơ sở, đơn vị sản xuất.

Quá trình thiết kế, nên đưa ra một vài phương án để phân tích, so sánh và lựa chọn phương án phù hợp nhất.

Bảng 9.2. Phiếu công nghệ

TT	Tên nguyên công, bước, động tác	Lần nung	Sơ đồ nguyên công, bước	Chi dẫn kỹ thuật	Thiết bị	Dụng cụ, đồ gá	Loại và trình độ thợ	Ghi chú
01	Cưa phôi $\phi 80$	—	Cần thể hiện đầy đủ các yêu cầu của bản vẽ nguyên công, bước	$\phi 80$, $L_{ph} = 120$	Máy cưa cần	Lưỡi cưa (theo máy)	Thợ nguội bậc 3	—
02								
n								

Việc lựa chọn sơ bộ loại phôi và thiết bị được căn cứ vào loại vật liệu, khối lượng phôi (xem cách tính khối lượng phôi ở mục 9.3.1). Có thể tham khảo bảng 9.3 dưới đây.

Bảng 9.3. Chọn sơ bộ loại phôi và thiết bị

Vật liệu, khối lượng m (kg)	Loại phôi	Thiết bị
Thép C, thép hợp kim m < 200	Đúc cán	BH (100 + 10000)
Thép C, m < 1000 + 1500	Đúc	BH (100 + 10000)kg
Thép hợp kim m < 200 + 500	Đúc	BH (100 + 10000)kg
Thép C khối lượng m > 1500	Đúc	Máy ép thủy lực 600 + 1500T

9.5. THIẾT KẾ KHUÔN RÈN ĐƠN GIẢN

Khuôn rèn đơn giản là những khuôn để rèn những vật rèn có hình dáng, kết cấu đơn giản, dễ rèn nhất.

Để thiết kế loại khuôn này, cần thực hiện trên cơ sở những nội dung sau:

- Bản vẽ thiết kế vật rèn.
- Các nguyên công cơ bản của rèn khuôn, từ đó xác định kết cấu khuôn rèn tương ứng.
- Hình dáng, kết cấu, kích thước khối khuôn.
- Vật liệu khối khuôn.

Các nội dung này đã được trình bày trong mục 9.2 và trong chương 5.

9.6. TÍNH TOÁN, LỰA CHỌN THIẾT BỊ RÈN

9.6.1. Xác định khối lượng phần rơi của máy búa

- Khi vuốt trên máy búa:

Khối lượng phần rơi của máy búa tính theo công thức thực nghiệm:

$$m = 1,7 \cdot \mu \left(1 + 0,17 \frac{a_0}{\Delta h} \right) \sigma_{ch} \cdot \varepsilon \cdot h \cdot B_0 \cdot a_0 \quad (9.30)$$

Trong đó:

m – khối lượng phần rơi của búa, kg.

μ – hệ số hình dạng đầu búa. Đối với đầu búa phẳng $\mu = 1$.

Thể tích phần biến dạng của phôi (cm^3):

$$V = \Delta h \cdot B_0 \cdot a_0 \quad (9.31)$$

h – chiều cao phôi.

B_0 – chiều rộng ban đầu của phôi.

a_0 – bước vuốt.

σ_{ch} – giới hạn chảy của vật liệu ở nhiệt độ rèn, kg/cm^2 .

ε – mức độ biến dạng sau một nhát đập, với thép $\varepsilon = 0,03$.

– Chồn trên máy búa:

Khối lượng phân rơi của máy búa tính theo công thức thực nghiệm:

$$m = 1,7 \cdot \mu \left(1 + 0,17 \frac{D}{H} \right) \sigma_{ch} \cdot \varepsilon \cdot V \quad (9.32)$$

Trong đó:

D– đường kính (hoặc cạnh) phôi, mm.

H– chiều cao phôi, mm.

V– thể tích phần biến dạng của phôi, mm³.

Khi chồn thép: đối với vật lớn $\varepsilon = 0,025$, đối với vật nhỏ $\varepsilon = 0,06$.

9.6.2. Chọn máy búa theo quy chuẩn

Sau khi xác định khối lượng phân rơi của máy búa, cần chọn máy búa hơi theo quy chuẩn (xem mục 8.2 ở chương 8 và bảng 9.3).

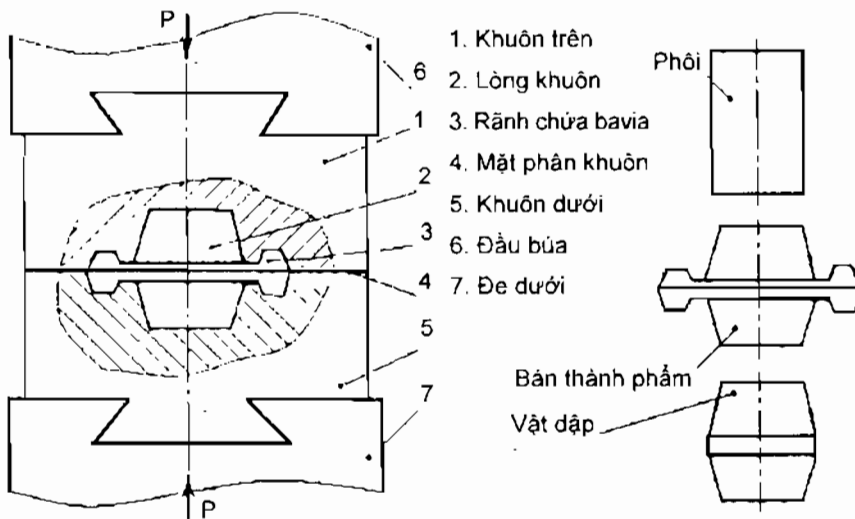
Chương 10

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PHÔI DẬP THỂ TÍCH

10.1. ĐỊNH NGHĨA, ĐẶC ĐIỂM, PHÂN LOẠI VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

10.1.1. Định nghĩa

Dập thể tích là phương pháp GCAI. bằng cách làm biến dạng phôi (nung nóng) trong lòng khuôn. sau biến dạng, nhận được vật dập có hình dạng, kích thước, độ chính xác, độ nhám bề mặt và cơ tính theo yêu cầu.



Hình 10.1. Khuôn và sản phẩm dập thể tích

Khuôn dập thể tích vừa là dụng cụ truyền lực, vừa là dụng cụ tạo hình dạng và kích thước cho vật dập. Hình 10.1, 9.2, 9.3 và 9.4 là các sơ đồ dập thể tích trong khuôn hở, khuôn kín và ép chày.

Bộ khuôn được lắp vào rãnh mang cá của đầu búa 6 và đe dưới 7 bằng kết cấu đuôi én của khuôn. Sau khi phôi biến dạng, ta được bán thành phẩm, sau đó hoàn chỉnh thành sản phẩm (gọi là vật dập).

10.1.2. Đặc điểm

– Bộ khuôn dập thể tích có hình dạng, kích thước lòng khuôn giống hình dạng, kích thước bên ngoài vật dập.

– Độ chính xác và độ nhám bề mặt vật dập đạt được phụ thuộc độ chính xác bộ khuôn dập; có thể đạt đến độ chính xác $\pm (0,1 \div 0,05)$ mm, độ nhám đến cấp 4.

– Dập được những phôi, chi tiết có khối lượng, kích thước cỡ vừa và nhỏ, có kết cấu từ đơn giản đến tương đối phức tạp.

– Trạng thái ứng suất trong vật dập thường là trạng thái nén khối, nên tính dẻo của kim loại tăng lên, biến dạng triệt để hơn so với rèn tự do, do đó cơ tính vật dập tăng.

– Có khả năng ứng dụng cơ khí hóa, tự động hóa để nâng cao năng suất, chất lượng.

Tiết kiệm vật liệu hơn so với rèn tự do.

– Thiết bị có công suất lớn, đòi hỏi độ cứng vững cao, truyền động của đầu trượt (đầu lắp búa) chính xác.

– Bộ khuôn dập chế tạo đắt tiền do yêu cầu về vật liệu và công nghệ chế tạo đòi hỏi cao.

10.1.3. Phân loại

Dập thể tích còn được chia thành ba dạng, đó là dập thể tích trong khuôn hở, dập thể tích trong khuôn kín và ép-cháy.

a) Dập thể tích trong khuôn hở

Dập thể tích trong khuôn hở (hình 10.1) là phương pháp dập thể tích được thực hiện bởi bộ khuôn có rãnh chứa bavia, phương của lực dập vuông góc với mặt phân khuôn tại chỗ tiếp giáp hai nửa khuôn. Phương pháp này ứng dụng cho những vật dập hình dạng, kết cấu đơn giản, độ chính xác yêu cầu không cao theo phương ngang, phôi ban đầu đòi hỏi tính toán không khắt khe.

b) Dập thể tích trong khuôn kín

Dập thể tích trong khuôn kín (hình 9.3) là phương pháp dập thể tích được thực hiện bởi bộ khuôn không có rãnh chứa ba vìa, phương của lực dập không vuông góc với mặt phân khuôn tại chỗ tiếp giáp hai nửa khuôn.

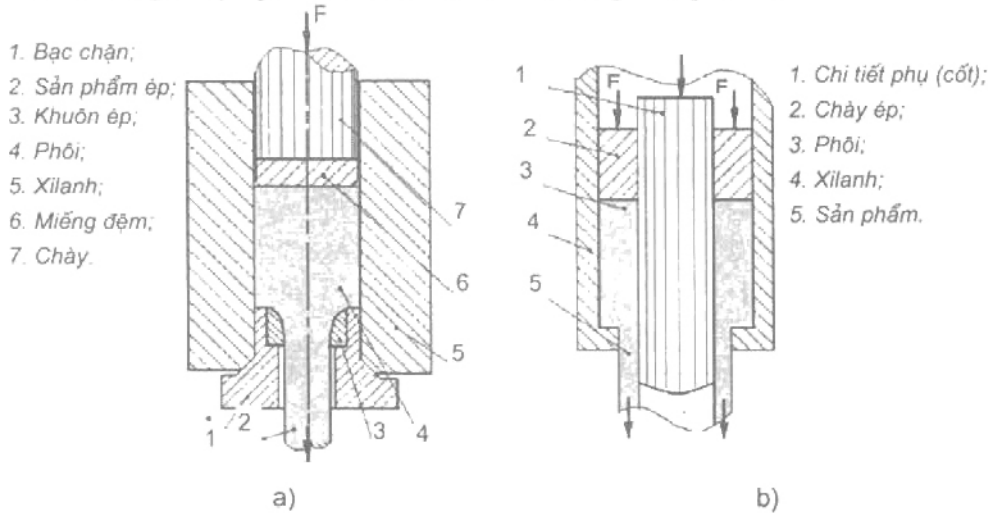
Phương pháp này ứng dụng cho những vật dập hình dạng, kết cấu phức tạp, độ chính xác yêu cầu cao, cơ tính cao; khối lượng, kích thước trung bình trở xuống. Phôi ban đầu tính toán phải bảo đảm độ chính xác cao.

c) Ép chày

Ép chày (hình 9.4, 10.2a,b) là một phương pháp đặc biệt của dập thể tích; phôi được biến dạng dẻo và hình thành sản phẩm liên tục trong bộ khuôn lai (vừa kín, vừa hở) và không có mặt phân khuôn.

Phương pháp này ứng dụng để tạo ra phôi, hoặc chi tiết thanh, dạng càng hay dạng đĩa có hình dạng, kích thước tiết diện giống hình dạng, kích thước tiết diện khuôn ép; độ chính xác, cơ tính cao. Phôi để ép yêu cầu độ chính xác không cao.

Khi ép sản phẩm dạng ống, bộ khuôn ép còn có thêm chi tiết phụ 1 để dẫn hướng chày ép 2 và tạo lỗ cho chi tiết ống 5 từ phôi 3.



Hình 10.2. Ép chày
a) Ép thuận; b) Ép nghịch.

10.1.4. Ứng dụng

Với những đặc điểm trên, dập thể tích có những ứng dụng chủ yếu sau:

– Cho sản xuất hàng loạt và hàng khối. Tùy điều kiện sản xuất thực tế, số lượng vật dập hợp lý áp dụng dập thể tích được xác định theo điều kiện sau:

$$N_0 > \sum G_{kh} / [(m_1 + n_1) - (m_2 + n_2)] \quad (10.1)$$

Trong đó:

N_0 – số lượng vật dập hợp lý, cái hoặc chiếc.

$\sum G_{kh}$ – tổng giá thành chế tạo bộ khuôn.

m_1 – giá thành chi tiết rèn tự do.

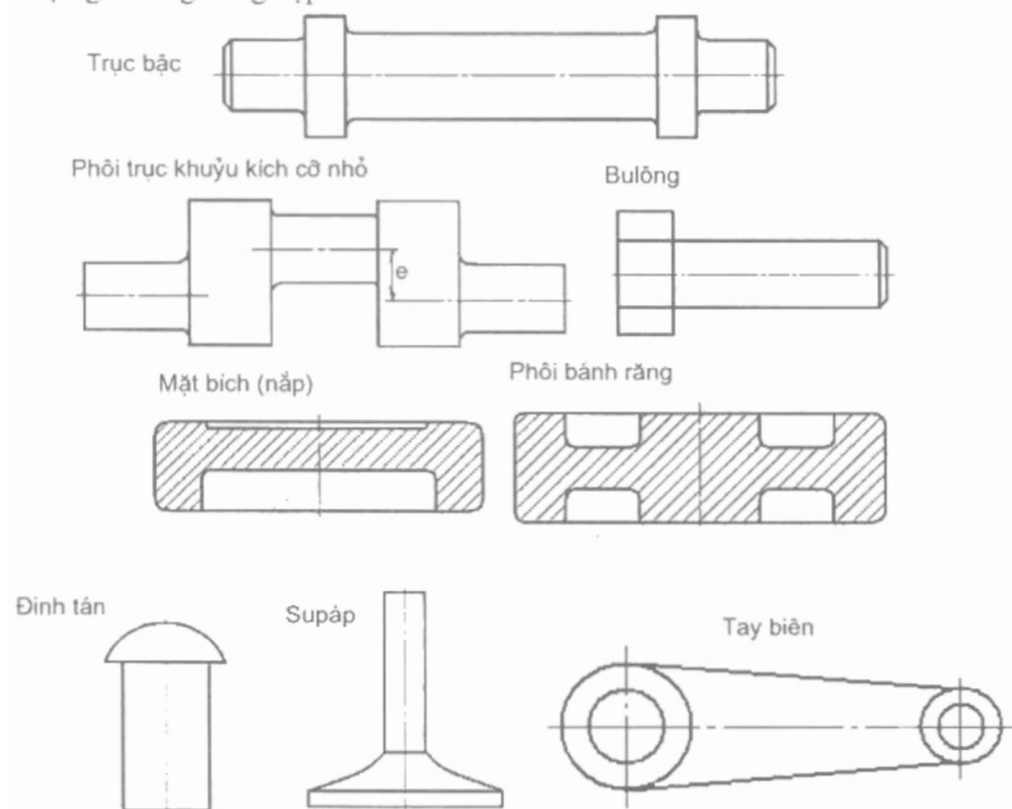
m_2 – giá thành chi tiết dập thể tích.

n_1 – giá thành gia công cơ khí chi tiết rèn tự do.

n_2 – giá thành gia công cơ khí chi tiết đó khi dập thể tích.

Nếu bất đẳng thức trên không thỏa mãn, ta chuyển sang phương pháp rèn tự do hoặc chọn phương pháp gia công khác.

– Tạo ra các loại phôi để gia công những chi tiết máy chịu tải trọng lớn, chịu va đập hoặc chịu tải trọng phức tạp. Hình 10.5 là một số sản phẩm được gia công bằng dập thể tích.



Hình 10.5. Một số sản phẩm dập thể tích

10.2. THIẾT KẾ BẢN VẼ PHÔI DẬP THỂ TÍCH

Khi thiết kế bản vẽ phôi dập thể tích (phôi được dập ra từ khuôn dập thể tích, hay còn gọi là vật dập) cần dựa vào bản vẽ thiết kế chi tiết máy để xác định kết cấu hợp lý cho vật dập; xác định mặt phân khuôn; xác định lượng dư gia công và dung sai; từ đó thiết lập bản vẽ vật dập.

10.2.1. Xác định kết cấu hợp lý

Việc phân tích xác định kết cấu hợp lý cho vật dập được thực hiện theo những nguyên tắc sau:

- Phân nhóm chi tiết có hình dáng, kích thước gần giống nhau, chẳng hạn: nhóm bánh răng, nhóm biên, bạc, nhóm trục, nhóm trục bạc, ... thành những dạng điển hình tương ứng.

- Những chi tiết có hình dáng, kết cấu phức tạp, được chia thành những phần đơn giản, sau khi dập xong sẽ lắp ghép chúng lại với nhau bằng những phương pháp thích hợp.

- Ngược lại, có thể tổ hợp (ghép) hai hay nhiều chi tiết đơn giản lại với nhau thành một chi tiết, sau khi dập sẽ cắt rời từng chi tiết riêng biệt.

- Tận dụng phôi thép cán định hình có hình dạng gần giống vật gia công, giảm khó khăn cho quá trình dập thể tích.

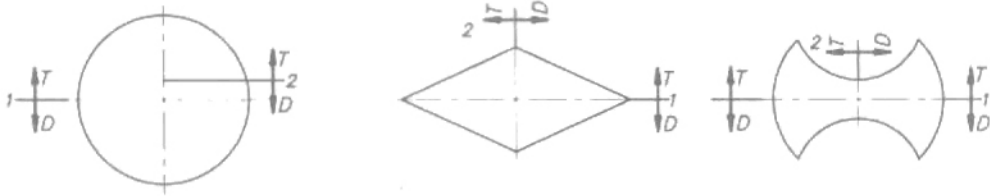
- Cố gắng giảm lượng dư gia công cơ bằng việc sử dụng một số nguyên công dập tinh chính xác, ví dụ như nguyên công ép nghiền, nguyên công ép tinh, ...

10.2.2. Xác định vị trí mặt phân khuôn

Mặt phân khuôn là mặt phẳng, mặt bậc hay mặt cong; phần lớn là mặt phẳng, để phân định ranh giới giữa hai nửa khuôn. Mặt phân khuôn cho phép dễ đặt phôi vào lòng khuôn và dễ lấy vật dập ra sau khi dập. Vị trí mặt phân khuôn của vật dập thể tích phụ thuộc vào hình dạng, kết cấu của vật dập và ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình công nghệ dập thể tích. Để xác định mặt phân khuôn, người ta dựa vào những nguyên tắc sau:

- Vị trí mặt phân khuôn nên đặt vào vị trí (trên vật dập) có tiết diện lớn nhất để lòng khuôn nông nhất và dễ lấy vật dập nhất.

Ví dụ trên hình 10.4, phương án chọn vị trí mặt phân khuôn hợp lý – phương án 1, không hợp lý – phương án 2.



Hình 10.4. Xác định mặt phân khuôn

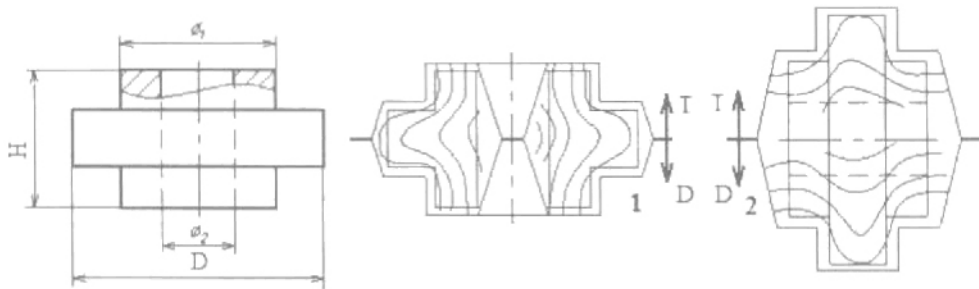
1 Hợp lý; 2 Không hợp lý

– Mặt phân khuôn phải đặt vào vị trí sao cho dễ tháo vật dập nhất. Muốn vậy, nên thiết kế vật dập có kết cấu đơn giản, không có lỗ, lõm, gân, gờ. Nếu có phân lỗ thì mặt bích nên bố trí về một phía, có chiều cao bằng nhau, nối liền thành một khối.

– Số lượng mặt phân khuôn là ít nhất. Chỉ nên bố trí một mặt phân khuôn.

– Chọn hình dáng bề mặt đơn giản nhất (mặt phẳng, hình 10.7c); tránh mặt cong, mặt bậc, ...

– Bố trí mặt phân khuôn sao cho phân bố thớ hợp lý, vật dập có cơ tính cao nhất (hình 10.7a).



Hình 10.5. Chọn vị trí mặt phân khuôn cho vật dập

Bên trái hình 10.5 là chi tiết cần gia công. Có hai phương án chọn vị trí mặt phân khuôn cho vật dập. Việc lựa chọn phụ thuộc vào các quan hệ kích thước hướng trục (chiều cao H) và hướng kính (đường kính D).

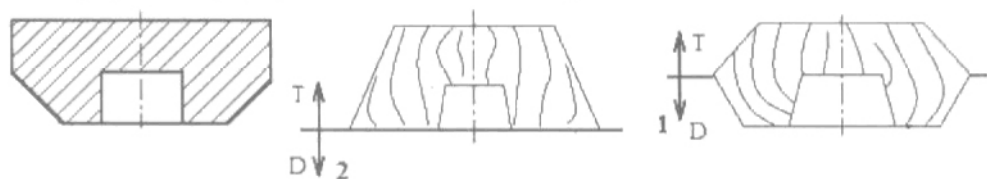
Nếu $H \leq D$, nên chọn phương án 1– dập dọc (phôi có lỗ). Khi đó, quá trình dập sẽ vừa đột được lỗ, lượng thừa ít, lại tạo được thớ uốn, làm cơ tính vật dập cao.

Nếu $H > D$, nên chọn phương án 2– dập ngang (phôi không có lỗ). Khi đó, sau dập xong, tháo phôi dễ, thép kim loại phân bố trong vật dập lại không đều, cơ tính không cao, không đột được lỗ.

Hình 10.6 là một ví dụ chọn mặt phân khuôn cho chi tiết con chốt.

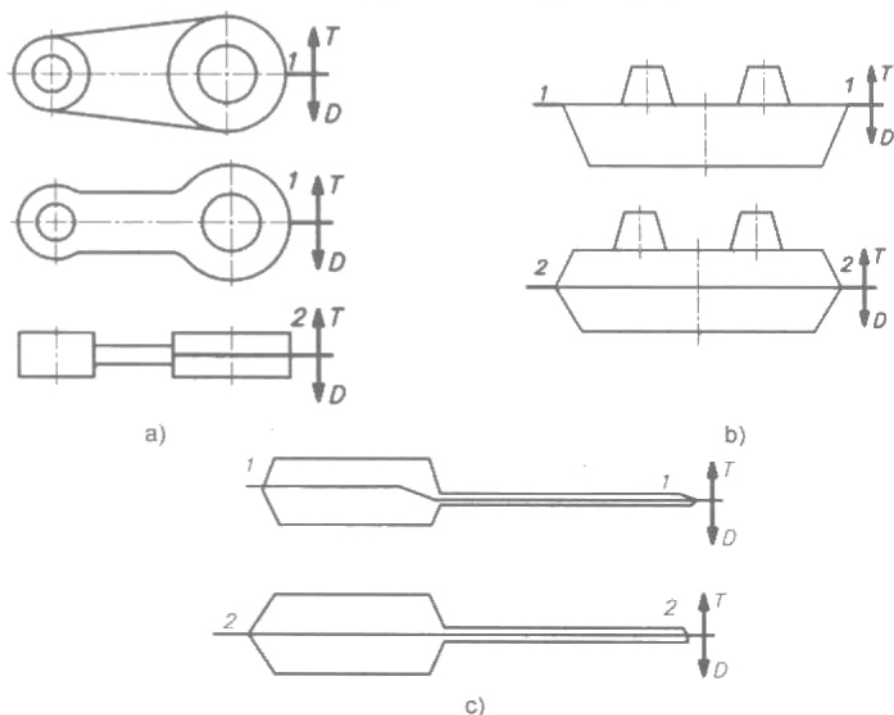
Phương án 1 không nên chọn, vì tại vị trí này, thép kim loại trong vật dập bị đứt đoạn, làm giảm độ bền của con chốt.

Phương án 2 nên chọn, vì tại vị trí này, thép kim loại trong vật dập không bị đứt đoạn, độ bền của con chốt tăng lên.



Hình 10.6. Chọn vị trí mặt phân khuôn cho con chốt

– Bố trí phần phức tạp của vật dập (phần có gân, thành mỏng,...) ở khuôn trên để vật dập dễ biến dạng, dễ điền đầy và nguội sau hình 10.7b.



Hình 10.7. Chọn mặt phân khuôn:

1 Không hợp lý; 2. Hợp lý.

– Chọn mặt phân khuôn sao cho dễ phát hiện sự sai lệch giữa hai nửa khuôn khi lắp khuôn. Do vậy, không nên chọn mặt phân khuôn ở những vị trí vật dập có tiết diện thay đổi liên tục hay đột ngột.

10.2.3. Xác định lượng dư gia công và dung sai

a) Xác định lượng dư gia công cơ

Lượng dư phải có trên tất cả các bề mặt gia công. Lượng dư gia công phụ thuộc vào kích thước, khối lượng, tính chất vật liệu, độ chính xác của chi tiết và loại thiết bị sử dụng. Nguyên tắc chọn lượng dư như sau:

– Lượng dư trong mặt phẳng ngang (mặt phẳng vuông góc với phương của lực tác dụng) phải lớn hơn theo chiều cao của vật gia công (vì kích thước vật gia công theo phương nằm ngang thường lớn hơn theo phương thẳng đứng, để lòng khuôn rộng và nông nhất).

Lượng dư cần bố trí hợp lý (đủ lượng dư gia công), vì khi dập có thể gây ra hiện tượng xô dịch (không khớp) giữa 2 khuôn.

– Tăng lượng dư cho những chỗ dễ bị cong, vênh, biến dạng khi nhiệt luyện (những chỗ có thành mỏng, dài), ... và những chỗ khó làm sạch (vây sắt).

– Giảm lượng dư cho bề mặt được chọn làm chuẩn thô để đảm bảo gia công cơ chính xác.

– Lượng dư kỹ thuật (lượng thừa, thêm) được thêm vào để làm giảm độ phức tạp của vật dập hoặc những chỗ không thể dập được. Lượng dư kỹ thuật sẽ được gia công cùng lượng dư gia công.

b) Xác định dung sai vật dập

Dung sai vật dập là sai lệch giữa kích thước danh nghĩa và kích thước thực tế của vật dập thể tích. Những sai lệch này có nhiều nguyên nhân, chẳng hạn, do dập chưa thấu hết chiều cao yêu cầu, kim loại điền đầy chưa hết lòng khuôn, hay do khuôn bị mòn vì dùng quá tuổi thọ cho phép, dẫn đến sai lệch kích thước vật dập, ...

Dung sai vật dập phụ thuộc vào kích thước, vào lượng dư và có thể xác định bằng tra trong các bảng dung sai vật dập theo TCVN hay ISO. Hoặc cũng có thể xác định theo công thức thực nghiệm sau:

– Dung sai theo chiều cao:

$$\text{Sai lệch giới hạn trên: } \Delta_t = (0,7 \div 1,0)\delta \quad (10.2)$$

Sai lệch giới hạn dưới: $\Delta_d = (0,4 \div 0,6)\delta$

– Dung sai theo chiều ngang:

Sai lệch giới hạn trên: $\Delta_t = (0,6 \div 0,9)\delta$ (10.3)

Sai lệch giới hạn dưới: $\Delta_d = (0,5 \div 0,8)\delta$

Ở đây δ — lượng dư gia công cơ.

Chú ý: để loại trừ phế phẩm thì sự xê dịch của khuôn phải nhỏ hơn giá trị: $\delta - |\Delta\sigma|$.

10.2.4. Thiết lập bản vẽ vật dập

Để thiết lập bản vẽ vật dập thè tích, cần tiến hành xác định các yếu tố cơ bản sau:

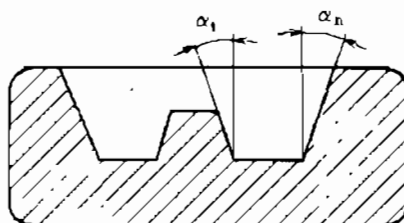
- Vị trí mặt phân khuôn (xem mục 10.2.2).
- Lượng dư gia công cơ (xem mục 10.2.3a).
- Dung sai vật dập (xem mục 10.2.3b).
- Độ nghiêng thành khuôn.
- Bán kính góc lượn.
- Rãnh ba via.
- Lớp chưa thấu.

Dưới đây trình bày tiếp nội dung xác định các yếu tố còn lại.

Độ nghiêng thành khuôn

Độ nghiêng thành khuôn, còn gọi là độ dốc thành khuôn được tạo ra nhằm lấy vật dập ra khỏi lòng khuôn dễ (hình 10.8). Việc xác định độ dốc phụ thuộc vào các yếu tố sau:

– Kết cấu khuôn. Nếu khuôn được thiết kế có kết cấu chốt dây, đòn hay cần dây, khi đó độ dốc được giảm đi vài độ. Độ dốc của khuôn trên cần lớn hơn của khuôn dưới.



Hình 10.8. Độ dốc thành khuôn

– Độ sâu tương đối của thành lòng khuôn (là tỷ số giữa chiều sâu h và chiều rộng b của lòng khuôn). Nếu h/b càng lớn thì độ dốc càng lớn (hình 10.9). Trị số độ dốc xem bảng 10.1.

– Góc nghiêng thành trong α_t và thành ngoài α_n của khuôn. Thực tế chọn $\alpha_t > \alpha_n$.

Bảng 10.1 là trị số độ dốc thành khuôn xác định theo tỷ số L/b hoặc D/b theo các khoảng giá trị h/b . Với L, D là chiều dài hay đường kính lòng khuôn.

Bảng 10.1. Độ dốc thành khuôn

L(D)/b	h/b		
	< 9	9 ÷ 3	3 ÷ 4,5
< 1,5	5°	7°	10°
> 1,5	3°	5°	7°

– Nhiệt độ kết thúc gia công ($t_{k\text{tgc}}$). Nếu $t_{k\text{tgc}}$ càng cao, kim loại co càng nhiều, dễ dễ lấy vật dập ra khỏi khuôn, khi đó cần lấy tăng độ dốc lên.

– Kích thước vật dập. Đối với các vật dập đồng dạng, vật dập nào có kích thước lớn hơn thì độ dốc sẽ giảm đi để giảm lượng dư gia công cơ.

– Vị trí khuôn trên và khuôn dưới. Đối với nửa khuôn trên, độ dốc cần lớn hơn khuôn dưới. Vì nếu nếu lấy nhỏ hơn, khi lòng khuôn mòn, độ nhám bề mặt giảm đi, ma sát tăng lên, vật dập dễ dính vào khuôn trên, lúc đầu búa đi lên, vật dập sẽ bị nhấc lên theo, gây nguy hiểm, mất an toàn cho những nhát dập tiếp theo; trường hợp này có thể gây vỡ khuôn, hỏng máy.

Bán kính góc lượn

Bán kính góc lượn được tạo ra tại các bề mặt giao nhau và nhằm làm cho kim loại dễ di động trong khuôn, tránh nứt, gấp nếp, tăng độ bền, tuổi thọ lòng khuôn, ...

Bán kính góc lượn thành ngoài R (ứng với phần lồi của vật), bán kính góc lượn thành trong r (ứng với phần lõm của vật).

Chọn bán kính góc lượn phụ thuộc chiều sâu h , chiều rộng b lòng khuôn và tỷ số h/b . Bán kính góc lượn nhỏ, kim loại khó điền đầy, khó biến dạng, khi đó yêu cầu lực làm biến dạng dẻo kim loại lớn, khuôn và vật dập dễ nứt, kẹt khuôn, kẹt vật dập, gây hỏng khuôn, gấp nếp, đứt thớ, giảm cơ tính, ...

Có thể chọn theo kinh nghiệm, khi độ cao thành khuôn hay vật dập lớn, bán kính góc lượn tăng lên. Ví dụ, chọn bán kính góc lượn thành trong: $r = 1 \div 6\text{mm}$, khi đó thành ngoài $R = 3 \div 15\text{mm}$.

Hoặc tính theo công thức thực nghiệm với các trường hợp của tỷ số h/b như sau:

$$b/h < 2: \quad r = 0,5h + 0,5 \text{ mm}, \quad R = 2,5r + 0,5 \text{ mm} \quad (10.4)$$

$$b/h < 2 \div 4: \quad r = 0,06h + 0,5 \text{ mm}, \quad R = 3r + 0,5 \text{ mm} \quad (10.5)$$

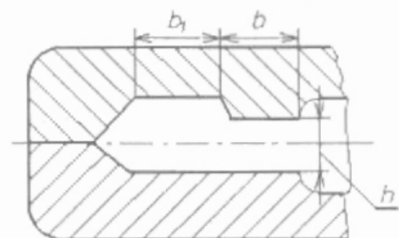
$$b/h > 4: \quad r = 0,07h + 0,5 \text{ mm}, \quad R = 3,5r + 0,5 \text{ mm} \quad (10.6)$$

Thông thường thì $r = (1 \div 6) \text{ mm}$, $R = (3 \div 15) \text{ mm}$. Chiều sâu lòng khuôn càng lớn, bán kính góc lượn càng lớn.

Rãnh chứa ba via

Khi dập thể tích trong lòng khuôn hở, vành biên lòng khuôn được thiết kế một rãnh chứa kim loại thừa, đó là rãnh chứa bavias. Hình 10.9 thể hiện một dạng kết cấu rãnh chứa bavias, gồm có các kích thước cơ bản: b_1 — chiều dài phần rãnh bavias được làm lõm vào, b — chiều dài khe bavias (đều thuộc khuôn trên), h — chiều cao khe bavias, được bố trí đối xứng qua mặt phân khuôn.

Quá trình dập, khuôn dưới tiếp xúc với phôi nhiều hơn, nhiệt độ cao hơn khuôn trên, do đó chóng mòn hơn, nên rãnh bavias ở khuôn dưới được làm phẳng để giảm ma sát, giảm độ mòn.



Hình 10.9. Rãnh chứa bavias

Chiều cao khe bavias h :

$$h = 0,015 \sqrt{F_{\text{vật dập}}} \quad (10.7)$$

Với: $F_{\text{vật dập}}$ — diện tích hình chiếu vật dập trên mặt phân khuôn, mm^2 .

Chú ý, muốn làm cho kim loại trong khuôn biến dạng triệt để, cần tăng trở lực biến dạng bằng cách giảm chiều cao h của khe bavias.

Thể tích rãnh bavias, mm^3 :

$$V_{\text{bavias}} = \varphi \cdot S \cdot L \quad (10.8)$$

Trong đó:

φ — hệ số điền đầy, đặc trưng cho mức độ đơn giản hay phức tạp về kết cấu của vật dập.

Vật dập có kết cấu đơn giản: $\varphi = 0,3$

Vật dập có kết cấu trung bình: $\varphi = 0,5$

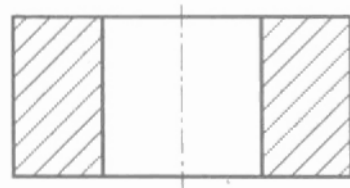
Vật dập có kết cấu phức tạp: $\varphi = 0,7$

S — diện tích tiết diện ngang của rãnh bavias, mm^2 .

L – chu vi vật dập (mm) theo trọng tâm của tiết diện ngang rãnh bavia S.
 Những vật dập lớn, sau khi tính (10.8) cần tăng thể tích rãnh chứa bavia thêm 20% nữa.

Lớp chứa thấu

Khi dập các chi tiết yêu cầu có lỗ thông (hình 10.10), thực tế, chi dập được lỗ chưa thông, để lại một lớp kim loại gọi là lớp chứa thấu (chưa thông như hình 10.11).



Hình 10.10. Chi tiết có lỗ

Việc để lại lớp chứa thấu nhằm đảm bảo độ chính xác cho vật dập, đảm bảo độ bền khuôn. Lớp chứa thấu sẽ được cắt đi cùng bavia hoặc bằng gia công cơ.

Chiều sâu tối đa (h_{max}) của lớp chứa thấu được dập trên máy búa có thể tính theo công thức:

$$h_{max} = \frac{3,5D}{\cos 4\alpha \cdot 2,75\sqrt{\sigma_b(t)}} \quad (10.9)$$

Trong đó:

D – đường kính lỗ, mm.

α – góc nghiêng thành khuôn, “độ”.

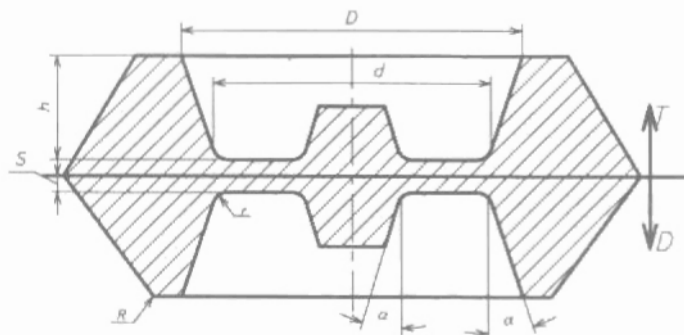
$\sigma_b(t)$ – giới hạn bền của vật liệu ở nhiệt độ biến dạng dẻo, N/mm².

d – đường kính đầu (đấu) khuôn, mm :

$$d = D - 2h \cdot \text{tg} \alpha \quad (10.10)$$

h – chiều sâu một phía của lỗ, mm.

Lớp chứa thấu có thể bố trí ở một hoặc hai phía của lỗ. Nếu bố trí về một phía thì bộ phận nhô ra (phần đầu khuôn) sẽ làm việc trong điều kiện bất lợi, khuôn dễ bị hỏng.



Hình 10.11. Lớp chứa thấu

Đường kính đầu khuôn thường chọn khoảng 30 mm. Nếu lớp chưa thấu bố trí về hai phía thì phải tạo lỗ sơ bộ và đầu khuôn dưới thấp hơn để đặt phôi đúng vị trí (tránh sai lệch).

Chọn chiều dày lớp chưa thấu S phụ thuộc vào đường kính và chiều sâu lỗ, có thể xác định theo công thức thực nghiệm:

$$S = 0,45\sqrt{D - 2,25h - 5} + 0,6\sqrt{h} \quad (10.11)$$

Thiết lập bản vẽ vật dập

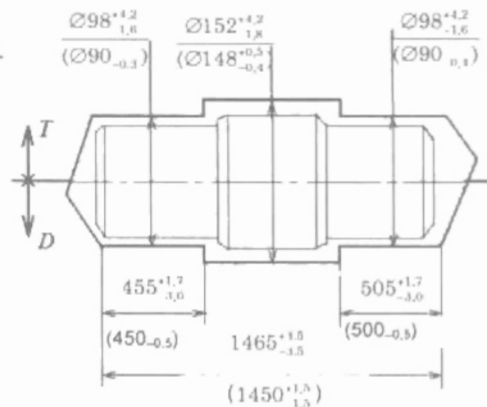
Sau khi xác định đầy đủ các yếu tố, ta tiến hành lập bản vẽ vật dập với một số quy ước sau:

- Các đường, nét thể hiện vật dập dùng nét liền cơ bản (nét b).
- Các đường, nét thể hiện chi tiết dùng nét liền mảnh (nét b/2).
- Kích thước vật dập được ghi phía trên đường ghi kích thước.
- Kích thước chi tiết được ghi phía dưới đường ghi kích thước.

Ngoài ra, trên bản vẽ vật dập, cần ghi rõ các yêu cầu kỹ thuật, như:

- Lượng ba via cho phép.
- Phương pháp làm sạch bề mặt.
- Phương pháp nhiệt luyện.
- Độ cứng đạt được.
- Những sai lệch cho phép về hình dạng (độ lệch cho phép của khuôn, độ cong, ...).
- Nơi đánh dấu thử, nơi cắt thử.
- Chuẩn công nghệ cho nguyên công đầu tiên.

Hình 10.12 là ví dụ về bản vẽ vật dập trên cơ sở bản vẽ chi tiết (kích thước bản vẽ chi tiết để trong ngoặc đơn).



Hình 10.12. Bản vẽ vật dập

10.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ DẬP THỂ TÍCH

10.3.1. Đặt vấn đề

Quy trình công nghệ dập thể tích là trình tự thực hiện các nguyên công của quy trình. Số lượng và trình tự các nguyên công lại phụ thuộc vào mức độ phức tạp của kết cấu vật dập. Với vật dập đơn giản, thường chỉ dập một lòng khuôn, có nghĩa là chỉ dập với một nguyên công. Với vật dập phức tạp,

không thể dập trong một lòng khuôn được mà phải thực hiện bởi nhiều nguyên công, tức là phải dập trong nhiều lòng khuôn.

Chú ý:

– Số lượng lòng khuôn có thể bố trí từ một đến nhiều lòng khuôn trong một khối khuôn.

– Khi bố trí một lòng khuôn trong một khối khuôn, quá trình dập khi đó tương ứng với một nguyên công.

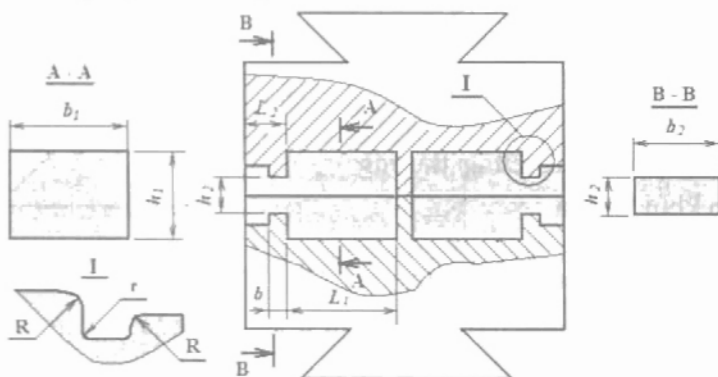
– Khi bố trí nhiều lòng khuôn trong một khối khuôn, quá trình dập khi đó tương ứng với nhiều nguyên công (nhiều nguyên công được tích hợp lại trong một khối khuôn).

– Các nguyên công dập thể tích, thông thường có tên giống như các nguyên công trong rèn tự do, như: nguyên công vuốt, nguyên công ép tụ (chôn cục bộ), nguyên công uốn cong, nguyên công thắt, nguyên công dập thô, nguyên công dập tinh, ... Các nguyên công này có liên quan tương ứng với các lòng khuôn của chúng. Vì vậy, lập quy trình công nghệ dập thể tích chính là việc lựa chọn thứ tự và loại nguyên công sao cho phù hợp để đạt được chất lượng và năng suất dập.

10.3.2. Một số nguyên công dập thể tích điển hình

a) Nguyên công vuốt

Nguyên công vuốt là nguyên công làm giảm tiết diện ngang và tăng chiều dài phôi bằng bộ khuôn dập vuốt.



Hình 10.13. Lòng khuôn vuốt hờ

Bộ khuôn dập vuốt (lòng khuôn vuốt) có loại hờ và kín:

Lòng khuôn vuốt hờ là lòng khuôn có vị trí được bố trí ở mép khối khuôn và có một phía hờ. Lòng khuôn hờ được dùng khi không cần hạn chế

sự giãn rộng của chi tiết. Để thuận tiện, thường người ta bố trí lòng khuôn vuốt ở phía trái khối khuôn (hình 10.13).

Lòng khuôn vuốt gồm phần vuốt có kích thước cơ bản là chiều rộng b_1 , chiều cao h_1 , chiều dài L_1 , khe hở (chiều sâu vuốt) h_2 và lòng khuôn có chiều rộng b_2 , chiều dài L_2 .

Lòng khuôn vuốt kín là lòng khuôn có mép ngoài kín, bố trí không ở mép khối khuôn mà gần tâm hoặc tâm khối khuôn. Lòng khuôn kín được dùng khi cần tăng hệ số dẫn dài và hạn chế giãn rộng.

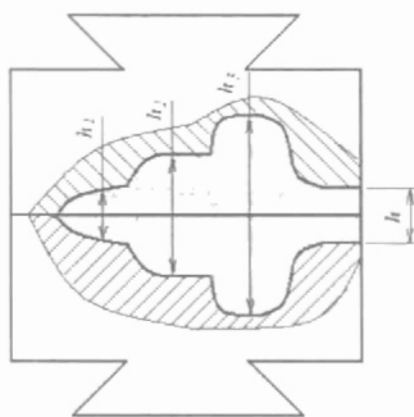
Để tăng bền cho khuôn, ở các góc của lòng khuôn cần tạo bán kính lượn. Bán kính lượn ngoài (r) và trong (R) của lòng khuôn được lấy theo kinh nghiệm: $r = 0,25.L_1$ và $R = 2,5.L_1$.

b) Nguyên công ép tụ

Nguyên công ép tụ là nguyên công làm tăng tiết diện ở một chỗ này bằng cách giảm tiết diện ở một chỗ khác của phôi mà không làm thay đổi chiều dài phôi. Nguyên công ép tụ được thực hiện bằng bộ khuôn ép tụ (lòng khuôn ép tụ).

Lòng khuôn ép tụ (hình 10.14) gồm các phần ép có nhiệm vụ ép kim loại chạy dọc trục phôi tạo nên chỗ thắt cho vật dập và các bộ phận tụ như túi để chứa kim loại. Các phần kim loại chịu ép sẽ có ma sát nhiều, áp lực đơn vị lớn nên khuôn mau mòn, hay hỏng.

Lòng khuôn ép tụ cũng thường đặt ở mép khối khuôn.



Hình 10.14. Lòng khuôn ép tụ

Nếu trên khuôn đã có lòng khuôn vuốt phía trái thì người ta thường bố trí lòng khuôn ép tụ phía phải để giành phần trung tâm cho các lòng khuôn cần lực lớn hơn. Lòng khuôn ép tụ cũng có thể hở hoặc kín như khuôn vuốt.

c) Nguyên công uốn

Nguyên công uốn là nguyên công tạo ra vật dập có đường trục thay đổi một góc nào đó so với đường trục ban đầu. Nguyên công uốn là một nguyên

công chuẩn bị phôi. Nguyên công uốn được thực hiện bằng bộ khuôn uốn (lòng khuôn uốn).

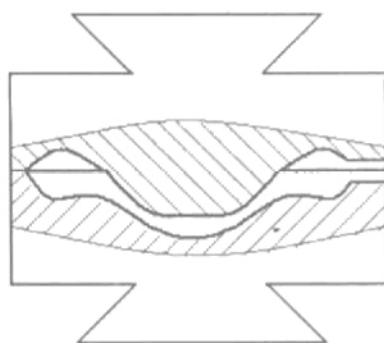
Hình 10.15 mô tả nguyên lý kết cấu lòng khuôn uốn. Người ta đã chứng minh rằng đường bao ngoài của phôi uốn là đường parabol ($y^2 = 2 \cdot \rho \cdot x$, ρ – bán kính đường cong) thì có lợi cho độ bền và tuổi thọ của khuôn.

Như đã trình bày ở nguyên công rèn tự do, khi uốn phôi bị chia ra hai vùng: phía trong bị nén nên dễ bị nếp nhăn, còn ở phía ngoài bị kéo nên dễ nứt. Để đảm bảo chất lượng uốn, bán kính uốn (r_u) phải hợp lý. Bán kính uốn nhỏ nhất ($r_{\text{umín}}$) xác định theo công thức:

$$r_{\text{umín}} \geq H_0(1 - 2 \cdot \Psi) / 2 \cdot \Psi \quad (10.12)$$

H_0 – chiều dày phôi uốn;

Ψ – độ thắt tỷ đối của vật liệu.



Hình 10.15. Lòng khuôn uốn

Chú ý: Nếu uốn là nguyên công cuối thì lòng khuôn uốn là kín. Khi thiết kế khuôn cần tìm cách triệt tiêu thành phần lực ngang làm trệch khuôn.

d) Nguyên công thắt

Nguyên công thắt là nguyên công tạo ra vật dập có chỗ lõm hoặc hình nhỏ trên bề mặt phôi theo phương thẳng góc với lực tác dụng mà không làm thay đổi chiều dài phôi. Nguyên công thắt được thực hiện bằng bộ khuôn thắt (lòng khuôn thắt).

Hình dạng lòng khuôn thắt gần giống lòng khuôn ép tụ. Lòng khuôn thắt thường dùng khi dập chùm (một loạt) nhiều chi tiết, nó có nhiệm vụ tạo ra những chỗ thắt để phân chia ranh giới các chi tiết với nhau.

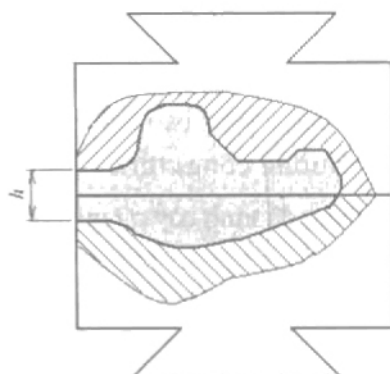
e) Nguyên công thành hình

Nguyên công thành hình là nguyên công tạo hình cho vật dập. Nguyên công thành hình được thực hiện bằng bộ khuôn thành hình (lòng khuôn thành hình).

Về nguyên tắc, lòng khuôn thành hình như lòng khuôn ép tụ, chỉ khác là vùng tụ của lòng khuôn thành hình không nhất thiết phân bố đối xứng qua mặt phân khuôn mà bao gồm cả các hố sâu trong một nửa khuôn nào đó (hình 10.16).

f) Nguyên công dập thô

Nguyên công dập thô là nguyên công tạo ra vật dập có hình dáng phôi gần giống vật dập; là nguyên công chuyển tiếp giữa nguyên công chuẩn bị phôi và nguyên công dập tinh, nhằm giảm tiêu hao năng lượng ở nguyên công dập tinh và tăng tuổi thọ cho bộ khuôn dùng ở nguyên công này. Nguyên công dập thô được thực hiện bằng bộ khuôn dập thô (lồng khuôn dập thô).



Hình 10.16. Lồng khuôn thành hình

Cấu tạo lồng khuôn dập thô gần giống lồng khuôn dập tinh, chỉ khác ở một số điểm sau:

- Bán kính lượn (R_l) ở lồng khuôn thô lớn hơn ở lồng khuôn tinh (R):

$$R_l = R + C \quad (10.13)$$

- C– Lượng kích thước tăng thêm, xác định theo kinh nghiệm.

Vật dập nhỏ: $C = (0,5 \div 1) \text{ mm}$ (10.14)

Vật dập trung bình: $C = (2 \div 4) \text{ mm}$

Vật dập lớn: $C > 5 \text{ mm}$

- Lồng khuôn thô không có rãnh ba via, mà lớp ba via chỉ có khi hai nửa khuôn có khe hở.

- Chiều cao vật dập sau khi qua khuôn thô lớn hơn chiều cao vật dập tinh. Còn chiều rộng lồng khuôn thô nhỏ hơn chiều rộng lồng khuôn tinh. Điều này đảm bảo cho việc đặt bán thành phần dập thô vào khuôn tinh dễ dàng.

f) Nguyên công dập tinh

Nguyên công dập tinh là nguyên công cuối cùng quyết định: hình dáng, kích thước, độ chính xác, độ nhám bề mặt và cơ tính vật dập thể tích. Nguyên công dập tinh được thực hiện bằng bộ khuôn dập tinh (lồng khuôn dập tinh).

Lồng khuôn dập tinh có hình dáng, kích thước giống vật dập, có rãnh bavia để chứa kim loại thừa, có góc nghiêng thành khuôn nhỏ để tiết kiệm kim loại và giảm lượng dư gia công, có bán kính lượn nhỏ.

Nếu áp lực đơn vị ở khuôn tinh lớn, sẽ dễ gây ra vỡ khuôn và làm giảm độ chính xác kích thước vật dập.

10.4. TÍNH TOÁN KHỐI LƯỢNG VÀ KÍCH THƯỚC PHÔI

Khối lượng phôi được xác định theo công thức:

$$m_{\text{phôi}} = m_{\text{vật dập}} + m_{\text{bavia}} + m_{\text{chứa thâu}} + m_{\text{cháy}} \quad (10.15)$$

Trong đó:

$m_{\text{phôi}}$ – khối lượng phôi (để dập ra vật dập), kg.

$m_{\text{vật dập}}$ – khối lượng vật dập, xác định theo bản vẽ vật dập, kg.

m_{bavia} – khối lượng bavia, tính theo thể tích rãnh bavia, kg.

$m_{\text{chứa thâu}}$ – khối lượng lớp chứa thâu của vật dập, xác định theo kích thước lớp chứa thâu, kg.

$m_{\text{cháy}}$ – khối lượng kim loại cháy khi nung nóng, kg. Xác định theo công thức:

$$m_{\text{cháy}} = (3 \div 4)\%m_{\text{vật dập}} \quad (10.16)$$

Kích thước phôi được xác định theo nguyên tắc:

– Đối với vật dập có tiết diện ngang thay đổi ít theo chiều dài tiết diện, diện tích tiết diện phôi có thể tính theo công thức thực nghiệm:

$$F_{\text{ph}} = (1,05 \div 1,3) \frac{V_{\text{ph}}}{L_{\text{ph}}} \quad (10.17)$$

$$V_{\text{ph}} = m_{\text{phôi}}/\gamma \quad (10.18)$$

Với:

F_{ph} – diện tích tiết diện phôi, mm^2 .

$m_{\text{phôi}}$ – tính theo (10.12).

γ – khối lượng riêng vật liệu phôi, 10^6 kg/mm^3 .

V_{ph} – thể tích phôi, mm^3 . Tính theo (10.15).

L_{ph} – chiều dài phôi, mm. Trong (10.14) L_{ph} được chọn trước.

– Đối với vật dập có tiết diện ngang thay đổi nhiều theo chiều dài tiết diện, diện tích tiết diện phôi có thể tính theo công thức:

$$F_{\text{ph}} = (0,6 \div 0,8)F_{\text{max}} \quad (10.19)$$

F_{max} – diện tích tiết diện lớn nhất (theo chiều trục) trên vật dập, mm^2 .

10.5. THIẾT KẾ BẢN VẼ KHUÔN DẬP THỂ TÍCH

10.5.1. Những yếu tố cơ bản của bản vẽ khuôn dập thể tích

Như đã biết, khuôn dập thể tích vừa là dụng cụ tạo hình dáng, kích thước, vừa là dụng cụ truyền lực. Do vậy, việc thiết kế bản vẽ khuôn dập thể tích sẽ gồm những nội dung chính sau:

– Kết cấu lắp ghép giữa khuôn trên với đuôi én (phần thuộc đầu trượt, hay còn gọi là vượt trượt, đầu búa) cũng như kết cấu lắp ghép giữa khuôn dưới với đuôi én (phần thuộc đe cố định).

- Kết cấu thanh chêm.
- Kết cấu con chốt.
- Hình dáng, kết cấu, kích thước khối khuôn.
- Bố trí lòng khuôn trong khối khuôn.
- Vật liệu khuôn.

a) Kết cấu lắp ghép giữa khuôn với đuôi én

Đuôi én là phần kết cấu quan trọng nhất để gá lắp khuôn với đầu búa. Hình dáng, kết cấu đuôi én được thiết kế theo tiêu chuẩn, phụ thuộc kích thước cô búa.

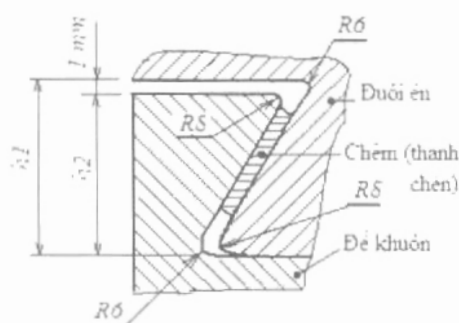
Để tránh siêu định vị và dễ lắp, khi lắp đuôi én với khuôn trên, cần bảo đảm khe hở giữa mặt vai khuôn với mặt đáy trên đuôi én là 1mm. Hình 10.17 là ví dụ về kết cấu lắp ghép đuôi én với khuôn trên.

b) Kết cấu thanh chêm, con chốt

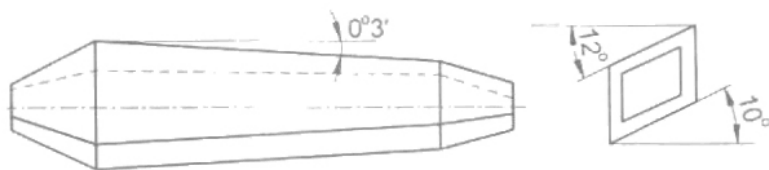
Thanh chêm là chi tiết máy để chèn giữa đuôi én và khuôn, nhằm ép chặt chúng vào nhau và không chế dịch chuyển của khuôn với đuôi én khi đập. Vì vậy, một mặt thanh chêm được vát côn 1: 100 (khoảng $0^{\circ}35'$) dọc theo trục của nó. Hình dáng, kết cấu thanh chêm thể hiện trên hình 10.18.

Vì đuôi én đã được tiêu chuẩn kết cấu, do đó, để tiện cho quá trình chế tạo, mặt vát côn sẽ được tạo ra trên khuôn (để lắp với mặt vát côn trên đuôi én). Mặt lắp ráp còn lại của thanh chêm sẽ được gia công phẳng để lắp với mặt phẳng lắp ráp trên đuôi én.

Muốn cho thanh chêm không bị long ra khi đập, và luôn có xu hướng mút chặt vào phía đáy rãnh khuôn, các mặt bên còn lại của thanh chêm được vát nghiêng 12° và 10° như hình 10.18.



Hình 10.17. Kết cấu lắp ghép đuôi én

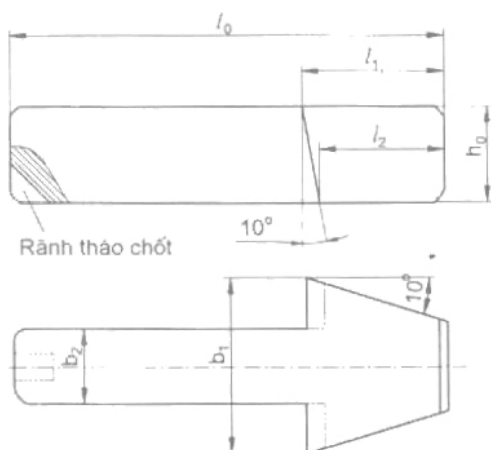


Hình 10.18. Thanh chêm

Con chốt là chi tiết để định vị khuôn với đuôi é n khi lắp, chống di chuyển dọc của khuôn trên rãnh đuôi é n (hình 10.19).

Kết cấu con chốt gồm hai phần: phần thẳng lắp vào hốc (rãnh) trên đuôi é n; phần côn lắp vào hốc (rãnh) trên đế khuôn nhằm để tháo, lắp.

c) Hình dáng, kết cấu, kích thước khối khuôn



Hình 10.19. Con chốt

Khi thiết kế khối khuôn, cần chú ý những nội dung chính sau:

- Hình dáng, kết cấu khối khuôn có dạng hình khối chữ nhật.
- Tùy thuộc số lượng lòng khuôn trên khối khuôn để thiết kế chọn theo tiêu chuẩn kích thước khối khuôn như sau:

$$(\text{cao} \times \text{rộng} \times \text{dài}) = (200 \times 225 \times 275) - (400 \times 500 \times 650) \text{ mm.}$$

- Diện tích *mặt gương* (f, cm^2) là diện tích tiếp xúc thực tế giữa hai mặt phân khuôn với nhau (là hiệu diện tích mặt phân khuôn lý thuyết và diện tích hình chiếu lòng khuôn trên mặt phân khuôn này). Diện tích mặt gương phải đủ lớn để bảo đảm độ bền, độ cứng vững cho khuôn khi dập. Có thể xác định diện tích mặt gương f theo khối lượng phần rơi của búa như sau:

Khi khối lượng (m , tấn) của búa: $m < 2$ thì $f = 250 \text{ cm}^2/1 \text{ tấn}$.

Khi khối lượng của búa: $m > 2$ thì $f = 300 \text{ cm}^2/1 \text{ tấn}$.

- Để tiết kiệm và tăng tuổi thọ cho khối khuôn, chiều cao khối khuôn cần thiết kế lượng dự trữ đủ để gia công sửa lại lòng khuôn và mặt gương khoảng 03 lần. Mỗi lần gia công sửa lại (trên máy phay hoặc máy bào), tổng chiều sâu lớp cắt gọt sửa chữa khoảng $(10 - 25) \text{ mm}$.

Tuy nhiên, nếu lượng dự trữ sửa lại khuôn quá lớn, khi dũa sẽ ảnh hưởng đến chiều dài hành trình kẹp của búa, dẫn đến giảm năng suất gia công.

– Chọn *mặt kiểm tra* trên khối khuôn. Mặt kiểm tra là mặt lấy làm chuẩn (mặt phẳng) để kiểm tra và xác định các kích thước của các yếu tố của lòng khuôn; kiểm tra sự ăn khớp của bộ khuôn khi lắp và quá trình làm việc của khuôn.

Vị trí mặt kiểm tra được chọn tại hai mặt bên liên tiếp nhau của khối khuôn, vuông góc với nhau và vuông góc với mặt phân khuôn.

Kích thước mỗi chiều của mặt kiểm tra: (50 ÷ 70) mm, sâu 5 mm. Yêu cầu độ nhám bề mặt $Ra = (0,16 \div 0,63) \mu m$.

d) *Bố trí lòng khuôn trong khối khuôn*

Khi bố trí lòng khuôn trong khối khuôn, cần đảm bảo các yêu cầu sau:

– Trên khối khuôn phải đánh dấu: chiều trục thời thép (phôi), hướng thớ kim loại và mác thép.

– Bố trí lòng khuôn trên khối khuôn sao cho chiều ứng suất kéo lớn nhất nằm dọc theo thớ kim loại.

Đối với khuôn có một lòng khuôn, bố trí trục trung tâm lòng khuôn trùng với trục trung tâm khối khuôn.

– Đối với khuôn có nhiều lòng khuôn, bố trí các lòng khuôn đối xứng nhau sao cho trọng tâm lực tác dụng trùng với trọng tâm khối khuôn để tăng độ chính xác và tuổi thọ cho khuôn.

– Bố trí các lòng khuôn sao cho diện tích tiết diện mặt gương là nhỏ nhất mà khuôn vẫn đủ bền, đủ độ cứng vững.

– Đối với vật dập có kết cấu phức tạp, khó xác định trục trung tâm thì lấy trục trung tâm áp lực (đường thẳng đi qua đường tác dụng lực tổng hợp) trùng với trục trung tâm diện tích hình chiếu vật dập trên mặt phân khuôn.

– Lòng khuôn tinh bố trí ở giữa hoặc gần trục trung tâm mặt gương.

– Lòng khuôn thô và tinh bố trí lệch nhau theo tỷ lệ cân bằng lực và mômen.

e) *Vật liệu khuôn*

Trong điều kiện khuôn làm việc ở nhiệt độ cao, áp suất lớn, ma sát lớn, nên vật liệu làm khuôn dập phải chọn sao cho bảo đảm đủ độ bền, chịu nhiệt tốt, chịu mài mòn tốt. Tùy theo khối lượng búa, vật liệu khuôn có thể chọn một trong các loại thép và yêu cầu độ cứng sau:

– Với búa nhẹ (dưới 100 kg), chọn một trong các loại thép: 5CrNiMo, 5CrNiCoW,... Yêu cầu độ cứng (388 ÷ 444)HB.

– Với búa trung bình (trên 100 đến dưới 500 kg), chọn một trong các loại thép: 5CrNiMo, 5CrCoW,... Yêu cầu độ cứng (353 ÷ 387)HB.

– Với búa nặng (từ 500 đến trên 1000 kg), chọn một trong các loại thép: 5CrNiMo, 5CrNiW,... Yêu cầu độ cứng (293 ÷ 321)HB.

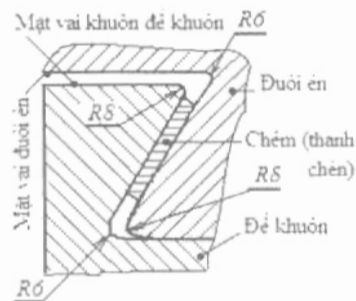
10.5.2. Nguyên nhân gây hỏng khuôn, hỏng máy, phế phẩm

Trong quá trình dập, sản phẩm không đạt yêu cầu do nhiều nguyên nhân. Những nguyên nhân cơ bản gồm có:

– Lệch khuôn, là hiện tượng hai khuôn lệch nhau so với vị trí thiết kế ban đầu. Lệch khuôn gây phế phẩm. Nguyên nhân do tải trọng va đập làm thanh chêm, con chốt long ra (bị lỏng), làm xuất hiện các thành-phần lệch ngang, đẩy các nửa khuôn lệch nhau.

– Lực tác dụng lệch so với trục trung tâm khối khuôn, là do bố trí lòng khuôn hoặc nhiều lòng khuôn trong khối khuôn không đều, làm khuôn bị uốn, dẫn hướng bị lệch, hờ, làm mòn, thậm chí vỡ khuôn,... Vì vậy cần phải bố trí lòng khuôn hoặc nhiều lòng khuôn đối xứng trong khối khuôn.

– Lún khuôn, là hiện tượng mặt vai đuôi én tiếp xúc với mặt vai đế khuôn khi hệ thống khối khuôn, búa (đuôi én) bị biến dạng đàn hồi bởi lực đập. Khi đó, nếu tải trọng tác dụng phân bố trong lòng khuôn và khối khuôn không đều, sẽ nên gây ra uốn, vỡ khuôn (hình 10.20).



Hình 10.20. Đuôi én và đế khuôn

– Khuôn thấp là hiện tượng khuôn mòn, sau nhiều lần sửa chữa (mỗi lần sửa chữa, lớp kim loại bị cắt bỏ khoảng (10 ÷ 25) mm/lớp). Việc sửa chữa nhiều lần làm chiều cao khuôn giảm. Nếu chiều cao khuôn giảm quá giá trị cho phép thì mỗi khi pit tông đầu búa đi xuống quá thấp, sẽ chạm mặt bích của xilanh đầu búa, làm cho hành trình nhát dập bị với (non, thiếu), gây vỡ khuôn, hỏng máy.

10.6. LỰA CHỌN THIẾT BỊ DẬP

Thiết bị sử dụng để dập thể tích thường là các loại máy có công suất lớn, độ chính xác cao, độ cứng vững cao, làm việc êm,... Một số thiết bị hay được sử dụng là: máy búa hơi, máy dập trục khuỷu, máy ép ma sát trục vít, máy rèn ngang, máy ép thủy lực.

Cơ sở để lựa chọn thiết bị dập cần dựa vào những yếu tố sau:

- Hình dạng, kết cấu (mức độ đơn giản hay phức tạp), kích thước và khối lượng (mức độ lớn hay nhỏ) của vật dập.
- Các yêu cầu về chất lượng (độ chính xác, độ nhám bề mặt, cơ tính).
- Sản lượng sản phẩm yêu cầu.
- Khối lượng phần rơi của đầu búa.

Dưới đây giới thiệu cách tính khối lượng phần rơi của đầu búa, các nội dung còn lại đã được trình bày trong các mục của chương này.

Khối lượng phần rơi m (kg) của đầu búa sẽ quyết định đến cường độ áp lực biến dạng riêng p (kg/mm^2) tác dụng lên vật dập, do đó làm vật dập biến dạng dẻo nhiều hay ít (triệt để hay không triệt để) là phụ thuộc vào cường độ của p . Vì vậy, khối lượng m được tính chủ yếu dựa vào diện tích tiết diện vật dập. Theo công thức thực nghiệm, ta có:

$$\text{Với búa kép: } m = 4.F \quad (10.20)$$

$$\text{Với búa đơn: } m = 6.F \quad (10.21)$$

F – diện tích tiết diện vật dập kể cả bavia chiều trên mặt phân khuôn, cm^2 .

Chương 11

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO SẢN PHẨM BẰNG CÔNG NGHỆ BIẾN DẠNG TẮM

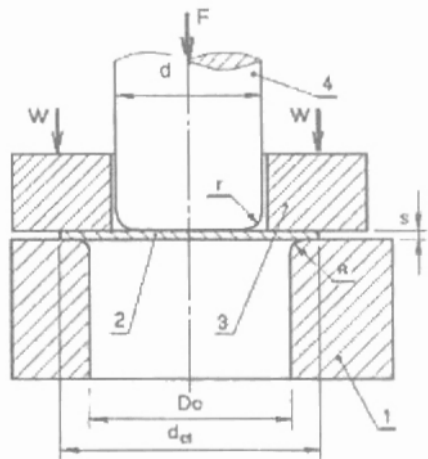
11.1. ĐỊNH NGHĨA, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHÂN LOẠI

11.1.1. Định nghĩa

Biến dạng tằm hay còn gọi là dập tằm – là phương pháp GCAL chế tạo sản phẩm từ phôi ở dạng tằm. Chiều dày tằm thông thường ≤ 20 mm.

Dập tằm có thể được thực hiện ở trạng thái nóng hoặc nguội, song chủ yếu thực hiện ở trạng thái nguội, nên còn gọi là dập nguội, khi đó chiều dày phôi ≤ 10 mm.

Hình 11.1 mô tả nguyên lý kết cấu công nghệ dập tằm gồm: 1. cối (đường kính D_o , bán kính mép vành khuôn R); 2. phôi hoặc chi tiết (đường kính d_{ct} , dày S); 3. miếng chặn phôi; 4. chày dập (đường kính d); F – lực dập; W – lực chặn phôi.



Hình 11.1. Nguyên lý kết cấu dập tằm

11.1.2. Đặc điểm

Dập tằm có những đặc điểm sau:

– Độ nhẵn bề mặt, độ chính xác đạt được tương đối cao. Khả năng lắp lẫn dễ dàng.

– Phôi chủ yếu là thép cacbon thấp, thép hợp kim thấp, kim loại và hợp kim màu.

– Độ dày tấm (δ , mm) phổ biến nhất là $\delta \leq 3$, sau đến là $3 < \delta \leq 6$ và ít thông dụng hơn là $6 < \delta \leq 10$. Đặc biệt, trong công nghiệp đóng tàu thủy, độ dày tấm có thể đạt tới vài chục mm, khi đó công việc chuẩn bị phôi ban đầu được thực hiện trên các thiết bị cắt bằng hỗn hợp khí cháy và ôxy, sau đó phôi được gia công trên các máy ép thủy lực cỡ lớn.

- Quy mô sản xuất thường từ hàng loạt vừa trở lên, năng suất cao.
- Có khả năng cơ khí hoá, tự động hóa để tăng năng suất, chất lượng.

11.1.3. Phân loại và ứng dụng

Việc phân loại trong dập tấm có thể dựa vào những tiêu chí khác nhau. Dưới đây giới thiệu việc phân loại theo một số tiêu chí sau:

Phân loại theo các nguyên công cơ bản trong dập tấm:

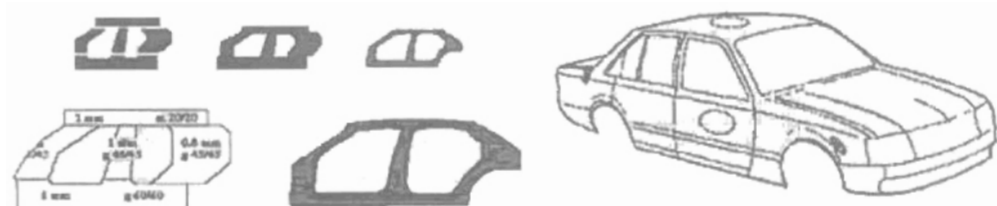
Trong dập tấm, các nguyên công cơ bản gồm có:

- Các nguyên công chuẩn bị phôi (gồm nguyên công: cắt phôi, dập cắt, đột lỗ).
- Các nguyên công gia công biến dạng tạo hình (gồm nguyên công: uốn, dập sâu, uốn vành, tóp miệng).

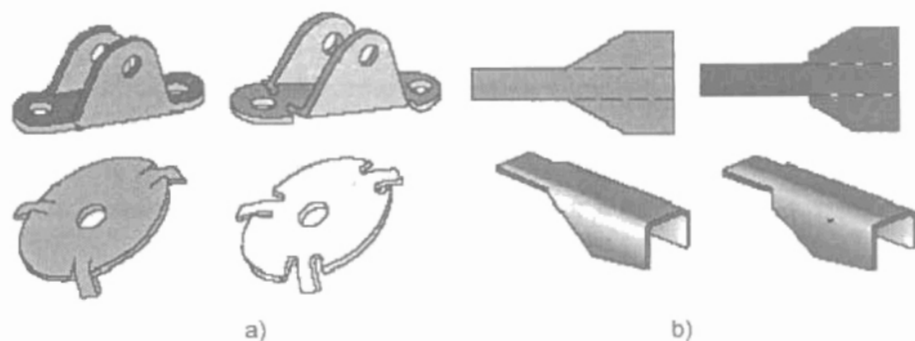
Phân loại theo công dụng của sản phẩm:

Việc phân loại theo tiêu chí này cho thấy công dụng của sản phẩm dập tấm tập trung vào một số nhóm sau:

- Nhóm các sản phẩm làm vỏ che chắn: vỏ xe máy, khung, vỏ ô tô (hình 11.2), vỏ tàu sông nước (xuồng, ca nô, tàu thủy), vỏ máy bay, vỏ các thiết bị, máy móc công nghiệp, vỏ các đồ dùng, thiết bị dân dụng, ...
- Nhóm các sản phẩm làm đệm phòng lòn như hình 11.3a.
- Nhóm các sản phẩm làm giá gá, tấm gá, tấm đệm kết cấu gân chịu lực (hình 11.3b).
- Nhóm các sản phẩm làm thùng, hộp, cốc, khay chứa, đựng, ví dụ: vỏ các loại đầu đạn, các loại hộp, lon bia (hình 11.4), rượu, ...
- Nhóm các sản phẩm loại mặt bích, các loại nắp đậy thùng chứa xăng dầu, hóa chất, hộp đựng dược phẩm, thực phẩm, ...
- Nhóm các sản phẩm tấm mỏng làm lõi biến áp, rô to, stato cho các loại động cơ quạt, động cơ điện, ...



Hình 11.2. Sản phẩm vỏ ô tô từ dập tấm



Hình 11.3. Một số sản phẩm dập tấm

Ứng dụng – Dập tấm được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp, đặc biệt trong công nghiệp chế tạo xe máy, ô tô. Tỷ lệ các chi tiết máy gia công bằng dập tấm chiếm (65 ÷ 95)%, thiết bị điện (65 ÷ 95)%, đồ dân dụng (95 ÷ 98)%, máy bay, tàu thủy,...; chế tạo các chi tiết vỏ che chắn, nắp đậy; các chi tiết gân chịu lực; các chi tiết dạng thùng, hộp, cốc, khay chứa, đưng; các loại mặt bích.



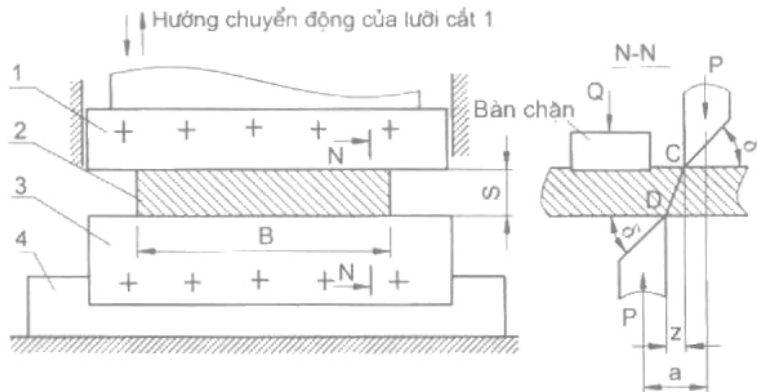
Hình 11.4. Vỏ lon bia từ dập tấm

11.2. CÁC NGUYÊN CÔNG CƠ BẢN CỦA CÔNG NGHỆ BIẾN DẠNG TẤM

11.2.1. Các nguyên công chuẩn bị phôi

a) Nguyên công cắt phôi

Nguyên công cắt phôi là nguyên công chuẩn bị phôi, chia phôi thành dài, tấm hoặc mảnh nhỏ hơn theo một đường cắt hờ hoặc kín (thẳng, gấp khúc hoặc cong).

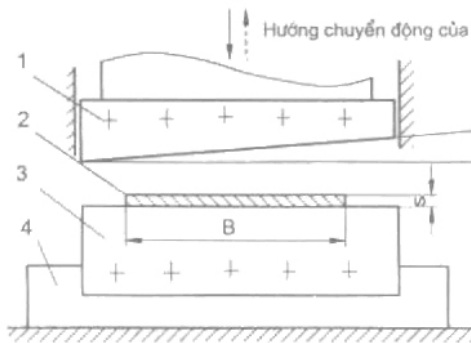


Hình 11.5. Máy cắt lưới song song và quá trình cắt tạo phôi

1; 3. Lưới cắt song song; 2. Phôi (dày s , rộng B); 4. Bàn gá lưới cắt cố định 3.

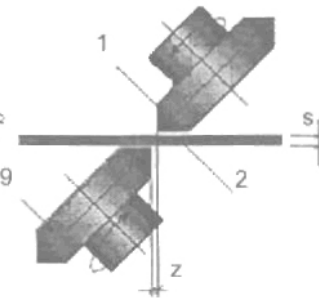
Khi cắt, đầu tiên phôi biến dạng đàn hồi, lực tăng làm phôi biến dạng dẻo, sau đó xuất hiện các vết nứt theo hướng cắt và tách rời tấm phôi. Yếu tố quan trọng là khe hở z giữa hai điểm đặt lực C, D (hình 11.5).

Để tạo phôi từ những đường cắt hờ, có thể thực hiện trên một số máy cắt phôi có các dạng lưới cắt song song (hình 11.5) hay lưới cắt nghiêng (hình 11.6), chỉ khác lưới cắt 1 nghiêng một góc α so với lưới 3.



Hình 11.6. Máy cắt có lưới cắt nghiêng

1. Lưới cắt nghiêng; 2. Phôi (dày s , rộng B);
3. Lưới cắt cố định; 4. Bàn gá lưới cắt cố định 3.



Hình 11.7. Máy cắt lưới cắt dạng đĩa

1. Các dao dạng đĩa; 2. Phôi tấm dày s ;
 z là khe hở giữa hai lưới cắt.

Ngoài ra, còn loại máy cắt lưới dạng đĩa (hình 11.7). Loại này cắt được phôi tấm có độ dài bất kỳ. Lúc đầu tấm phôi lớn ở dạng cuộn.

Đặc điểm các máy cắt phôi và tính toán lực cắt

– *Máy cắt có lưỡi dao song song* – lưỡi dao dưới cố định, lưỡi dao trên chuyển động tịnh tiến lên, xuống. Toàn bộ chiều rộng của tấm cần cắt sẽ được cắt đồng thời khi lưỡi cắt đi xuống. Máy cắt này có những đặc điểm sau:

- + Mặt phẳng cắt đẹp, hành trình nhỏ, thời gian ngắn.
- + Có thể cắt chiều rộng đạt tới khoảng 3200mm, chiều dày cắt đến 60mm.
- + Chi cắt được đường thẳng với chiều rộng nhỏ hơn chiều dài của lưỡi dao ($B < L$).

+ Lực cắt lớn; đường tác dụng lực cắt trên hai lưỡi cắt không nằm trên một đường thẳng có khoảng cách z và a), do đó tạo mômen lực làm phôi quay đi một góc $\varphi = 10^0 \div 20^0$, tăng lượng khe hở z sẽ giảm chất lượng mép cắt. Để tránh hiện tượng này có thể dùng lực chặn Q chống lại mômen lật và tạo góc sau δ của dao (hình 11.5).

Lực cắt P_c (N) được tính như sau:

$$P_c = B.K.\tau.s \quad (11.1)$$

Trong đó:

B – chiều rộng phôi được cắt, mm.

s – chiều dày phôi được cắt, mm.

K – hệ số kể đến ảnh hưởng của tình trạng dao, vật liệu phôi và khe hở z , thường lấy $K = 1,3$.

τ_c – ứng suất cắt cho phép, $\tau_c = (0,8 \div 0,86)\sigma_b$; σ_b – giới hạn bền của vật liệu, N/mm^2 .

– *Máy cắt có lưỡi dao nghiêng* – lưỡi dao dưới cố định, lưỡi dao trên vát nghiêng một góc $\alpha = 2^0 \div 6^0$; chuyển động xuống cắt tuần tự theo từng điểm. Những đặc điểm chính của máy như sau:

- + Lực cắt nhỏ do cắt từng điểm, công suất máy không lớn.
- + Có thể cắt chiều dài bất kỳ và hình dạng tùy ý.
- + Hành trình chuyển động cắt lớn.
- + Bề mặt mép cắt không phẳng, tấm cắt bị biến dạng.

Để giảm lực cắt và hạn chế lật phôi, lưỡi cắt được tạo góc trước $\gamma = 5^{\circ} + 15^{\circ}$ và góc sau $\varphi = 5^{\circ} + 30^{\circ}$.

Lực cắt P_c (N) có thể tính như sau:

$$P_c = K \cdot \lambda \cdot S^2 \cdot \tau_c / \operatorname{tg} \alpha \quad (11.2)$$

Trong đó:

K , S và τ_c – xác định như trên.

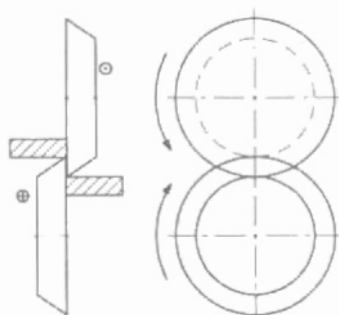
λ – hệ số vật liệu, thường chọn $\lambda = 0,5$.

α – góc nghiêng lưỡi dao, $^{\circ}$ (độ).

Ví dụ: Cắt thép tấm rộng $B = 1000$ mm, chiều dày $S = 2$ mm, $\tau_c = 400 \text{ N/mm}^2$, $\lambda = 0,5$, $\alpha = 2^{\circ}$. Lực cắt tính được trong trường hợp máy cắt có lưỡi dao song song là $P_{\text{css}} = 1.040.000$ N. Còn trên máy cắt có lưỡi dao nghiêng thì $P_{\text{cng}} = 29.900$ N. Như vậy lực cắt ở trường hợp sau giảm đi gần 35 lần.

– Máy cắt có lưỡi dao dạng đĩa – dao cắt là hai đĩa quay ngược chiều nhau. Máy có những đặc điểm chính sau:

- + Lưỡi dao hình đĩa (hình 11.7 và 11.8).
- + Tương tự như lưỡi dao nghiêng (cắt tuần tự từng điểm một), quá trình cắt liên tục, chiều dài không hạn chế.



Hình 11.8. Lưỡi dao hình đĩa

- + Chỉ cắt được đường thẳng.

– Không tốn thời gian cho hành trình chạy không, năng suất cao.

Lực cắt P có thể tính như sau:

$$P = \frac{K \cdot S^2 \cdot \tau_c}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (11.3)$$

Khi $S > 10$ mm, $K = 1,2$.

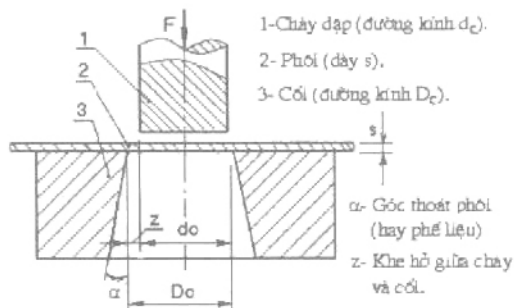
Khi $S < 3$ mm, $K = 1,8$.

b) Nguyên công dập cắt, đột lỗ

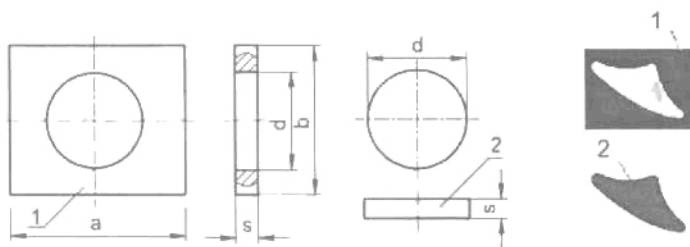
Dập cắt và đột lỗ – là những nguyên công được thực hiện bởi bộ khuôn dập cắt hay đột lỗ.

Khuôn dập vừa là dụng cụ cắt (đột), vừa là dụng cụ truyền lực.

Để tạo phôi mảnh rời, người ta sử dụng bộ khuôn dập cắt; còn tạo phôi có lỗ, thì dùng bộ khuôn đột lỗ. Về bản chất, quá trình dập cắt và đột lỗ giống nhau, chỉ khác mục đích sử dụng. Hình 11.9 là nguyên lý kết cấu bộ khuôn dập cắt (đột lỗ).



Hình 11.9. Nguyên lý kết cấu bộ khuôn dập cắt, đột lỗ



Hình 11.10. Sản phẩm đột lỗ và dập cắt

Hình 11.10 giới thiệu sản phẩm đột lỗ (1) và dập cắt (2).

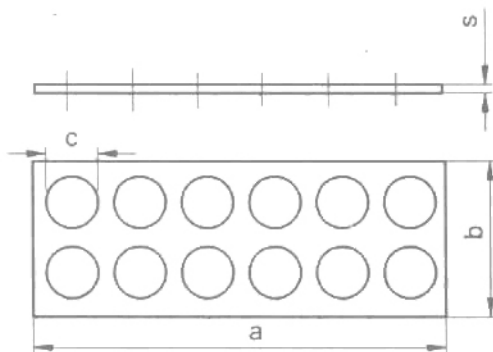
Bố trí nguyên vật liệu khi dập cắt, đột lỗ: Việc bố trí, sắp xếp vật dập trên từng dải hay mảnh phôi hợp lý sẽ tiết kiệm đáng kể nguyên vật liệu (hình 11.11).

F_0 là tổng diện tích các vật dập bố trí trên dải hay mảnh phôi, mm^2 .

$$F_0 = \frac{\pi c^2}{4} n$$

n là số lỗ.

F là diện tích dải hay tấm phôi, mm^2 : $F = a.b$



Hình 11.11. Bố trí dải phôi

Để đánh giá hiệu quả sử dụng phôi, hạ giá thành sản phẩm, người ta đưa ra hệ số sử dụng nguyên vật liệu η như sau:

$$\eta = (F_0 / F) \cdot 100\% = (n \cdot f / F) \cdot 100\% \quad (11.4)$$

Trong đó:

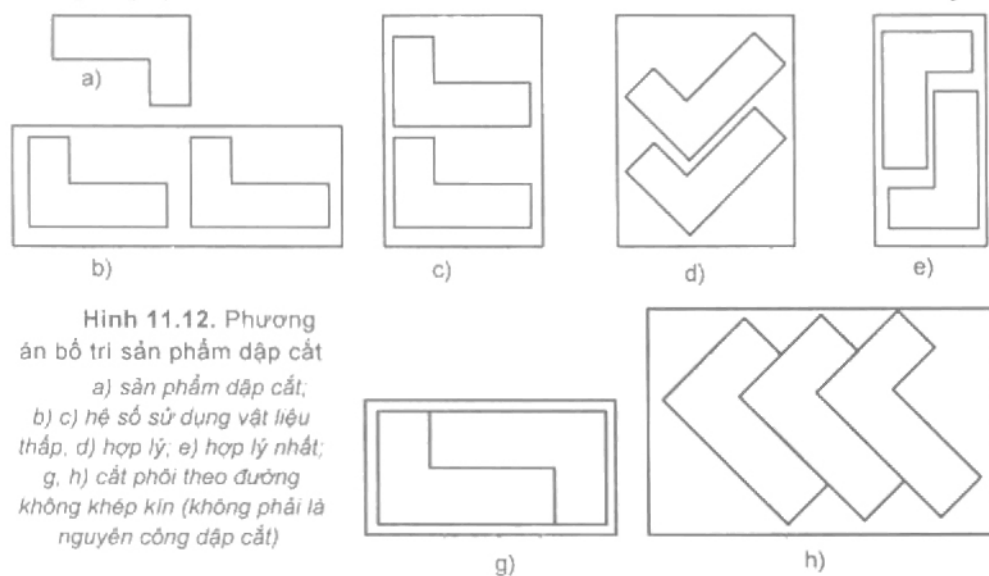
η – hệ số sử dụng vật liệu tính theo %, đánh giá mức độ sử dụng vật liệu.

N – số lượng phôi cắt trên tấm phôi có diện tích F (mm^2).

F_0 – tổng diện tích tiết diện n phôi cắt trên tấm phôi diện tích F (mm^2).

F – diện tích một tấm phôi được cắt ra (mm^2).

Hình 11.12 cho thấy một số phương án bố trí, sắp xếp phôi hợp lý và không hợp lý.



Hình 11.12. Phương án bố trí sản phẩm dập cắt

a) sản phẩm dập cắt;
b) c) hệ số sử dụng vật liệu thấp; d) hợp lý; e) hợp lý nhất;
g, h) cắt phôi theo đường không khép kín (không phải là nguyên công dập cắt)

Chỗ tiếp giáp giữa hai cạnh phải có bán kính góc lượn để cắt và tăng độ bền cho chày và cối.

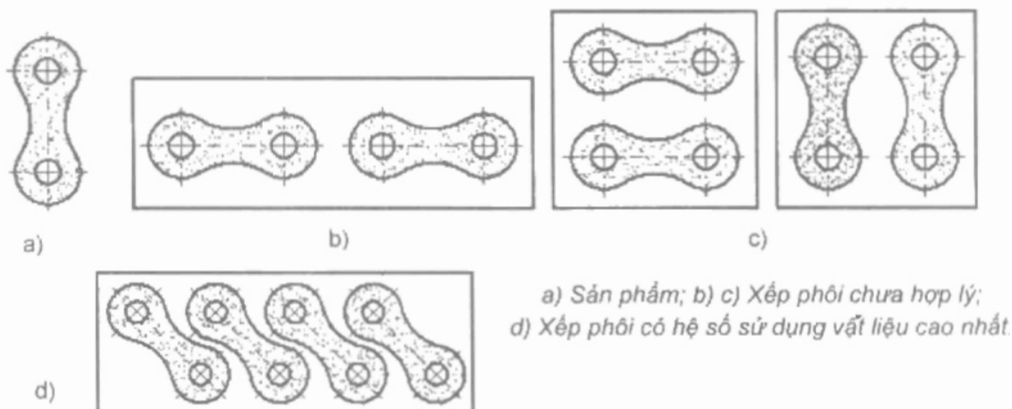
Ví dụ: Để cắt phôi chữ L (hình 11.12a), có thể thực hiện như hình 11.12b, c, nhưng hình 11.12d tốt hơn, còn xếp phôi như hình 11.12e có hệ số sử dụng cao nhất.

Bố trí phôi trên hình 11.12g và 11.12h không phải là nguyên công cắt phôi vì đường cắt không khép kín.

Để chế tạo mắt xích (hình 11.13a) cần hai nguyên công: cắt phôi để tạo hình chữ nhật bên ngoài và đột lỗ để tạo hai lỗ (nhưng nếu sản phẩm là mắt

xích thì lúc này gọi là dập cắt). Có thể thực hiện đồng thời cả hai nguyên công này.

Xếp phôi như hình 11.13b và hình 11.13c là lãng phí vật liệu, như hình 11.13d có hệ số sử dụng vật liệu cao nhất.



Hình 11.13. Phương án xếp phôi chế tạo mắt xích

Đặc điểm của dập cắt, đột lỗ:

– Đường cắt là đường cong kín, được cắt đồng thời trên toàn bộ chu vi. Mặt phẳng chứa đường cắt phẳng, đẹp.

– Hành trình cắt nhỏ; cắt được đường cắt phức tạp nhưng lực cắt lớn.

– Chất lượng phôi cắt phụ thuộc vào khe hở z giữa chày và cối.

– Nếu sản phẩm là miếng kim loại chui qua cối, ta có nguyên công dập cắt, ngược lại, sản phẩm là lỗ còn lại, ta có nguyên công đột lỗ.

– Thông thường, chiều dày sản phẩm đạt được từ dưới 10 mm, có những trường hợp có thể đạt được lớn hơn, thậm chí đạt được (30 ÷ 40) mm khi đột cắt trên các máy đột cắt thủy lực.

– Vật liệu làm khuôn (chày và cối) là thép hợp kim dụng cụ.

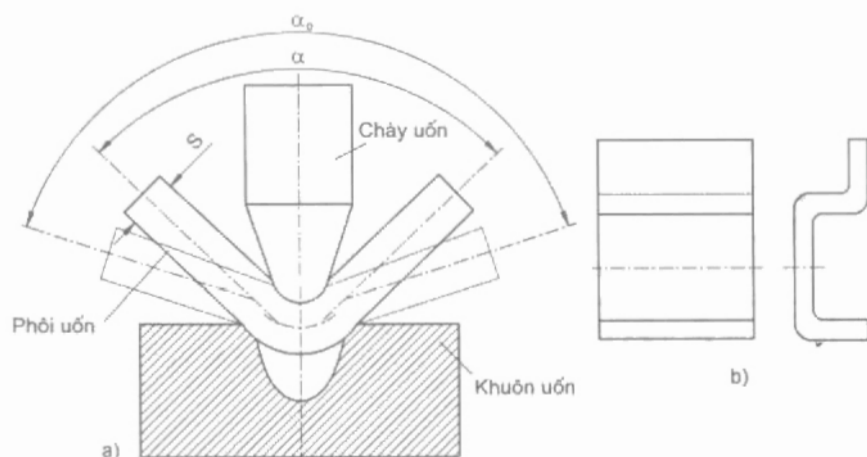
11.2.2. Các nguyên công biến dạng tạo hình

Gia công biến dạng tạo hình có nhiều nguyên công, dưới đây trình bày một số nguyên công chủ yếu.

a) Nguyên công uốn

Uốn là nguyên công làm thay đổi hướng thờ và hướng đường trục của phôi bằng bộ khuôn uốn. Biến dạng dẻo xảy ra ở một phần hay toàn bộ phôi và được thực hiện trên những tấm phôi không có lỗ hay có lỗ. Mặt trong của

phôi (tiếp xúc với chày) chịu ứng suất nén, bề mặt phôi bị nhẵn, mặt ngoài (tiếp xúc với cối) chịu ứng suất kéo bề mặt phôi bị nứt, ở giữa là lớp trung hòa (hình 11.14).



Hình 11.4. Nguyên công uốn
a) Sơ đồ uốn; b) Sản phẩm uốn.

Vì gia công nguội nên ứng suất dư tăng, biến dạng tăng làm tăng nhiệt độ, kích thước hạt lớn làm giảm độ bền.

Bán kính uốn nhỏ nhất (r_{\min}) quyết định bán kính chày (tỷ lệ nghịch với biến dạng tỷ đối ϵ), phụ thuộc vật liệu, chiều dày, phương thức uốn. Có thể tính r_{\min} :

$$r_{\min} = K.S \quad (11.5)$$

Trong đó:

K – hệ số sử dụng vật liệu.

Ví dụ, đối với thép CT31, khi uốn vuông góc với thớ, lấy $K = 0,1$; khi uốn song song với thớ, lấy $K = 0,5$.

S – chiều dày tấm, mm.

Góc đàn hồi β : biến dạng dẻo kèm theo biến dạng đàn hồi nên sau khi uốn, sản phẩm sẽ trở lại một phần bằng góc đàn hồi $\beta = \alpha - \alpha_0$ (hình 11.14). Góc đàn hồi β phụ thuộc vào góc uốn yêu cầu α_0 , góc uốn thực tế α , bán kính góc lượn r và bán kính chày r_{ch} . Góc lượn β được xác định:

$$\beta = (180 - \alpha) \left(\frac{r}{r_{ch}} - 1 \right) \quad (11.6)$$

Lực uốn phụ thuộc hình dạng sản phẩm, vật liệu, chiều dày và chiều rộng phôi, có thể xác định lực uốn P (N) như sau:

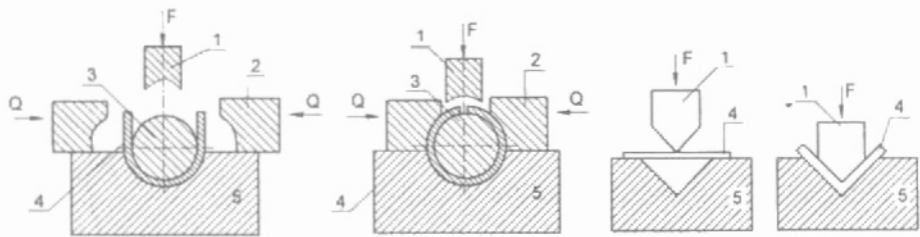
$$P = 0,7 \frac{B.S^2.\sigma_b}{r + S} \quad (11.7)$$

Trong đó:

B – chiều rộng phôi, S – chiều dày phôi, r – bán kính uốn, mm.

σ_b – giới hạn bền, N/mm².

Hình 11.14b, 11.15 giới thiệu một số dạng sản phẩm uốn điển hình.



Hình 11.15. Một số dạng sản phẩm uốn

1. Chày uốn đứng; 2. Chày uốn ngang; 3. Cốt; 4. Phôi (bán thành phẩm); 5. Khuôn.

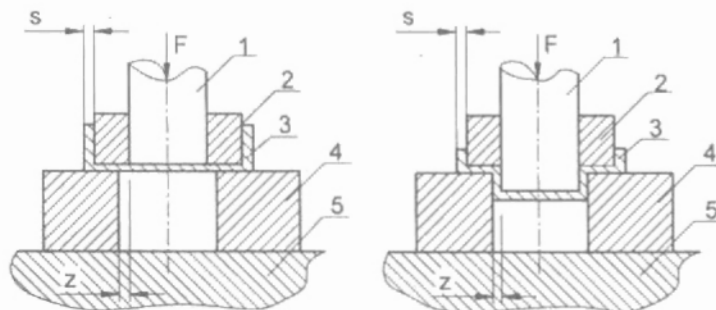
b) Nguyên công dập vuốt

Dập vuốt là phương pháp dập tấm tạo ra sản phẩm dạng ống, cốc thông hoặc không thông, chiều dày từ (0,02 ÷ 50) mm, kích thước ống từ (Ø0,1 ÷ Ø10.000) mm, khối lượng đến 5 tấn. Có hai phương pháp: dập vuốt không làm mỏng thành và dập vuốt có làm mỏng thành.

Dập vuốt không làm mỏng thành là phương pháp dập mà chiều dày S vật dập xấp xỉ bằng chiều dày phôi (S) ban đầu hay chiều dày vật dập S bằng khe hở z giữa chày 1 và khuôn 4 (hình 11.16).

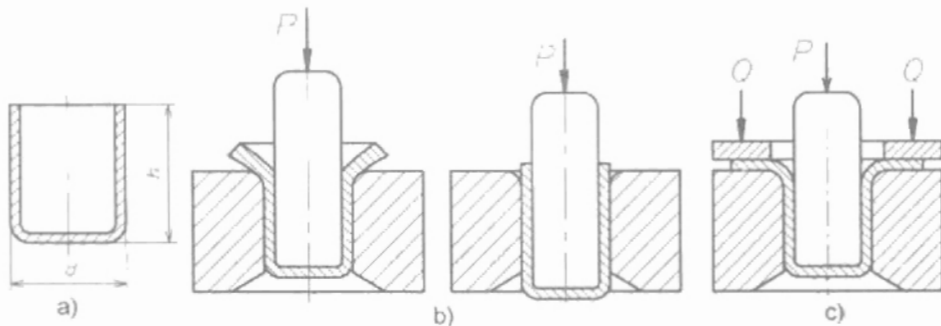
Bước 1. Gá phôi

Bước 2. Dập tạo sản phẩm



Hình 11.16. Nguyên lý dập vuốt không làm mỏng thành S = z

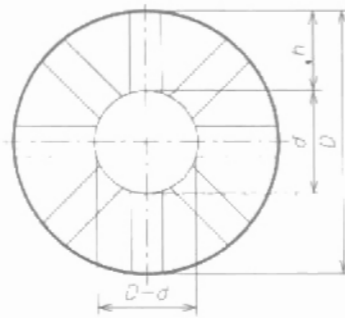
1. Chày dập; 2. Vành chặn và dẫn hướng; 3. Phôi; 4. Khuôn; 5. Bàn gá lắp khuôn.



Hình 11.17. Dập vuốt (dập sâu) không làm mỏng thành

Hình 11.17b giới thiệu nguyên lý dập vuốt không làm mỏng thành cho chi tiết ống ở hình 11.17a.

Hình 11.17d khai triển sản phẩm ống (hình trụ, đường kính d chiều cao h) ra phôi tấm hình tròn (đường kính D), chiều dày S .



Hình 11.17d. Dập vuốt không làm mỏng thành (tiếp)

Hình 11.17c dùng vòng chặn phôi khi dập (lực chặn Q).

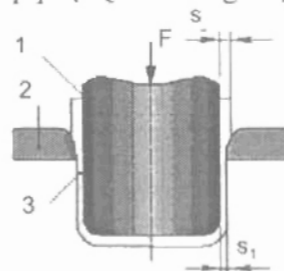
Sản phẩm được tạo thành nhờ chày ép lên phôi vào khuôn (cối), phôi biến dạng. Phần kim loại phôi, nơi chày ép lên, chịu ứng suất kéo hướng kính, chuyển dần thành đường kính đáy d . Phần hình vành khăn ($D - d$), chịu lực kéo theo hướng trục chi tiết và chịu nén theo hướng tiếp tuyến chuyển dần thành đường kính ống d , chiều cao h . Các phần tử càng xa tâm càng bị nén theo hướng tiếp tuyến nhiều và càng gần tâm càng bị kéo theo hướng kính nhiều. Vùng tâm phôi và vùng tiếp xúc với mép chày là vùng dễ bị nứt.

Khe hở Z ảnh hưởng trực tiếp tới chất lượng sản phẩm: Z lớn – tạo hiện tượng lằn xếp, Z nhỏ – phôi không biến dạng mà bị đứt, kẹt.

Để tránh hiện tượng lằn xếp, cân bố trí lực ép phụ Q lên vòng chặn như hình 11.17c.

Hình 11.17e. Nguyên lý dập sâu có làm mỏng thành

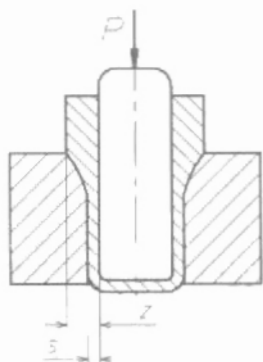
1. Chày dập; 2. Khuôn; 3. Sản phẩm đang hình thành;
- S : Chiều dày phôi; S_1 : Chiều dày sản phẩm.



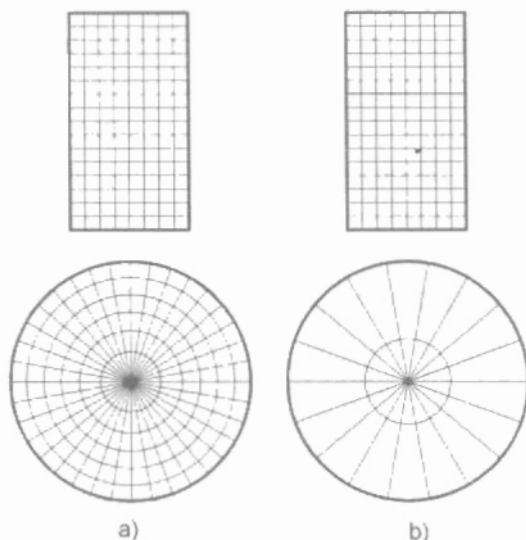
Dập vuốt có làm mỏng thành là phương pháp dập mà chiều dày vật dập S_1 nhỏ hơn chiều dày S phôi ban đầu ($Z = S_1 < S$, hình 11.18, 11.19).

Quá trình biến dạng khi dập vuốt có các đặc điểm sau (hình 11.20):

– Lực P đẩy phôi vào khuôn sinh ứng suất kéo trên thành làm kim loại và bị kéo dài ra theo hướng đường sinh qua khe hở giữa chày và cối. Do ma sát lớn nên lực dập phải đủ lớn. Dập vuốt cưỡng bức không cần lực phụ ở vòng chặn. Để tạo lực dập có thể dùng máy ép đơn, chất lượng vật dập tốt hơn nhưng sau vài lần dập phải ủ vật dập để khử biến cứng.



Hình 11.19. Dập vuốt cưỡng bức (làm mỏng thành)

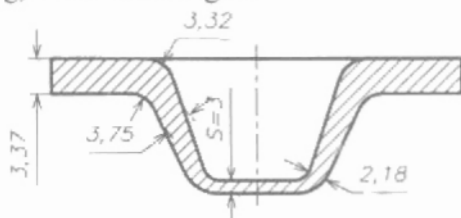


Hình 11.20. Sơ đồ biến dạng khi dập vuốt

– Những điểm nằm trên cùng một vòng tròn cách đều tâm thì mức độ biến dạng của chúng là như nhau (hình 11.20a). Sau biến dạng chúng vẫn nằm trên vòng tròn có đường kính bằng đường kính sản phẩm.

– Các vòng tròn đồng tâm trên phôi khi biến dạng, chuyển thành các vòng tròn bằng nhau, có tâm nằm trên trục phôi, nhưng bán kính không đều nhau, tăng dần từ đáy lên. Như vậy các điểm càng xa tâm, biến dạng càng nhiều. Nói cách khác, các vòng tròn càng lớn, sau biến dạng, cách nhau càng xa.

– Sự thay đổi chiều dày thành trên sản phẩm (hình 11.21) như sau: những điểm nằm trên đường bán kính (chia đều vòng tròn thành những góc bằng nhau, hình 11.20a), sau biến dạng chuyển thành các đường sinh song song và cách đều nhau (hình 11.20b).



Hình 11.21. Sơ đồ biến dạng khi dập vuốt

– Cắt dọc trục phôi sau khi dập xong, sự thay đổi chiều dày thành trên sản phẩm (hình 11.20) như sau:

+ Chiều dày đáy không đổi (bằng chiều dày phôi).

+ Chiều dày góc lượn giảm (có khi đến 30% do bị kéo dãn). Đó cũng là nơi tập trung ứng suất nên nguy hiểm và thường bị phá hủy trước.

+ Càng lên trên miệng chiều dày càng tăng dần lên. Ở mép góc lượn trên chiều dày chi tiết lớn hơn chiều dày phôi (tăng thêm từ 15% ÷ 25%).

– Nguyên nhân dẫn đến sự thay đổi:

+ Bán kính góc lượn của cối càng nhỏ thì kim loại vùng đó biến dạng càng nhiều, chiều dày càng giảm.

+ Khe hở z càng nhỏ, biến dạng càng nhiều, biến mỏng thành càng tăng.

+ Mức độ biến dạng càng tăng thì biến mỏng thành càng nhiều.

+ Bôi trơn tốt sẽ làm giảm biến mỏng thành.

11.3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ KHUÔN DẬP CẮT, ĐỘT LỖ

11.3.1. Yêu cầu chung của bộ khuôn dập tấm

Khuôn dập cắt, đột lỗ là một trong những loại khuôn được xếp vào khuôn dập tấm. Yêu cầu chung của khuôn dập tấm như sau:

– Kết cấu khuôn dập phải có khả năng dễ gia công chế tạo.

– Khuôn phải đạt độ chính xác, độ bền yêu cầu.

– Lắp ghép khuôn trên máy phải dễ dàng tiện lợi.

– Có khả năng thay thế dễ dàng những chi tiết của khuôn khi sửa chữa.

– Chế tạo khuôn kinh tế.

Để tính toán, thiết kế khuôn dập cắt, đột lỗ cần giải quyết một số vấn đề cơ bản sau:

– Tính toán kích thước (đường kính) cối, chày theo yêu cầu thiết kế ban đầu của chi tiết.

– Tính lực dập cắt, đột lỗ.

– Thiết kế kết cấu khuôn dập cắt, đột lỗ, ...

11.3.2. Tính toán kích thước cơ bản của bộ khuôn dập cắt, đột lỗ

Tính toán kích thước (đường kính) cối, chày (xem hình 11.9 và 11.10).

Các số liệu cho ban đầu:

- Chi tiết cần dập cắt (đường kính ngoài), đột lỗ (đường kính trong) có kích thước yêu cầu là: $d \pm \Delta d$, mm.

- Chiều dày S , mm.

- Dung sai xác chế tạo cối là δ_c và dung sai chế tạo chày là δ_{ch} .

Quá trình tính toán:

- Trước hết, xác định khe hở z (mm).

Đối với sản phẩm dập cắt, đột lỗ có tiết diện tròn, khe hở z được tính theo công thức:

$$z = \frac{D_c - d_c}{2} \quad (11.8)$$

Trong đó:

D_c – đường kính của cối; d_c – đường kính của chày, mm.

Trị số khe hở z phụ thuộc chiều dày S . Theo kinh nghiệm, bảng 11.1 giới thiệu các giá trị của z theo S .

Bảng 11.1. Khe hở z xác định theo chiều dày S , mm

Chiều dày S	0,3 + 1	1 + 3	3 + 10
Khe hở z	0,02 + 0,08	0,08 + 0,3	0,3 - 1,8

Trường hợp sản phẩm dập cắt, đột lỗ có tiết diện là hình elíp hay chữ nhật hoặc bất cứ một hình nào khác, khi đó khe hở z lấy theo bảng 6.1 hoặc cũng có thể lấy $z \approx 0,01S$.

Ngoài ra, khe hở z còn phụ thuộc vật liệu phôi. Nếu vật liệu càng cứng thì khe hở z càng lớn và ngược lại.

- Kích thước bộ khuôn

Kích thước chày và cối là những kích thước cơ bản nhất của bộ khuôn. Người ta thường dùng phương pháp chế tạo khuôn phối hợp bằng cách chế tạo chày (hoặc cối) xong lấy đó làm chuẩn để gia công cối (hoặc chày) còn lại.

Đối với nguyên công dập cắt, lấy miếng cắt (sản phẩm) làm chuẩn; khi đó kích thước cối quyết định và được tính trước, sau đó lấy kích thước chuẩn là cối để tính đường kính chày.

+ Đường kính cối được tính:

$$D_c = (d - \Delta d)^{+\delta_c} \quad (11.9)$$

+ Đường kính chày được tính:

$$d_c = (D_c - 2.z)_{-\delta_{ch}} = (d - \Delta d - 2.z)_{-\delta_{ch}} \quad (11.10)$$

Đối với nguyên công đột lỗ, lấy lỗ miếng cắt (sản phẩm) làm chuẩn; khi đó kích thước chày quyết định và được tính trước, sau đó lấy kích thước chuẩn là chày để tính đường kính cối.

+ Đường kính chày được tính:

$$d_c = (d + \Delta d)_{-\delta_{ch}}$$

+ Đường kính cối được tính:

$$D_c = (d_c + 2.z)^{+\delta_c} = (d + \Delta d + 2.z)^{+\delta_c} \quad (11.11)$$

- Tính lực dập cắt $P_c (N)$

$$P_c = K.L.S.\tau_c \quad (11.12)$$

Trong đó:

K – hệ số điều kiện cắt (tình trạng chày và cối, chất lượng phôi: chiều dày không đều, bề mặt không tốt), thường $K = 1,1 \div 1,3$.

L – chiều dài (chu vi) đường cắt, mm.

S và τ_c – xác định như trên (xem biểu thức 11.1).

11.3.3. Kết cấu khuôn dập cắt, đột lỗ

a) Kết cấu khuôn

Khuôn cắt, đột đơn giản không có tâm dẫn hướng (kết cấu trên hình 11.22), gồm các bộ phận sau:

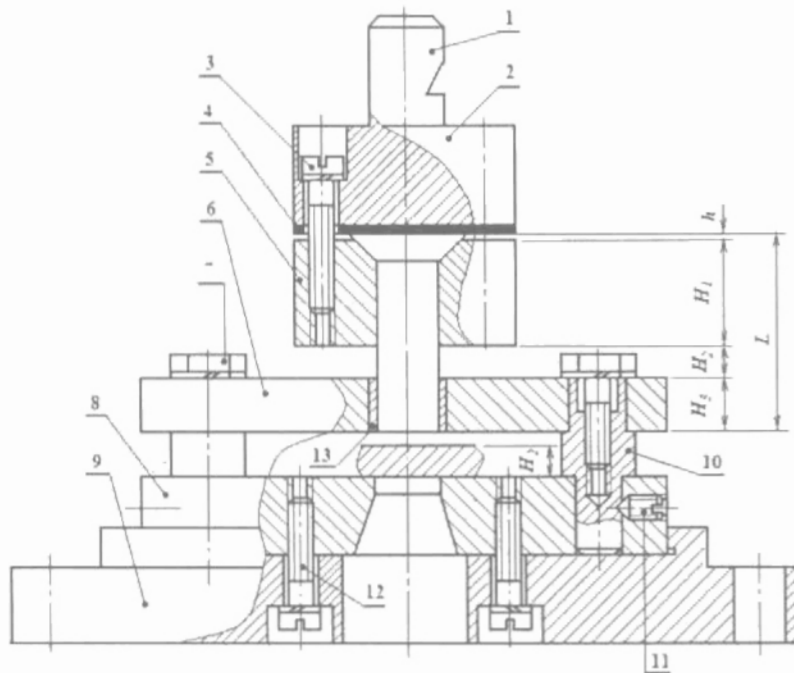
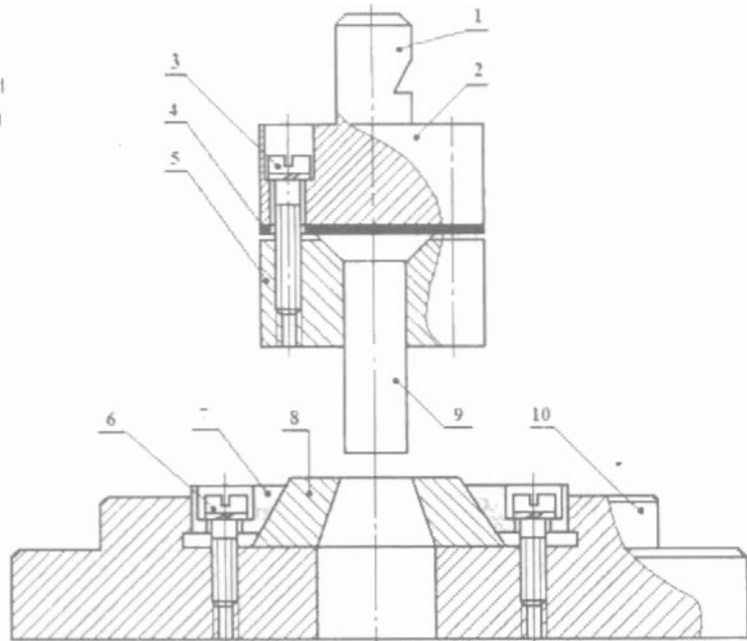
Giá khuôn 10 được lắp trên bàn máy, cán khuôn 1 được lắp chặt vào đầu trượt của máy. Khi lắp cần điều chỉnh vị trí của chày và cối sao cho đảm bảo khe hở chính xác.

Khuôn này dùng để cắt những chi tiết không đòi hỏi độ chính xác cao, hình dạng thô. Kết cấu khuôn đơn giản, chế tạo rẻ tiền nhưng khó điều chỉnh độ đồng tâm giữa chày và cối, khuôn mau mòn.

Khuôn cắt, đột đơn giản có tâm dẫn hướng gồm các bộ phận như trên hình 11.23:

Hình 11.22. Kết cấu khuôn cắt, đột đơn không có tấm dẫn hướng

1. Cán dập;
2. Thân cán dập;
3. Vít kẹp;
4. Tấm căn đệm;
5. Thân gá chày ;
6. Vít kẹp;
7. Vòng ép cối;
8. Cối dập;
9. Chày dập;
10. Giá khuôn



Hình 11.23. Kết cấu khuôn cắt, đột đơn giản có tấm dẫn hướng

1. Cán dập (để lắp vào đầu búa); 2. Thân cán dập; 3. Vít kẹp; 4. Tấm căn đệm;
5. Thân gá chày dập; 6. Tấm dẫn hướng chày; 7. Bulông kẹp tấm dẫn hướng; 8. Cối; 9. Giá gá khuôn dưới (cối); 10. Chốt gá; 11. Vít cố định chốt định vị 10; 12. Vít kẹp giá gá với cối;
13. Bạc dẫn hướng.

b) *Kết cấu chày và cối đột*

Chày đột - có thể ở dạng thẳng hoặc dạng bậc. Lắp ghép giữa chày và đầu con trượt có thể bằng bulông bằng hàn hoặc tán đầu hoặc bằng các ghép nối khác. Chiều dài L của chày xác định trên hình 11.23. Ta có:

$$L = H_2 + H_3 + H_4 + (10 \div 20) \text{ mm} \quad (11.13)$$

H_2 - chiều dày phôi liệu.

H_3 - chiều dày tấm dẫn hướng.

H_4 - chiều dày tấm đỡ chày.

Kiểm nghiệm bền cho chày.

Kiểm nghiệm độ bền nén, điều kiện bền nén:

$$\sigma_{\text{nén}} = \frac{P_{\text{thực}}}{F} < [\sigma_{\text{nén}}] \quad (11.14)$$

$\sigma_{\text{nén}}$ - ứng suất nén chày, N/mm^2 .

$P_{\text{thực}}$ - lực đập thực tế cần thiết, N .

F - diện tích tiết diện nhỏ nhất của chày, mm^2 .

$[\sigma_{\text{nén}}]$ - ứng suất nén cho phép của vật liệu, N/mm^2 .

Ví dụ đối với thép Y7a với HRC = 52 ÷ 56 thì $\sigma_{\text{nén}} = 550 \text{ N/mm}^2$.

Kiểm nghiệm bền uốn, điều kiện bền uốn của chày có tấm dẫn:

$$P_{\text{thực}} \leq \frac{P_{Kp}}{n_{\text{thực tế}}} \quad (11.15)$$

n - hệ số an toàn.

Thông thường hệ số an toàn chọn như sau :

- Thép chưa tôi : $n = 4 \div 5$.

- Thép đã tôi : $n = 2 \div 3$.

P_{Kp} - lực đập tới hạn, tính như sau:

$$P_{Kp} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_{\text{min}}}{l^2} \quad (11.16)$$

Nên:

$$P_{\text{thực}} \leq \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_{\text{min}}}{n \cdot l^2} \quad (11.17)$$

Từ đây ta có:

$$l \leq \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{n \cdot P_{thuc}}} \quad (11.18)$$

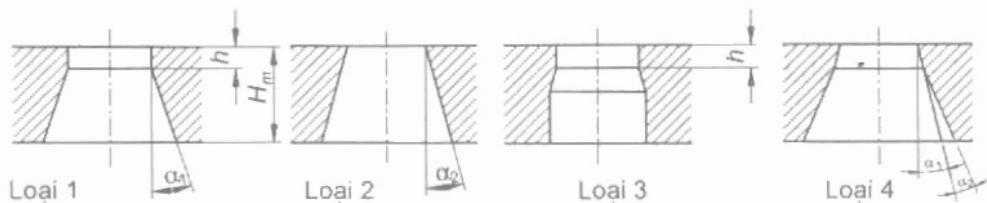
l – chiều dài chày, cm.

E – môđun đàn hồi của vật liệu chày, N/cm².

J_{\min} – mômen quán tính của tiết diện nhỏ nhất của chày, cm⁴.

Sau khi xác định chiều dài chày, tăng thêm 20 ÷ 30 mm để đề phòng mài sửa khuôn và an toàn khi thao tác.

Cối đột – cối làm khuôn đột thường có dạng vuông, với 4 loại sau (hình 11.24):



Hình 11.24. Các dạng khuôn cối đột

Loại 1: Lòng cối có một đoạn đường kính không đổi với chiều dài $h = 3 \div 12$ mm, phần đầu có độ côn α_1 : $\alpha_1 = 3^\circ \div 5^\circ$. Loại này khi mòn được mài sửa vẫn đảm bảo độ chính xác cao. Nhưng có nhược điểm khó lấy vật ra khỏi khuôn, tuổi thọ khuôn kém, chế tạo phức tạp.

Loại 2: Lòng cối hình côn α_2 : $\alpha_2 = 30^\circ \div 1^\circ 30'$. Loại này đơn giản dễ chế tạo. Lực đẩy vật ra khỏi khuôn nhỏ nên giảm mòn cho khuôn. Tuy nhiên, do lòng khuôn hình côn, nên mỗi lần mài sửa, lòng khuôn sẽ rộng thêm. Thường mỗi lần mài khoảng 0,1mm; đường kính lòng khuôn rộng ra 0,0034 mm. Như vậy có thể dùng được với khoảng 8 ÷ 10 lần mài sửa khuôn. Khuôn này dùng cho chi tiết độ chính xác không cao và hình dạng đơn giản.

Loại 3: Cối có hai đoạn hình trụ, loại này gần như loại 1.

Loại 4: Có hai hình côn, thực chất như cối loại 2. Thường thì $\alpha_1 = 3^\circ \div 5^\circ$ và $\alpha_2 = 30^\circ \div 1^\circ 30'$.

Kích thước cối khuôn:

Chiều dày cối (H_m) phụ thuộc vào chiều rộng lớn nhất của chi tiết b :

– Khi $b = 50$ mm thì $H_m = (0,5 \div 0,35)b$.

– $b = 50 \div 100$ mm thì $H_m = (0,35 \div 0,22)b$.

- $b = 100 \div 200$ mm thì $H_m = (0,22 \div 0,18)b$.
- $b > 200$ mm thì $H_m = (0,18 \div 0,12)b$.

Chiều rộng cốt B_m : $B_m = b + (2,5 \div 4)H_m$

Kiểm nghiệm độ bền cốt

Khi làm việc cốt chịu lực uốn lớn, điều kiện để cốt đảm bảo độ bền uốn, với cốt tròn là:

$$\sigma_u = \frac{1,5.P_{thuc}}{H_M^2} \left(1 - \frac{2.r}{r_0} \right) \leq [\sigma_u] \quad (11.19)$$

r – bán kính cốt.

r_0 – bán kính của tấm đệm.

$[\sigma_u]$ – ứng suất uốn cho phép.

Từ đây ta có:

$$H_M = \sqrt{\frac{1,5.P_{thuc}}{[\sigma_u]} \left(1 - \frac{2.r}{r_0} \right)} \quad (11.20)$$

11.4. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ KHUÔN DẬP VUỐT

11.4.1. Đặt vấn đề

Đối với khuôn dập vuốt, các yêu cầu chung khi thiết kế cũng giống như khuôn dập tấm (như đã trình bày ở mục 11.3.1). Ngoài ra, cần giải quyết những vấn đề cơ bản sau:

- Phân tích bản vẽ sản phẩm và quy trình công nghệ để chọn phương án kết cấu hợp lý.
- Xác định các thông số cơ bản của công nghệ dập vuốt.
- Xác định kết cấu khuôn, chọn vật liệu các phần tử khuôn.
- Xác định thông số kỹ thuật của khuôn.
- Vẽ bản vẽ lắp chung và bản vẽ chi tiết.

11.4.2. Những vấn đề cơ bản khi tính toán, thiết kế

a) Phân tích bản vẽ sản phẩm và quy trình công nghệ

Phân tích bản vẽ sản phẩm và quy trình công nghệ là bước quan trọng đầu tiên cần giải quyết khi tính toán, thiết kế khuôn dập sâu. Ở bước này, cần tập trung tìm hiểu, phân tích những điểm sau:

- Chức năng, nhiệm vụ của chi tiết máy được thiết kế ban đầu.

- Hình dáng, kết cấu, kích thước (độ chính xác về kích thước, về hình dáng và về vị trí tương quan) - đã hợp lý chưa? Có cần bổ sung, điều chỉnh hay sửa chữa gì không?

- Vật liệu và những yêu cầu liên quan (độ cứng, độ nhám bề mặt, ...) đã phù hợp chưa.

- Các yêu cầu, chỉ dẫn khác trên bản vẽ có gì đặc biệt liên quan đến quy trình công nghệ dập cũng như các quá trình tính toán, thiết kế tiếp theo.

h) Xác định các thông số cơ bản của công nghệ dập vuốt

Các thông số cơ bản của công nghệ dập vuốt bao gồm: hệ số dập vuốt m , số lần dập vuốt n , lực ép phụ Q , khe hở z và lực dập vuốt P_d .

Hệ số dập vuốt m đánh giá mức độ biến dạng sau mỗi lần dập vuốt, phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu, đường kính chi tiết d và phiôi D :

$$m = d / D \quad (11.21)$$

Thông thường $m = 0,35 \div 0,95$.

Số lần dập vuốt n là thông số cần thiết để đạt được các kích thước của phiôi khi dập. Tùy theo chiều cao h , đường kính chi tiết d , đường kính phiôi D , chiều dày S , số lần dập vuốt n xác định như sau:

$$n = 1 + \frac{\lg d_n - \lg(m_1 D)}{\lg m_{tb}} ; m = \frac{d}{D} \quad (11.22)$$

$$m_1 = \frac{d_1}{D} ; m_2 = \frac{d_2}{D_1} ; m_3 = \frac{d_3}{D_2} ; \dots ; m_n = \frac{d_n}{D_{n-1}} \quad (11.23)$$

$$d_1 = m_1 D ; d_2 = m_2 D_1 ; d_3 = m_3 D_2 ; \dots ; d_n = m_n D_{n-1} \quad (11.24)$$

Với:

$$d_n = m_n D_{n-1} = m_1 \cdot m_{tb}^{n-1} D \quad (11.25)$$

Và:
$$m_{tb} = \sqrt[m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_n]{} \quad (11.26)$$

Trong đó: $m_1, m_2, \dots, m_n, m_{tb}$ - hệ số dập vuốt lần thứ 1, 2, ..., n và hệ số dập vuốt trung bình.

Lực ép vòng chặn Q (lực ép phụ) nhằm làm phôi biến dạng đều, tránh nhăn (lăn xếp), có thể tính theo công thức:

$$Q = F \cdot q \quad (11.27)$$

F – diện tích phần phôi bị chặn, mm^2 .

q – áp lực riêng phần, N/mm^2 , phụ thuộc vật liệu, chiều dày phôi và hệ số dập vuốt (bảng 11.2).

Lực Q nhỏ sẽ giảm tác dụng vòng chặn, dễ bị nhăn (lăn xếp), lực Q lớn sẽ gây mỏng thành và đứt đáy.

Bảng 11.2. Áp lực đơn vị q (áp lực riêng phần) một số vật liệu

Vật liệu	Nhôm	Đồng	Thép
$q(\text{N}/\text{mm}^2)$	0,8 ÷ 1,2	1,2 – 1,8	2,5 ÷ 3,5

Khe hở z (giữa chày và cối) quyết định chất lượng sản phẩm và mức độ biến dạng. Khe hở lớn, dễ biến dạng nhưng có nếp nhăn, khe hở nhỏ, dễ phá hủy sản phẩm. Có thể xác định:

$$z = K \cdot S + S_{\max} \quad (11.28)$$

K – hệ số phụ thuộc vào chiều dày vật liệu.

Ví dụ, dập vuốt lần đầu (có lực chặn) và với $S = (0,5 \div 2)$ mm thì $K = 0,1$.

S và S_{\max} – chiều dày vật dập và chiều dày lớn nhất của phôi.

Lực dập P_d gồm lực làm biến dạng phôi P và lực ép phụ Q :

$$P_d = P + Q \quad (11.29)$$

Lực cho lần dập thứ n của chi tiết hình trụ:

$$P = K_n \cdot \pi \cdot d_n \cdot S \cdot \sigma_h \quad (11.30)$$

K_n – hệ số phụ thuộc chủ yếu vào hệ số dập vuốt m .

d_n – đường kính chi tiết ở lần dập thứ $n = 1, 2, 3, \dots$

Đối với chi tiết bất kỳ có chu vi phức tạp:

$$P = K_n \cdot L \cdot S \cdot \sigma_h \quad (11.31)$$

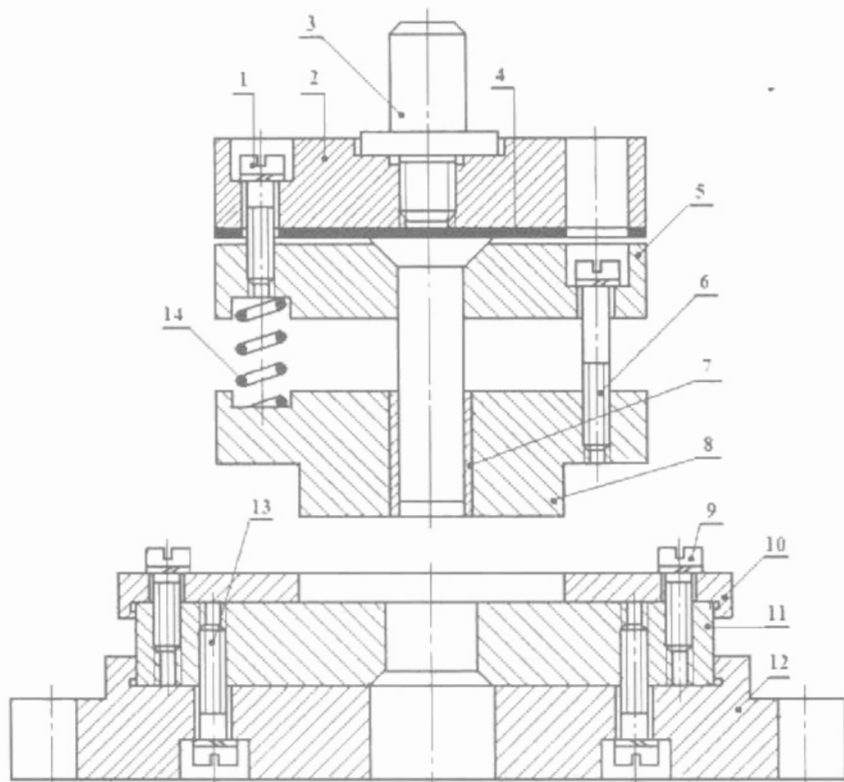
Với: L – chu vi đáy sản phẩm.

c) *Xác định kết cấu khuôn, chọn vật liệu các phần từ khuôn*

Kết cấu khuôn – khuôn dập vuốt có hai loại: loại không có tấm ép phụ và loại có tấm ép phụ. Sau đây giới thiệu loại khuôn ép có tấm ép phụ, hình 11.25.

Ban đầu tấm ép phụ ép sơ bộ lên phôi, khi chày càng hạ xuống ép vào phôi thì lực ép sơ bộ càng tăng. Đây là nhược điểm của loại khuôn dập vuốt có tấm ép phụ có lò xo. Thực tế cần ngược lại, nghĩa là lúc ban đầu khi mà khả năng tạo nếp nhăn nhiều nhất, phải cần lực ép phụ lớn nhất; còn sau này khi quá trình dập vuốt ổn định thì lực ép phụ cần ổn định và có thể giảm dần.

Loại khuôn này thường dùng để dập vuốt những chi tiết không sâu lắm. Để khắc phục nhược điểm của các loại khuôn ép phụ dùng lực của lò xo, có thể thay thế bằng tấm ép phụ với lực ép thủy lực hoặc khí nén.



Hình 11.25. Khuôn dập vuốt dùng tấm ép phụ có lò xo

1. Vít kẹp; 2. Thân gá cán dập; 3. Cán dập; 4. Tấm cân đệm; 5. Thân gá chày; 6. Vít kẹp; 7. Bạc dẫn hướng; 8. Tấm ép phụ (tấm chặn phôi); 9. Vít kẹp tấm gá; 10. Tấm gá (để gá đặt phôi); 11. Cối đột lỗ (hoặc đế tạo lỗ sâu); 12. Đế gá lắp cối (được lắp lên bàn máy); 13. Vít kẹp cối với đế gá; 14. Lò xo nén (để tạo và tăng dần lực ép).

Vật liệu làm khuôn – có thể chọn như sau:

Vật dập kết cấu đơn giản: dùng thép X12, BK8 hoặc X12M, BK15.

Vật dập kết cấu phức tạp: dùng thép X12M hoặc XB5, X12T.

Các loại vật liệu làm khuôn từ thép nói trên cần thêm cacbon và tòi để đạt độ cứng (55 ÷ 60) HRC.

d) Xác định thông số kỹ thuật của khuôn

Thông số kỹ thuật quan trọng nhất của khuôn là chiều cao khếp kín của khuôn H_K .

Chiều cao khếp kín của khuôn được tính từ mặt dưới tấm hệ khuôn đến mặt tấm nắp khi khuôn ở vị trí làm việc. Để đảm bảo bền cho khuôn, không bị vỡ thì chiều cao khếp kín H_K phải thoả mãn điều kiện sau:

$$H_1 - 5 \text{ mm} \geq H_K \geq H_2 + 10 \text{ mm} \quad (11.32)$$

H_1 – chiều cao khếp kín lớn nhất của máy (hành trình lớn nhất của máy).

H_2 – chiều cao khếp kín nhỏ nhất của máy (hành trình nhỏ nhất của máy).

Trong đó $H_1 - H_2$ là khoảng điều chỉnh của biên.

e) Vẽ bản vẽ lắp chung và bản vẽ chi tiết

Trên cơ sở bản vẽ thiết kế kết cấu lắp (hình 11.25), tiếp tục hoàn chỉnh để thiết lập bản vẽ lắp chung, từ đó vẽ tách các chi tiết máy trong các bản vẽ này. Khi thiết kế vẽ, cần chú ý:

– Áp dụng đúng các tiêu chuẩn vẽ kỹ thuật.

– Thể hiện đầy đủ các yếu tố của một bản vẽ kết cấu lắp hay bản vẽ tách chi tiết (mặt cắt, hình chiếu, kích thước lắp ghép, các yêu cầu kỹ thuật, các chi dẫn công nghệ, bảng kê, ký hiệu chi tiết,...).

Phần 3

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO KẾT CẤU HÀN

Chương 12

KHÁI NIỆM CHUNG

12.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHÂN LOẠI

12.1.1. Thực chất

Hàn là một phương pháp công nghệ nhằm đạt được mối liên kết bền, không tháo gỡ được bằng cách dùng nguồn nhiệt nung nóng vật liệu chỗ liên kết đến trạng thái chảy hoặc dẻo, sau đó vật liệu hóa rắn hoặc thông qua có lực ép mối liên kết được hình thành, được gọi là mối hàn.

Công nghệ hàn được xuất hiện từ mối liên kết hàn đầu tiên vào năm 1881 do nhà bác học người Nga (N.N Benrardos) đã sử dụng nguồn nhiệt hồ quang điện để thực hiện hàn. Sau hơn một thế kỷ, công nghệ hàn đã phát triển rất nhanh và đạt được nhiều thành quả về khoa học, công nghệ và hiệu quả kinh tế trong mọi ngành công nghiệp.

12.1.2. Đặc điểm

Sở dĩ công nghệ hàn phát triển nhanh và được ứng dụng rộng rãi vì : tiết kiệm từ 10–25% khối lượng kim loại so với công nghệ mối ghép bằng bulông hoặc tán rivê, so với công nghệ đúc sẽ tiết kiệm đến 50% khối lượng kết cấu. Với ưu điểm này, công nghệ hàn hiện nay tiếp tục phát triển theo hướng tiết kiệm các kim loại và vật liệu quý hiếm.

– Hàn có thể tạo ra được các liên kết từ các vật liệu có tính chất khác nhau: Ví dụ kim loại đen với kim loại màu,... Tạo được các chi tiết máy, các kết cấu phức tạp ; các kết cấu có khối lượng rất lớn (siêu trường, siêu trọng) mà các phương pháp khác, công nghệ khác không làm được hoặc gặp nhiều khó khăn.

- Tạo được các liên kết có độ bền và độ kín cao.
- Hàn là phương pháp công nghệ dễ thực hiện cơ giới hóa, tự động hóa để cho năng suất cao.

Tuy nhiên hàn cũng có nhược điểm:

- Do nguồn nhiệt sử dụng khi hàn có công suất lớn và có tính cục bộ, nên hàn thường có hiện tượng biến dạng và kèm theo ứng suất dư.
- Tổ chức kim loại vùng mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt có sự khác biệt so với kim loại cơ bản, do vậy có ảnh hưởng đến tuổi thọ của kết cấu.
- Mối hàn dễ có khuyết tật như rỗ, nứt,...

12.1.3. Phân loại các quá trình hàn

Hiện nay có nhiều quan điểm phân loại các quá trình hàn kim loại, sau đây xét một số cách sau :

a) Căn cứ theo trạng thái hàn sau khi nung nóng người ta chia các quá trình hàn thành 2 nhóm:

- Hàn nóng chảy: chỗ hàn của liên kết và vật liệu bổ sung (nếu có) được nung đến trạng thái nóng chảy.

Ví dụ: Hàn laser, hàn hồ quang plasma, hàn chùm tia điện tử, hàn hồ quang điện, hàn điện xỉ, hàn khí cháy, hàn nhiệt nhôm, hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc hàn, hàn MAG, MIG, TIG,...

- Hàn áp lực: Chỗ hàn của liên kết được nung nóng đến trạng thái dẻo, sau đó phải dùng lực ép để tạo mối hàn bền vững.

Ví dụ: Hàn điện tiếp xúc, hàn siêu âm, hàn nổ, hàn nguội, hàn ma sát, hàn khuếch tán, hàn cao tần, hàn rèn,...

b) Căn cứ theo nguồn nhiệt (dạng năng lượng sử dụng) để nung nóng khí hàn, theo AWS chia hàn có các phương pháp sau :

- Các phương pháp hàn nóng chảy:
 - + Hàn Laser (Laser welding);
 - + Hàn Plasma (Plasma welding);
 - + Hàn chùm tia điện tử (Electron-beam welding);
 - + Hàn hồ quang điện (Arc welding);
 - + Hàn hồ quang tay (Manual arc welding);
 - + Hàn bằng que hàn có lớp thuốc bọc (Shielded Metal Arc welding-SMAW);
 - + Hàn hồ quang tay điện cực không nóng chảy;
 - + Hàn hồ quang dưới lớp thuốc (Submerged Arc welding-SAW);

- + Hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ;
- + Hàn bằng điện cực nóng chảy (Gas Metal Arc Welding–GMAW)

MIG/MAG;

- + Hàn trong môi trường khí hoạt tính CO₂ (MAG–Metal Active Gas);
- + Hàn trong môi trường khí trơ (MIG–Metal Inert Gas);
- + Hàn bằng điện cực không nóng chảy (Gas Tungsten Arc Welding–GTAW);
- + Hàn hồ quang điện cực lõi bột (FCAW– Flux– Cored Arc Welding);
- + Trong môi trường khí trơ (TIG–Tungsten Inert Gas);
- + Hàn điện xỉ (Slag Welding–SW);
- + Hàn khí (Hàn hơi–Gas welding);
- + Hàn nhiệt nhôm (Thermit welding).
- Các phương pháp hàn áp lực

Nhóm các phương pháp hàn áp lực thường gặp dưới dạng sau:

Hàn dưới tác dụng của nguồn nhiệt và áp lực: nguồn nhiệt của phương pháp hàn này dùng để kim loại chỗ cần hàn được nung đến trạng thái chảy dẻo; có các phương pháp hàn sau:

- + Hàn ma sát (Friction welding);
- + Hàn khuếch tán trong chân không (Diffusion welding);
- + Hàn rèn (Forge welding);
- + Hàn điện trở (Resistance welding);
- + Hàn điểm (Spot welding);
- + Hàn đường (Seam welding);
- + Hàn điểm nhô (hàn bằng điện cực giả) (Projection welding);
- + Hàn tiếp xúc;
- + Hàn chớp (Flash welding);
- + Hàn chôn (Upset welding).

12.2. MỘT SỐ THUẬT NGỮ THƯỜNG DÙNG TRONG HÀN

1. Hàn (welding): là một quy trình công nghệ được sử dụng để tạo ra mối hàn. Nói cách khác hàn là quá trình tạo ra liên kết liền khối giữa các phần tử kim loại bằng cách nung chỗ nối đến nhiệt độ hàn, có sử dụng hoặc không sử dụng áp lực và có hoặc không sử dụng kim loại bổ sung.

2. Vật hàn (weldment): là các phần tử kim loại được nối với nhau bằng hàn.

3. Kim loại cơ bản (base metal): là kim loại hoặc hợp kim của phần tử hàn (vật hàn).

4. Kim loại phụ – kim loại bổ sung – (filler metal): là kim loại hoặc hợp kim được bổ sung vào mối hàn.

5. Liên kết hàn: là liên kết liền khối được tạo ra bằng phương pháp hàn bao gồm mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt.

6. Đường hàn (bead): là một phần của liên kết hàn được hình thành nhờ sự kết tinh của kim loại lỏng trong bể hàn.

7. Mối hàn (weld): là một phần của liên kết hàn được tạo ra bằng cách nung nóng cục bộ các kim loại đến nhiệt độ cần hàn, có sử dụng hoặc không sử dụng áp lực và có hoặc không sử dụng kim loại bổ. Trong hàn nóng chảy mối hàn có thể là tập hợp của một hoặc nhiều đường hàn.

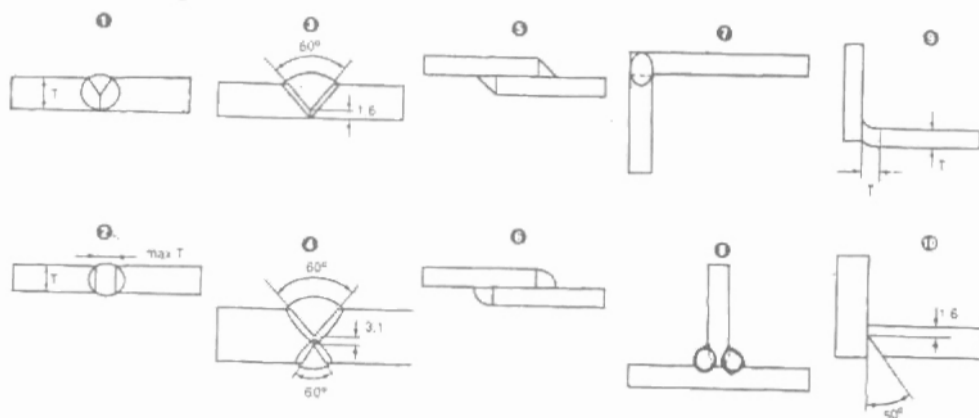
8. Kim loại mối hàn (weld metal): là toàn bộ kim loại cơ bản và kim loại bổ sung (nếu có) hoà trộn trong bể hàn (đối với hàn nóng chảy) hoặc được chuyển sang trạng thái dẻo (hàn áp lực) sau khi kết tinh được giữ lại trong mối hàn.

9. Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ– Heat Affected Zone): là một phần của vật hàn, tuy không tham gia vào quá trình hàn nhưng do tác dụng của nhiệt độ cao làm tổ chức tế vi và cơ tính của chúng bị thay đổi so với kim loại cơ bản.

10. Bể hàn (weld pool): là vùng kim loại lỏng bao gồm kim loại cơ bản và kim loại bổ sung (nếu có), được ngăn cách với kim loại cơ bản bởi đường nóng chảy.

12.3. CÁC DẠNG LIÊN KẾT HÀN CƠ BẢN

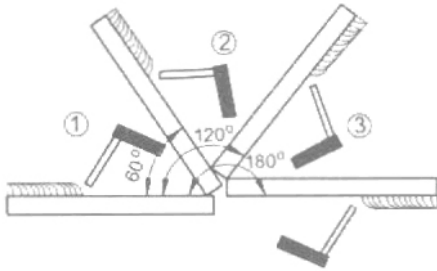
Theo dạng hình học của liên kết: theo tiêu chuẩn TCVN 2010 chia thành các dạng liên kết sau :



Hình 12.1. Các dạng liên kết hàn

12.4. TƯ THẾ HÀN

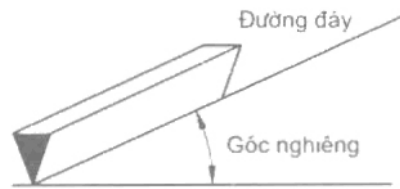
Theo tiêu chuẩn AWS tư thế hàn xác định theo góc của mặt phẳng chứa mỗi hàn gồm: hàn sấp; hàn đứng; hàn ngang (là dạng hàn đứng khi trục mỗi hàn nằm ngang) và hàn ngửa (còn gọi là hàn trần), hình 12.2.



Hình 12.2. Các tư thế hàn

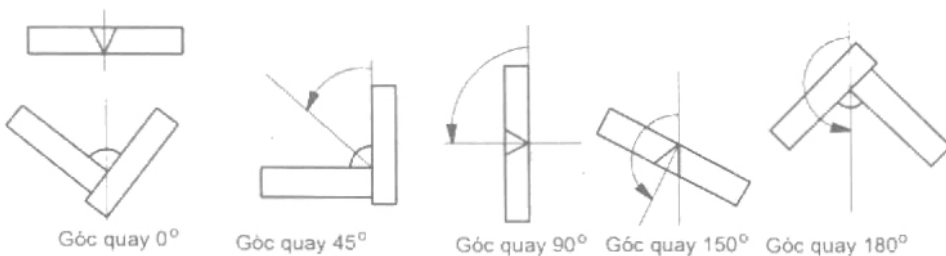
- Tư thế hàn sấp: Góc nghiêng mỗi hàn $\leq 10^\circ$ và góc quay mỗi hàn $\leq 10^\circ$
- Tư thế hàn nghiêng: Góc nghiêng mỗi hàn $> 10^\circ$ nhưng $\leq 45^\circ$ và góc quay mỗi hàn $\leq 90^\circ$.
- Tư thế hàn ngang: góc nghiêng mỗi hàn $\leq 10^\circ$ và góc quay mỗi hàn $> 10^\circ$ nhưng $\leq 90^\circ$.
- Tư thế hàn đứng: góc nghiêng mỗi hàn $> 45^\circ$ và góc quay mỗi hàn $> 90^\circ$.
- Tư thế hàn ngửa (hàn trần): Góc nghiêng mỗi hàn $\leq 45^\circ$ và góc quay mỗi hàn $> 90^\circ$.

Cần lưu ý: Góc nghiêng mỗi hàn là góc giữa đường đáy mỗi hàn và mặt phẳng nằm ngang, hình 12.3.



Hình 12.3. Góc nghiêng mỗi hàn

Góc quay mỗi hàn là góc giữa phần trên của mặt phẳng tham chiếu thẳng đứng đi qua đường đáy mỗi hàn và đường thẳng đi qua đáy đó, cắt bề mặt mỗi hàn tại điểm cách đều hai mép mỗi hàn, hình 12.4.



Hình 12.4. Các góc quay mỗi hàn

12.5. KÝ HIỆU MỐI HÀN TRÊN BẢN VẼ KẾT CẤU

Ký hiệu mối hàn được theo các tiêu chuẩn: Theo tiêu chuẩn ISO, AWS:

12.6. NGUỒN NHIỆT HÀN

Hiện nay đã có rất nhiều quá trình hàn, cùng với nó cũng có rất nhiều nguồn nhiệt hàn; tuy nhiên yêu cầu chung của nguồn nhiệt là :

Bảo đảm cung cấp đủ nhiệt để nung nóng vật hàn và vật liệu bổ sung đạt đến trạng thái hàn (chảy hoặc dẻo); như vậy nguồn nhiệt nung nóng cần thiết phụ thuộc vào vật liệu chi tiết hàn, vật liệu bổ sung và phương pháp hàn.

Trong đó các phương pháp hàn áp lực, nhiệt độ hàn được xác định bằng mức độ dẻo và khả năng khuếch tán của vật liệu hàn. Còn đối với các phương pháp hàn nóng chảy thì mỗi hàn chỉ thực hiện hoàn hảo khi nhiệt độ nguồn nhiệt phải lớn hơn nhiệt độ nóng chảy của vật liệu hàn và vật liệu cơ bản.

Yêu cầu của nguồn nhiệt được biểu thị bằng các thông số sau :

– Hiệu suất của nguồn nhiệt (η): $\eta = \frac{Q_1}{Q}$

Trong đó:

Q_1 : nhiệt lượng hữu ích dùng cho quá trình hàn (kcal).

Q : nhiệt lượng toàn phần của nguồn nhiệt (kcal) (ví dụ của ngọn lửa hàn).

– Hiệu suất nhiệt hiệu dụng (η_T): $\eta_T = \frac{Q_M}{Q_C}$

Trong đó:

Q_M : nhiệt lượng dùng làm nóng chảy (hoặc dẻo) vật liệu hàn (kcal).

Q_C : nhiệt lượng tiêu tốn cho liên kết hàn (kcal).

Như vậy: $Q > Q_C$ và $Q_m = Q_1$

12.7. SỰ NÓNG CHẢY VÀ DI CHUYỂN KIM LOẠI ĐIỆN CỰC TRONG HỒ QUANG ĐIỆN CỰC NÓNG CHẢY

12.7.1. Sự nóng chảy điện cực

Tính chất nóng chảy và di chuyển kim loại điện cực có ảnh hưởng lớn đối với năng suất hàn, sự tương tác của kim loại với xỉ và khí, tính ổn định của hồ quang, sự mất mát kim loại, sự tạo thành mối hàn và các yếu tố công nghệ khác đều phụ thuộc vào nó.

Sự nóng chảy của kim loại điện cực chủ yếu xảy ra nhờ nhiệt năng của hồ quang. Đặc tính cơ bản của nó là tốc độ nóng chảy đường và khối được tính bằng chiều dài và khối lượng của điện cực nóng chảy trong một đơn vị thời gian. Tốc độ nóng chảy phụ thuộc vào thành phần dây hàn, thuốc hàn, vò bọc, khí bảo vệ, chế độ hàn, mật độ và cực tính của dòng điện, tầm với điện cực và các yếu tố khác. Trong những điều kiện hàn như nhau tốc độ nóng chảy của điện cực không ổn định thì có thể thay đổi. Vì vậy trong thực tế người ta sử dụng tốc độ nóng chảy trung bình được xác định trong khoảng thời gian bất kỳ nào đó.

Vi tốc độ nóng chảy phụ thuộc nhiều vào chế độ hàn nên khi xác định ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau đối với sự nóng chảy của điện cực thuận tiện hơn là dùng giá trị riêng (tính cho một đơn vị dòng điện), gọi là hệ số nóng chảy. Tốc độ nóng chảy của điện cực G_{ch} quan hệ với hệ số nóng chảy α_{ch} và dòng điện hàn, theo biểu thức : $G_{ch} = k\alpha_{ch}I_h$

Trong đó k là hệ số (phụ thuộc sự chọn đơn vị đo).

Các trị số quan trọng nhất đặc trưng cho quá trình nóng chảy của điện cực là hệ số đắp α_d và hệ số mát mát ψ_m . Hệ số hàn đắp cũng như hệ số nóng chảy α_{ch} là giá trị đơn vị của tốc độ hàn đắp. Tốc độ hàn đắp G_d quan hệ với hệ số hàn đắp theo biểu thức : $G_d = k \cdot \alpha_d \cdot I_h$.

Hệ số mát mát ψ_m đặc trưng cho sự mát mát kim loại điện cực do bắn tóe và bay hơi được xác định từ biểu thức:

$$\Psi_m = (G_{ch} - G_d) / G_{ch}$$

Ở đây: G_{ch} và G_d – các tốc độ tương ứng của kim loại nóng chảy và kim loại hàn đắp.

Tốc độ nóng chảy của điện cực trong tất cả các phương pháp hàn hồ quang với điện cực nóng chảy tăng theo cường độ dòng điện. Đây là quan hệ tuyến tính trong phạm vi sử dụng các chế độ hàn. Tuy nhiên với các dòng điện nhỏ và quá lớn sự tuyến tính bị phá hủy. Điều này liên quan với sự thay đổi các đặc tính năng lượng của hồ quang, kích thước các vết hoạt tính và mật độ dòng điện của chúng. Mặt khác tốc độ nóng chảy của điện cực còn được xác định bởi các điều kiện tỏa và cấp nhiệt trong các vùng anod và catod và phụ thuộc vào cực tính của dòng. Khi hàn ngược cực (+ trên kim hàn) hệ số nóng chảy thực tế không phụ thuộc vào thành phần của dây, vò bọc, thuốc hoặc khí bảo vệ. Khi hàn thuận cực (- trên kim hàn) hệ số này thay đổi trong phạm vi rộng, phụ thuộc vào thành phần và trạng thái bề mặt

dây hàn, thành phần vỏ bọc, thuốc hoặc khí bảo vệ. Điện áp hồ quang cũng có ảnh hưởng tương tự đối với hệ số nóng chảy của điện cực. Trong thực tế người ta sử dụng giá trị điện áp định mức của hồ quang, đặc trưng cho mỗi loại que hàn, dây hàn, thuốc hoặc khí bảo vệ tương ứng với chiều dài công tác của hồ quang.

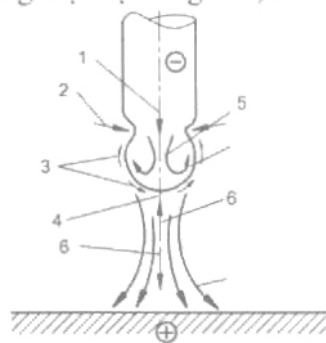
Có thể điều chỉnh tốc độ nóng chảy của điện cực bằng cách thay đổi cường độ dòng điện và điện áp hàn. Khả năng tăng tốc độ nóng chảy của các que hàn vỏ bọc nhờ tăng cường độ dòng điện thường bị hạn chế, bởi vì lõi que hàn bị quá nhiệt. Khi hàn tự động và bán tự động sự hạn chế này gây bởi tầm với của dây điện cực.

Khi hàn với que hàn vỏ bọc, tốc độ nóng chảy của điện cực phụ thuộc vào chiều dày vỏ. Sự tăng chiều dày vỏ gây tổn hao nhiệt thêm để làm nóng chảy nó và làm tăng công suất trong cột hồ quang. Ở các que hàn không chứa bột kim loại trong vỏ bọc sự tăng chiều dày vỏ dẫn đến các tổn hao vô ích cho sự làm nóng chảy nó. Sự đưa thêm vào vỏ bọc các bột kim loại hoặc bột sắt có thể làm tăng đáng kể tốc độ nóng chảy. Sự tăng chiều dày vỏ cùng các chất độn kim loại hoặc bột sắt cho phép sử dụng mật độ dòng cao, do đó sẽ nâng cao năng suất hàn.

12.7.2. Sự di chuyển kim loại điện cực

Khi nóng chảy trên mốt điện cực tạo thành giọt kim loại lỏng, nhiệt độ cao và bề mặt các giọt lớn tạo sự tương tác mạnh của kim loại và môi trường bao bọc. Vì vậy tính chất di chuyển của kim loại điện cực có ảnh hưởng lớn đối với động học của các quá trình tương tác giữa kim loại, xỉ và khí.

Sự di chuyển kim loại điện cực phụ thuộc vào các lực tác dụng trên giọt kim loại đầu mốt điện cực. Các lực cơ bản gồm trọng lực, lực căng bề mặt, lực điện trường, lực điện tĩnh, lực tác dụng của các ion trung tính trên catốt, lực khí động. Các đại lượng của các lực riêng lẻ và hướng tác dụng của chúng phụ thuộc vào chế độ hàn, cực tính, thành phần kim loại điện cực và môi trường khí, trạng thái bề mặt que hàn và đường kính của nó, hình 12.6.



Hình 12.6. Mô hình mô tả sự di chuyển kim loại điện cực

12.8. CÁC QUÁ TRÌNH LUYỆN KIM KHI HÀN HỒ QUANG NÓNG CHẢY

12.8.1. Đặc điểm của quá trình luyện kim khi hàn nóng chảy

Do số lượng kim loại chảy và các chất tham gia phản ứng không lớn với thời gian tương tác của chúng ngắn nên sự hàn nóng chảy được coi như một quá trình vi luyện kim. Những nét đặc trưng của nó gồm : chu kỳ phản ứng ngắn, thể hiện : tính liên tục của các quá trình chảy, quá trình tinh luyện, kết tinh của kim loại lỏng, nhiệt độ hàn rất cao, vùng phản ứng và tương tác của kim loại với môi trường xảy ra rất nhanh, xem bảng 12.1.

Bảng 12.1. Thời gian tương tác trong chu kỳ giọt kim loại dịch chuyển

Đặc tính	Ở giai đoạn giọt	Ở giai đoạn bể hàn
Nhiệt độ kim loại nóng chảy, ($^{\circ}\text{C}$)	2100–2350	1700–2000
Thời gian tương tác của kim loại với môi trường, (s)	0,1– 0,2	4 – 40
Diện tích mặt kim loại tương tác với môi trường, (cm^2/g)	2,1– 4.1	0,4 – 0,9

Trong hàn hồ quang, kim loại cơ bản và kim loại bổ sung được nung chảy bởi nhiệt độ hồ quang. Vùng nóng chảy nhỏ và do đó đặc trưng bởi sự đốt nóng cao hơn nhiệt độ nóng chảy của vật thể. Trong vùng hồ quang luôn có hơi kim loại và xi. Cũng như các pha khí, hơi kim loại và xi không những chỉ ở trạng thái phân tử mà còn là nguyên tử và một phần ở thể ion hóa.

Kim loại, xi và các pha khí có ở bề mặt tương tác lớn và ở nhiệt độ cao nên có thể kết luận rằng khi hàn hồ quang có đủ các điều kiện cho sự tương tác lý hóa mạnh của kim loại với môi trường.

Kết quả của sự tương tác này nói chung có tác dụng ngược lại đối với chất lượng và các tính chất của kim loại mối hàn.

Xi hàn tạo thành khi làm nóng chảy vỏ bọc que hàn và thuốc hàn cũng không duy trì đặc trưng trung tính đối với kim loại nóng chảy. Các hỗn hợp xi hàn (chủ yếu là các oxit) tác dụng với kim loại, oxy hóa nó và có thể trở thành tạp chất phi kim loại. Vì vậy, ảnh hưởng có hại nói trên phải được trung tính hóa hoặc ngăn ngừa triệt để trong thời gian làm nóng chảy kim loại và cả khi tạo thành và kết tinh của bể hàn. Điều này có thể thực hiện thông qua sự khử oxy hóa kim loại và ngăn chặn nitơ và hydro kết hợp với nó, cả việc loại trừ các tạp chất phi kim loại như photpho (P) và lưu huỳnh (S).

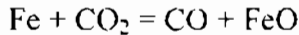
Các quá trình nóng chảy và đông đặc liên tục của kim loại khi hàn, tạo nên sự chênh lệch nhiệt độ cao thấp tại vùng hàn. Kim loại nóng chảy trên mặt điện cực và phía trước bề hàn bị đốt nóng tới nhiệt độ cao hơn phần đông đặc của nó. Do vậy tại vùng nhiệt độ cao chủ yếu xảy ra các quá trình tương tác trực tiếp (sự tách kim loại khỏi oxit, sự hấp thụ khí của kim loại,...). Tại vùng nhiệt độ thấp xảy ra các quá trình ngược lại (chẳng hạn: sự oxy hóa kim loại và sự thoát khí hòa tan trong kim loại). Tốc độ tương tác trực tiếp cao hơn nhiều so với các quá trình ngược lại, do vậy trong một số trường hợp dẫn tới sự tạo thành các khuyết tật trong kim loại mối hàn (rỗ bọt, tạp chất phi kim loại,...).

12.8.2. Các quá trình luyện kim khi hàn hồ quang nóng chảy

1. Sự oxy hóa kim loại khi hàn và các biện pháp ngăn ngừa

Oxy đi vào kim loại nóng chảy từ môi trường xung quanh và có thể có mặt ở trong kim loại mối hàn cả dưới dạng dung dịch rắn và tạp chất phi kim loại, cả hai dạng đều ảnh hưởng xấu đến các tính chất của mối hàn, nghĩa là làm giảm độ dẻo, độ bền, độ dai và đập độ bền nhiệt và độ bền chống ăn mòn của nó.

Việc bảo vệ kim loại nóng chảy khỏi oxy không khí xâm nhập là tương đối dễ. Điều này có thể thực hiện bằng sự ứng dụng vỏ bọc tạo xỉ- khí, thuốc hàn, khí bảo vệ,... Tuy nhiên cần lưu ý chính những chất bảo vệ này cũng là một nguồn oxy trong vùng hàn. Chẳng hạn, CO₂ dùng trong hàn khí bảo vệ, hoặc tạo bởi sự phân hủy cacbonat trong vỏ bọc sẽ oxy hóa kim loại theo phản ứng :



Hơi nước trong vỏ bọc hoặc thuốc hàn tự động dưới hình thức độ ẩm khi thiêu kết cũng tác dụng tương tự: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{FeO}$

Nhiều loại thuốc hàn và que hàn vỏ bọc chứa oxit sắt và mangan (FeO, MnO), chúng hòa tan không những trong xỉ mà cả trong kim loại.

Để giảm lượng oxy trong kim loại mối hàn, vật liệu hàn cần chứa các chất oxy hóa. Trường hợp hàn thép, các nguyên tố có ái lực hóa học với oxy mạnh hơn sắt là các chất oxy hóa. Chúng gồm cacbon, silic, titan, nhôm và các nguyên tố khác – (nhôm khử mạnh nhất, mangan khử yếu nhất). Các oxit của chúng có nhiệt độ nóng chảy cao, không hòa tan trong thép, nhờ vậy dễ dàng di chuyển vào xỉ (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃) hoặc vào môi trường hồ quang (CO).

Ái lực hóa học của các chất khử đối với oxy giảm khi nhiệt độ tăng. Vì vậy, tại phần nhiệt độ cao của bể hàn oxy và các chất khử cùng tồn tại. Tại phần sau của bể nhiệt độ kim loại giảm và oxy bị các chất khử liên kết thành oxit; và nếu thời gian cho phép thì các oxit sẽ bị đẩy ra khỏi bể hàn vào môi trường xung quanh (xi hoặc môi trường hồ quang).

2. Ảnh hưởng của nitơ đối với các tính chất mối hàn và các biện pháp ngăn ngừa:

Cũng như oxy, nitơ là nguyên tố có hại trong thép và mối hàn. Khi hàn, tại vùng hồ quang kim loại hấp thụ nitơ là chủ yếu. Khi bể hàn kết tinh sự hòa tan của nitơ không theo quy luật, do vậy có thể gây rỗ trong kim loại mối hàn và ảnh hưởng đến tính chất cơ học của mối hàn.

Bảo vệ vùng hàn khỏi không khí là một trong những biện pháp hiệu quả nhất để ngăn chặn nitơ xâm nhập vào kim loại hàn. Chỉ một lớp vỏ bọc que hàn cũng làm giảm đáng kể hàm lượng nitơ trong kim loại mối hàn

3. Ảnh hưởng của hydro biểu hiện ở chỗ :

– Làm giảm độ bền cơ học của mối hàn, chủ yếu là độ dẻo bởi sự tạo thành cấu trúc dạng bần.

– Xuất hiện khuyết tật dạng rỗ bong, các vết nứt nóng và nứt tế vi trong kim loại mối hàn và các vết nứt lạnh ở vùng lân cận mối hàn làm giảm tuổi thọ của kết cấu.

Hydro đi vào vùng hàn từ vỏ bọc, môi trường, vật hàn bần, khí hàn với que hàn vỏ bọc, nếu vật hàn được đánh sạch các chất bám bần, dầu mỡ, ẩm ướt, thì nguồn hydro chính trong kim loại mối hàn là vỏ bọc. Trong vỏ bọc que hàn hydro có trong bột sắt, fero, chất hữu cơ và một số vật liệu khoáng (mica, cao lanh). Hydro có trong vỏ bọc càng nhiều thì lượng hydro trong mối hàn càng nhiều, vỏ bọc ẩm ướt cũng là nguồn chứa hydro. Độ ẩm trong vỏ bọc giảm khi tăng nhiệt độ sấy que hàn nhưng không được vượt quá $(400-500)^{\circ}\text{C}$ kể cả khi sấy que hàn hydro thấp vỏ bọc bazơ, nhiệt độ này không đủ để loại trừ ẩm hoàn toàn. Độ ẩm tồn lại là nguồn hydro thâm nhập khi hàn; nhưng khi sấy ở nhiệt độ cao hơn, sẽ làm oxy hóa các fero hợp kim, phân hủy muối và làm giảm chất lượng que hàn, vì thế trong thực tế không ứng dụng sấy nhiệt độ cao.

Các biện pháp kỹ thuật được ứng dụng để làm giảm lượng hydro trong kim loại mối hàn:

- "Làm loãng" các chất khí ở vùng hồ quang tạo bởi sự phân hủy các chất hữu cơ hoặc muối trong vỏ bọc (thuốc), nói cách khác, làm giảm áp lực của hydro trên kim loại lỏng;

- Giảm lượng hydro trong vỏ bọc, thuốc và khí bảo vệ;

- Liên kết hydro thành các chất không hòa tan trong thép lỏng và bền ở nhiệt độ hồ quang (chẳng hạn tạo HF).

4. Vai trò của xỉ trong quá trình luyện kim hàn.

Trong hầu hết các quá trình hàn, kim loại nóng chảy không tiếp xúc trực tiếp với vùng hồ quang, thậm chí khi hàn trong khí CO₂ vẫn có một lớp xỉ mỏng gồm các oxit silic, mangan và sắt trên mặt giọt kim loại và bề hàn; trường hợp nếu có sự tiếp xúc xảy ra thì có nghĩa là khi đó xỉ bảo vệ kém.

Xỉ gồm các chất phi kim nóng chảy như oxit, halogen, sunphit,... có mặt ở thể rắn tự do hoặc dưới dạng các hợp chất phức. Thành phần điển hình của xỉ tạo thành khi làm nóng chảy que hàn vỏ bọc, bảng 12.2.

Bảng 12.2. Thành phần hóa học của xỉ khi hàn hồ quang que hàn vỏ bọc

Kiểu vỏ bọc	Thành phần %									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	CaF ₂	Na ₂ O+K ₂ O	khác
Axit	36	–	4	21	26	2	4	–	4	3
Rutin	20	45	5	5	8	5	5	–	4	3
Bazơ	15	9	–	4	5	–	27	34	4	2
Hữu cơ	8	20	2	3	15	7	2	–	3	5

Thành phần xỉ hàn thay đổi rộng, nên nói chung ảnh hưởng lý hóa của xỉ đối với kim loại nóng chảy phụ thuộc nhiều vào tỷ lệ các oxit axit (SiO₂, TiO₂), oxit bazơ (CaO, MgO, FeO, Na₂O, K₂O) và lưỡng tính (TiO₂, Al₂O₃) trong xỉ. Xỉ chứa trội các oxyt axit hoặc oxyt bazơ gọi là xỉ axit hoặc xỉ bazơ tương ứng. Độ bazơ của xỉ hàn được biểu diễn theo tỷ lệ thức chính xác sau:

$$B = \frac{CaO + MgO + FeO + MnO + K_2O + Na_2O}{SiO_2 + 0.788TiO_2}$$

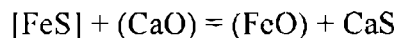
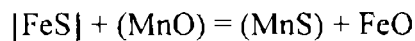
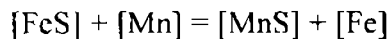
Ở đây CaO, MgO và các chất khác là thành phần của oxit trong xỉ %.

Vai trò bazơ của xỉ trong việc giải phóng oxy khỏi kim loại bề hàn (chuyển FeO từ kim loại vào xỉ) đã trình bày ở trên. Nó cũng ảnh hưởng tới tốc độ của quá trình khử silic. Khi tính bazơ của xỉ tăng thì sự chuyển silic từ xỉ giảm và tạp chất chứa oxy và các chất phi kim tại bề hàn giảm. Độ bazơ của xỉ tăng cho phép cải thiện độ dai và đập của mối hàn.

Cần lưu ý : Xỉ bảo vệ hiệu quả kim loại lỏng nhưng không thể coi sự bảo vệ đó là hoàn toàn, vì xỉ hàn là chất thấm khí, đặc biệt đối với oxy và hydro là những chất khí hòa tan trong xỉ. Oxy có mặt trong xỉ dưới dạng các oxit, còn hydro – dạng hydroxit (OH).

5. Lưu huỳnh và photpho là những tạp chất rất có hại cho mối hàn, bởi lưu huỳnh xúc tiến sự tạo các vết nứt kết tinh và photpho làm giảm độ dẻo của kim loại mối hàn ở nhiệt độ thấp. Vì vậy việc đánh giá vai trò của xỉ hàn trong sự khử lưu huỳnh và photpho khi hàn cần được quan tâm.

Bằng thực nghiệm người ta chứng minh được rằng lưu huỳnh có trong kim loại cơ bản (vật hàn) chuyển hoàn toàn vào kim loại mối hàn. Đồng thời một nửa lưu huỳnh mối hàn hấp thụ từ lõi que hàn và chỉ một phần ba từ vỏ bọc. Điều này chứng tỏ rằng tốc độ tương tác của kim loại cơ bản và kim loại que hàn với xỉ hàn không giống nhau và xỉ giữ vai trò nhất định trong sự khử lưu huỳnh của kim loại. Sự giải phóng lưu huỳnh và chuyển nó vào xỉ xảy ra theo các phản ứng :



Photpho chuyển từ kim loại cơ bản, lõi và vỏ bọc que hàn vào kim loại mối hàn. Trong kim loại mối hàn photpho tồn tại dưới dạng photphit sắt. Sự oxi hóa photpho với oxit sắt để tạo P_2O_5 không hòa tan trong kim loại mà thuận lợi cho nó chuyển vào xỉ.



(Ngoặc đơn chỉ các thành phần hòa tan trong xỉ; ngoặc vuông – hòa tan trong kim loại).

6. Hợp kim hóa kim loại mối hàn: Một yêu cầu rất thường xuyên được đặt ra là hợp kim hóa kim loại mối hàn nhằm nhận được mối hàn có thành phần và tính chất mong muốn. Nhiều nguyên tố hợp kim bị oxy hóa trong quá trình hàn. Nguyên tố nào càng bị oxy hóa nhiều thì hàm lượng của nó trong bề

hàn và trong kim loại mối hàn càng ít. Bề hàn chỉ hấp thụ mạnh những nguyên tố mà các oxit của chúng có khả năng khuếch tán cao hơn hoặc bằng các oxit sắt (Cu, Ni, Co, W, Mo). Thực tế không thể hợp kim hóa kim loại mối hàn bằng các nguyên tố như nhôm và titan, vì các oxit của chúng có độ khuếch tán thấp. Để chuyển các nguyên tố từ vật liệu hàn vào mối hàn cần giảm cường độ oxy hóa càng nhiều càng tốt hoặc bảo vệ các nguyên tố ấy khỏi bị oxy hóa bằng cách sử dụng những nguyên tố có ái lực cao đối với oxy. Chẳng hạn, để hấp thụ titan tốt hơn cần đưa nhôm vào vùng hàn.

Có nhiều phương pháp để hợp kim hóa mối hàn. Sử dụng dây đặc để hợp kim hóa đảm bảo nhận được mối hàn có thành phần hóa học ổn định nhất. Phương pháp này ứng dụng trong hàn tự động, hàn khí bảo vệ, hàn hồ quang tay, hàn chân không,...

Khi hàn với que hàn chất lượng cao, sự hợp kim hóa mối hàn thực hiện nhờ các bột kim loại trong thuốc bọc. Phương pháp này cho phép nhận mối hàn với bất cứ thành phần nào có trong thực tế, độ ổn định và thành phần mối hàn giống phương pháp trên.

12.9. TỔ CHỨC KIM LOẠI LIÊN KẾT HÀN NÓNG CHẢY

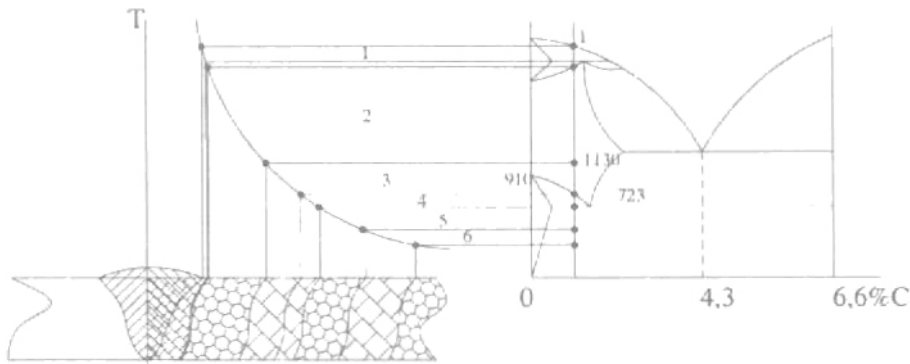
12.9.1. Tổ chức kim loại vùng hàn

Vùng kim loại nóng chảy (vùng hàn – mối hàn).

Sau khi kim loại vùng hàn kết tinh, tổ chức kim loại của vùng này giống như tổ chức kim loại của vật đúc.

12.9.2. Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ)

Do nhiệt ảnh hưởng giảm dần ra phía ngoài kim loại cơ bản nên tổ chức ảnh hưởng có khác nhau (hình 12.7) gồm:



Hình 12.7. Tổ chức kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt

1. Ủ nóng chảy không hoàn toàn; 2. Ủ nhiệt; 3. Ủ thường; 4. Kết tinh lại không hoàn toàn; 5. Kết tinh lại hoàn toàn; 6. Giàn xanh.

Vùng 1 :

Lớp chuyển tiếp mỏng giữa kim loại hàn và kim loại cơ bản ở đây có sự lẫn lộn giữa pha lỏng và rắn tạo ra điều kiện cho sự thay đổi hạt to, sự ghép trực tiếp giữa các hạt của kim loại hàn với các tinh thể của kim loại cơ bản xảy ra. Sự ghép này xác định độ bền của mối hàn và cấu trúc chủ yếu là peclit, ferit.

Vùng 2 : Từ đường đặc $\rightarrow 1130^{\circ}$

Do bị nung nóng ở nhiệt độ cao làm cho các hạt thay đổi mạnh và kết tinh của chúng không bị giảm sau khi nguội. Phần này thường có cấu trúc to hạt. Hạt peclit to được bao quanh bởi các viền ferit, nên cơ tính của kim loại giảm nhiều dẫn đến vùng này của mối hàn càng nhỏ thì càng có chất lượng.

Vùng 3 :

Các hạt kim loại giữ nhiệt độ cao không lâu làm cho các hạt không kịp lớn lên nhiều, sau khi kết tinh lại của quá trình tiếp theo sẽ cho cấu trúc mịn đồng đều. Vùng này có cơ tính tương đối ổn định và cao.

Vùng 4 :

Nằm giữa nhiệt độ Ac_1 và nhiệt độ Ac_3 . Kim loại nung tới Ac , nên có sự chung hoá cùng tích, peclit chuyển hóa thành austenit và ferit tan vào austenit. Lượng ferit tan vào austenit càng tăng khi nhiệt độ càng tăng (càng gần nhiệt độ Ac_3). Sau đó khi nguội nhiệt độ giảm các tinh thể ferit lại xuất hiện và có cấu trúc hạt mới. Cuối cùng toàn bộ lượng austenit dư sẽ được chuyển sang peclit. Các hạt ferit không tan vào austenit lúc đầu thì cuối

cùng sẽ có cấu trúc thô hơn là những hạt ferit được kết tinh lại, do vậy cơ tính phần này kém hơn phần thường hoá một chút.

Vùng 5 : $t^0 = 1500^0 - Ac_1$

Kết tinh lại các hạt ferit đã bị biến dạng bởi quá trình gia công nguội: Sự thay đổi của các hạt này là do các nguyên tử sắt dịch chuyển mạng tinh thể và kim loại lại được phục hồi cơ tính ban đầu như trước khi chịu biến dạng dẻo. Nếu kim loại không bị biến dạng dẻo thì không có quá trình này diễn ra.

Vùng 6 :

Nung từ 200 -- 500°C : đặc trưng là sự giảm tính dẻo của kim loại mà không thay đổi cấu trúc hạt, hiện tượng này là do sự tiết ra các tạp chất khác nhau trong mạng tinh thể và tiết ra từ biên giới hạt, điều đó sẽ làm giảm độ dai va chạm a_k , độ dẻo của kim loại giảm xuống. Sự phân bố rõ rệt giữa các phần của vùng ảnh hưởng nhiệt là không có, mà tồn tại sự chuyển tiếp liên tục của các vùng. Nếu chiều rộng của vùng ảnh hưởng nhiệt càng nhỏ thì cơ tính của mỗi hàn càng được cải thiện.

12.10. TÍNH HÀN CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

12.10.1. Khái niệm

Tính hàn là khả năng hàn của kim loại và hợp kim cho phép hoàn thành mỗi hàn bằng các công nghệ thích hợp và các mối hàn đạt được thỏa mãn các tính chất cần thiết đảm bảo độ tin cậy của các kết cấu hàn khi sử dụng.

Phân loại :

1. Vật liệu có tính hàn tốt.
2. Vật liệu có tính hàn thỏa mãn.
3. Vật liệu có tính hàn kém.
4. Vật liệu không có tính hàn.

12.10.2. Tính hàn của thép cacbon

Thép cacbon và thép hợp kim là vật liệu thông dụng dùng trong chế tạo các kết cấu hàn; vì vậy trong nội dung này, chỉ đề cập đến tính hàn của thép.

1. Các chỉ tiêu đánh giá tính hàn thép. Theo tiêu chuẩn tính hàn của thép được đánh giá theo các chỉ tiêu sau :

a) Tính toán lượng cacbon tương đương để đánh giá sơ bộ tính hàn của thép C_E đặc trưng cho hằng số vật liệu, thông qua đó ảnh hưởng tới tính hàn của kim loại.

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} (*)$$

$$h < 25 \text{ mm} \Rightarrow C_{E_{th}} = 0,45$$

$$h < 35 \text{ mm} \Rightarrow C_{F_{th}} = 0,41$$

h : chiều dày của mối hàn.

$C_E < C_{E_{th}}$ tức là thép có tính hàn.

Lưu ý : Thông qua giá trị C_E để :

- Xác định nhiệt độ nung sơ bộ (phải biết hàm lượng các nguyên tố trong thép).

- Công thức (*) áp dụng cho thép C thấp và hợp kim thấp (0,016 – 0,02)%C.

- Đối với thép hợp kim thì hàm lượng C tương đương còn biểu thị khả năng thấm tôi và điều kiện hàn. Khả năng này biểu thị sự biến giòn của vùng ảnh hưởng nhiệt, tức là đặc trưng cho tính hàn của kim loại – được đặc trưng bằng hệ số nứt nguội sau:

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{V}{10} + 5B + \frac{Mo}{15}$$

(Dùng cho thép hợp kim thấp có $C < 0,16\%$).

b) Thông số đánh giá nứt nóng

Thể hiện ảnh hưởng của các nguyên tố có hại P, S, được xác định theo công thức thực nghiệm :

$$HCS = \frac{C(P + S + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

$HCS \geq 40 \Rightarrow$ Thép có thiên hướng tạo sự nứt nóng.

c) Thông số đánh giá nứt nguội: là thông số biểu thị ảnh hưởng của các thông số hợp kim tới sự hình thành nứt nguội, được xác định theo công thức:

$$P_L = P_{CM} + \frac{H_D}{60} + 6S$$

H_D – hàm lượng H_2 trong kim loại hàn (ml/100g).

$P_L \geq 40 \rightarrow$ thép cũng có thiên hướng tạo nứt nguội. khi đó phải tính tiếp P_w để xác định nhiệt độ nung nóng sơ bộ T_p , nhằm hạn chế khả năng nứt cho kết cấu hàn.

$$P_w = P_{CM} + \frac{H_D}{60} + \frac{R_F}{400000}$$

R_F - cường độ cứng vững của mối hàn: $R_F = h.r_F$

r_F - hệ số cứng vững. $r_F \approx 690$ theo thử nghiệm TEKKEN.

Giới hạn sử dụng tính toán P_w cho các thép có thành phần giới hạn trong bảng dưới đây:

C	Mn	Si	Cr	Mo	V	B
0.07	0.4	0	0	0	0	0
0.22	1.4	0.6	1.2	0.7	0.12	0.005

Nhiệt độ nung nóng sơ bộ được xác định : $T_p = (1440.P_w - 392) (^{\circ}C)$.

Đối với thép C trung bình và cao cần nung sơ bộ theo công thức của

Seferian : $T_p = 350\sqrt{C_p - 0,25} (^{\circ}C)$

Chương 13

CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG

13.1. KHÁI NIỆM, CẤU TẠO VÀ PHÂN LOẠI HỒ QUANG

13.1.1. Khái niệm

Hồ quang điện là sự phóng điện *manh* (có ánh sáng đi kèm) và *bền* trong khoảng khí giữa hai điện cực.

Hồ quang điện có tiết diện hình tròn đường kính khoảng từ 0,1 ~ 1 cm, có nhiệt độ rất cao, ánh sáng chói (là các tia hồng ngoại, tia tử ngoại) và xuất hiện khi dòng điện lớn hơn 0,3A.

Hồ quang hàn là hồ quang điện thích hợp dùng để hàn, thường có chiều dài từ 2~7 mm, dòng điện từ 10~1000A và hiệu điện thế từ 10~50V.

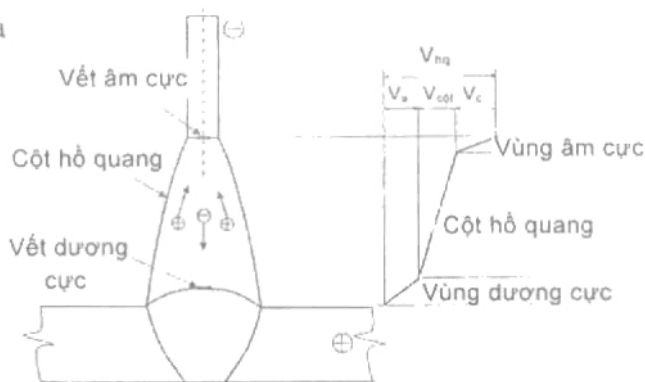
Hồ quang điện có thể coi như là *vật chất thứ tư* (sau các loại chất rắn, chất lỏng, chất khí) bởi vì nó là môi trường của các ion (các hạt mang điện tích). Một môi trường mang điện tích và phát ra ánh sáng chói lòa còn được gọi là *Plasma*. Nếu như plasma xuất hiện và tồn tại nhờ sự cung cấp nguồn điện năng liên tục, người ta nói đó là sự phóng điện, hay là *plasma điện*. Trong trường hợp này plasma trở thành dây dẫn điện trong một môi trường mà trước đó hoàn toàn không dẫn điện (phân biệt với các trường hợp plasma khác như plasma đi liền với các hiện tượng thiên nhiên như chớp, sao đôi ngôi.... các plasma này không bền và không có dòng điện chạy qua).

13.1.2. Cấu tạo hồ quang điện

Thông thường, để có được hồ quang điện cần phải có sự phóng điện sau đó là sự duy trì dòng điện giữa hai điện cực. Điện cực âm mà từ đó các điện tử được bức xạ thường được gọi là *catod* còn điện cực dương được gọi là *anod*. Trong hàn, các điện cực có thể là kim loại, cũng có thể là cacbon; chúng có thể là chất rắn, cũng có thể là chất lỏng. Giữa hai điện cực là khoảng chất khí đã được ion hóa, có khả năng dẫn điện và phát ra ánh sáng chói lòa đó là cột hồ quang hay còn gọi là plasma.

Hồ quang điện được chia ra làm 3 phần, hình 13.1:

– *Vùng âm cực*: là vùng bao gồm phần bề mặt của catod và phần khí mỏng sát với catod. Trên bề mặt của âm cực có một vết *âm cực* rất mỏng, ở đây mật độ dòng điện rất lớn và nhiệt độ cao hơn so với các điểm xung quanh.



Hình 13.1. Cấu tạo của hồ quang

Như vậy, mật độ dòng điện của bức xạ điện tử phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ của bề mặt catod.

– *Vùng dương cực*: là vùng bao gồm bề mặt của anod và lớp khí mỏng sát với anod. Trên bề mặt của anod có một vết *dương cực* có nhiệt độ cao hơn so với vùng xung quanh. Dòng điện sẽ đi qua vết dương cực và vết âm cực.

Tại gần vết anod, khoảng bằng chiều dài của bước chuyển động tự do của điện tử, điện áp giảm nhiều hơn cả. Sự giảm điện áp này là do có sự không cân bằng về điện tích âm tại vùng anod. Tại vùng này hầu như không có điện tích dương và cũng không xảy ra hiện tượng ion hóa. Điện tử ở vùng này được tăng tốc đáng kể, khi va đập vào anod nó sẽ truyền động năng của mình cho anod làm cho nhiệt độ của anod tăng mạnh.

– *Cột hồ quang* được tạo ra bởi chính plasma là một môi trường bao gồm các hạt điện tích và có khả năng dẫn điện.

Việc nung nóng âm cực lên nhiệt độ cao gây hiện tượng bức xạ điện tử. Các điện tử bứt ra khỏi âm cực chuyển động về phía dương cực. Trên quãng đường chuyển động từ âm cực đến dương cực do có một động năng lớn các điện tử sẽ va đập với các nguyên tử khí trong khoảng không giữa hai điện cực, tạo nên các ion dương và ion âm. Các ion âm cùng các điện tử tự do chuyển động về phía dương cực, va đập vào dương cực rồi chuyển động năng của mình thành nhiệt năng nung nóng anod. Các ion dương chuyển động theo hướng ngược lại về phía âm cực, va đập với âm cực, biến động năng của mình thành nhiệt năng tiếp tục nung nóng âm cực, tạo nên sự bức xạ điện tử mới. Sự chuyển động qua lại của các dòng điện tích như vậy sẽ

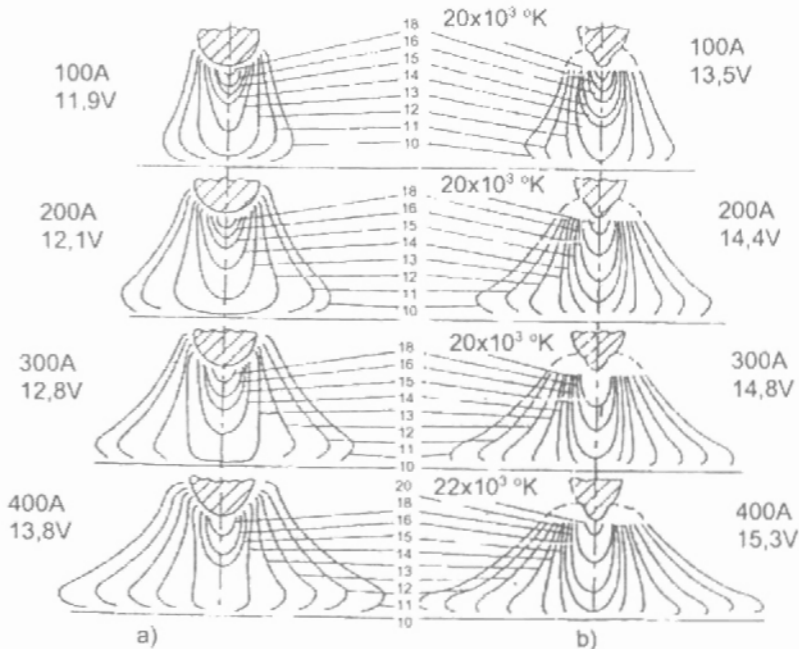
làm cho không khí trong khoảng không gian giữa hai điện cực bị ion hóa, biến nó thành môi trường dẫn điện – plasma – (cột hồ quang).

Như vậy plasma là một môi trường bao gồm các hạt mang điện tích dương và điện tích âm, nó cũng có thể chứa các hạt không mang điện tích.

Trong ba vùng kể trên, ngoài cột hồ quang được phân định khá rõ ràng, còn lại vùng âm cực và vùng dương cực vẫn còn chưa được các nhà khoa học xác định rõ ràng. Vùng dương cực so với vùng âm cực có ít vấn đề hơn, bởi vì vùng âm cực ngoài việc thu hút các điện tích dương về phía mình nó còn có nhiệm vụ bức xạ các tia điện tử. Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, hoạt động ở vùng âm cực của các khí và hơi kim loại nhằm tạo ra các ion là yếu tố quyết định đến cơ cấu của hồ quang.

Hồ quang là môi trường vật chất dẫn điện nên nó có một điện thế và điện thế này (U_h) thay đổi theo chiều dài của hồ quang. Nó bao gồm điện thế rơi trên âm cực (U_k), điện thế rơi trên cột hồ quang (U_c) và điện thế rơi trên dương cực (U_a): $U_h = U_k + U_c + U_a$ (V)

Nhiệt độ của hồ quang phân bố phụ thuộc vào dạng bề mặt catod và chế độ điện năng, hình 13.2 :



Hình 13.2. Nhiệt độ của cột hồ quang
a) Dạng catod bình thường; b) Dạng catod điểm lồi.

13.1.3. Phân loại hồ quang hàn

a) Phân loại theo môi trường hồ quang cháy, có:

- Hồ quang kín.
- Hồ quang hở.

b) Phân loại theo chiều dài cột hồ quang

- Hồ quang ngắn ($l_h \leq 2\text{mm}$).
- Hồ quang trung bình ($l_h = 3-5\text{ mm}$).
- Hồ quang dài ($l_h \geq 6\text{mm}$).

c) Phân loại theo chiều dòng điện hàn

- Hồ quang điện xoay chiều
- Hồ quang điện một chiều

d) Phân loại theo cách dẫn điện của nguồn hàn

- Hồ quang gián tiếp (hồ quang không tạo ra trực tiếp với vật hàn)
- Hồ quang trực tiếp (hồ quang tạo ra trực tiếp với vật hàn).

e) Phân loại theo cực tính của nguồn điện một chiều

- Hồ quang nối thuận (khí que hàn nối với cực âm của nguồn DC -)
- Hồ quang nối nghịch (khí que hàn nối với cực dương của nguồn DC +).

13.1.4. Điều kiện và cách gây hồ quang hàn

Hàn hồ quang là phương pháp hàn nóng chảy, trong đó mỗi hàn được hình thành nhờ nguồn nhiệt tỏa ra từ cột hồ quang cháy giữa một điện cực (que hàn) và chi tiết hàn.

1. Điều kiện phát sinh hồ quang điện

- Có một hiệu điện thế đủ lớn giữa hai điện cực.
Có sự ion hóa của khoảng khí giữa hai điện cực.

2. Phương pháp gây hồ quang

Thực tế khi hàn hồ quang tay, thường sử dụng hai phương pháp gây hồ quang:

a) *Phương pháp gõ thẳng*: điện cực được mồi thẳng xuống vật hàn, sau khi có sự tiếp xúc giữa điện cực với vật hàn, điện cực được nhấc lên nhanh và giữ sao cho khoảng cách từ đầu điện cực tới vật hàn gần bằng đường kính điện cực (thường từ 2–5mm).

Ưu điểm của phương pháp gõ thẳng là không làm hư hại bề mặt vật hàn và có thể gây hồ quang trong một không gian hẹp, ví dụ như khi hàn các đường hàn nằm trong góc khuất.

Nhược điểm: phương pháp gây hồ quang này khó hơn so với phương pháp quét diêm và rất dễ gây ra hiện tượng dính đầu que hàn với vật hàn do sự tăng mạnh của dòng điện hàn trong lần tiếp xúc đầu tiên giữa điện cực và bề mặt vật hàn. Sử dụng phương pháp này đòi hỏi người thợ phải có kinh nghiệm.

b) *Phương pháp quét diêm:* que hàn được nghiêng đi một góc khoảng $30 \sim 45^\circ$ so với phương thẳng đứng sau đó được quét lên bề mặt vật hàn rồi nhấc lên một khoảng gần bằng với đường kính que hàn.

Ưu điểm: dễ gây hồ quang, do đó người thợ bắt đầu học hàn hồ quang tay cũng có thể gây được hồ quang. Thuận tiện khi hàn các vật liệu có bề mặt không phẳng, không sạch, ví dụ như thép tấm cũ, bị rỉ bề mặt: vì khi đó điện tích tiếp xúc giữa đầu que hàn với bề mặt vật hàn lớn.

Nhược điểm: dễ gây tổn hại bề mặt vật hàn do việc lưu lại những giọt kim loại nóng chảy trong quá trình quét đầu que hàn lên bề mặt vật hàn. Không gây hồ quang khi không gian thao tác nhỏ, chật, hẹp.

Sau khi hình thành, sự cháy của hồ quang phụ thuộc vào nhiều yếu tố: điện áp, và cường độ dòng điện hàn, que hàn và chiều dài cột hồ quang ($l_{\text{hồ quang}} = l_h$), điều này được thể hiện trong công thức thực nghiệm sau:

$$U_h = a + bI_h + (c + dI_h / I_h) (V)$$

Trong đó : U_h là điện áp hồ quang (V); l_h là chiều dài hồ quang (mm); a là tổng điện thế rơi trên 2 cực anod và catod, nó phụ thuộc vào vật liệu que hàn và vật liệu vật hàn (khi hàn bằng que hàn thép lên thép : $a = 15 - 20V$; hàn que vonfram : $a = 30 - 35V$; b là điện thế rơi trên một đơn vị chiều dài hồ quang (V/cm): khi hàn que hàn thép thường $b = 15,7V/cm$; c, d là hằng số, khi hàn que hàn thép cacbon thì $c = 9,4W$, $d = 2,5W/cm$. I_h là cường độ dòng điện hàn (A). Khi hàn cường độ dòng điện tương đối lớn có thể bỏ qua phần cuối của công thức nên ta có công thức:

$$U_h = a + b.l_h (v)$$

Điều đó có nghĩa là : điện thế hồ quang cháy ổn định phụ thuộc vào chiều dài hồ quang là chủ yếu (là hàm tuyến tính).

Mối quan hệ U_h và chiều dài hồ quang l_h cũng cho thấy điện áp hồ quang khi dòng điện không thay đổi, nó sẽ phụ thuộc vào khoảng cách hồ quang và có tính chất tuyến tính. Ngược lại khi chiều dài hồ quang không

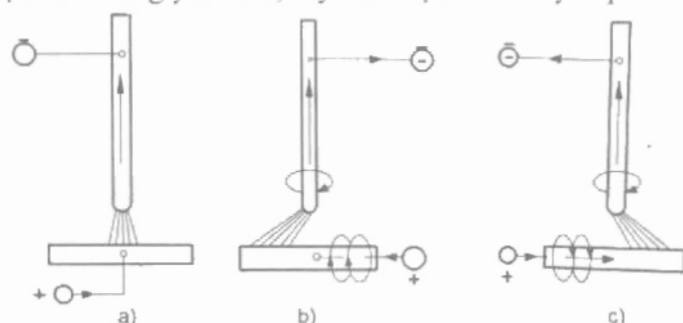
đôi thì điện áp hồ quang cũng phụ thuộc vào dòng điện hàn, sự phụ thuộc này còn gọi là đặc tính Von- Ampe của hồ quang.

Vì vậy, để cho hồ quang cháy ổn định trong suốt quá trình hàn cần phải giữ cho chiều dài hồ quang luôn không đổi, điều này phụ thuộc rất nhiều vào trình độ tay nghề dịch chuyển que hàn xuống vùng hàn đều đặn của người thợ.

Mặt khác hồ quang hàn được hình thành trong môi trường khí giữa các điện cực (một điện cực có thể là vật hàn), cho nên có thể coi nó như một dây dẫn mềm, nên dưới tác dụng của một số yếu tố khác nó có thể bị kéo dài và dịch chuyển khỏi vị trí bình thường, được gọi là hiện tượng lệch hồ quang.

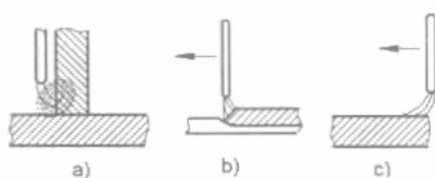
13.1.5. Một số yếu tố tạo nên hiện tượng lệch hồ quang

1. Yếu tố từ trường hồ quang (hình 13.3) khi hàn, xung quanh hồ quang, điện cực hàn và vật hàn,... sẽ sinh ra một từ trường: nếu từ trường xung quanh hồ quang phân bố đối xứng thì nó sẽ không có hiện tượng thổi lệch (hình 13.3b); nếu từ trường phân bố không xứng, nó sẽ bị thổi lệch về phía từ trường yếu hơn; ví dụ trên hình 13.3a, c cột hồ quang sẽ bị thổi lệch về phía có lực từ trường yếu hơn, tùy theo vị trí nối dây cáp hàn vào vật hàn.



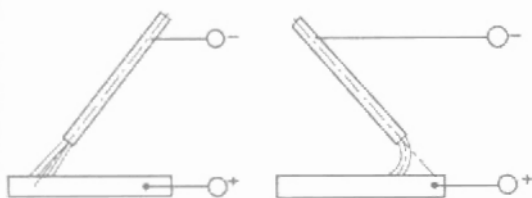
Hình 13.3. Ảnh hưởng của từ trường lên hồ quang
a) Từ trường đối xứng; b) và c) Từ trường không đối xứng.

2. Yếu tố vật liệu sắt từ (hình 13.4). Khi đặt gần hồ quang một vật liệu sắt từ, giữa chúng sẽ sinh ra một lực điện từ có tác dụng kéo lệch cột hồ quang về phía vật sắt từ đó. Điều này gây khó khăn khi hàn mối hàn góc (hình 13.4a); khi bắt đầu và kết thúc cuối đường hàn giáp mối (hình 13.4b).



Hình 13.4. Ảnh hưởng của vật liệu sắt từ đến hồ quang
a) Hàn mối hàn góc ; b) Kết thúc và c) Cuối đường hàn giáp mối.

3. Yếu tố góc nghiêng điện cực hàn (hình 13.5). Góc nghiêng của điện cực hàn cũng ảnh hưởng đến sự phân bố đường sức từ xung quanh hồ quang. Bởi vậy chọn góc nghiêng điện cực hàn (que hàn) thích hợp có thể thay đổi được tính chất phân bố đường sức từ và có thể tạo ra điện trường đồng đều, khắc phục hiện tượng thổi lệch hồ quang khi hàn.



Hình 13.5. Ảnh hưởng của góc nghiêng điện cực hàn đến sự lệch hồ quang

13.1.6. Các biện pháp khắc phục lệch hồ quang

Để khắc phục và hạn chế ảnh hưởng của hiện tượng thổi lệch hồ quang, chúng ta có thể sử dụng một trong những biện pháp sau đây:

- Thay đổi vị trí nối dây với vật hàn để tạo ra từ trường đối xứng (hình 13.5b);
- Chọn góc nghiêng điện cực hàn một cách hợp lý;
- Giảm chiều dài hồ quang tới mức có thể (hàn bằng hồ quang ngắn);
- Nếu có thể, thay nguồn hàn một chiều bằng nguồn hàn xoay chiều, bởi vì hiện tượng thổi lệch hồ quang xảy ra không đáng kể đối với nguồn hàn xoay chiều;
- Đặt thêm vật liệu sắt từ (sắt, thép) gần hồ quang để kéo hồ quang lệch về phía đó, hạn chế được ảnh hưởng của hiện tượng thổi lệch hồ quang do các nguyên nhân khác gây ra;
- Có biện pháp che chắn gió hoặc các dòng khí tác động lên hồ quang khi hàn ngoài trời: gió thổi lệch hồ quang và gây ảnh hưởng xấu cho quá trình hàn.

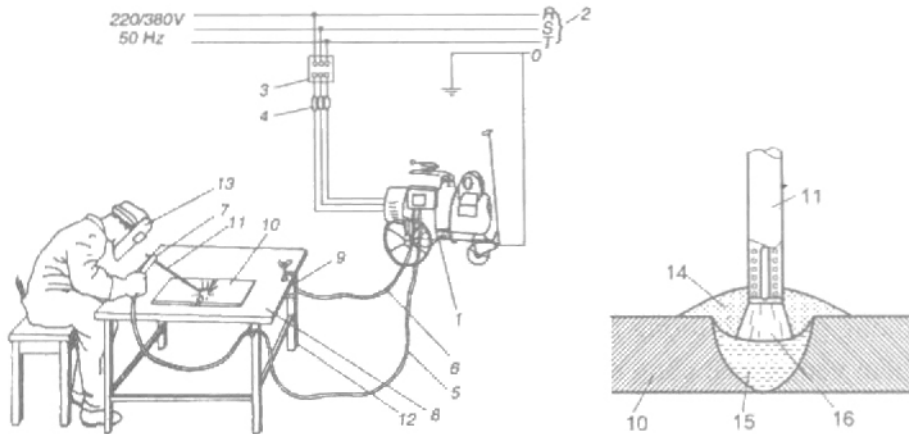
13.2. HÀN HỒ QUANG TAY

13.2.1. Thực chất hàn hồ quang tay

Hàn hồ quang tay là phương pháp hàn nóng chảy dùng năng lượng của hồ quang điện nung nóng kim loại chỗ cần hàn đến trạng thái nóng chảy,

sau khi kết tinh sẽ tạo mỗi hàn ; quá trình thao tác hàn các chuyển động cơ bản (gây hồ quang, dịch chuyển que hàn để duy trì chiều dài hồ quang, dao động để tạo chiều rộng cần thiết cho mỗi hàn cũng như chuyển động dọc để hoàn thành chiều dài mỗi hàn) đều do người thợ hàn thực hiện bằng tay.

Sơ đồ nguyên lý của quá trình hàn hồ quang tay được giới thiệu trên hình 13.6.



Hình 13.6. Sơ đồ nguyên lý của quá trình hàn hồ quang tay

1. Nguồn điện hàn; 2. Lưới điện 3 pha; 3. Cầu dao điện; 4. Cầu chì; 5. Cáp hàn; 6. Cáp mát;
7. Kim hàn; 8. Bàn hàn; 9. Kẹp mát; 10. Chi tiết hàn; 11. Que hàn; 12. Chân bàn hàn; 13. Mặt nạ hàn;
14. Môi trường khí; 15. Km loại lồng mối hàn; 16. Giọt kim loại dịch chuyển vào mối hàn.

13.2.2. Phân loại hàn hồ quang tay và đặc điểm của chúng

Có 3 cách phân loại hàn hồ quang tay như sau:

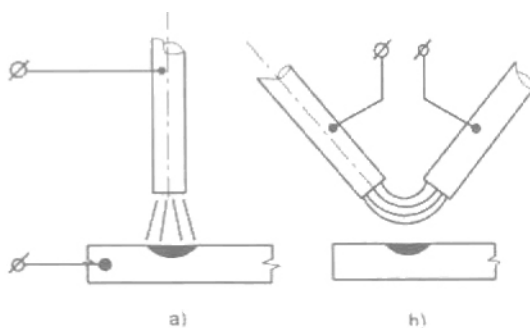
1. Phân loại theo điện cực hàn

- Hàn hồ quang tay bằng điện cực nóng chảy (hình 13.7a)
- Hàn hồ quang tay bằng điện cực không nóng chảy.

Khi hàn bằng điện cực nóng chảy (điện cực nóng chảy có vỏ thuốc và không có vỏ thuốc), hồ quang hình thành trực tiếp giữa điện cực và vật hàn – tiếng Anh gọi là Shielded Metal Welding (viết tắt là SMAW).

Khi hàn bằng điện cực không nóng chảy (điện cực than, grafit, vonfram,...) việc nung chảy khu vực cần hàn có thể do hồ quang cháy trực tiếp giữa điện cực hàn và vật hàn như trên hình 13.7a, hoặc cháy gián tiếp giữa 2 điện cực hàn bằng nguồn điện 1 pha hoặc nguồn 3 pha (hình 13.7b).

Trong trường hợp này mỗi hàn hình thành có thể chỉ do kim loại cơ bản của bản thân vật hàn hoặc có thêm kim loại bổ sung từ que hàn phụ. (Que hàn phụ được hiểu với nghĩa là chỉ có chức năng bổ sung kim loại cho vùng hàn chứ không tham gia dẫn điện, gây và duy trì hồ quang cháy).



Hình 13.7. Hàn hồ quang tay

a) Với điện cực nóng chảy; b) Điện cực không nóng chảy.

2. Phân loại theo loại dòng điện hàn, chia ra:

– Hàn hồ quang tay bằng dòng xoay chiều AC (Alternating Current).

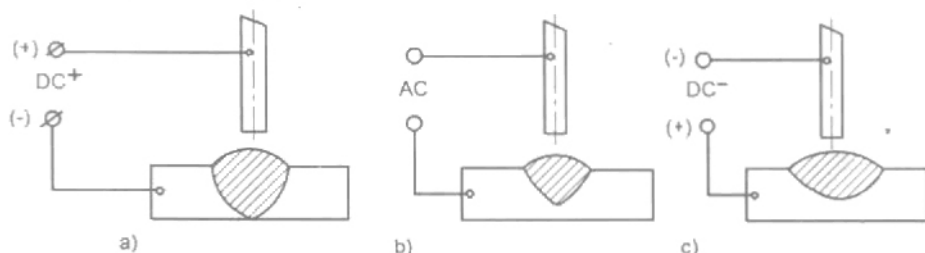
– Hàn hồ quang tay bằng dòng 1 chiều DC (Direct Current).

Hàn bằng dòng xoay chiều có ưu điểm: thiết bị đơn giản, dễ bảo quản, sửa chữa, giá thành tương đối thấp, thuận tiện cho những nơi gần lưới điện, không gây hiện tượng thối lệch hồ quang. Nhưng bên cạnh đó nó có những điểm yếu về mặt công nghệ như: khó gây hồ quang và hồ quang cháy không ổn định, do đó khó đạt được chất lượng mỗi hàn cao và không dùng được với tất cả các loại que hàn.

Hàn bằng dòng một chiều có những đặc điểm ngược lại; chính vì thế, hiện nay cả hai phương pháp này cùng tồn tại và bổ sung cho nhau.

3. Phân loại theo cách nối cực. Theo cách nối cực khi hàn hồ quang tay có thể phân ra :

a) *Nối cực trực tiếp*: là cách nối cực của nguồn hàn với vật hàn, còn cực kia nối với que hàn (hình 13.8a,b). Trong trường hợp này khi hàn bằng dòng điện một chiều, người ta có thể nối dây trực tiếp qua hai cách: nối thuận (hình 13.8c) và nối nghịch (hình 13.8a).



Hình 13.8. Sơ đồ cách nối cực nguồn hàn khi hàn hồ quang tay

a, b) Nối cực trực tiếp; c) Nối thuận; a) Nối nghịch.

a) *Nối thuận*: Nối cực dương của nguồn điện với vật hàn và cực âm nối với điện cực hàn và ký hiệu là DC-, DCSP (Direct Current Straight Polarity) hoặc là DCEN (D.C Electrode Negative).

Khi hàn bằng điện cực nóng chảy với dòng DC nối thuận, điện cực (catod) có nhiệt lượng lớn hơn so với vật hàn (anod) do vậy điện cực nóng chảy với tốc độ nhanh, nhưng chiều sâu ngấu của mối hàn bé.

b) *Nối nghịch*: Cực dương của nguồn điện hàn nối với điện cực hàn, cực âm nối với vật hàn và ký hiệu là DC+, DCRP (D.C Reverse Polarity) hay DCEP (D.C Electric Positive).

Khi hàn hồ quang với dòng DC nối nghịch, tốc độ nóng chảy (và tốc độ hàn) sẽ bé hơn, nhưng chiều sâu ngấu của mối hàn sẽ lớn hơn.

2. *Nối cực gián tiếp*: là nối hai cực của nguồn điện hàn với hai điện cực hàn, không nối với vật hàn (hình 13.7b).

Do hồ quang cháy giữa hai điện cực, nên cách nối này chỉ dùng đối với trường hợp hàn bằng điện cực không nóng chảy; bởi vì trong quá trình hàn các điện cực không nóng chảy mòn rất chậm, nên việc điều chỉnh và duy trì hồ quang dễ dàng hơn. So với nối trực tiếp thì nối gián tiếp có ưu điểm hơn ở chỗ có thể điều chỉnh nhiệt lượng cần thiết đưa vào kim loại cơ bản bằng cách điều chỉnh khoảng cách giữa hồ quang và vật hàn. Cách nối cực này thường dùng để hàn các vật mỏng hay các kim loại và hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp.

13.2.3. Nguồn điện hàn hồ quang tay – Máy hàn

1. Các yêu cầu cơ bản đối với nguồn điện hàn hồ quang tay

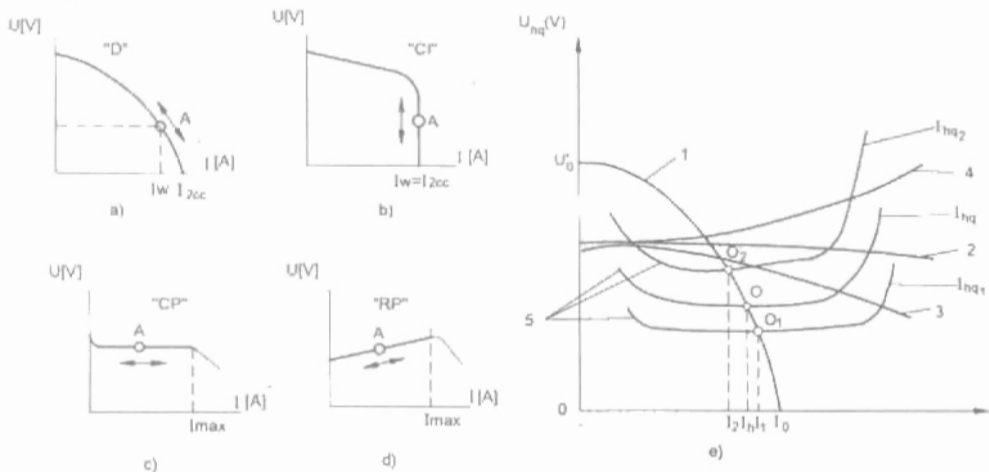
Các thiết bị dùng để cung cấp năng lượng cho quá trình hàn hồ quang tay được gọi là nguồn điện hàn hoặc máy hàn hồ quang. Máy hàn hồ quang rất đa dạng, được thiết kế thích hợp với các phương pháp hàn hồ quang khác nhau. Tuy nhiên, chúng đều phải thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau đây:

– Điện áp không tải của máy U_0 phải đủ để gây hồ quang, nhưng không gây nguy hiểm cho người sử dụng (tối đa là 90V). Điện áp không tải U_0 là điện áp ở các đầu ra của máy hàn trong điều kiện hàn không có tải; thông thường đối với nguồn điện xoay chiều: $U_0 = 50 \div 80V$ và DC: $U_0 = 30 - 45V$; khi hàn điện áp hồ quang U_h của nguồn xoay chiều thường khoảng $25 \div 45V$ và của nguồn một chiều là $16 \div 30V$.

– Quan hệ giữa điện áp ra của nguồn điện hàn với cường độ dòng điện hàn được gọi là đặc tính ngoài của nguồn. Một số đặc tính ngoài của nguồn điện hàn được giới thiệu trên hình 13.9.

Các dạng đường đặc tính ngoài của nguồn điện hàn hồ quang gồm : Đặc tính dốc liên tục ($D = Drooping$) còn được gọi là đường đặc tính dòng không đổi CC (Constant Current) (hình 13.9a); Đặc tính dốc đứng có dòng không đổi (CI = Constant Current) thường dùng cho hàn TIG (hình 13.9b); Đặc tính cứng – đặc tính điện thế không đổi (CP = Constant potential) (hình 13.9c); Đặc tính dốc ngược (RP = Rising Potential) (hình 13.9d); Đặc tính dốc dòng không đổi dùng cho hàn hồ quang tay (hình 13.9e).

Tùy theo quá trình hàn cụ thể để chọn nguồn hàn có đặc tính phù hợp. Khi hàn hồ quang tay nên sử dụng loại máy hàn có đường đặc tính “dốc” (đường 1 hình 13.9e). Bởi lẽ, thao tác không ổn định sẽ làm cho chiều dài hồ quang và điện áp hồ quang thường xuyên thay đổi. Nếu nguồn hàn có đặc tính “dốc”, thì với sự thay đổi chiều dài hồ quang (từ vị trí O tới vị trí O_1 với hồ quang ngắn hơn $l_{h1} < l_{h0}$; hoặc từ vị trí O tới vị trí O_2 với hồ quang chiều dài hơn $l_{h2} \geq l_{h0}$) sự thay đổi dòng hàn là không đáng kể, nhờ vậy chất lượng mỗi hàn sẽ được đảm bảo.



Hình 13.9. Các dạng đường đặc tính ngoài của nguồn điện hàn hồ quang

- a) Đường đặc tính dốc liên tục "D"; b) Đường đặc tính dốc đứng có dòng hàn không đổi "CI";
 c) Đường đặc tính cứng "điện thế hàn không đổi CP"; d) Đường đặc tính dốc lên "RP";
 e) Đường đặc tính dốc dòng không đổi "CC" dùng để hàn hồ quang tay

– Khi hàn hồ quang tay, hiện tượng đoản mạch xảy ra thường xuyên, lúc này cường độ dòng rất lớn có thể làm cháy máy. Do đó máy hàn phải có dòng điện đoản mạch I_d không quá lớn, thường $I_d \leq (1,3 \div 1,4)I_h$; (I_h – dòng điện hàn).

– Máy hàn hồ quang tay phải điều chỉnh được với nhiều loại chế độ hàn khác nhau.

– Đối với máy hàn dùng dòng điện xoay chiều, để cho quá trình hàn ổn định thì giữa điện áp và dòng điện hàn phải có sự lệch pha nhau, tức là chúng không có cùng trị số là 0 tại cùng một thời điểm.

Máy hàn hồ quang tay phải có kích thước khối lượng càng nhỏ càng tốt, hệ số công suất hữu ích cao, giá thành thấp, dễ dàng sử dụng và bảo hành, sửa chữa.

2. Nguồn điện hàn hồ quang tay xoay chiều

Hiện nay thường sử dụng chủ yếu là các loại biến áp hàn dùng dòng điện hàn 1 pha hoặc 3 pha. Nguồn điện dùng dòng điện ba pha hồ quang cháy ổn định hơn, mạng điện cung cấp cho máy chịu tải đồng đều, năng suất cao hơn 30 – 40%, tiết kiệm năng lượng điện từ 10 ÷ 20% so với nguồn một pha. Biến áp hàn hồ quang tay chủ yếu là loại giảm áp, chuyển từ điện áp cao, dòng điện bé của lưới điện công nghiệp một pha hoặc ba pha (qua cuộn sơ cấp của biến thế) thành điện áp thấp, dòng điện cao (qua cuộn thứ cấp của biến thế) để phù hợp với quá trình hàn, nên số vòng dây ở cuộn sơ cấp thường lớn hơn số vòng dây ở cuộn thứ cấp.

Các nguồn hàn hồ quang tay xoay chiều trong sản xuất hiện nay thường có dòng định mức 200 ÷ 500A với hệ số làm việc liên tục $PR = 60\%$ và điện áp nguồn là 380V. Hệ số PR là tỷ lệ phần trăm giữa thời gian máy hoạt động có tải với dòng điện đã xác lập trên khoảng thời gian cơ sở (theo quy định thời gian cơ sở có thể là 5 hay 10 phút). Như vậy, nếu $PR = 60\%$ (với thời gian cơ sở là 5 phút) có nghĩa là : hồ quang cháy liên tục trong 3 phút, tiếp theo là 2 phút máy chạy không tải (tương ứng với thời gian hàn một que hàn và thời gian lắp que hàn mới).

Lưu ý: Trong trường hợp cần nguồn điện hàn với hệ số PR khác thì phải

xác định dòng điện vận hành an toàn theo công thức sau : $I_h = I_{dm} \sqrt{\frac{PR_{dm}}{PR}}$

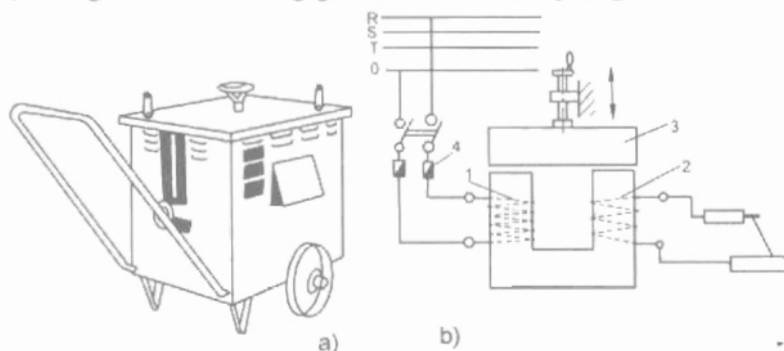
Ví dụ: Máy có hệ số làm việc liên tục $PR_{dm} = 60\%$ tại dòng định mức $I_{dm} = 250A$, khi cần vận hành liên tục ($PR = 100\%$) thì dòng điện tối đa cho phép là : $I_h = 250 \cdot \sqrt{\frac{60}{100}} = 195A$.

Ngược lại, máy có thể sử dụng an toàn với dòng điện $I_h = 300A$ nếu hệ

số làm việc liên tục là : $PR = PR_{dm} \left(\frac{I_{dm}}{I_h} \right)^2 = \left(\frac{250}{300} \right)^2 \cdot 60\% \approx 40\%$

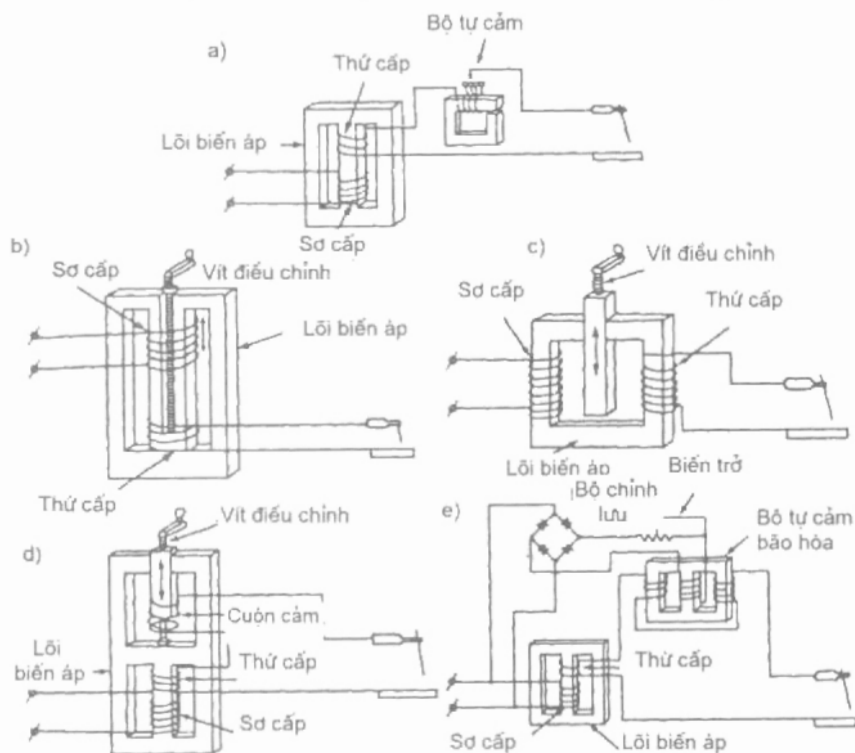
Cấu tạo nguồn điện hàn hồ quang tay xoay chiều thường có các bộ phận chủ yếu sau (hình 13.10).

- Biến áp giảm điện áp (biến áp hàn) : có các dạng (hình 13.11).
- Bộ điều khiển dòng hàn;
- Hệ thống làm mát: thông gió tự nhiên hoặc quạt gió.



Hình 13.10. Cấu tạo nguồn điện nan hồ quang tay xoay chiều
a) Hình dáng bên ngoài; b) Cấu tạo bên trong.

1. Cuộn sơ cấp của biến áp; 2. Cuộn thứ cấp của biến áp; 3. Bộ điều khiển dòng hàn; 4. Cầu chì.

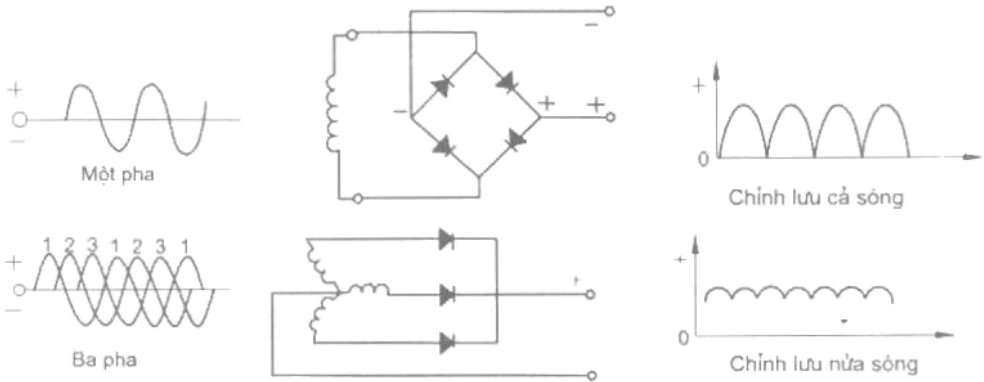


Hình 13.11. Các loại biến áp hàn và phương pháp điều khiển dòng hàn

a) Biến áp có bộ phận tự cảm riêng; b) Biến áp có các cuộn dây di động; c) Biến áp có lõi từ di động; d) Biến áp có lõi từ di động trong cuộn cảm; e) Biến áp có bộ tự cảm bão hòa.

4. Nguồn điện hàn hồ quang tay một chiều

Nguồn điện hàn một chiều có 2 loại: nguồn điện hàn chỉnh lưu và nguồn điện hàn tự phát.



Hình 13.12. Sơ đồ chỉnh lưu nguồn hàn

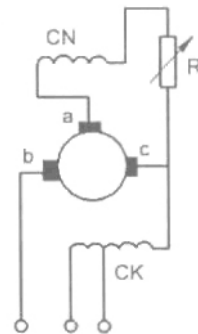
a) Một pha ; b) Ba pha.

– Nguồn điện hàn chỉnh lưu cung cấp điện một chiều cao cho quá trình hàn. Cấu tạo của nó gồm một máy biến áp hàn và một mạch chỉnh lưu dòng xoay chiều thành dòng một chiều. Dòng điện một chiều ổn định từ bộ chỉnh lưu phụ thuộc vào mạch chỉnh lưu và mạch lọc. Hình 13.12 minh họa sơ đồ điện hệ thống chỉnh lưu 1 pha và 3 pha. Dễ dàng nhận thấy: chỉnh lưu cả sóng ba pha có dòng DC ổn định hơn chỉnh lưu một pha. Dòng điện hàn cũng có thể điều chỉnh bằng các cuộn cảm và các tụ mắc ở mạch ra.

1. Nguồn điện hàn tự phát– máy phát điện hàn.

Máy được truyền động bằng một động cơ điện hoặc chạy bằng động cơ đốt trong (xăng hoặc diesel) nên thường gọi là tổ hợp máy hàn một chiều.

Các loại máy phát điện hàn thường có kích thước và khối lượng lớn, giá thành cao, khi sử dụng có độ ồn lớn, khó bảo hành sửa chữa,... vì thế hiện nay ít sử dụng, trừ những nơi không có điện lưới. Hình 13.13 là sơ đồ điện máy phát điện hàn với đặc tính dốc.



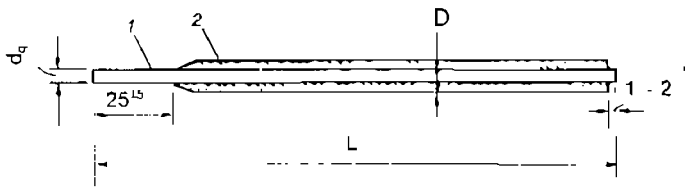
Hình 13.13. Sơ đồ điện máy phát điện hàn hồ quang tay: CN cuộn dây nạp từ; R : biến trở thay đổi dòng hàn; CK: cuộn dây khử từ.

13.2.4. Vật liệu hàn hồ quang tay

Trong hàn hồ quang tay, vật liệu hàn chủ yếu là que hàn. Que hàn có chức năng vừa dẫn điện, gây và duy trì hồ quang cháy, và bổ sung kim loại cho mối hàn; đồng thời tham gia vào các quá trình hóa lý và luyện kim khi hàn để hình thành mối hàn đạt chất lượng yêu cầu.

1. Cấu tạo, yêu cầu và phân loại que hàn.

a) *Cấu tạo que hàn*: gồm 2 phần chính (hình 13.14):



Hình 13.14. Cấu tạo que hàn bọc thuốc

1. Lõi que hàn; 2. Thuốc bọc.

– *Phần lõi*: là đoạn kim loại có chiều dài từ 250 – 450mm tương ứng với đường kính d_q (1,6 – 6,00) mm. Theo TCVN 3734–89 quy ước đường kính que hàn được gọi theo đường kính của phần lõi que d_q .

Thuốc bọc: bao gồm hỗn hợp các hóa chất, khoáng chất, fero hợp kim và chất dính kết (CaCO_3 ; CaF_2 ; SiO_2 ; Al_2O_3 ; TiO_2 ; MnO ;... FeMn ; FeSi ;... Na_2SiO_2 ;...).

b) *Yêu cầu chung của que hàn*. Que hàn phải đạt được các yêu cầu chính sau đây :

- Đảm bảo yêu cầu về cơ tính của kim loại mối hàn.
- Đảm bảo thành phần hóa học cần thiết cho kim loại mối hàn.
- Có tính công nghệ tốt, cụ thể:
 - + Dễ gây hồ quang, hồ quang cháy ổn định khi hàn với dòng điện và chế độ hàn quy định, trên nhãn mác.
 - + Nóng chảy đều, không vón cục gây khó khăn khi hàn.
 - + Có khả năng hàn được mối hàn ở nhiều vị trí trong không gian.
 - + Kim loại mối hàn ít bị khuyết tật : nứt, rỗ, xỉ,...
 - + Xi hàn dễ nôi, phủ đều, dễ tách khỏi bề mặt mối hàn khi nguội.
 - + Trong quá trình hàn kim loại lỏng ít bị bắn tóe ra xung quanh.

- + Có năng suất hàn cao (có hệ số đắp cao).
- + Không tạo ra các loại khí độc hại ảnh hưởng đến sức khỏe của con người.
- Giá thành sản phẩm thấp.

c) *Phân loại que hàn* : có nhiều cách phân loại que hàn:

Phân loại theo công dụng:

- Que hàn để hàn thép cacbon và thép hợp kim kết cấu.
- Que hàn để hàn thép hợp kim chịu nhiệt.
- Que hàn để hàn thép hợp kim cao và có tính chất đặc biệt.
- Que hàn đắp.
- Que hàn gang,...

Phân loại theo chiều dày vỏ bọc: căn cứ vào tỷ số D/d_q (hình 13.14) quy ước:

- Loại vỏ thuốc mỏng : $D/d_q \leq 1,2$;
- Loại vỏ thuốc trung bình : $1,2 < D/d_q \leq 1,45$;
- Loại vỏ thuốc dày : $1,45 < D/d_q \leq 1,8$;
- Loại vỏ thuốc đặc biệt dày $D/d_q > 1,8$.

Phân loại theo tính chất của vỏ thuốc, có :

- Que hàn loại vỏ thuốc hệ axit (ký hiệu là A) : Thuốc làm vỏ bọc loại que hàn này được chế tạo từ các loại oxit (sắt, mangan, silic, ferômangan,...). Que hàn vỏ thuốc loại này có tốc độ chảy lớn, cho phép hàn bằng cả hai loại dòng điện xoay chiều và một chiều, hàn ở hầu hết các vị trí khác nhau trong không gian của mỗi hàn. Nhược điểm của nó là mỗi hàn có khuynh hướng nứt nóng, nên ít dùng để hàn các loại thép có hàm lượng lưu huỳnh và cacbon cao.

- Que hàn vỏ thuốc hệ bazơ (B) : Trong vỏ thuốc chủ yếu là các thành phần như canxi cacbonnat, magiê cacbonnat, huỳnh thạch, feromangan, silic, titan,... Khi hàn sẽ tạo ra khí bảo vệ là CO và CO₂ do phản ứng phân ly của cacbonnat. Que hàn thuộc hệ bazơ thường chỉ sử dụng với dòng điện hàn một chiều nối nghịch. Mỗi hàn ít bị nứt kết tinh, nhưng rất dễ bị rỗ khí. Có thể sử dụng que hàn các loại này để hàn các loại thép có độ bền cao, các loại kết cấu hàn quan trọng.

– Que hàn loại thuộc hệ rutin (ký hiệu là R) L: Trong thuốc bọc có các thành phần như: oxit titan, graphít, mica, trường thạch, canxi và magiê cacbonnat, ferô hợp kim... Que hàn loại này được sử dụng với cả dòng một chiều và xoay chiều, hồ quang cháy ổn định, mỗi hàn hình thành tốt, ít bắn tóe, nhưng dễ vỡ khí và nứt kết tinh trong mỗi hàn.

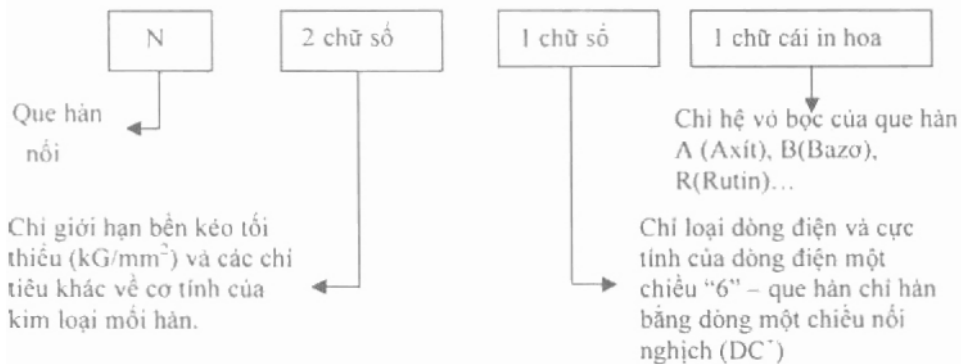
2. Ký hiệu que hàn

Các nước công nghiệp phát triển trên thế giới cũng như các nước đang phát triển đều có công nghiệp sản xuất que hàn, nên đều có tiêu chuẩn que hàn của nước mình.

a) Ký hiệu que hàn theo tiêu chuẩn Việt Nam

– Que hàn thép cacbon và hợp kim thấp TCVN 3734 – 89

Cấu trúc chung của ký hiệu que hàn có dạng như sau (hình 13.15).



Hình 13.15. Cấu trúc chung ký hiệu que hàn thép cacbon theo tiêu chuẩn Việt Nam–TCVN

Vi dụ: N50– 6B có nghĩa là : Que hàn dùng để hàn thép cacbon và hợp kim thấp, vỏ thuộc thuộc hệ bazơ thích hợp với hàn dòng 1 chiều nổi nghịch. Kim loại mỗi hàn có giới hạn bền kéo tối thiểu là 50 kG/mm² (hay 490 MPA) ; độ dai va đập không bé hơn 1,3 MJ/m² ; độ dẫn dài tương đối,... $\geq 20\%$; góc uốn $\alpha \geq 150^\circ$.

b) Ký hiệu que hàn theo tiêu chuẩn Quốc tế ISO (International Organization for Standardization).

Các nước công nghiệp phát triển, khi sản xuất que hàn thường có chuyển đổi từ tiêu chuẩn nước mình sang tiêu chuẩn Quốc tế để phục vụ cho mục đích thương mại.

Ví dụ: Một loại que hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp được chuyển đổi sang ISO 2560, có ký hiệu E51 5B120 2.6H được giải thích như sau :

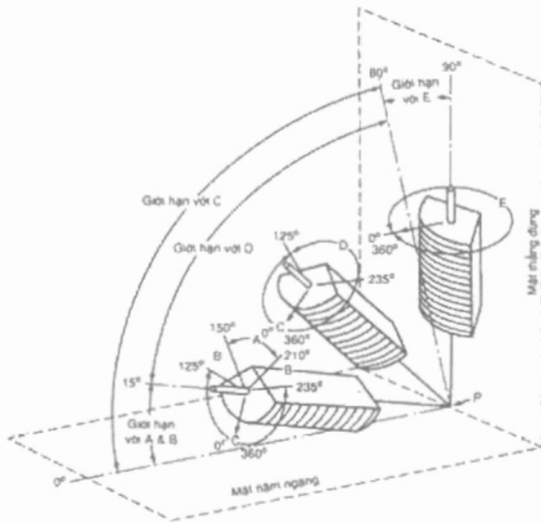
E51 5B120 2.6H là que hàn hồ quang tay cho thép cacbon hoặc thép hợp kim thấp đảm bảo giới hạn bền kéo của kim loại mối hàn trong khoảng 510÷650 MPa (tương ứng với số 51) độ dẫn dài tương đối tối thiểu...=20%; độ dai va đập là 28kJ/cm² đạt được ở nhiệt độ T = -40⁰C. Que hàn có vỏ thuộc bọc hệ bazơ (tương ứng với chữ B), hiệu suất đắp là 115 - 125% (tương ứng với số 120), thích hợp để hàn các liên kết ở mọi vị trí trong không gian, trừ vị trí hàn đứng từ trên xuống. Khi hàn, dùng nguồn một chiều nối nghịch hoặc nguồn xoay chiều có điện áp không tải tối thiểu là 70V.

Ngoài ra còn có các tiêu chuẩn khác như: khối thịnh vượng chung châu Âu, que hàn theo tiêu chuẩn châu Âu CEN; tiêu chuẩn của Vương quốc Anh BS; tiêu chuẩn que hàn của Liên bang Nga GOST (ГОСТ); tiêu chuẩn của Hiệp hội hàn Mỹ AWS ; tiêu chuẩn Thái Lan TIS ; tiêu chuẩn của Cộng hòa Liên bang Đức DIN,...

13.2.5. Công nghệ hàn hồ quang tay

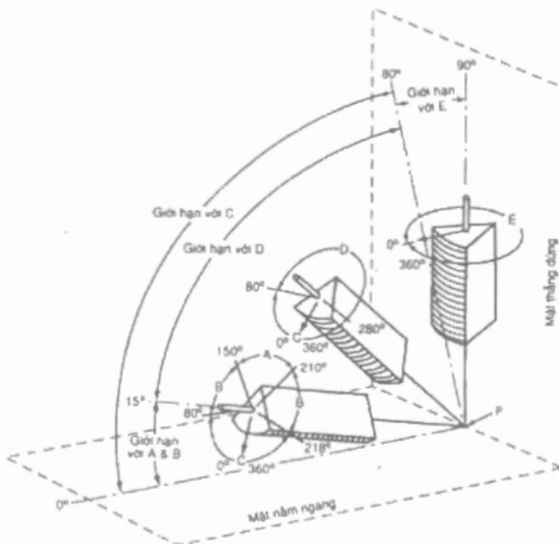
Trên cơ sở xác định được các dạng liên kết hàn; các tư thế hàn của các mối hàn trên bản vẽ kết cấu hàn theo tiêu chuẩn hàn nào đó, (xem lại mục 1.4; mục 1.5 của chương 1), để xây dựng quy trình hàn của kết cấu đạt chất lượng tối ưu. Vì vậy xác định hoặc lựa chọn tư thế hàn có ý nghĩa kinh tế, kỹ thuật; vì với các vị trí hàn khác nhau, điều kiện hình thành mối hàn và chất lượng của chúng rất khác nhau.

Ví dụ : Để đánh giá chất lượng quy trình công nghệ hàn hoặc trình độ thợ hàn, tiêu chuẩn AWS của Hiệp hội Hàn Hoa Kỳ đã đưa ra các vị trí hàn kiểm tra chủ yếu cho các liên kết giáp mối, liên kết góc trên chi tiết dạng tấm và ống thể hiện trên hình 13.16; hình 13.17 và hình 13.18.



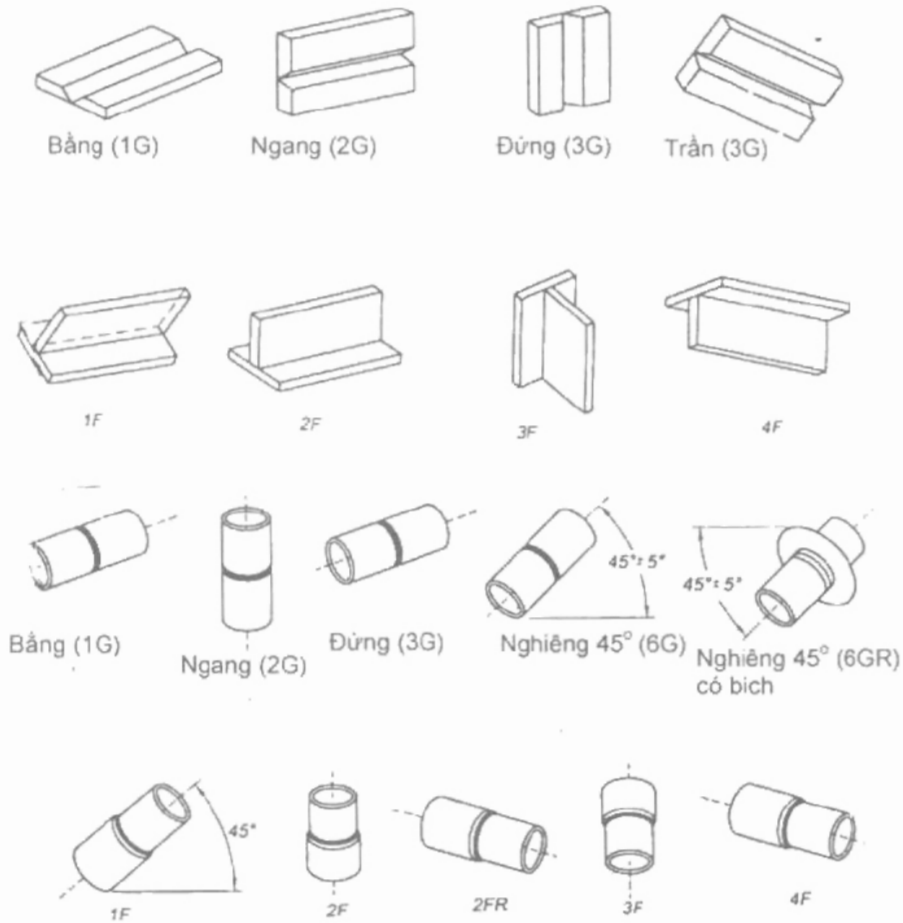
Loại mối hàn	Viết tắt tiếng Anh	Ký hiệu biểu đồ	Độ nghiêng trục	Góc quay bề mặt
Bằng (sấp)	F (FLAT)	A	$0^{\circ} + 15^{\circ}$	$150^{\circ} + 210^{\circ}$
Ngang	H (HORIZONTAL)	B	$0^{\circ} + 15^{\circ}$	$125^{\circ} + 150^{\circ}$
Trần (ngửa)	O.H (OVERHEAD)	C	$0^{\circ} + 80^{\circ}$	$210^{\circ} + 235^{\circ}$
Đứng	V (VERTICAL)	D	$15^{\circ} + 80^{\circ}$	$0^{\circ} + 125^{\circ}$
	V (VERTICAL)	E	$80^{\circ} + 90^{\circ}$	$235^{\circ} + 360^{\circ}$
				$125^{\circ} + 235^{\circ}$
				$0^{\circ} + 360^{\circ}$

Hình 13.16. Sơ đồ phân loại mối hàn góc và vị trí không gian liên kết tấm theo tiêu chuẩn AWS



Loại mối hàn	Viết tắt tiếng anh	Ký hiệu biểu đồ	Độ nghiêng trục	Góc quay bề mặt
Bằng (sấp)	F (FLAT)	A	$0^{\circ} + 15^{\circ}$	$150^{\circ} + 210^{\circ}$
Ngang	H (HORIZONTAL)	B	$0^{\circ} + 15^{\circ}$	$80^{\circ} + 150^{\circ}$ $210^{\circ} + 280^{\circ}$
Trần (ngửa)	O.H (OVERHEAD)	C	$0^{\circ} + 80^{\circ}$	$0^{\circ} + 80^{\circ}$ $280^{\circ} + 360^{\circ}$
Đứng	V (VERTICAL)	D	$15^{\circ} + 80^{\circ}$	$80^{\circ} + 280^{\circ}$
		E	$80^{\circ} + 90^{\circ}$	$0^{\circ} + 360^{\circ}$

Hình 13.17. Sơ đồ phân loại mối hàn giáp mối liên kết dạng tấm và vị trí không gian theo tiêu chuẩn AWS

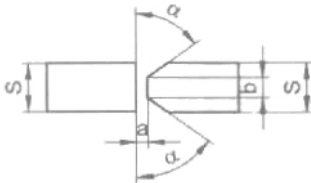
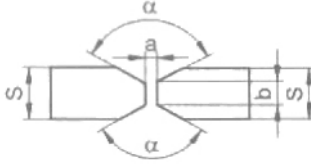
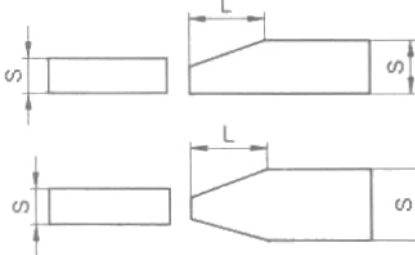


Hình 13.18. Sơ đồ khối liên kết hàn giáp mối và hàn góc (tấm và ống) với vị trí không gian theo tiêu chuẩn AWS

1. Chuẩn bị mép hàn

Công việc chuẩn bị mép hàn phải được tiến hành theo bản vẽ kỹ thuật hoặc theo một tiêu chuẩn nhất định phụ thuộc vào kiểu liên kết, chiều dày chi tiết hàn, phương pháp và khả năng công nghệ. Những yếu tố cơ bản khi vát mép là góc vát,... kích thước chân mép là b (là phần còn lại không bị vát) hoặc chiều cao gấp mép. Một số kiểu mép trên được giới thiệu trên hình 13.19.

Kiểu chuẩn bị gấp mép	Hình vẽ vát mép mỗi hàn	Kích thước (mm)
Gấp mép		$S = 1 + 3$ $a = 0 + 1$ $b = S + 2$ $R = S'$
Không vát mép		$S = 3 + 8$ $a = 1 + 2$
Vát mép nửa chữ V		$S = 4 + 26$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$
Vát mép chữ V		$S = 4 + 26$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $\alpha = 60^\circ \pm 5^\circ$
Vát mép kiểu chữ U		$S = 20 + 60$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $R = 5 \pm 1$ $\alpha = 10^\circ \pm 3^\circ$
Vát mép nửa chữ U		$S = 20 + 50$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $R = 5 \pm 1$ $\alpha = 10^\circ \pm 3^\circ$

Vát mép chữ K		$S = 12 + 40$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $\alpha = 50^\circ \pm 5^\circ$
Vát mép chữ X		$S = 12 + 80$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $\alpha = 60^\circ \pm 5^\circ$
Vát mép khi chiều dày khác nhau $S_1 - S > 7\text{mm}$		$L = 5(S_1 - S)$

Hình 13.19. Các kiểu chuẩn bị mép hàn

2. Làm sạch, hàn đính và gá lắp

– Làm sạch

Sau khi vát mép vật hàn, phải tiến hành làm sạch các mép khỏi sơn, gỉ, dầu mỡ và các chất bẩn khác bám trên đó ở cả 2 phía rãnh hàn với một chiều rộng nhất định ($20 \div 30 \text{ mm}$).

Việc làm sạch có thể tiến hành bằng phương pháp cơ khí (giấy giáp, bàn chải sắt, phun cát,...) hoặc bằng phương pháp hóa học (rửa bằng các hóa chất phù hợp).

– Gá lắp và hàn đính.

+ Gá lắp: Xác định vị trí tương đối của các chi tiết hàn trong không gian trên đồ gá chuyên dùng hay vụn năng, tùy theo yêu cầu kỹ thuật.

+ Hàn đính: Hàn đính phải tiến hành với số lượng và kích thước nhất định tùy thuộc vào chiều dài của mỗi hàn. Ví dụ, các chi tiết mỏng cần hàn các điểm đính mau hơn so với các chi tiết dày. Số lượng mỗi hàn đính phải đảm bảo được vị trí tương đối của các chi tiết trong khi hàn (độ phẳng, độ

đồng tâm, khe hở hàn,...) thông thường kích thước các mối hàn đỉnh lấy như sau :

Chiều dài mối hàn đỉnh bằng 3÷4 lần chiều dày vật hàn nhưng không lớn hơn 30÷40 mm.

Chiều cao mối hàn đỉnh bằng 0,5÷ 0,7 chiều dày vật hàn.

Khoảng cách giữa các mối hàn đỉnh bằng 40 ÷ 50 lần chiều dày vật hàn, nhưng không quá 300 mm. Mặc dù mối hàn đỉnh chỉ có chức năng chính là định vị các chi tiết, để chúng không bị biến dạng tự do khi hàn; song vẫn phải coi nó là một phần quan trọng của mối hàn sau này. Vì vậy, nó cũng cần thực hiện với chất lượng tốt, cụ thể các mối hàn đỉnh phải được thực hiện bằng chính loại que hàn, chế độ hàn (đặc biệt nếu có yêu cầu nung nóng sơ bộ) như đối với mối hàn chính thức và cũng phải do chính người thợ sẽ hàn chính thức mối hàn đó thực hiện.

3. Chế độ hàn hồ quang tay

Chế độ hàn là tổ hợp các thông số cơ bản của quá trình hàn để đảm bảo nhận được mối hàn có hình dạng và kích thước mong muốn. Đặc trưng cho chế độ hàn hồ quang tay là các thông số chính sau:

– Đường kính que hàn d_q : Trong thực tế hay dùng nhất là loại que hàn có đường kính từ 2,0 – 5mm. Đây là một thông số quan trọng được xác định chủ yếu dựa vào chiều dày của liên kết giáp mối tấm và ống, hoặc kích thước của cạnh mối hàn (bảng 13.1).

Bảng 13.1. Chọn đường kính que hàn

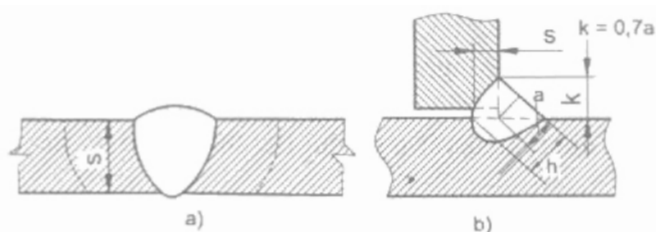
Đường kính que hàn d_q , mm	1,6 + 2	3	4	4 5	5	5 + 6	6 + 10
Chiều dày liên kết giáp mối, mm	≤ 2	3	4 + 8	9 + 12	13 + 15	16+20	> 20
Cạnh của mối hàn góc, mm	–	3	4 + 6	6 + 8	–	–	–

Có thể sử dụng công thức thực nghiệm để xác định :

Với mối hàn giáp mối G : $d_q = S / 2 + 1$ (mm),

Với mối hàn góc F : $d_q = K / 2 + 2$ (mm)

Trong đó: S là chiều dày tấm hàn (mm); K là cạnh mối hàn (mm), hình 13.20.



Hình 13.20. Biểu thị kích thước S và K
a) Mối hàn giáp mối; b) Mối hàn góc.

– Cường độ dòng hàn I_h . Ứng với mỗi đường kính của loại que hàn cụ thể có các khoảng dòng điện hàn phù hợp. Trên nhãn, mác của que hàn thường ghi rõ cường độ dòng hàn yêu cầu. Mặt khác ta có thể chọn cường độ dòng điện hàn theo công thức gần đúng sau đây :

$$I_h = (35 - 50)d_q \text{ (A)} \quad (1)$$

$$\text{Hoặc theo công thức : } I_h = (\alpha + \beta d_q)d_q \text{ (A)} \quad (2)$$

Trong đó : d_q – đường kính que hàn (mm); α , β là hệ số phụ thuộc vào vật liệu : khi hàn thép cacbon $\alpha = 20$; $\beta = 6$.

Chú ý :

+ Khi hàn các vật mỏng, hàn các mối hàn ngang, hàn đứng và hàn trần nên lấy giá trị I_h bé nhất tính theo công thức (1) hoặc sau khi tính theo (2) thì hàn đứng giảm 15%; hàn trần giảm 20%.

+ Tăng I_h sẽ làm tăng chiều sâu ngấu của mối hàn, nhưng nếu I quá lớn sẽ làm que hàn quá nóng và ảnh hưởng xấu đến chất lượng hàn. Ngược lại, nếu I_h thấp thì hồ quang sẽ yếu và chiều sâu ngấu rất bé.

+ Que hàn được quy định để hàn bằng dòng DC có thể không dùng được với máy hàn AC.

– Chiều dài hồ quang l_h . Đó là khoảng cách từ đầu mút que hàn đến mặt thoáng của vũng hàn. Người ta phân biệt :

+ Hồ quang bình thường nếu $l_h = 1,1d_q$ (d_q – đường kính que hàn).

+ Hồ quang ngắn, nếu $l_h < 1,1d_q$.

+ Hồ quang dài, nếu $l_h > 1,1d_q$.

– Tốc độ hàn V_h . Tốc độ hàn là tốc độ dịch chuyển que hàn dọc theo trục mối hàn trong một đơn vị thời gian. Nếu tốc độ hàn quá lớn thì mối hàn sẽ hẹp, chiều sâu ngấu giảm, không phẳng và có thể bị gián đoạn. Ngược lại, nếu tốc độ hàn quá nhỏ sẽ dễ bị hiện tượng cháy chân, kim loại cơ bản bị nung nóng quá mức, vùng ảnh hưởng nhiệt lớn, chiều rộng và chiều sâu ngấu của mối hàn tăng,...

Tốc độ hàn hồ quang tay phụ thuộc vào loại que hàn (hệ số đắp), cường độ dòng hàn và tiết diện ngang của mỗi hàn. Vì thế, để tăng năng suất lao động có thể sử dụng que hàn có hệ số đắp lớn, hàn với dòng điện cao ở mức cho phép, hoặc chọn kiểu vát mép chi tiết thích hợp để tiết diện mỗi hàn là bé nhất.

Xác định tốc độ hàn có thể sử dụng các bảng tra cứu hoặc các đồ thị trong các sổ tay hàn được xây dựng trên cơ sở tổng hợp giữa lý thuyết, thực nghiệm và thực tế sản xuất ứng với từng loại vật liệu cơ bản, quá trình hàn,...

Có thể dùng công thức thực nghiệm sau : $V_h = \alpha_d \cdot I_h / 3600 \gamma \cdot F_d$ (cm/s).

Trong đó: α_d là hệ số đắp của que hàn dùng để hàn (g / Ah) ; γ là khối lượng riêng của kim loại đắp (g/cm³); F_d là diện tích tiết diện que hàn đắp vào (cm²). F_d có thể tra theo sổ tay hoặc tính theo tiết diện hình học của mỗi hàn.

– Số lớp hàn (n_h).

Khi hàn các tấm kim loại có chiều dày lớn, với đường kính que hàn sản xuất hạn chế ($d_q = 1,6 - 6,0$ mm), hoặc cơ sở sản xuất có hạn chế loại đường kính que hàn, điều đó có nghĩa là dùng đường kính que hàn nhỏ sẽ cho dòng điện hàn nhỏ nên không đủ nhiệt năng để hàn ngấu hết chiều dày tấm hàn, trong trường hợp này buộc phải hàn nhiều lớp hàn.

Số lớp hàn có thể tính theo công thức thực nghiệm sau:

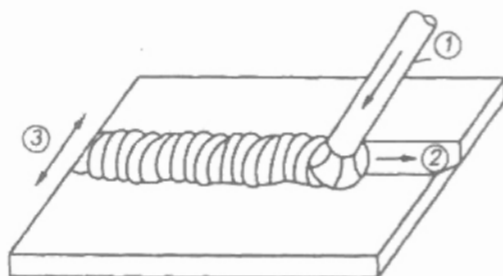
$$n_h = 1 + (F_d - F_1) / F_{1b} \text{ (lớp)}.$$

Trong đó : F_1 là diện tích đắp của lớp hàn lót (lớp hàn chân đáy), mm², thường lấy F_1 khoảng $(6 - 8)d_{q(1)}$ (mm²) – mà $d_{q(1)}$ là đường kính que hàn dùng hàn lớp lót; F_{1b} là diện tích đắp trung bình của các lớp đắp tiếp theo (mm²), thường lấy F_{1b} khoảng $(10 - 12)d_q$ – mà d_q là đường kính lớn nhất cho phép.

4. Kỹ thuật hàn hồ quang tay

Kỹ thuật hàn được thực hiện ngay từ yếu tố tính hàn của vật liệu cơ bản (mục 12.1.1 chương 12) và các phê chuẩn theo tiêu chuẩn về quy trình công nghệ hàn, thiết bị hàn, thợ hàn và chế độ hàn. Các kỹ thuật hàn cơ bản cần thực hiện như sau :

– Các chuyển động cơ bản khi hàn, trong quá trình hàn hồ quang tay, người thợ hàn phải cùng một lúc thực hiện ba chuyển động cơ bản của que hàn: chuyển động theo hướng trục que hàn, chuyển động dọc theo trục mỗi hàn và dao động ngang (hình 13.21).



Hình 13.21. Sơ đồ các chuyển động cơ bản của que hàn khi hàn

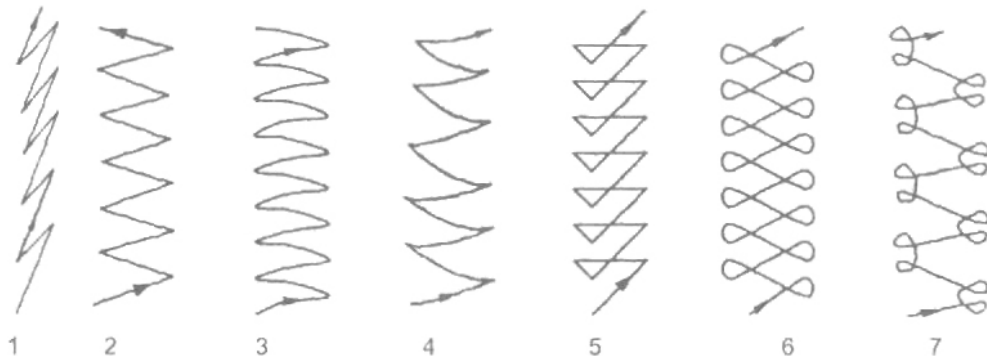
+ Chuyển động theo trục que hàn (1): để điều chỉnh chiều dài hồ quang. Chuyển động này phải có tốc độ bằng tốc độ chảy của que hàn thì mới có thể duy trì được hồ quang cháy ổn định.

+ Chuyển động dọc theo trục mỗi hàn (2): để hàn hết chiều dài mỗi hàn. Chuyển động này có ảnh hưởng khá lớn đến chất lượng mỗi hàn và năng suất lao động.

+ Chuyển động ngang (3): để đảm bảo chiều rộng của mỗi hàn.

Nếu khi hàn không có dao động ngang (phương pháp kéo thẳng) thì chiều rộng của mỗi hàn chỉ đạt được khoảng $(0,8 - 1,5)d$. Chiều rộng này chỉ phù hợp khi hàn các chi tiết mỏng không vát mép hay hàn lớp thứ nhất của mỗi hàn nhiều lớp. Đa số các trường hợp khác, chiều rộng của mỗi hàn yêu cầu bằng $(3-5)d$ (d – đường kính que hàn). Do đó, trong quá trình hàn, que hàn cần phải có chuyển động dao động ngang.

Phối hợp ba chuyển động trên lại ta có các kiểu chuyển động cơ bản của que hàn như hình 13.22. Kiểu 1, 2, 3 và 4 dùng phổ biến nhất, kiểu 5 dùng khi cần nung nóng nhiều phần giữa mỗi hàn; kiểu 6 và 7 cần khi nung nóng nhiều phần mép hàn.



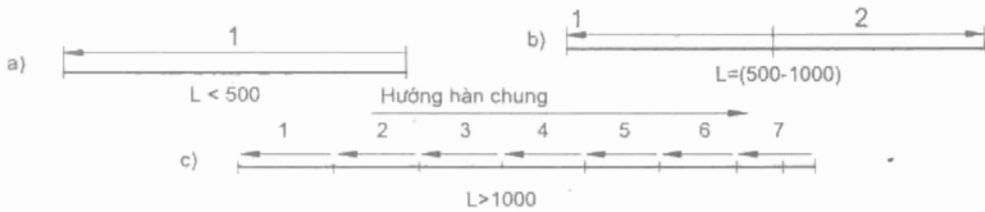
Hình 13.22. Một số kiểu dao động của que hàn

2. Kỹ thuật hàn

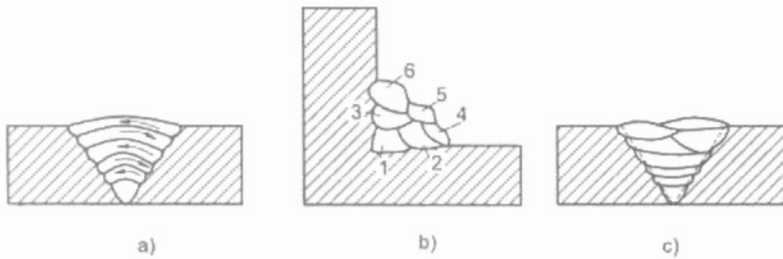
a) *Hàn phân đoạn và hàn nhiều lớp*: Đối với các mối hàn có chiều dài ngắn ($L < 500\text{mm}$) cho phép hàn liên tục từ đầu đến cuối (hình 13.23a); các mối hàn có chiều dài trung bình ($L = 500 - 1000\text{mm}$) nên hàn từ giữa ra hai đầu (hình 13.23b), còn mối hàn có chiều dài lớn ($L > 1000\text{mm}$) nên dùng phương pháp hàn phân đoạn nghịch để hàn, tức là chia chiều dài mối hàn ra thành các đoạn ngắn ($150 - 250\text{mm}$) và hàn từng đoạn theo hướng ngược

lại với hướng hàn chung, nhằm tránh ứng suất tập trung, do đó giảm được biến dạng sau khi hàn (hình 13.23c, d).

Khi hàn các mối hàn giáp mối nhiều lớp, thứ tự thực hiện các lớp hàn nên tiến hành như hình 13.24a, các mối hàn lần lượt phủ lên nhau nhưng ngược chiều nhau để hạn chế biến dạng; còn khi hàn các mối hàn góc nên tiến hành thứ tự các lớp hàn như hình 13.24b. Các mối hàn có vát mép đối xứng thì phải thực hiện theo thứ tự đối xứng để giảm biến dạng cục bộ (hình 13.24c).

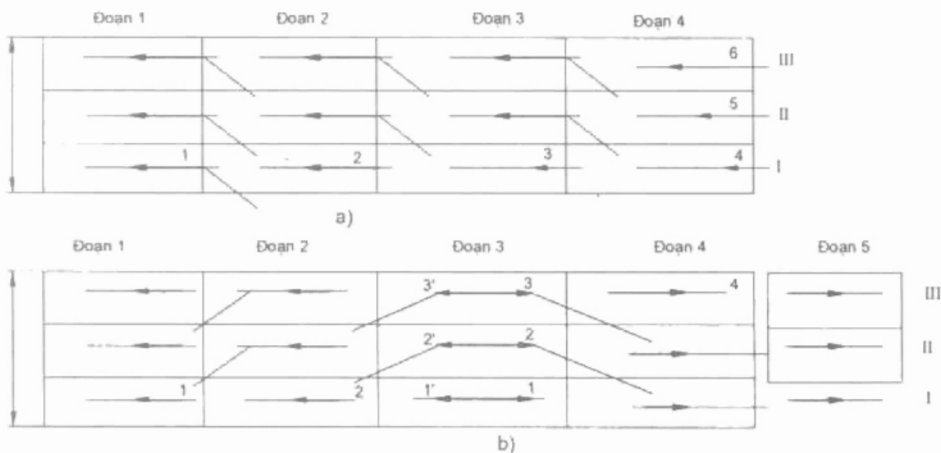


Hình 13.23. Hàn các mối hàn có chiều dài khác nhau



Hình 13.24. Thứ tự thực hiện mỗi hàn nhiều lớp

Với những vật liệu có tính hàn xấu có thể sử dụng phương pháp hàn phân đoạn kiểu bậc thang hoặc hạ dốc (hình 13.25a, b).



Hình 13.25. Phương pháp hàn phân đoạn nhiều lớp
a) Bậc thang ; b) Hạ dốc.

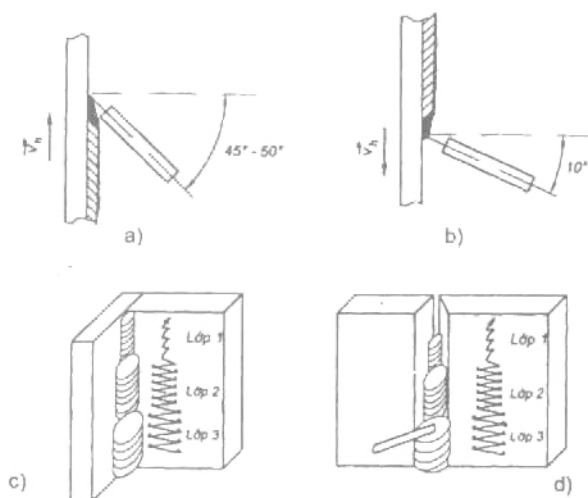
b) Hàn mới hàn đứng

Khó khăn chủ yếu khi hàn đứng là kim loại lỏng ở vũng hàn và kim loại lỏng ở đầu que hàn dễ chảy xuống phía dưới. Do đó phải giữ chiều dài hồ quang ngắn. Khi hàn có thể chảy xuống từ dưới lên hay từ trên xuống, trong đó hàn từ dưới lên (còn gọi là hàn leo) có nhiều thuận lợi hơn, bởi vì ngoài sức căng mặt, kim loại lỏng còn được giữ lại ở vùng hàn nhờ phần mới hàn ở dưới đã kết tinh (hình 13.26a). Khi gây hồ quang, que hàn đặt ở vị trí vuông góc với chi tiết hàn, sau khi hồ quang hình thành thì nghiêng que hàn xuống dưới một góc $45-50^{\circ}$ và dịch chuyển dần lên phía trên.

Hàn từ trên xuống (còn gọi là hàn tụt) mới hàn hình thành khó hơn vì kim loại lỏng dễ chảy xuống phía dưới. Khi gây hồ quang vị trí của que hàn cũng đặt nghiêng xuống phía dưới một góc từ $10-15^{\circ}$ (hình 13.26b).

Để giảm bớt thể tích vũng hàn, khi hàn đứng cần giảm bớt cường độ dòng điện xuống $10-15\%$ so với hàn bằng và nên dùng que hàn có đường kính $d < 5\text{mm}$. Trường hợp que hàn cần có dịch chuyển ngang thì biên độ dao động của nó chỉ cho phép trong khoảng $(1,5-2)d$.

Thực tế chứng tỏ rằng cách hàn từ dưới lên điều kiện truyền nhiệt vào vật hàn tốt hơn, nên thường được dùng khi hàn các vật dày; còn cách hàn từ trên xuống, điều kiện truyền nhiệt vào vật hàn kém hơn, nên thường được dùng khi hàn vật mỏng.

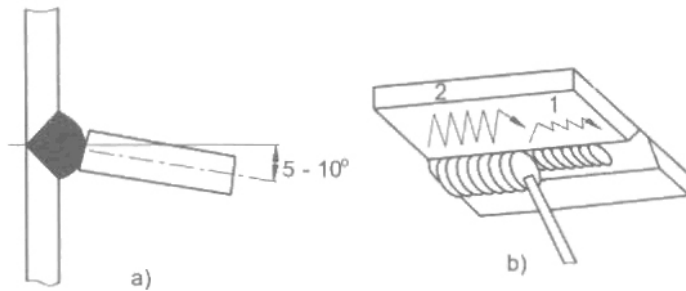


Hình 13.26. Kỹ thuật hàn mới hàn đứng

a) Hàn leo; b) Hạ dốc; c) Hàn mới hàn góc 3 lớp; d) Hàn mới hàn giáp mối 3 lớp.

c) *Hàn mối hàn ngang* (hình 13.27a). Hàn mối hàn ngang khó hơn mối hàn đứng vì kim loại lỏng thường chảy xuống mép dưới của chi tiết. Do đó yêu cầu trình độ của người thợ hàn phải cao hơn. Khi hàn liên kết giáp mối có chiều dày lớn thì phải vát mép chi tiết phía trên, còn phía dưới để nguyên để nó giữ kim loại lỏng của vũng hàn. Đường kính que hàn và cường độ dòng điện hàn cũng chọn giống như hàn mối hàn đứng; có điều cần chú ý là khi gây hồ quang bao giờ cũng gây ở mép chi tiết dưới, sau đó tiến hành hàn bình thường.

d) *Hàn mối hàn trần* (hình 13.27b). Hàn trần là vị trí hàn khó nhất trong tất cả các vị trí không gian của mối hàn; bởi vì dưới tác dụng của trọng lực, kim loại lỏng rất dễ chảy ra khỏi vũng hàn; đồng thời các giọt kim loại lỏng từ đầu que hàn khó chuyển vào vũng hàn hơn. Vì vậy khi hàn cần phải giữ hồ quang thật ngắn và giảm bớt cường độ dòng hàn xuống 15 – 20% hoặc 25% so với hàn bằng để giảm bớt thể tích vũng hàn. Que hàn nên dùng loại có đường kính $d < 4\text{mm}$ và loại que hàn có vỏ thuốc bọc dày hay đặc biệt dày để khi hàn nó tạo thành cái “phễu” đỡ kim loại lỏng.



Hình 13.27. Kỹ thuật hàn
a) Mối hàn ngang; b) Mối hàn vị trí trần.

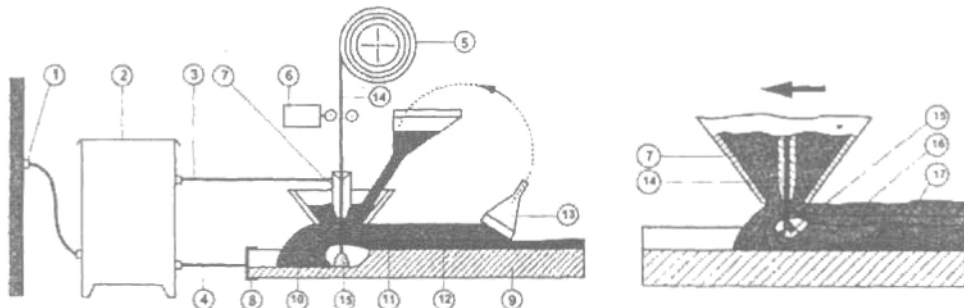
13.3. HÀN HỒ QUANG TỰ ĐỘNG DƯỚI LỚP THUỐC HÀN (HÀN HỒ QUANG KÍN)

13.3.1. Thực chất, đặc điểm và phạm vi ứng dụng

Hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc bảo vệ còn gọi là hàn hồ quang kín, tiếng anh viết tắt là SAW (Submerged Arc Welding) là quá trình hàn nóng chảy mà hồ quang cháy giữa dây hàn (điện cực hàn) và vật hàn dưới một lớp thuốc bảo vệ.

Dưới tác dụng nhiệt của hồ quang, mép hàn, dây hàn và một phần thuốc hàn sát hồ quang bị nóng chảy tạo thành vũng hàn. Dây hàn được đẩy vào vũng hàn bằng một cơ cấu đặc biệt với tốc độ chảy của nó.

Theo độ chuyển dịch của nguồn nhiệt (hồ quang) mà kim loại vũng hàn sẽ nguội và kết tinh tạo thành mối hàn. Trên mặt vũng hàn và phần mối hàn đã đông đặc hình thành một lớp xỉ có tác dụng tham gia vào các quá trình luyện kim khi hàn, bảo vệ, giữ nhiệt cho mối hàn và sẽ tách khỏi mối hàn sau khi hàn. Phần thuốc hàn chưa bị nóng chảy được sử dụng lại hình 13.28.



Hình 13.28. Sơ đồ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn

1. Ô cấp điện; 2. Nguồn điện hàn; 3. Cáp dẫn điện; 4. Cáp nối mát; 5. Cuộn dây hàn; 6. Bộ đẩy dây hàn; 7. Bếp dẫn điện; 8. Kẹp mát; 9. Vật hàn; 10. Thuốc hàn; 11. Xỉ lỏng; 12. Xỉ đông đặc; 13. Thu hồi thuốc hàn thừa; 14. Dây hàn; 15. Hồ quang; 16. Kim loại lỏng; 17. Kim loại hàn đã kết tinh.

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có thể được tự động cả hai khâu cấp dây vào vùng hồ quang và chuyển động hồ quang theo trục mối hàn. Trường hợp này được gọi là “hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc bảo vệ”. Nếu chỉ tự động hóa khâu cấp dây hàn vào vùng hồ quang còn khâu chuyển động hồ quang dọc theo trục mối hàn được thao tác bằng tay thì gọi là “hàn hồ quang bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ”.

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có các đặc điểm sau:

- Nhiệt lượng hồ quang rất tập trung và nhiệt độ rất cao, cho phép hàn với tốc độ lớn. Vì vậy phương pháp hàn này có thể hàn những chi tiết có chiều dày lớn mà không cần phải vát mép.

- Chất lượng liên kết hàn cao do bảo vệ tốt kim loại mối hàn khỏi tác dụng của oxy và nitơ trong không khí xung quanh. Kim loại mối hàn đồng nhất về thành phần hóa học. Lớp thuốc và xỉ hàn làm liên kết nguội chậm nên ít bị thiên tích. Mối hàn có hình dạng tốt, đều đặn và ít bị các khuyết tật như không ngấu, rỗ khí, nứt và bắn tóe.

- Giảm tiêu hao vật liệu hàn (dây hàn).
- Hồ quang được bao bọc kín bởi thuốc hàn nên không làm hại mắt và da của thợ hàn. Lượng khói (khí độc) sinh ra trong quá trình hàn rất ít so với hàn hồ quang.

- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa quá trình hàn.

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực cơ khí chế tạo như: chế tạo các kết cấu thép dạng tấm vỏ kích thước lớn; các dầm thép có khẩu độ và chiều cao; các ống thép có đường kính lớn; các bồn; bể chứa; bình chịu áp lực; và trong công nghiệp đóng tàu,...

Tuy nhiên, phương pháp này chủ yếu được ứng dụng để hàn các mối hàn ở vị trí hàn bằng, các mối hàn có chiều dài lớn và có quỹ đạo không phức tạp.

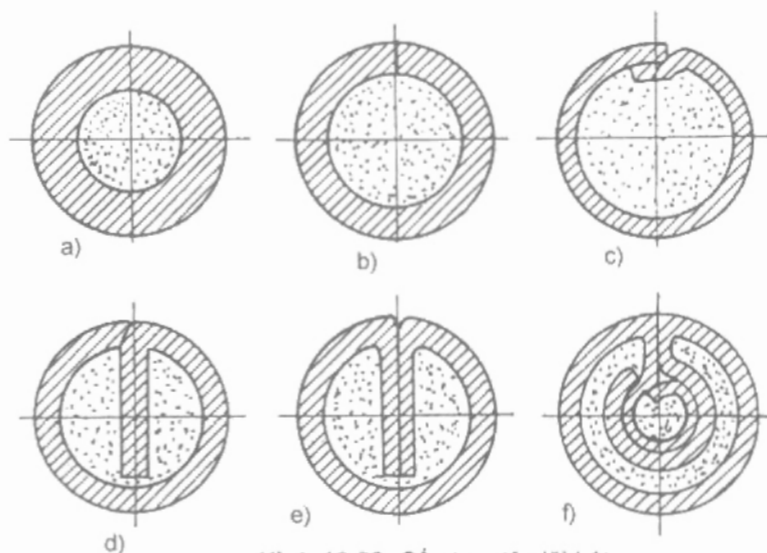
Phương pháp hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có thể hàn được các chi tiết có chiều dày từ vài mm cho đến hàng trăm mm.

13.3.2. Vật liệu hàn hồ quang tự động và bán động dưới lớp thuốc bảo vệ

Vật liệu hàn bao gồm : dây hàn và thuốc hàn, được lựa chọn theo loại vật liệu cơ bản, các yêu cầu về cơ lý tính đối với liên kết hàn, cũng như điều kiện làm việc của nó.

1. Dây hàn. Trong hàn hồ quang tự động và bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ, dây hàn là phần kim loại bổ sung vào mối hàn, đồng thời đóng vai trò điện cực dẫn điện, gây hồ quang và duy trì sự cháy hồ quang. Dây hàn thường có hàm lượng cacbon không quá 0,12%. Nếu hàm lượng cacbon cao dễ làm giảm tính dẻo và tăng khả năng xuất hiện nứt trong mối hàn. Đường kính dây hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc từ 1,6 – 6 mm, còn đối với hàn hồ quang bán tự động là từ 0,8 – 2 mm. Dây hàn thường tạo thành các cuộn có khối lượng từ 5– 80 kg và có 2 dạng tiết diện : tiết diện đặc (thường gọi là dây lõi đặc) và tiết diện ống bột (thường gọi là dây lõi bột), hình 13.29.

Sản xuất dây lõi đặc thường có công nghệ đơn giản, có thể tạo ra nhiều chủng loại dây phù hợp với các loại vật liệu cơ bản và có giá thành rẻ hơn dây hàn lõi bột. Tuy nhiên khả năng hợp kim hóa, khả năng nâng cao năng suất hàn và khả năng tạo các lớp hàn có tính năng đặc biệt thì bị hạn chế. Ngược lại dây hàn lõi bột lại có những đặc điểm hoàn toàn ngược lại với dây lõi đặc.



Hình 13.29. Cấu tạo dây lõi bột
a, b, c) Dây ống đơn; d, e, f) Dây ống kép.

2. Thuốc hàn có tác dụng bảo vệ vũng hàn, ổn định hồ quang, khử ôxy, hợp kim hóa kim loại mối hàn và đảm bảo liên kết hàn có hình dạng tốt. Nhìn chung các yêu cầu kỹ thuật của thuốc hàn tự động dưới lớp thuốc hàn, về cơ bản cũng giống như của thuốc bọc que hàn; tuy nhiên trong ứng dụng và sản xuất lại có 2 loại thuốc hàn : thuốc hàn nóng chảy và thuốc hàn không nóng chảy.

– Thuốc hàn nóng chảy : được chế tạo trên cơ sở các thành phần khoáng chất (tương tự như của thuốc bọc que hàn) được nấu chảy trong lò, sau đó được tạo hạt (kích thước từ 1–2mm) bằng áp suất của tia nước lạnh. Loại thuốc hàn này, khả năng hợp kim hóa mối hàn thấp nhưng ít bị hút ẩm. Loại thuốc này có nhiều loại phù hợp với hàn các loại vật liệu cơ bản và được sử dụng rộng rãi.

– Thuốc hàn không nóng chảy (còn gọi là thuốc hàn gồm): được chế tạo trên cơ sở các thành phần thuốc được nghiền mịn, nhào trộn đều (như thuốc bọc que hàn) và tạo hạt bằng máy có kích thước 1–2mm. Loại thuốc này có độ bền liên kết thấp, dễ hút ẩm; nhưng dễ tạo khả năng hợp kim hóa mối hàn, nên thường dùng trong công nghệ hàn đắp để tạo các lớp đắp có tính năng đặc biệt.

Trong sản xuất hiện nay, khi sử dụng dây hàn và thuốc hàn cho hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc hàn thường theo tiêu chuẩn hàn của các

nước sản xuất vật liệu hàn hoặc theo các sổ tay hàn của các hãng sản xuất, các Hiệp hội hàn.

Ví dụ: Theo tiêu chuẩn IIW- 545-78: phân loại và ký hiệu phối hợp dây hàn và thuốc hàn cho hàn dưới lớp thuốc hàn thép kết cấu: FCS- SA3_51-2-1B, nghĩa là: thuốc hàn nóng chảy (F) loại canxi silicat (CS) có hàm lượng % SiO_2 trung bình (trung tính: $B = 0,8 - 1,2$): $30 - 40\text{SiO}_2$; $10 - 15\text{Al}_2\text{O}_3$; $0 - 5\text{MnO}$; $25 - 30\text{CaO}$; $10 - 15\text{MgO}$; $5 - 10\text{CaF}_2$; dùng với dây hàn SA3 (có $0,07 - 0,15\text{C}$; $\text{Si}_{\max} 0,15$; $0,07 - 0,15\text{Mn}$) với cơ tính mỗi hàn $\sigma_b = 520\text{MPa}$; $a_k = 31\text{J ở } 20^\circ\text{C}$).

13.3.3. Thiết bị hàn hồ quang dưới lớp thuốc hàn

Thiết bị hàn hồ quang dưới lớp thuốc hàn rất đa dạng song hầu hết chúng lại rất giống nhau về nguyên lý cấu tạo và một số cơ cấu bộ phận chính, cụ thể là:

- Cơ cấu cấp dây hàn và bộ điều khiển để gây hồ quang và ổn định hồ quang (đầu hàn).

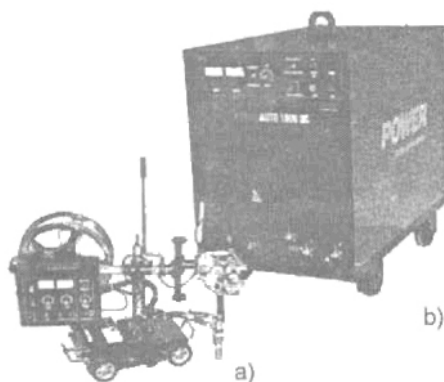
- Cơ cấu dịch chuyển đầu hàn dọc theo trục mỗi hàn hay tạo ra các chuyển động tương đối của chi tiết hàn so với đầu hàn.

- Bộ phận cấp và thu thuốc hàn.

- Nguồn điện hàn và các thiết bị điều khiển quá trình hàn.

Tùy theo từng loại thiết bị cụ thể, các cơ cấu này có thể bố trí thành một khối hoặc thành các khối độc lập. Ví dụ trong loại xe hàn-hình 13.30 thì đầu hàn và cả cơ cấu dịch chuyển đầu hàn, cuộn dây hàn, cơ cấu cung cấp thuốc hàn và cả hệ thống điều khiển quá trình hàn được bố trí thành một khối. Nhờ vậy xe hàn có thể chuyển động trực tiếp theo mép hàn rất linh động trên kết cấu dạng tấm, các mối hàn vòng trên ống có đường kính lớn, thông qua các đường ray hoặc cơ cấu xích truyền động kéo - hình 13.30.

Đối với máy hàn bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ thì đầu hàn được thay thế bằng mỏ hàn hay súng hàn nhỏ gọn, dễ điều khiển bằng tay. Cơ cấu cấp dây có thể bố trí rời hoặc cùng khối trong nguồn hàn với cơ cấu khác. Nguồn điện hàn hồ quang dưới lớp thuốc hàn phải có hệ số làm việc liên tục 100% và có phạm vi điều khiển dòng điện rộng từ vài trăm đến vài ngàn ampe.



Hình 13.30. Hình ảnh thiết bị hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn – ký hiệu Power Auto 1250DC

a) Xe hàn tự động ; b) Nguồn điện hàn.

Trên hình 13.30 là hình ảnh một loại xe hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn.

13.3.4. Công nghệ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn

Công nghệ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn thực hiện theo trình tự sau :

1. Chuẩn bị mép hàn

Do đặc điểm các chuyển động khi hàn đều tự động hóa, nên công việc chuẩn bị vát mép và gá lắp các liên kết hàn trên đồ gá hàn yêu cầu gia công chính xác và gá cẩn thận hơn nhiều so với hàn hồ quang tay.

Mép hàn phải bằng phẳng, khe hở hàn đều để cho mỗi hàn đều đặn, không bị cong, vênh, rỗ,...

Với hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn thì các liên kết hàn có chiều dày nhỏ hơn 20 mm không cần vát mép khi hàn hai phía; những liên kết có chiều dày lớn hơn, sẽ vát mép (tham khảo mục 13.2.5) bằng máy cắt khí, máy cắt plasma hoặc gia công trên máy cắt gọt.

Trước khi hàn các mép hàn này phải làm sạch trên một chiều rộng 50 – 60 mm về cả hai phía của mỗi hàn, sau đó hàn đính liên kết trên đồ gá bằng que hàn chất lượng cao.

2. Chế độ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn

Để đạt được hình dạng mỗi hàn theo yêu cầu— hình 13.31; việc xác định chế độ hàn có ảnh hưởng rất lớn đến hình dạng mỗi hàn; vì vậy chế độ hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn bao gồm :

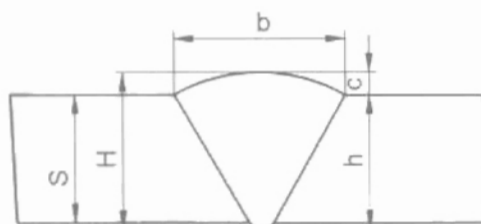
– Dòng điện hàn. Chiều sâu ngấu của liên kết hàn tỷ lệ thuận với dòng điện hàn. Tuy nhiên khi tăng dòng điện hàn, lượng dây hàn nóng chảy tăng theo, hồ quang chìm sâu vào kim loại cơ bản nên chiều rộng của mỗi hàn không tăng rõ rệt mà chỉ tăng chiều sâu ngấu và chiều cao phần nhô của mỗi hàn, tạo ra sự tập trung ứng suất, giảm chất lượng bề mặt mỗi hàn, xi khó bong. Nếu dòng điện quá nhỏ thì chiều sâu ngấu sẽ giảm, hình 13.32.

Dòng điện hàn có thể lựa chọn theo khuyến cáo của nhà cung cấp trên dây hàn hoặc lựa chọn theo các số tay ứng với loại dây hàn, thuốc hàn và vật liệu cơ bản; mặt khác cũng có thể xác định theo công thức thực nghiệm sau :

$$I_h = (80 - 100)h \text{ (A)}$$

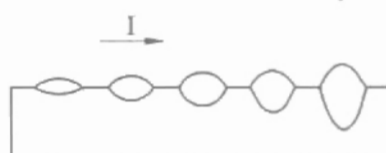
Trong đó : h là chiều sâu ngấu mỗi hàn (mm).

– Điện áp hàn. Hồ quang dài thì điện áp hồ quang cao, áp lực của nó lên kim loại lỏng giảm, do đó chiều sâu ngấu giảm và tăng chiều rộng mỗi hàn, hình 13.33.



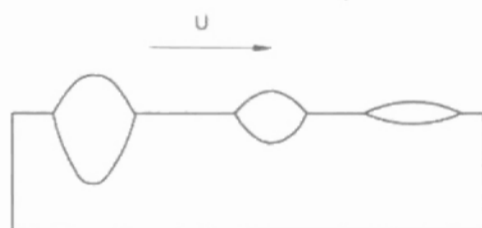
Hình 13.31. Các thông số hình dạng mỗi hàn

h. chiều sâu chày; b. chiều rộng mỗi hàn; c. chiều cao đắp; H. chiều cao toàn bộ mối hàn; S. chiều dày tấm hàn.



Hình 13.32. Ảnh hưởng của dòng điện hàn tới hình dạng mỗi hàn

I_h tăng \rightarrow h, c tăng; $b \rightarrow$ const



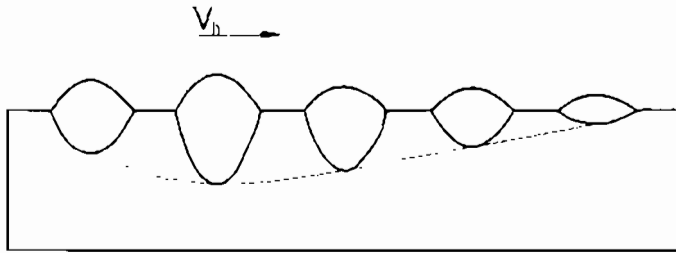
Hình 13.33. Ảnh hưởng của điện áp hàn đến hình dạng mỗi hàn

U_h tăng \rightarrow h giảm; b tăng.

Mặt khác cần lưu ý khi điều chỉnh tốc độ cấp dây hàn cũng làm thay đổi điện áp của cột hồ quang: tăng tốc độ cấp dây thì điện áp cột hồ quang sẽ thấp và ngược lại.

Căn cứ vào sự phụ thuộc của hệ số hình dáng mỗi hàn với cường độ dòng điện và đường kính dây hàn đã chọn, điện áp hàn thường dùng $U_h = (40 - 50)V$.

- Tốc độ hàn: Tốc độ hàn là tốc độ di chuyển xe hàn dọc trên đường ray trong một đơn vị thời gian; khi I_h, U_h không đổi thì khi tốc độ hàn tăng, nhiệt lượng hồ quang một đơn vị chiều dài của mỗi hàn sẽ giảm, do đó độ sâu ngấu giảm, đồng thời chiều rộng của mỗi hàn cũng giảm- hình 13.34; do vậy để tiết diện mỗi hàn không đổi trên cả chiều dài thì tích số $V_h \cdot I_h$ phải là một hằng số A không đổi. Do vậy có thể xác định tốc độ hàn theo công thức thực nghiệm sau:



Hình 13.34. Ảnh hưởng của tốc độ hàn tới hình dạng mỗi hàn

V_h tăng \rightarrow h tăng, V_h tăng lớn hơn \rightarrow h giảm

+ Khi đường kính dây hàn $d_q = 2-3\text{mm}$, ta có $V_h \cdot I_h = (8-12) 10^3 / I_h$ (Am/h).

+ Khi đường kính dây hàn $d_q = 4-6\text{mm}$, $V_h \cdot I_h = (20-30) 10^3 / I_h$ (Am/h).

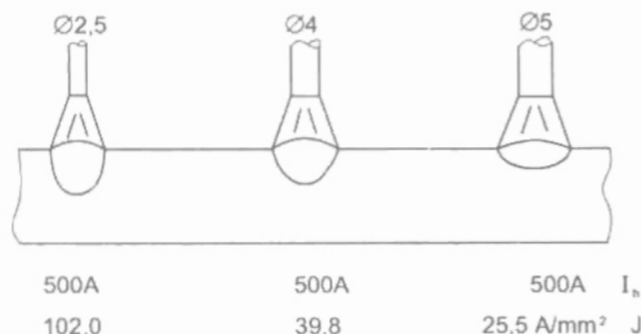
d) Đường kính dây hàn

Khi đường kính dây hàn tăng mà dòng điện không đổi thì chiều sâu ngấu giảm tương ứng. Đường kính dây hàn giảm thì hồ quang ăn sâu hơn vào kim loại cơ bản, do đó mỗi hàn sẽ hẹp và chiều sâu ngấu lớn. Hình 13.35 biểu thị ảnh hưởng của đường kính dây hàn đến hình dạng mỗi hàn.

Đường kính dây hàn và loại dây hàn có thể chọn theo sở tay hàn căn cứ vào vật liệu cơ bản, chiều dày tấm hàn và yêu cầu công nghệ hàn đặt ra. Cũng có thể sử dụng công thức thực nghiệm sau :

$$d_q = (1,1 - 2,0) \sqrt{I_h / J} \text{ (mm)}.$$

Trong đó J là mật độ dòng điện (A / mm^2) – bảng 13.2.



Hình 13.35. Ảnh hưởng của đường kính dây hàn tới hình dạng mối hàn
 $l_h = \text{const}$ và d_q tăng \rightarrow h giảm; b tăng.

Bảng 13.2. Mật độ dòng điện cho phép khi hàn tự động thép cacbon mỗi hàn giáp mối

d_q (mm)	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
J (A/mm ²)	65 – 200	45 – 90	35 – 60	30 – 50	25 – 45

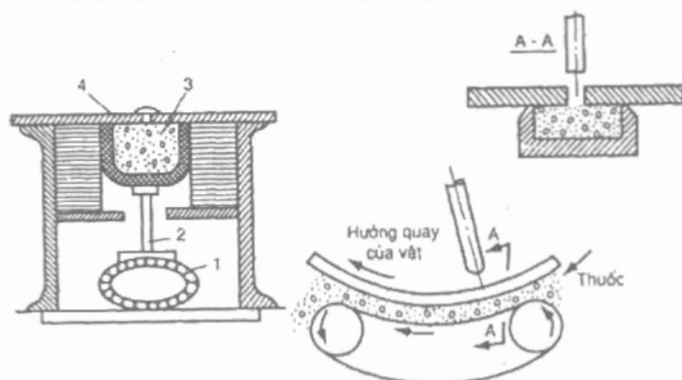
Có thể sử dụng chế độ hàn hồ quang tự động và bán tự động dưới lớp thuốc hàn theo các bảng trong sổ tay hàn.

3. Kỹ thuật hàn

Khi hàn giáp mối một lớp, để tránh cháy thùng, để có độ ngấu hoàn toàn và sự tạo hình tốt ở mặt trái của mối hàn ta có thể áp dụng các biện pháp như: hàn lót phía dưới, dùng đệm thép, đệm thuốc, đệm đồng, đệm gốm.

Nếu chiều dày vật hàn tương đối lớn, có thể hàn lót, rồi sau đó mới hàn chính thức.

Khi hàn hồ quang tự động hoặc bán tự động dưới lớp thuốc hàn, tốt nhất nên dùng đệm thuốc để ngăn kim loại lỏng chảy khỏi khe hở hàn. Hình 13.36 chỉ ra một số phương pháp đệm thuốc thông dụng.



Hình 13.36. Giới thiệu một số phương pháp dùng đệm thuốc hàn
 1. Ống đàn hồi; 2. Cơ cấu ép; 3. Thuốc hàn; 4. Vật hàn.

Khi hàn các liên kết chữ T và liên kết hàn góc có thể ứng dụng đệm thuốc hoặc hàn lót phía bên kia. Các biện pháp này áp dụng cho vị trí hàn “lòng thuyền” khi mà kim loại lòng có khả năng chảy khỏi khe hàn.

13.4. HÀN HỒ QUANG TỰ ĐỘNG, BÁN TỰ ĐỘNG TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ BẢO VỆ

13.4.1. Thực chất, đặc điểm và phạm vi ứng dụng

Hàn hồ quang tự động và bán tự động trong môi trường khí bảo vệ (GMAW = Gas Metal Arc Welding) là quá trình hàn nóng chảy trong đó nguồn nhiệt hàn được cung cấp bởi hồ quang tạo ra giữa điện cực nóng chảy (dây hàn) và vật hàn; hồ quang và kim loại nóng chảy được bảo vệ khỏi tác dụng của oxy và nitơ trong môi trường xung quanh bởi một loại khí hoặc hỗn hợp khí. Khí bảo vệ có thể là khí trơ (Ar, He hoặc hỗn hợp Ar + He hoặc là các loại khí hoạt tính (CO_2 ; $\text{CO}_2 + \text{O}_2$; $\text{CO}_2 + \text{Ar}, \dots$)) có tác dụng bảo vệ kim loại mối hàn khỏi sự tác dụng của môi trường xung quanh, dây hàn được cấp tự động vào vùng hồ quang thông qua cơ cấu cấp dây, còn sự dịch chuyển hồ quang dọc theo mối hàn được thao tác bằng tay thì gọi là hàn hồ quang bán tự động trong môi trường khí bảo vệ. Nếu tất cả chuyển động cơ bản được cơ khí hóa thì được gọi là hàn hồ quang tự động trong môi trường khí bảo vệ.

Hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong môi trường khí trơ (Ar, He), còn gọi là phương pháp hàn MIG (Metal Inert Gas) dùng để hàn kim loại màu và thép hợp kim.

Hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong môi trường khí hoạt tính (thường dùng là khí CO_2 hoặc hỗn hợp khí CO_2 với một số loại khí khác như O_2 , Ar, ...) còn gọi là phương pháp hàn MAG (Metal Active Gas). Phương pháp hàn này được sử dụng rộng rãi do có nhiều ưu điểm:

- CO_2 là loại khí dễ kiếm, dễ sản xuất và giá thành thấp.
- Năng suất hàn trong CO_2 cao, gấp hơn 2,5 so với hàn hồ quang tay.
- Tính công nghệ của hàn trong CO_2 cao hơn hàn hồ quang dưới lớp thuốc vì có thể tiến hành ở mọi vị trí không gian khác nhau.
- Chất lượng hàn cao. Sản phẩm hàn ít bị cong vênh do tốc độ hàn cao, nguồn nhiệt tập trung, hiệu suất sử dụng nhiệt lớn, vùng ảnh hưởng nhiệt hẹp.

- Điều kiện lao động tốt hơn so với hàn hồ quang tay và trong quá trình hàn không phát sinh khí độc.

Trong nền công nghiệp hiện đại, hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ chiếm một vị trí rất quan trọng. Nó không những có thể hàn các loại thép kết cấu thông thường mà còn có thể hàn các loại thép không gỉ, thép chịu nhiệt, thép bền nóng, các hợp kim đặc biệt, các hợp kim nhôm, magie, niken, đồng, các hợp kim có ái lực hóa học mạnh với oxy.

Phương pháp hàn này có thể sử dụng được ở mọi vị trí trong không gian. Chiều dày vật hàn từ 0,4 – 4,8 mm thì chỉ cần hàn một lớp mà không phải vát mép, từ 5– 10 mm hàn một lớp có vát mép, còn từ 10 – 25 mm thì hàn nhiều lớp.

13.4.2. Vật liệu hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

1. Vật liệu hàn

a) Dây hàn

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ, sự hợp kim hóa kim loại mối hàn nhằm đảm bảo các tính chất yêu cầu của mối hàn được thực hiện chủ yếu thông qua dây hàn. Do vậy những đặc tính của quá trình công nghệ hàn phụ thuộc rất nhiều vào tình trạng và chất lượng dây hàn. Khi hàn MAG, thường sử dụng dây hàn có đường kính từ 0,8 đến 2,4 mm.

Sự ổn định của quá trình hàn cũng như chất lượng của liên kết hàn phụ thuộc nhiều vào tình trạng bề mặt dây hàn; thông thường dây thép hàn thường có lớp mạ đồng. Dây thép mạ đồng sẽ nâng cao chất lượng bề mặt và khả năng chống gỉ, đồng thời nâng cao tính ổn định của quá trình hàn.

Theo hệ thống tiêu chuẩn AWS, ký hiệu, cơ tính và thành phần hóa học dây hàn thép cacbon thông dụng như sau (xem bảng 13.3, 13.4):

Bảng 13.3. Cơ tính một số loại dây hàn thép cacbon thông dụng

Ký hiệu theo AWS	Điều kiện hàn		Cơ tính		
	Cực tính	Khi bảo vệ	Giới hạn bền kéo của liên kết, min (psi)	Giới hạn chảy của kim loại mối hàn, min (psi)	Độ giãn dài % (min)
E70S-2	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-3	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-4	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-5	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-6	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-7	DCEP	CO ₂	72000	60000	22

Bảng 13.4. Thành phần hoá học dây hàn thép cacbon thông dụng

AWS	Thành phần hóa học, %			
	C	Mn	Si	Các nguyên tố khác
E70S-2	0,6		0,40 – 0,70	Ti 0,05 – 0,15,
E70S-3	0,06 – 0,15	0,90 – 1,40	0,45 – 0,70	Zr: 0,02 – 0,12;
E70S-4	0,07 – 0,15		0,65 – 0,85	Al: 0,05 – 0,15
E70S-5	0,07 – 0,19		0,30 – 0,60	
E70S-6	0,07 – 0,15	1,40 – 1,85	0,80 – 1,15	
E70S-7	0,07 – 0,15	1,50 – 2,00	0,50 – 0,80	Al 0,50 – 0,90

Đối với thép hợp kim thấp thường sử dụng dây hàn có ký hiệu ER – 80S – 02 với khí bảo vệ là CO₂, OCEP.

b) Khí bảo vệ

- Khí Ar tinh khiết (~100%) thường được dùng để hàn kim loại màu. Khí He tinh khiết (~100%) thường được dùng để hàn các liên kết có kích thước lớn với các vật liệu có tính dẫn nhiệt cao như Al, Mg, Cu, ... Khi dùng khí He tinh khiết bề rộng mối hàn sẽ lớn hơn so với dùng loại khí khác, vì vậy có thể dùng hỗn hợp Ar + (50–80%) He. Do khí He có trọng lượng riêng nhỏ hơn khí Ar nên lưu lượng khí He cần dùng cao hơn 2 đến 3 lần so với khí Ar.

Khí hàn các hợp kim chứa Fe có thể bổ sung thêm O₂ hoặc CO₂ vào Ar để khắc phục các khuyết tật như lõm khuyết, bắn tóe và hình dạng mối hàn không đồng đều.

- Khí CO₂ được dùng rộng rãi để hàn thép cacbon và thép hợp kim thấp, do giá thành thấp, mối hàn ổn định, cơ tính của liên kết hàn đạt yêu cầu, tốc độ hàn cao và độ ngấu sâu. Nhược điểm của hàn trong khí bảo vệ CO₂ là gây bắn tóe kim loại lỏng. Bảng 13.5 giới thiệu ứng dụng một số loại khí và hỗn hợp khí bảo vệ.

Bảng 13.5. Ứng dụng một số loại khí và hỗn hợp khí bảo vệ

Khí bảo vệ	Kim loại cơ bản
Ar (He)	Kim loại và hợp kim không có sắt
Ar + 1%O ₂	Thép austenit
Ar + 2%O ₂	Thép ferit (hàn đứng từ trên xuống)
Ar + 5%O ₂	Thép ferit (hàn tấm mỏng, hàn đứng từ trên xuống)
Ar + 20%CO ₂	Thép ferit và austenit (hàn ở mọi vị trí)
Ar + 15%CO ₂ + 5% O ₂	Thép ferit và austenit (hàn ở mọi vị trí)
CO ₂	Thép ferit (hàn ở mọi vị trí)

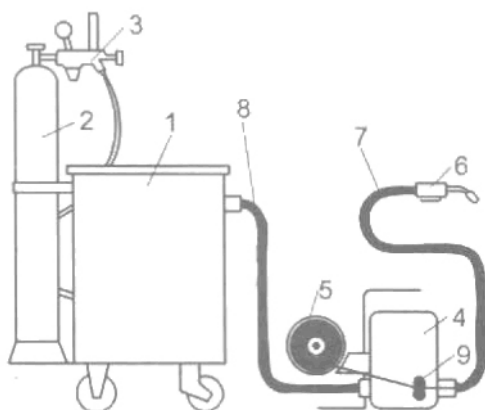
13.4.3. Thiết bị hàn trong môi trường khí bảo vệ

Hệ thống thiết bị cần thiết dùng cho hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ bao gồm nguồn điện hàn, cơ cấu dây hàn tự động, mỏ hàn hay súng hàn đi cùng các đường ống mềm dẫn khí, dẫn dây hàn và cáp điện, chai chứa khí bảo vệ kèm theo đồng hồ, lưu lượng kế và van khí.

– Nguồn điện hàn thông thường là nguồn điện một chiều DC. Nguồn điện xoay chiều AC không thích hợp do hồ quang bị tắt ở từng nửa chu kỳ và sự chỉnh lưu chu kỳ phân cực nghịch làm cho hồ quang không ổn định.

Đặc tính ngoài của nguồn điện hàn thông thường là đặc tính cứng (điện áp không đổi)– xem hình 13.9c. Điều này được dùng với tốc độ cấp dây hàn không đổi, cho phép điều chỉnh tự động chiều dài hồ quang.

– Mỏ hàn (súng hàn) bao gồm phép tiếp điện để dẫn dòng điện hàn đến dây hàn, đường dẫn khí và chụp khí để hướng dòng khí bảo vệ bao quanh vùng hồ quang, bộ phận làm nguội có thể bằng khí hoặc nước tuần hoàn, công tắc đóng ngắt dòng bộ dòng điện hàn, dây hàn và dòng khí bảo vệ. Hình 13.37 mô tả hệ thống thiết bị hàn trong môi trường khí bảo vệ.



Hình 13.37. Hệ thống thiết bị hàn bán tự động trong môi trường khí bảo vệ

1. Nguồn điện hàn;
2. Bình khí bảo vệ;
3. Van giám áp và lưu lượng kế;
4. Cơ cấu kéo dây;
5. Cuộn dây hàn;
6. Mỏ hàn;
7. Ống mềm dẫn dây hàn, cáp hàn, và ống dẫn khí bảo vệ;
8. Cáp nguồn hàn;
9. Con lăn kéo dây hàn.

13.4.4. Công nghệ hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

Tương tự như công nghệ hàn tự động dưới lớp thuốc hàn, công nghệ hàn trong môi trường khí bảo vệ thực hiện các công việc sau :

1. Chuẩn bị liên kết trước khi hàn

Các yêu cầu về hình dáng, kích thước, bề mặt liên kết trong phương pháp hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ tương tự như ở các phương pháp hàn khác. Tuy nhiên do đường kính của dây hàn nhỏ hơn so với hàn dưới lớp thuốc bảo vệ nên góc vát mép sẽ nhỏ hơn (thường khoảng $45-60^\circ$), do dây hàn có khả năng đưa sâu vào trong rãnh hàn.

2. Lựa chọn dạng dịch chuyển kim loại điện cực trong hồ quang hàn

Sự chuyển dịch kim loại từ điện cực vào vũng hàn là một trong những đặc tính cơ bản của hàn nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ.

Hàn hồ quang điện cực nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ thường xảy ra 4 dạng dịch chuyển kim loại điện cực trong hồ quang cơ bản, hình 13.38:

– Chuyển kim loại đoàn mạch hình cầu (hình 13.38a). Giọt kim loại hình thành trên điện cực to dần, khi kích thước giọt kim loại đủ lớn, nó sẽ dịch chuyển trong hồ quang vào vũng hàn theo các hướng khác nhau: đồng trục hoặc lệch trục dây hàn do trọng lực của giọt hoặc do sự đoàn mạch (đôi khi còn gọi là dạng dịch chuyển giọt lớn).

Kích thước giọt kim loại lòng dạng cầu phụ thuộc vào loại khí sử dụng, vào vật liệu và kích thước điện cực, điện áp hồ quang, cường độ dòng điện và cực tính. Khi điện áp hồ quang và kích thước điện cực tăng thì đường kính giọt tăng, ngược lại khi cường độ dòng điện tăng sẽ làm giảm đường kính giọt.

Quá trình hàn với sự truyền kim loại dạng cầu được ứng dụng chủ yếu cho các liên kết ở vị trí hàn sấp.

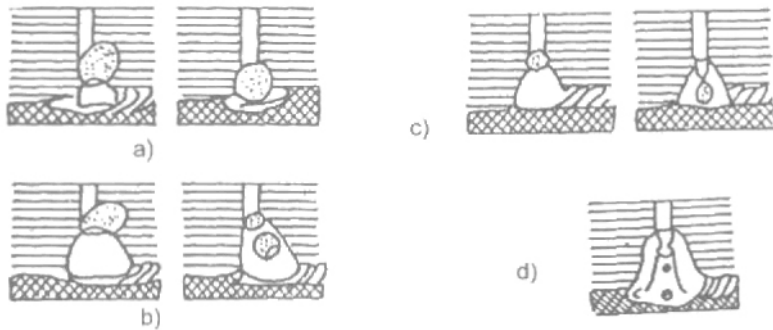
– Chuyển dịch kim loại không đoàn mạch dạng cầu: Khi điện áp hồ quang và kích thước điện cực tăng, cường độ dòng điện tăng sẽ làm giảm đường kính giọt và không gây sự đoàn mạch; nhưng dạng dịch chuyển này có gây sự bắn tóe. Để hạn chế sự bắn tóe, nên hạn chế sự tăng dòng và mật độ dòng.

– Sự chuyển dịch giọt kích thước trung bình: Loại này xảy ra khi có quá trình xung hoặc khi hàn dây lõi bột với hồ quang ổn định, như hàn trong môi trường khí CO_2 với dây hàn hệ Rutin ở dòng hàn trung bình hoặc cao. Dạng dịch chuyển này ít bị bắn tóe.

– Sự dịch chuyển dạng tia: Kim loại nóng chảy có dạng hình côn ở cuối giọt được tách, điện cực nóng chảy cũng có dạng hình côn. Trường hợp này

có hiện tượng kim loại điện cực bị chuyển thành hơi với tỷ lệ khá cao (tới 20%). Dạng dịch chuyển này quan sát rõ khi hàn trong khí trơ và hỗn hợp của chúng.

Sự chuyển dịch kim loại dạng tia có tính ổn định cao về kích thước hạt và ít bị bắn tóe.



Hình 13.38. Các dạng dịch chuyển kim loại điện cực trong hồ quang môi trường khí bảo vệ

- a) Chuyển đoạn mạch hình cầu; b) Chuyển không đoạn mạch hình cầu;
c) Chuyển giọt trung bình không đoạn mạch; d) Chuyển giọt tia.

3. Chế độ hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ

– Dòng điện hàn: Dòng điện hàn được chọn phụ thuộc vào kích thước điện cực (dây hàn) dạng truyền kim loại lỏng và chiều dày của liên kết hàn. Khi dòng điện quá thấp sẽ không đảm bảo ngấu hết chiều dài liên kết, giảm độ bền của mối hàn. Khi dòng điện quá cao, sẽ làm tăng sự bắn tóe kim loại, gây ra rỉ xốp, biến dạng, mối hàn không đồng đều.

Với loại nguồn điện có đặc tính ngoài cứng (điện áp không đổi) dòng điện hàn tăng sẽ làm tăng tốc độ cấp dây, và ngược lại.

– Điện áp hàn: Đây là thông số rất quan trọng trong hàn GMAW, quyết định dạng dịch chuyển kim loại lỏng. Điện áp hàn sử dụng phụ thuộc vào chiều dày chi tiết hàn, kiểu liên kết, kích cỡ và thành phần điện cực, thành phần khí bảo vệ, vị trí hàn,... Để có được giá trị điện áp hàn hợp lý, có thể phải hàn thử vài lần, bắt đầu bằng giá trị điện áp hồ quang theo tính toán hay tra bảng, sau đó tăng hoặc giảm theo quan sát đường hàn để chọn giá trị điện áp thích hợp.

– Tốc độ hàn: Tốc độ hàn phụ thuộc rất nhiều vào trình độ tay nghề của thợ hàn. Tốc độ hàn quyết định chiều sâu ngấu của mối hàn. Nếu tốc độ hàn thấp, kích thước vùng hàn sẽ lớn và ngấu sâu. Khi tăng tốc độ hàn, tốc độ cấp nhiệt của hồ quang sẽ giảm, làm giảm độ ngấu và thu hẹp đường hàn.

– Phần nhỏ của điện cực hàn: đó là khoảng cách giữa đầu điện cực và mép phép tiếp điện. Khi tăng chiều dài phần nhỏ, nhiệt nung nóng đoạn dây hàn này sẽ tăng, dẫn tới làm giảm cường độ dòng điện hàn khi cần thiết để nóng chảy điện cực theo tốc độ cấp dây nhất định. Khoảng cách này rất quan trọng khi hàn thép không gỉ, sự biến thiên nhỏ cũng có thể làm tăng sự biến thiên dòng điện một cách rõ rệt.

Chiều dài phần nhỏ quá lớn sẽ làm dư kim loại nóng chảy ở mối hàn, làm giảm độ ngấu và lãng phí kim loại hàn. Tính ổn định của hồ quang cũng bị ảnh hưởng. Nếu chiều dài phần nhỏ quá nhỏ, sẽ gây ra sự bắn tóe, kim loại lỏng dính vào mỏ hàn, chụp khí, làm cản trở dòng khí bảo vệ, gây ra rỗ xốp trong mối hàn.

Trong thực tế có thể dùng chế độ hàn trong môi trường khí bảo vệ thông qua các bảng trong sổ tay hàn.

4. Kỹ thuật hàn

Khi hàn một phía, cần phải có đệm lót thích hợp ở dưới đường hàn. Đôi khi có thể thực hiện đường hàn chân (hàn lót) bằng kỹ thuật ngắn mạch để có độ ngấu đồng đều, sau đó các lớp tiếp theo được thực hiện bằng kỹ thuật truyền kiểu phun với dòng điện cao.

Cũng như với mọi phương pháp hàn hồ quang khác, góc độ và vị trí mỏ hàn và điện cực với đường hàn có ảnh hưởng rõ rệt tới độ ngấu và hình dạng mối hàn. Góc mỏ hàn thường nghiêng khoảng $10\text{--}20^\circ$ so với chiều đường thẳng đứng.

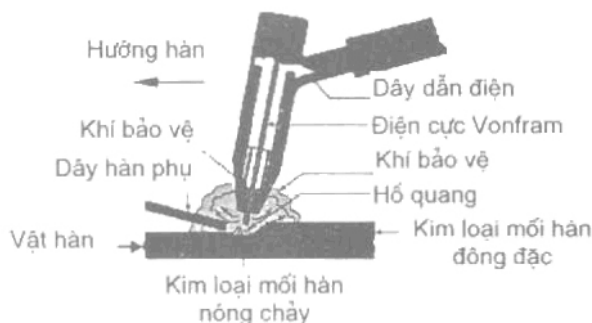
Độ nghiêng của mỏ hàn hoặc vật hàn quyết định hình dạng của mối hàn. Kỹ thuật giữ mỏ hàn vuông góc thường dùng chủ yếu trong hàn SAW; không nên dùng trong hàn GMAW, do chụp khí làm hạn chế tầm nhìn của thợ hàn.

13.5. HÀN HỒ QUANG ĐIỆN CỰC KHÔNG NÓNG CHẢY TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ TRƠ

13.5.1. Thực chất, đặc điểm và phạm vi ứng dụng

Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ (Gas Tungsten Arc Welding GTAW) là quá trình hàn nóng chảy, trong đó nguồn

nhật hàn là hồ quang được tạo thành giữa điện cực không nóng chảy và vũng hàn. Vùng hồ quang và vũng hàn được bảo vệ bằng môi trường khí trơ (He, Ar hoặc Ar + He) để ngăn những tác động có hại của oxy và nitơ trong không khí. Điện cực không nóng chảy thường dùng là vonfram, nên phương pháp hàn này còn gọi là hàn TIG (Tungsten Inert Gas), hình 13.39.



Hình 13.39 Sơ đồ nguyên lý hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ – TIG

Hồ quang trong hàn TIG có nhiệt độ rất cao có thể đạt tới 6100°C . Kim loại mối hàn có thể tạo thành chỉ từ kim loại cơ bản (khi hàn những chi tiết mỏng với liên kết gấp mép); khi đó gọi là hàn TIG không bù hoặc được bổ sung từ que hàn phụ; được gọi là hàn TIG có bù. Phương pháp hàn này thông thường được thao tác bằng tay và có thể tự động hóa hai khâu di chuyển hồ quang và cấp dây hàn phụ.

Phương pháp này có một số ưu điểm đáng chú ý:

- Tạo mối hàn có chất lượng cao đối với hầu hết kim loại và hợp kim.
- Mối hàn không phải làm sạch sau khi hàn.
- Hồ quang và vũng hàn có thể quan sát được trong khi hàn.
- Không có kim loại bắn tóe.
- Có thể hàn ở mọi vị trí trong không gian.
- Nhiệt tập trung cho phép tăng tốc độ hàn, giảm biến dạng của liên kết hàn.

Phương pháp hàn TIG được áp dụng trong nhiều lĩnh vực sản xuất, rất thích hợp trong hàn thép hợp kim cao, kim loại màu và hợp kim của chúng và hàn các lớp lót cho các ống chịu áp lực.

13.5.2. Vật liệu hàn TIG

Vật liệu sử dụng trong phương pháp hàn TIG bao gồm: khí bảo vệ, điện cực vonfram, và que hàn phụ.

1. Khí bảo vệ dùng trong hàn TIG là khí Ar, He và hỗn hợp Ar + He.

2. Điện cực vonfram (Tungsten)

Vonfram được dùng làm điện cực do có tính chịu nhiệt cao (nhiệt độ nóng chảy là 3410°C), phát xạ điện tử tương đối tốt, làm ion hóa hồ quang và duy trì tính ổn định hồ quang. Vonfram có tính chống oxi hóa cao. Bảng 13.6 giới thiệu thành phần hóa học của một số loại điện cực vonfram theo tiêu chuẩn AWS A5.12 – 80.

Bảng 13.6. Thành phần hóa học của một số loại điện cực vonfram

Tiêu chuẩn AWS	W(min) %	Th %	Zr %	Tổng tạp chất (max) %
EWP : Xanh lá cây	99,5	–	–	0,5
EWTh-1: Vàng	98,5	0,8–1,2	–	0,5
EWTh-2: Đỏ	97,5	1,7–2,2	–	0,5
EWZr-1: Nâu	99,2	–	0,15–0,40	0,5

Các điện cực vonfram có đường kính 0,25 – 6,4mm với chiều dài 76–610mm. Các điện cực vonfram có thêm thori (Th) có tính phát xạ điện tử, dẫn điện và chống nhiễm bẩn tốt, môi hồ quang tốt hơn và hồ quang ổn định hơn.

Các điện cực vonfram có thêm zircon (Zr) có các tính chất trung gian giữa điện cực W và điện cực W – Th.

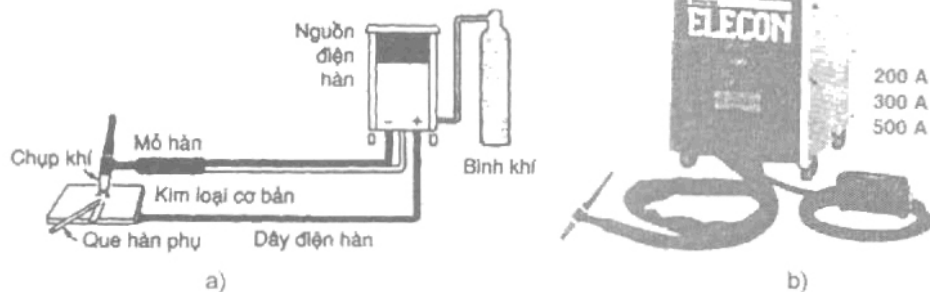
13.5.3. Que hàn phụ

Que hàn phụ có các kích thước tiêu chuẩn theo ISO/R564 như sau: Chiều dài từ 500mm – 1000mm với đường kính 1,2; 1,6; 2,0; 2,4; 3,2 mm. Các loại que hàn phụ gồm có: đồng và hợp kim đồng, thép không gỉ Cr cao và Cr – Ni; nhôm và hợp kim nhôm; thép cacbon thấp; thép hợp kim thấp,...

13.5.3. Thiết bị hàn TIG

Thiết bị dùng cho hàn TIG (hình 13.40) có các bộ phận chính sau:

1. Nguồn điện hàn: Nguồn điện hàn cung cấp dòng hàn một chiều hoặc xoay chiều, hoặc cả hai. Tùy ứng dụng nó có thể là biến áp, chỉnh lưu, máy phát điện hàn. Nguồn điện hàn có thể là đường đặc tính ngoài dốc liên tục (giống như cho hàn hồ quang tay – hình 13.9a) hoặc đường đặc tính dốc đứng – hình 13.9b. Để tăng tốc độ ổn định hồ quang, điện áp không tải khoảng 70 – 80V. Bộ phận điều khiển thường được bố trí chung với nguồn điện hàn và bao gồm bộ contacto đóng ngắt dòng hàn, bộ gây hồ quang tần số cao, bộ điều khiển tuần hoàn nước làm mát với hệ thống cánh tản nhiệt và quạt làm mát, bộ khống chế thành phần dòng một chiều (với máy hàn xoay chiều/một chiều).



Hình 13.40. Sơ đồ thiết bị hàn TIG
a) Sơ đồ chung; b) Hình ảnh máy hàn ELECON.

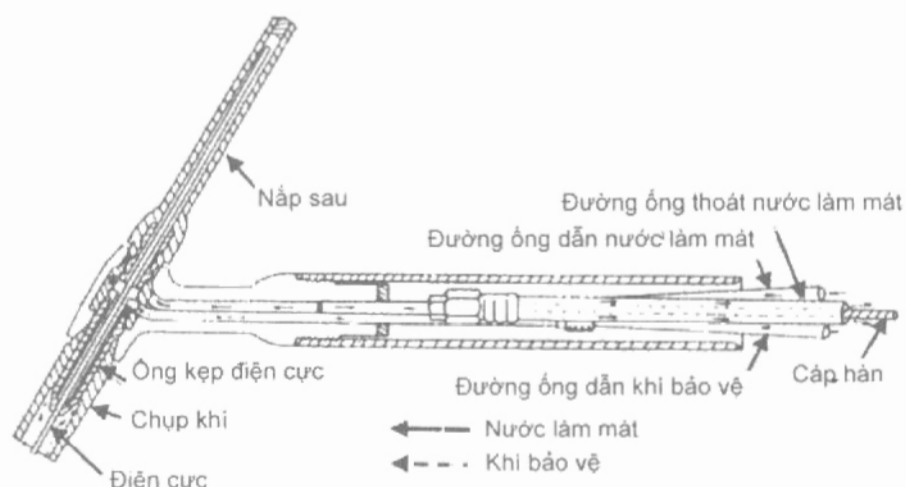
– Nguồn điện hàn xoay chiều thích hợp cho hàn nhôm, magie và hợp kim của chúng.

– Nguồn điện hàn một chiều không gây ra vấn đề lẫn W vào mối hàn hay hiện tượng tự nắn dòng (như khi hàn nhôm bằng nguồn hàn xoay chiều).

2. Mỏ hàn TIG

Chức năng của mỏ hàn TIG là dẫn dòng điện và khí trơ vào vùng hàn. Điện cực vonfram dẫn điện được giữ chắc chắn trong mỏ hàn bằng đai giữ với các vít lắp bên trong thân mỏ hàn. Các đai này có kích thước phù hợp với đường kính điện cực.

Khi được cung cấp vào vùng hàn qua vùng khí. Chụp khí có ren được lắp vào đầu mô hàn, để hướng và phân phối dòng khí bảo vệ – hình 13.41.



Hình 13.41. Cấu tạo mô hàn TIG

Mô hàn có kích thước và hình dáng khác nhau phù hợp với từng công việc hàn cụ thể.

Mô hàn TIG được phân làm hai loại theo cơ cấu làm mát:

- Mô hàn làm mát bằng khí – tương ứng với cường độ dòng điện hàn nhỏ hơn 120A.
- Mô hàn làm mát bằng nước – tương ứng với cường độ dòng điện lớn hơn 120A.

13.5.4. Công nghệ hàn TIG bằng tay

Công nghệ hàn TIG bằng tay được thực hiện các nội dung sau :

- Chuẩn bị chi tiết trước khi hàn bao gồm: chuẩn bị mép hàn, làm sạch mép hàn; hàn định.
- Lót đáy mỗi hàn: Tấm lót đáy có tác dụng bảo vệ mặt sau của mối hàn tránh khỏi những ảnh hưởng có hại của không khí và ngăn kim loại lỏng chảy sệt khỏi mối hàn (có tác dụng đỡ vũng hàn).

Có thể lót đáy bằng tấm kim loại, sử dụng đệm thuốc hàn hoặc đưa khí trợ vào bề mặt dưới của mối hàn, hoặc phối hợp cả hai phương pháp trên.

- Kiểm tra thiết bị trước khi hàn:

Kiểm tra độ kín của hệ thống cung cấp khí và tình trạng hoạt động của van khí.

Kiểm tra cường độ dòng điện hàn và lưu lượng khí bảo vệ đã đặt.

Chọn kích cỡ chụp khí, đường kính và góc vát đầu điện cực hàn thích hợp.

Kiểm tra lưu lượng nước làm mát mỏ hàn (nếu có).

Kiểm tra việc đấu điện như: chất lượng tiếp xúc điện và cực tính.

– Xác định chế độ hàn TIG bao gồm : cường độ dòng điện hàn, thời gian tăng cường độ dòng hàn để đạt giá trị chọn, thời gian giảm cường độ dòng điện hàn tới khi tắt hồ quang (để tránh khuyết tật lõm cuối đường hàn), tốc độ hàn, chọn đường kính điện cực vonfram, đường kính que hàn phụ, lưu lượng khí bảo vệ, lựa chọn chụp khí tương ứng với lưu lượng khí, xác định thời gian mở và đóng khí bảo vệ trước khi gây hồ quang và tắt hồ quang.

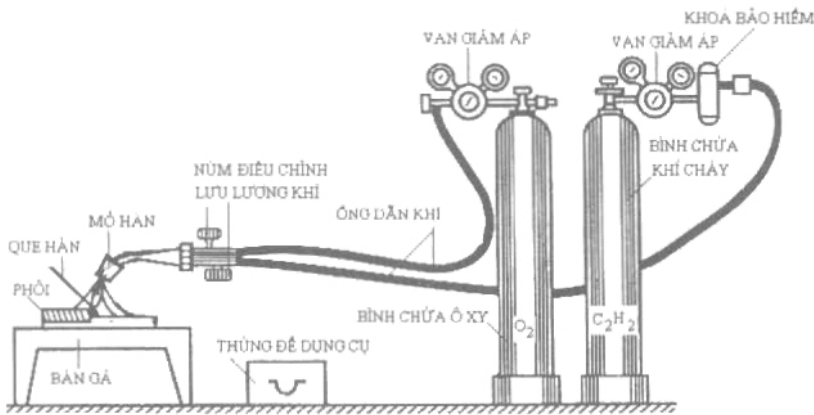
Chương 14

CÔNG NGHỆ HÀN KẾT CẤU BẰNG HÀN KHÍ

14.1. THIẾT BỊ VÀ DỤNG CỤ HÀN KHÍ

14.1.1. Khái niệm

Thiết bị và dụng cụ hàn khí là những công cụ cần thiết và cơ bản trong sản xuất hàn và sản xuất cơ khí. Tùy theo quy mô và điều kiện sản xuất mà những công cụ này được đầu tư, trang bị ở các mức độ khác nhau. Các thiết bị và dụng cụ hàn khí được trang bị để thực hiện các công việc hàn và cắt bằng khí – khi đó được gọi là trạm hàn khí (hình 14.1).



Hình 14.1. Trạm hàn khí

Một trạm hàn khí thường có các thiết bị và dụng cụ sau:

- Bình chứa khí duy trì sự cháy (oxy).
- Bình chứa khí cháy (Axêtylen – C_2H_2 , Propan – C_3H_8 , khí gas,...).
- Thùng điều chế khí cháy (C_2H_2).
- Khoá bảo hiểm (van chống cháy ngược).
- Van giảm áp.
- Ống dẫn khí oxy và ống dẫn khí cháy.
- Mỏ hàn, mỏ cắt.

– Các trang bị, dụng cụ phụ (trang bị bảo hộ lao động cho thợ, bàn gá, mỏ kềm, kìm hàn, búa gỗ, ống đựng que và thuốc hàn,...).

Hiện nay, để đảm bảo an toàn, việc điều chế khí cháy được thực hiện ở nhà máy, tách hẳn khỏi trạm hàn. Khi cần, chỉ việc đến nhà máy đòi lấy bình chứa khí cháy mới.

Ngoài ra, trong công nghiệp, một số cơ sở sản xuất còn trang bị máy nén khí bổ sung vào trạm hàn khí, phục vụ cho việc làm sạch trước khi hàn.

14.1.2. Các phần tử, thiết bị cơ bản của một trạm hàn khí

a) Bình chứa khí oxy

Bình chứa khí oxy thường được sơn màu xanh lam, dung tích 40 lít, áp suất từ 150 đến 200 atm (tương đương với khoảng 6 m³ oxy ở điều kiện 20°C và 1 atm). Vật liệu bình chứa thường bằng thép cacbon kết cấu hoặc thép hợp kim dạng tấm dày từ 8 đến 12 mm, được lốc tròn và hàn lại.

b) Bình chứa khí cháy

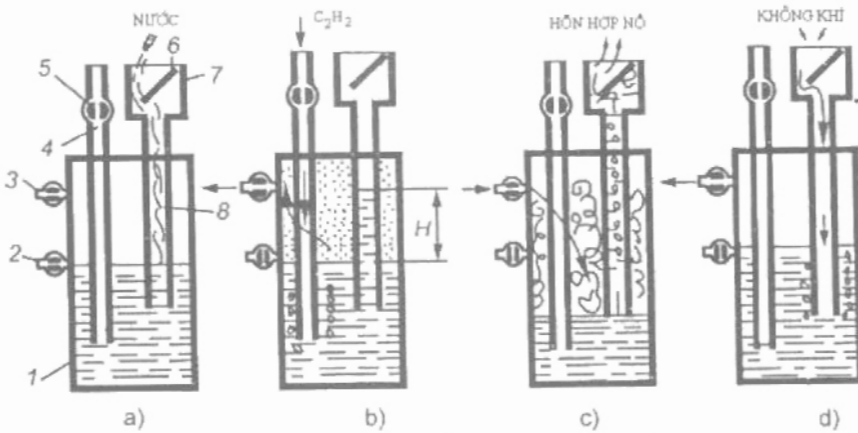
Bình chứa khí cháy thường được sơn màu tro, xám hay trắng, dung tích 40 lít, áp suất < 19 atm. Vật liệu và phương pháp chế tạo tương tự như bình chứa oxy. Bên trong bình chứa người ta bỏ thêm chất bột xốp bằng than hoạt tính và được tẩm axêton.

c) Khoá bảo hiểm

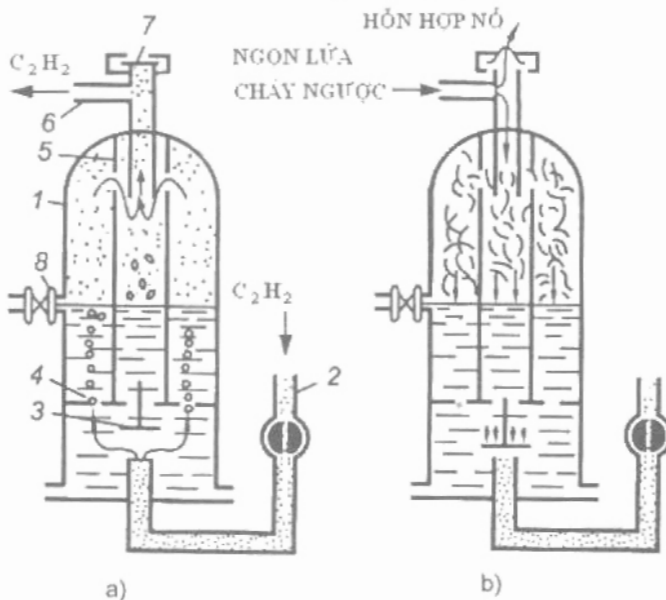
Khoá bảo hiểm là thiết bị có chức năng bảo đảm an toàn cho bình chứa khí cháy, được lắp với bình này. Khi tốc độ cháy của hỗn hợp khí cháy (O₂ + C₂H₂) lớn hơn tốc độ dòng khí cung cấp từ các ống dẫn khí, sẽ sinh ra ngọn lửa cháy quạt trở lại bình chứa, nhờ khoá này mà ngọn lửa được dập tắt; hoặc khi tốc độ dòng khí cung cấp giảm mà đường kính lỗ mở hàn tăng lên, làm giảm áp lực khí tiêu hao; hoặc ống dẫn khí bị tắc,... là những nguyên nhân dẫn đến hiện tượng hỗn hợp khí cháy bị cháy ngược về bình chứa, khi đó khoá bảo hiểm sẽ dập tắt ngọn lửa này. Vì vậy mà khoá bảo hiểm còn được gọi là van chống cháy ngược. Dưới đây là hình dáng, kết cấu và nguyên lý hoạt động của một số van chống cháy ngược.

Van chống cháy ngược kiểu hờ (hình 14.2): van gồm có bình thép 1, ống 4 dẫn khí C₂H₂ đi qua nước, ống bảo hiểm 8, phía trên có phễu 7 và màng bảo hiểm 6, ống 8 ngắn hơn ống 4. Khi mở van 5, khí C₂H₂ từ bình điều chế qua ống 4, qua nước tới khoá 3 (hình 14.2a) ra nơi tiêu thụ (mỏ hàn). Áp suất dư khí C₂H₂ chính là sự chênh lệch áp suất giữa khí C₂H₂ và không khí môi

trường, biểu thị bằng độ cao H (hình 14.2b). Khi có ngọn lửa cháy ngược, áp suất khí trong bình 1 tăng lên làm mức nước trong hai ống dâng lên (đồng thời mức nước trong bình 1 giảm xuống), ngắt không cho khí C_2H_2 cấp vào cho đến khi hồ chân ống 8, khi đó hỗn hợp khí cháy sẽ thoát theo ống này ra ngoài (hình 14.2c). Sau khi cháy hết, áp suất trong bình 1 giảm, làm cho cột nước trong hai ống 4 và 8 giảm xuống, van trở lại trạng thái làm việc bình thường (hình 14.2d). Phải thường xuyên kiểm tra mức nước thông qua kiểm tra mức nước trong hai ống; nếu thiếu thì cấp nước vào qua phễu 7 (hình 14.2a).



Hình 14.2. Van chống cháy ngược kiểu hồ

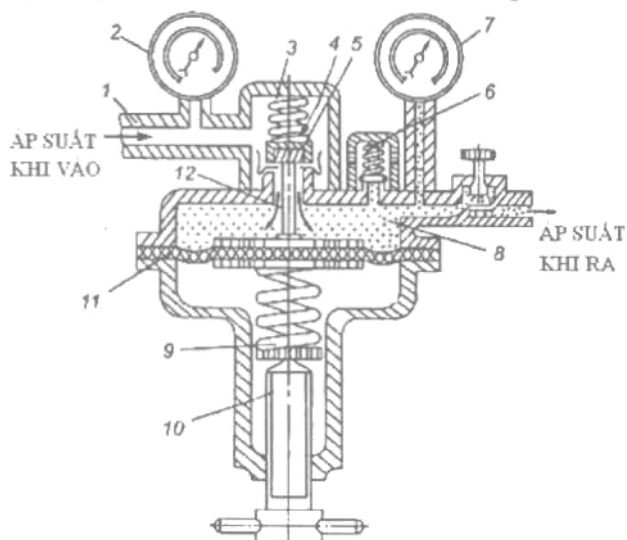


Hình 14.3. Van chống cháy ngược kiểu kin

Van chống cháy ngược kiểu kín – van gồm bình thép 1 được đổ nước đến mức kiểm tra nhờ van 8. Khi C_2H_2 theo ống 2 qua nắp van 3, chui qua các lỗ 4, qua nước vào ống 5 ra nơi sử dụng bằng ống 6 (hình 14.3a). Trên đỉnh ống 5 có màng mỏng 7. Khi có ngọn lửa cháy ngược (hình 14.3b), áp suất trong bình 1 tăng, làm cho nắp 3 càng đóng kín, khí C_2H_2 bị chặn lại, đồng thời màng 7 bị phá vỡ do áp suất và hỗn hợp khí cháy thoát ra ngoài.

d) *Van chỉnh áp*

Van chỉnh áp dùng để điều chỉnh (giảm) áp suất khí từ bình chứa qua van tới mô hàn. Ví dụ: áp suất bình chứa O_2 là 150atm, sau khi điều chỉnh áp suất dòng khí qua van còn $3 \div 5$ atm; hay bình chứa C_2H_2 có áp suất là 16atm, sau khi điều chỉnh, áp suất còn $0,3 \div 0,5$ atm; van còn có tác dụng giữ cho áp suất ra không đổi sau khi điều chỉnh. Hình 14.4 là van tác dụng nghịch, khí từ bình chứa có áp suất cao theo đường ống đến cửa 1. Sau cửa này là buồng cao áp 3, có lắp đồng hồ đo áp suất 2 hiển thị giá trị áp suất trước khi điều chỉnh. Áp suất cao qua van 5 (được đóng/mở – điều chỉnh áp suất nhờ sự cân bằng của hệ thống lò xo nén 4 và 9) sẽ được giảm xuống và vào buồng 8; nhờ đồng hồ đo áp suất 7 lắp thông với buồng 8 mà theo dõi và điều chỉnh (giảm) xuống giá trị yêu cầu (đặt trước giá trị áp suất yêu cầu). Thực chất của việc điều chỉnh áp suất là tự động điều chỉnh thể tích (trong một phạm vi xác định) buồng 8 bằng cách điều chỉnh di chuyển lên/xuống màng cao su 11 (đến một vị trí xác định) thông qua vít 10 và lò xo nén 9. Nếu vì lý do nào đó, áp suất buồng 8 vượt quá giới hạn cho phép, khi đó van an toàn 6 mở và xả khí cao áp ra ngoài, bảo đảm an toàn cho hệ thống.



Hình 14.4. Van chỉnh áp (tác dụng nghịch)

e) Ống dẫn khí

Ống dẫn khí được tiêu chuẩn hoá tùy theo áp suất và loại khí. Về cấu tạo, các ống này có nhiều lớp (lớp cao su, lớp vải,...), trường hợp đặc biệt có thể có thêm lớp bằng lưới kim loại. Để phân biệt loại khí, người ta dùng màu khác nhau: khí cháy màu đỏ (tươi hoặc sẫm), khí oxy màu xanh lá mạ hoặc màu đen. Nguyên tắc sử dụng đúng màu ống dẫn khí theo quy định là bắt buộc trong sản xuất, để bảo đảm an toàn chống cháy nổ.

f) Mò hàn

Mò hàn là dụng cụ để hàn khí, bên trong có khoang chứa để trộn hỗn hợp khí cháy với oxy theo tỷ lệ xác định. Khi đốt, hỗn hợp khí cháy thành ngọn lửa có nhiệt độ cao, được sử dụng để hàn. Mò hàn là dụng cụ cầm tay, vì vậy mò hàn được thiết kế, chế tạo theo những yêu cầu cơ bản là: an toàn, nhẹ, dễ thao tác điều chỉnh tỷ lệ hỗn hợp khí; ngọn lửa dễ mồi, ổn định và dễ tắt.

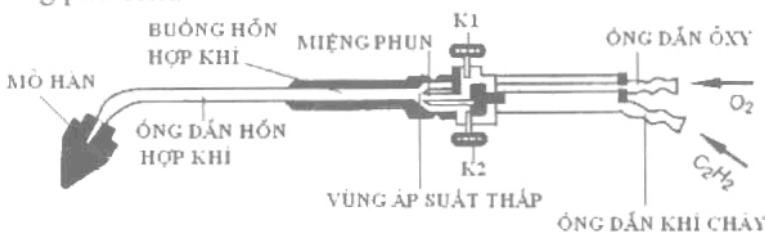
Hiện có rất nhiều loại mò hàn, được phân loại theo nhiều chỉ tiêu, ví dụ:

- Theo nguyên lý dẫn khí: có mò hàn kiểu hút và mò hàn đẳng áp.
- Theo kích thước, khối lượng: có loại trung bình ($< 1,0$ kg), loại nhẹ.
- Theo số lượng ngọn lửa: loại một ngọn lửa, loại nhiều ngọn lửa,...

Dưới đây giới thiệu hai loại là mò hàn kiểu hút và mò hàn đẳng áp.

Mò hàn kiểu hút (hình 14.5), khí O_2 có áp suất $3 \div 4$ atm theo ống dẫn qua van điều chỉnh K_1 , qua miệng phun, phun với tốc độ lớn, tạo một vùng áp suất thấp ở trước miệng phun, do đó hút khí cháy (C_2H_2) theo ống dẫn qua van điều chỉnh lưu lượng K_2 , vào buồng trộn hỗn hợp khí cháy. Hỗn hợp này theo ống dẫn ra khỏi mò hàn, khi bị đốt, tạo thành ngọn lửa hàn.

Loại này có nhược điểm là buồng trộn hỗn hợp khí có cấu tạo phức tạp. Khi hàn, thành phần hỗn hợp khí kém ổn định do áp suất khí trong mò hàn thay đổi theo nhiệt độ; tuy nhiên, áp suất khí C_2H_2 thấp hơn rất nhiều so với khí O_2 , nên khả năng trộn (hút) khí vẫn dễ thực hiện, vì vậy, loại mò này vẫn được dùng phổ biến.

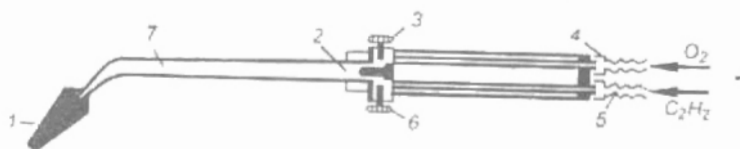


Hình 14.5. Mò hàn kiểu hút

Chú ý: Đối với mỏ hàn và mỏ cắt kiểu hút, khi bật và tắt ngọn lửa, phải tuân theo trình tự sau:

- Khi bật ngọn lửa: mở khoá K1 trước, mở khoá K2 sau.
- Khi tắt ngọn lửa: đóng khoá K2 trước, đóng khoá K1 sau.

Mỏ hàn đẳng áp (hình 14.6), khí O_2 theo ống 4 qua van điều chỉnh 3, vào buồng 2, tại đây được phân thành các dòng khí nhỏ trộn với khí cháy; cùng lúc đó, khí C_2H_2 theo ống dẫn 5, qua van điều chỉnh 6, vào buồng 2 và cũng được phân ra thành các dòng nhỏ trộn với O_2 , sau đó hỗn hợp khí trộn theo ống 7 ra đầu mỏ hàn 1, khí được đốt và tạo thành ngọn lửa hàn.



Hình 14.6. Mỏ hàn đẳng áp

Loại mỏ hàn này thường được dùng để hàn các kim loại và hợp kim màu, các thép hợp kim hay hàn khí tự động; vì khí đó cần thành phần hỗn hợp khí của ngọn lửa hàn không đổi (ổn định).

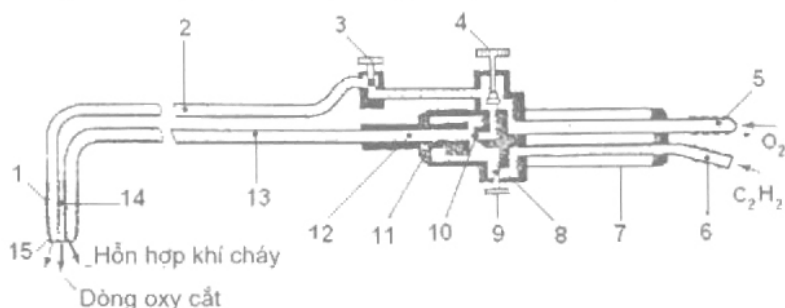
Một mỏ hàn thường được chế tạo kèm theo nhiều đầu hàn (bếp hàn) với các đường kính lỗ dẫn khí khác nhau thành một bộ có 05 đầu hàn, được ký hiệu theo thứ tự: N01, N02, ..., N05. Số thứ tự càng lớn, đường kính các lỗ dẫn khí càng tăng để hàn các vật càng dày.

g) Mỏ cắt

Do mục đích của hàn và cắt khác nhau, nên mỏ cắt được thiết kế, chế tạo với những yêu cầu cơ bản sau:

- Phải có tỷ lệ diện tích giữa các lỗ hỗn hợp khí nung nóng và lỗ ôxy cắt thích hợp (tạo ra lượng nhiệt cắt đủ lớn).
- Điều chỉnh được ngọn lửa và dòng ôxy cắt.
- Có bộ phận gá lắp để cắt vòng tròn và lỗ.
- Bề mặt các rãnh dẫn hỗn hợp khí trong mỏ, đặc biệt là bề mặt rãnh dẫn ôxy phải có độ nhẵn cao để giảm tổn thất lưu lượng.
- Bộ mỏ cần có nhiều đầu cắt được ký hiệu tương tự mỏ hàn.
- Mỏ cắt cần có bộ bánh xe để duy trì ổn định khoảng cách giữa đầu mỏ cắt với bề mặt cắt.
- Khoảng cách giữa tay cầm và đầu mỏ cắt đủ lớn để tránh bỏng.

Hình 14.7 là kết cấu mô cắt kiểu hút. Khí O_2 theo ống 5, qua van 4 và miệng phun 10 vào buồng 12. Khi qua miệng 10, tốc độ dòng O_2 tăng lên tạo vùng áp suất thấp (chân không) trước miệng phun, hút C_2H_2 theo ống 6 qua van 9 vào buồng 12 hoà trộn với O_2 thành hỗn hợp khí nung nóng rồi theo ống 13 và đầu mô 1 (đầu mô cắt 1 lắp búp cắt 15) ra ngoài. Khi đốt, hỗn hợp khí cháy thành ngọn lửa, nung nóng chảy kim loại chỗ cắt. Khi đó, dòng O_2 áp suất cao qua van 2 qua ống 14 ra búp 15 oxy hoá mãnh liệt kim loại và thổi ôxyt kim loại nóng chảy ra ngoài tạo thành mạch cắt.



Hình 14.7. Mô cắt kiểu hút

h) Vấn đề an toàn của thiết bị, dụng cụ hàn khí

Tất cả các thiết bị và dụng cụ hàn khí khi sử dụng phải tuân thủ theo các quy định về an toàn vận hành, bảo trì, bảo quản. Đặc biệt là các thiết bị chứa đựng khí cháy, khí ôxy, các van chống cháy ngược, van chỉnh áp, đồng hồ đo áp suất phải được định kỳ kiểm định đăng kiểm. Hết thời hạn đăng kiểm cho phép, phải kiểm định lại.

14.2. VẬT LIỆU HÀN KHÍ

Trong hàn khí, ngoài vật liệu cơ bản (vật hàn) ra, vật liệu hàn còn có: khí duy trì sự cháy – ôxy; khí cháy (có thể là một trong số sau: C_2H_2 , CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_6H_6 , H_2, \dots); thuốc hàn và que hàn.

Dưới đây là những đặc điểm cơ bản của các vật liệu này.

14.2.1. Khí duy trì sự cháy – ôxy

Ở điều kiện bình thường ($20^\circ C$, 1atm), ôxy là khí không màu, không mùi, không cháy, nặng hơn không khí, nhưng duy trì sự cháy rất tốt. Để tạo ra nhiệt độ cao, đủ năng lượng nhiệt hàn và cắt được kim loại, khí O_2 phải ở

dạng tinh khiết và được gọi là ôxy kỹ thuật. Theo hàm lượng O_2 (về thể tích) có ba loại ôxy kỹ thuật: loại 1: $\geq 99,89\% O_2$; loại 2: $\geq 99,7\% O_2$; loại 3: $\geq 99,5\% O_2$, còn lại là "tạp chất", như Nitơ, Acgông,... Độ tinh khiết càng cao, tiêu hao O_2 càng ít, mép cắt càng gọn, sạch.

Cần chú ý rằng, khi O_2 bị nén, sẽ sinh nhiệt, nếu tiếp xúc, ma sát với dầu, mỡ, khoáng vật, hoặc các chất cháy như bụi than, các chất hữu cơ,... hoặc tia lửa điện, hoặc bình chứa bị va đập mạnh, có thể bốc cháy và gây nổ bình. Vì vậy, khi dùng ôxy, đặc biệt ở dạng nén, phải hết sức chú ý tránh không cho tiếp xúc với các chất nói trên và tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về an toàn sử dụng, bảo quản.

14.2.2. Khí cháy

Hiện nay, công nghiệp dầu khí đã sản xuất được khá nhiều loại khí cháy. Đặc điểm cơ bản của hầu hết các loại khí cháy là rất dễ cháy, nổ khi đạt được điều kiện nhất định nào đó. Ví dụ, khi các khí cháy có tác động của các yếu tố: ma sát, va đập, tiếp xúc với nhiệt độ cao, với tia lửa điện, với ôxy, hoặc bị nén ở áp suất cao,... đều rất dễ cháy, nổ gây mất an toàn. Vì vậy, trong sản xuất công nghiệp, khi sử dụng các khí cháy, vấn đề an toàn luôn được đặt lên hàng đầu.

Cho đến nay, khí Axetylen (C_2H_2) khi hỗn hợp với ôxy kỹ thuật và bị đốt cháy, sẽ sinh ra nhiệt độ cao nhất (khoảng $3200^\circ C$) so với các khí cháy còn lại (trong khoảng từ $2100^\circ C \div 2750^\circ C$). Vì vậy, C_2H_2 được dùng khá rộng rãi trong công nghiệp.

14.2.3. Que hàn

Hàn khí là một dạng hàn nóng chảy, nên khi hàn, có thể dùng que hàn làm vật liệu bổ sung vào mối hàn. Vì vậy, vật liệu que hàn cần giống hoặc tương đương vật liệu cơ bản và phải bảo đảm các yêu cầu sau:

- Nhiệt độ nóng chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy vật liệu cơ bản.
- Đường kính que hàn cần tương đương chiều dày vật hàn.
- Bề mặt que hàn phải sạch (không gỉ, không dính dầu mỡ,...).
- Không gây hiện tượng sôi làm bắn kim loại ra khỏi vùng hàn.
- Không tạo bọt khí trong vùng hàn.

Về kích cỡ dây hàn (khi hàn, người ta cắt thành từng đoạn ngắn 250 ÷ 450mm cho dễ thao tác, khi đó gọi là que hàn), thường có các loại với đường kính sau: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 mm. Loại dây bằng thép cacbon thường có đường kính 0,3 – 2mm. Chúng được chế tạo thành từng cuộn nặng khoảng 20kg. Đối với thép hợp kim thấp và trung bình, mỗi cuộn nặng khoảng 2 – 15kg, hợp kim cao mỗi cuộn nặng khoảng 1,5 ÷ 8kg. Các loại dây hàn có đường kính 2,5 – 12mm, mỗi cuộn nặng 40kg đối với thép cac bon, nặng 20kg đối với thép hợp kim thấp và trung bình, nặng 10kg đối với thép hợp kim cao.

14.2.4. Thuốc hàn

Thuốc hàn dùng trong hàn khí có nhiệm vụ bảo vệ mối hàn khỏi bị ôxy hoá và loại bỏ các ôxyt kim loại hình thành, đồng thời còn có tác dụng hoàn nguyên kim loại (tách kim loại ra khỏi ôxyt của nó và các tạp chất phi kim).

Tuỳ thuộc vào ôxyt kim loại hình thành có tính axit hay bazơ mà dùng thuốc hàn thích hợp. Nếu ôxyt kim loại hình thành có tính axit thì dùng thuốc hàn có tính bazơ, còn nếu ôxyt kim loại hình thành có tính bazơ thì dùng thuốc hàn có tính axit. Trong cả hai trường hợp này, phản ứng xảy ra theo sơ đồ sau: ôxyt axit + ôxyt bazơ = Muối.

Theo trạng thái có hai dạng: lỏng và rắn (bột). Dạng lỏng chất lượng tốt hơn nhưng không tiện lợi bằng dạng bột khi vận chuyển và chứa đựng.

Trước khi hàn, thuốc hàn cần được sấy nóng để không sinh ra các bọt khí và tiết ra nước làm giảm chất lượng mối hàn, đồng thời tránh hiện tượng thuốc hàn bị bắn ra khỏi vùng hàn do chênh lệch nhiệt độ.

14.2.5. Vật liệu cơ bản

Trong hàn khí, vật liệu cơ bản được dùng khá rộng rãi, gồm có:

– Hàn các vật liệu cùng loại, như: thép cacbon, thép hợp kim, hợp kim cao, kim loại và hợp kim màu, gang,...

– Ngoài ra, có thể hàn các vật liệu khác loại với nhau, ví dụ: có thể hàn thép cacbon với thép hợp kim, với hợp kim cứng, với kim loại màu và hợp kim màu,... khi đó vật liệu trung gian (váy hàn) thường là đồng hay hợp kim đồng.

14.3. CÔNG NGHỆ VÀ KỸ THUẬT HÀN KHÍ

14.3.1. Chọn ngọn lửa hàn

Một trong những yếu tố quyết định đến chất lượng mối hàn khí là ngọn lửa hàn (hỗn hợp khí O_2 và khí C_2H_2). Ngọn lửa hàn sinh nhiệt độ cao nhất và hàn được nếu chọn (hoà trộn) đúng tỷ lệ thể tích hai loại khí trên. Trong thực tế, có ba nhóm vật liệu cơ bản dùng hàn khí ứng với ba loại ngọn lửa, đó là: kim loại đen và hợp kim của chúng (nhóm 1 – N1) dùng ngọn lửa trung hoà; kim loại màu và hợp kim màu (nhóm 2 – N2) dùng ngọn lửa thừa ôxy; gang (nhóm 3 – N3) dùng ngọn lửa thừa cacbon.

Trong mỗi loại ngọn lửa đều có ba vùng với kích thước khác nhau; trong đó chỉ có một vùng được sử dụng để hàn (hình 14.8).

Tỷ lệ thể tích khí hỗn hợp khí hàn (ký hiệu β) xác định như sau: $\beta = \text{thể tích khí } O_2 / \text{thể tích khí } C_2H_2$. Nếu:

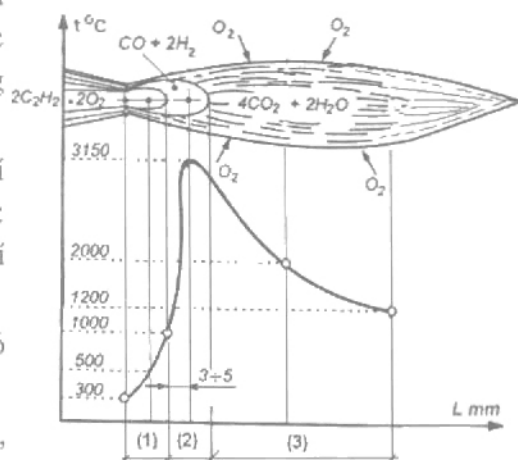
1. $\beta = 1,1 \div 1,2$ khi đốt, ta có ngọn lửa trung hoà với ba vùng:

– Vùng nhân: màu sáng trắng, dài khoảng $5 \div 8$ mm, nhiệt độ tại tâm vùng này khoảng $1000^\circ C$, không dùng vùng này để hàn.

– Vùng cháy không hoàn toàn: màu sáng xanh, dài khoảng $6 \div 10$ mm, nhiệt độ tại tâm vùng này khoảng $3200^\circ C$, vùng này dùng để hàn vật liệu nhóm N1.

– Vùng cháy hoàn toàn: màu nâu sẫm, dài khoảng $150 \div 180$ mm, nhiệt độ giảm dần khi càng ra xa mỏ hàn. Vùng này, ngọn lửa cháy tiếp xúc trực tiếp với ôxy môi trường. Thường dùng vùng này để nung nóng kim loại.

2. $\beta > 1,2$ khi đốt, được ngọn lửa thừa O_2 với ba vùng tương tự trên. Trong đó sử dụng vùng cháy không hoàn toàn để hàn vật liệu nhóm N2.

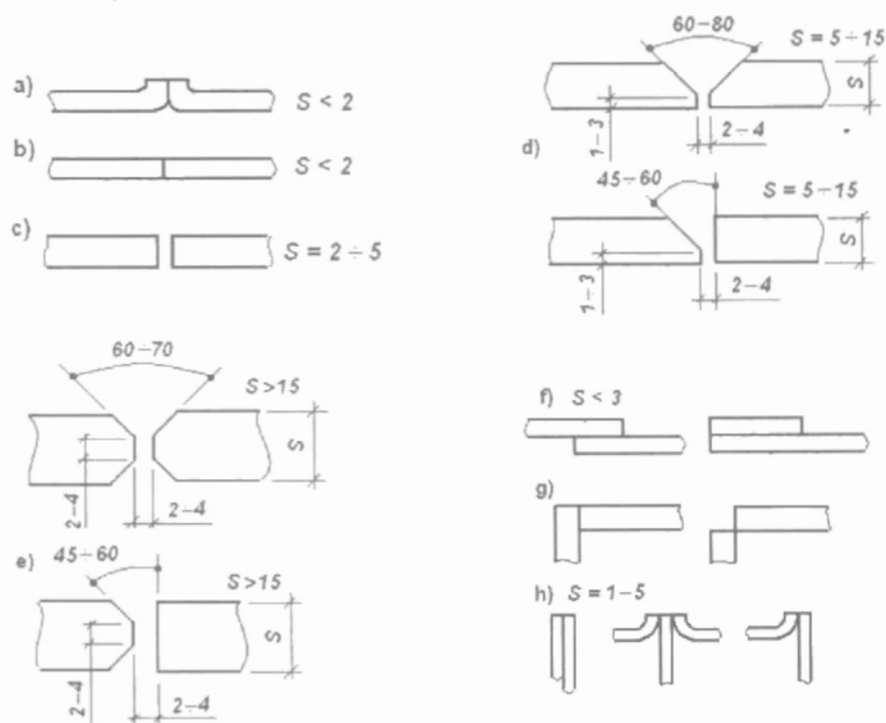


Hình 14.8. Cấu tạo ngọn lửa hàn

3. $\beta < 1,1$ khi đốt, được ngọn lửa thừa C cũng với ba vùng tương tự trên. Trong đó sử dụng vùng cháy không hoàn toàn để hàn vật liệu nhóm N3.

14.3.2. Kết cấu hàn

Trong hàn khí, các loại kết cấu hàn cơ bản cũng gần tương tự như hàn hồ quang, gồm: hàn giáp mối, hàn chồng, hàn chữ T và hàn góc L. Ngoài ra còn thêm một số kết cấu khác. Hình 14.9 thể hiện hình dáng, kết cấu và kích thước các loại trên.



Hình 14.9. Các dạng kết cấu cơ bản trong hàn khí

Hàn giáp mối (hình 14.9a, b, c, d, e) được ứng dụng rộng rãi nhất để hàn các kết cấu cùng hoặc khác độ dày. Khi hàn các vật mỏng có độ dày $S < 2$ mm, người ta thường gấp mép để hàn mà không dùng que hàn phụ, khi đó kim loại bổ sung chính là kim loại tại mép gấp chảy ra hình thành mối hàn; hoặc không vát mép, không để khe hở giáp mối. Khi hàn các vật có độ dày $S \geq 2 - 5$ mm, có thể không cần vát mép, nhưng giữa chúng phải có khe hở. Khi $S > 5$ mm, có thể vát mép một hay cả hai phía.

Hàn chông (hình 14.9f) ít được dùng. Khi $S > 3$ mm, không nên dùng hàn chông, vì nung nóng cục bộ lớn, ứng suất dư hình thành lớn, có thể làm vật hàn cong vênh hoặc nứt. Khi $S < 3$ mm, có thể áp dụng kết cấu hàn chông.

Hàn chữ T, tương tự hàn chông, khi $S > 3$ mm, không nên dùng hàn chông, vì sự nung nóng cục bộ lớn. Khi $S < 3$ mm, có thể ứng dụng kết cấu hàn chữ T.

Hàn góc L (hình 14.9g) hay dùng các vật hàn có chiều dày bất kỳ. Khi chiều dày quá nhỏ, không cần que hàn phụ.

Kết cấu hàn mặt đầu (hình 14.9h) hay được dùng khi hàn các vật có chiều dày nhỏ, được gấp mép và không dùng que hàn phụ.

14.3.3. Kỹ thuật và chế độ hàn khí

a) Kỹ thuật hàn

Tùy theo chiều dày và vật liệu cơ bản mà hàn khí có thể áp dụng kỹ thuật hàn phải hoặc kỹ thuật hàn trái. Ngoài ra, để bảo đảm chất lượng mối hàn, việc lựa chọn và áp dụng các tư thế hàn thích hợp cũng như việc thực hiện thành thạo các thao tác chuyển động của mỏ và que khi hàn đều là những yếu tố cơ bản của kỹ thuật hàn khí. Dưới đây là những nội dung chính của các kỹ thuật này.

Hàn phải – khi hàn, hướng chuyển động của mỏ hàn và que hàn từ trái sang phải, mỏ đi trước, que đi sau; mối hàn hình thành từ trái qua phải (hình 14.10a).

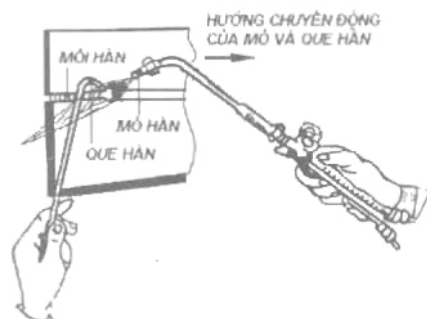
Đặc điểm:

– Ngọn lửa luôn tạt về phía mối hàn, do đó khó quan sát mối hàn.

– Mối hàn nguội chậm (do ngọn lửa luôn che mối hàn), nên hạn chế nứt.

– Nhiệt tập trung hơn (hàn trái).

Vì vậy hàn phải được dùng để hàn vật dày ($S \geq 3$ mm), khó nóng chảy.



Hình 14.10a. Kỹ thuật hàn phải

Hàn trái – khi hàn, hướng chuyển động của mỏ hàn và que hàn từ phải sang trái, mỏ đi sau, que đi trước; mối hàn hình thành từ phải qua trái (hình 14.10b).

Đặc điểm:

– Ngọn lửa luôn tạt về phía không có mối hàn, do đó dễ quan sát mối hàn, năng suất cao hơn.

– Mối hàn nguội nhanh hơn, nên dễ bị nứt.

– Nhiệt không tập trung bằng hàn phải.

Vì vậy hàn trái được dùng để hàn vật mỏng ($S < 3 \text{ mm}$), dễ nóng chảy.

Tư thế hàn – tương tự như hàn hồ quang, tùy theo vị trí mối hàn trong không gian, hàn khí cũng có các tư thế cơ bản, đó là: hàn sấp, hàn đứng (hàn leo, hàn ngang) và hàn trần.

Chú ý khi hàn ngang và hàn trần, tốt nhất là áp dụng kỹ thuật hàn phải, vì khi đó, áp lực khí và đầu que hàn giữ cho giọt kim loại lỏng không bị rơi.

Chuyển động của mỏ hàn và que hàn – ảnh hưởng rất lớn tới sự hình thành mối hàn. Dựa vào vị trí mối hàn trong không gian, chiều dày vật hàn, kích thước yêu cầu của mối hàn,... để chọn phương pháp chuyển động thích hợp khi hàn như sau:

– Khi hàn sấp, chuyển động của mỏ và que mô tả như trên hình 14.11a.

– Khi hàn góc, chuyển động của mỏ và que mô tả như trên hình 14.11b.

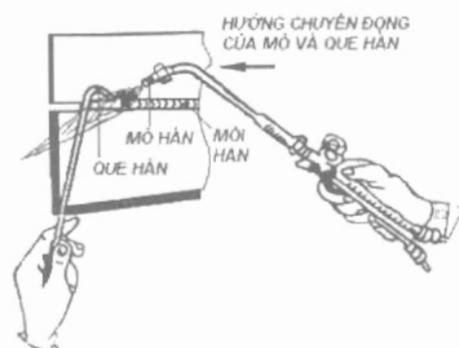
Trường hợp này cần chú ý, khi hàn ở phần giữa mối hàn, chuyển động cần được thực hiện nhanh hơn ở hai bên mép mối hàn.

– Khi hàn vật dày với $S > 5 \text{ mm}$ (có vát mép), mỏ hàn nằm sâu trong mép hàn và chuyển động dọc không có dao động ngang như hình 14.11c.

– Khi hàn tấm dày, cần hàn nhiều lớp, thứ tự các lớp thực hiện như hình 14.11d.

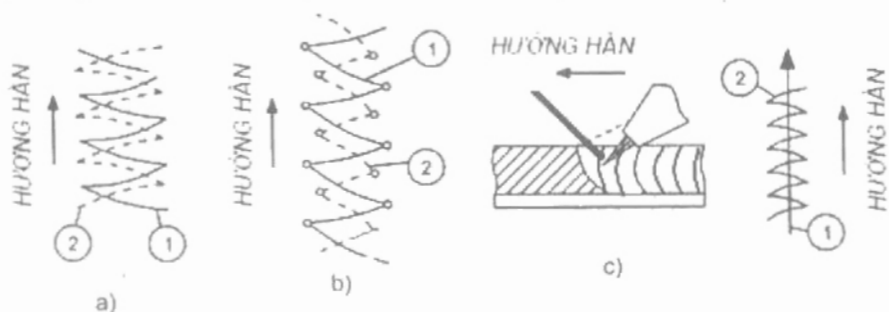
– Khi hàn vật mỏng $S < 3 \text{ mm}$ có uốn mép, không cần que hàn, chuyển động của mỏ mô tả như hình 14.11e, f.

– Nếu hàn vật mỏng không uốn mép mà dùng que, thường hàn bằng cách “nhỏ giọt”, nghĩa là – ban đầu đốt cháy đầu que hàn một lượng nhỏ,



Hình 14.10b. Kỹ thuật hàn trái

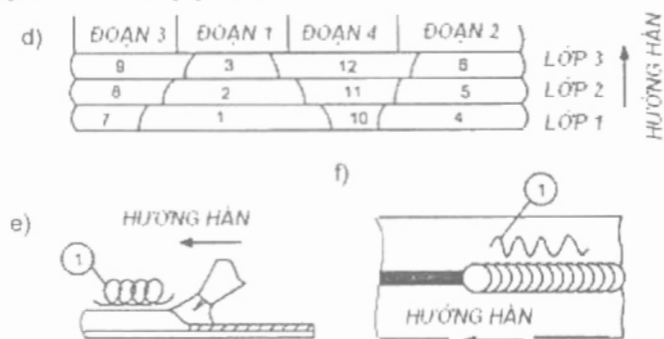
sau đó nâng que lên khỏi vũng hàn, đưa ngọn lửa vào sát vật và chuyển động vòng, sau đó dịch chuyển để hàn điểm tiếp theo (hình 14.11e).



Hình 14.11. Các phương pháp chuyển động của mỏ và que hàn

Chú ý hai điểm:

– Đầu mỏ que hàn, phải tránh bị ôxy hoá bằng cách – khi nâng lên, thì đưa (đầu mỏ que) vào vùng giữa của ngọn lửa.



Hình 14.11. Các phương pháp chuyển động của mỏ và que hàn

– Nhân ngọn lửa khi dịch gần vũng hàn, không được tiếp xúc với bề mặt kim loại lỏng để tránh hiện tượng cacbon hoá.

b) Chế độ hàn

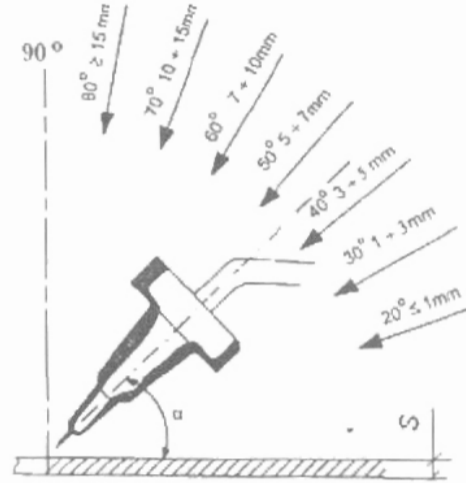
Trong hàn khí, các thông số chế độ hàn gồm có: góc nghiêng của trục mỏ hàn, công suất ngọn lửa hàn và đường kính que hàn.

Góc nghiêng của trục mỏ hàn (α) – góc hợp bởi phương trục mỏ hàn và phương ngang. Giá trị góc nghiêng α phụ thuộc chủ yếu vào: chiều dày, khả năng dẫn nhiệt, nhiệt độ nóng chảy vật hàn. Vật hàn càng dày, khả năng dẫn nhiệt càng nhanh và nhiệt độ nóng chảy càng cao, thì α càng lớn. Tuy nhiên, góc nghiêng lớn nhất $\alpha_{\max} = 90^\circ$ được áp dụng để cắt kim loại, khi đó toàn bộ lượng nhiệt hướng tập trung vuông góc vào bề mặt vật cắt.

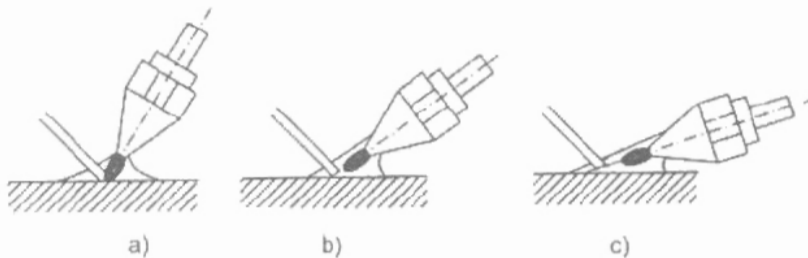
Hình 14.12 cho thấy sự phụ thuộc góc nghiêng vào chiều dày vật hàn.

Khi hàn đồng, $\alpha = 60^\circ \div 80^\circ$,
khi hàn chì $\alpha \leq 10^\circ, \dots$

Để tăng năng suất khi hàn, ban đầu tăng góc nghiêng trong khoảng $\alpha = 80^\circ \div 90^\circ$ (hình 14.13a) để chỗ hàn nóng nhanh và tạo thành vũng hàn, sau đó, tùy chiều dày vật hàn mà giảm góc nghiêng ở giá trị thích hợp (hình 14.13b). Khi kết thúc hàn, để mối hàn đẹp, tránh bắn toé, giảm góc nghiêng gần về 0° (hình 14.13c).



Hình 14.12. Sự phụ thuộc của góc α vào chiều dày S



Hình 14.13. Thay đổi góc nghiêng khi hàn

Công suất ngọn lửa hàn ($Q, l/h$) – được xác định bằng lượng khí tiêu thụ (lit) trong một đơn vị thời gian (giờ). Công suất Q phụ thuộc chủ yếu vào: chiều dày, khả năng dẫn nhiệt, nhiệt độ nóng chảy vật hàn.

Bằng thực nghiệm, khi vật liệu cơ bản là thép carbon thấp, thép hợp kim thấp, công suất Q xác định theo chiều dày S (mm) như sau:

- Khi hàn phải: $Q_{C2H2} = (120 \div 150)S l/h$
- Khi hàn trái: $Q_{C2H2} = (100 \div 120)S l/h$

Khi hàn gang, đồng thau, đồng thanh, hợp kim nhôm, công suất Q tính như khi hàn thép.

Khi hàn đồng đỏ, do khả năng dẫn nhiệt nhanh, nên: $Q_{C2H2} = (150 \div 200)S$ l/h (*) (cho cả hàn phải và trái).

Khi dùng hai mỏ hàn, trong đó – mỏ để nung nóng, dùng công thức (*), còn mỏ để hàn, dùng công thức: $Q_{C2H2} = (120 \div 150)S$ l/h.

Đường kính que hàn (d_q) – phụ thuộc chiều dày vật hàn và kỹ thuật hàn:

– Khi $S < 12$ mm, với hàn trái, đường kính que hàn lấy nhỏ hơn hàn phải một ít.

– Khi $S = (12 \div 15)$ mm, theo kinh nghiệm, dùng công thức:

Hàn trái: $d_q = S/2 + 1$ mm; hàn phải: $d_q = S/2$ mm

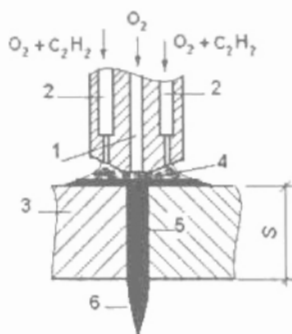
– Khi $S > 15$ mm, thường chọn $d_q = (6 \div 8)$ mm.

14.4. CẮT KIM LOẠI BẰNG NGỌN LỬA KHÍ CHÁY VÀ KHÍ ÔXY

14.4.1. Bản chất của cắt kim loại bằng hỗn hợp khí cháy

Cắt kim loại bằng hỗn hợp khí cháy là quá trình nung nóng chảy bề mặt chỗ cần cắt đến nhiệt độ cháy nhờ ngọn lửa hàn, sau đó thổi dòng oxy qua, lần lượt từng lớp kim loại bị oxy hoá và bị thổi liên tục ra ngoài bởi luồng oxy áp suất khá lớn tạo thành rãnh (mạch) cắt.

Hình 14.14 mô tả quá trình cắt: hỗn hợp khí cháy theo đường 2 ra đầu miệng béc cắt, khi bị đốt bởi nhân ngọn lửa 4, bề mặt kim loại 3 bị nung nóng chảy tạo thành các oxít kim loại. Khi đó, dùng dòng O_2 thổi mạnh theo đường 1, bề mặt phôi hình thành rãnh cắt 5 đẩy dần oxít kim loại 6 ra ngoài.



Hình 14.14. Quá trình cắt kim loại bằng khí

Chiều rộng rãnh cắt 5 phụ thuộc

chủ yếu vào chiều dày S của vật cắt và thiết bị cắt. Nếu cắt bằng máy, chất lượng mạch cắt (độ phẳng, độ nhẵn, độ chính xác chiều rộng của mép cắt) sẽ cao hơn cắt bằng tay. Bảng 14.1 giới thiệu một số giá trị chiều rộng rãnh cắt theo chiều dày S của vật cắt.

Bảng 14.1. Chiều rộng rãnh cắt theo chiều dày vật cắt

Chiều dày S vật cắt, mm	5 + 15	15 - 30	30 ~ 60	60 + 100	100 - 150
Chiều rộng rãnh cắt, mm	2,0 ÷ 2,5	2,5 ÷ 3,0	3,0 + 3,5	3,5 + 4,5	4,5 + 5,5

14.4.2. Điều kiện cắt bằng khí

Để cắt kim loại được bằng khí, cần thoả mãn các yêu cầu sau:

$$T^{\circ}C_{nc} > T^{\circ}C_{ch} \quad (14.1)$$

$T^{\circ}C_{nc}$ – nhiệt độ nóng chảy của kim loại cần cắt.

$T^{\circ}C_{ch}$ – nhiệt độ cháy của kim loại đó.

$$T^{\circ}C_{nc} > T^{\circ}C_{nc\text{ở}\text{ox}KL} \quad (14.2)$$

$T^{\circ}C_{nc\text{ở}\text{ox}KL}$ – nhiệt độ nóng chảy của ôxyt kim loại cần cắt.

$T^{\circ}C_{nc}$ – nhiệt độ nóng chảy của kim loại đó.

$$Q \geq Q_{c\grave{a}t} \quad (14.3)$$

Q – nhiệt lượng sinh ra khi kim loại cháy trong ôxy.

$Q_{c\grave{a}t}$ – nhiệt lượng được duy trì và đủ để cắt được kim loại tương ứng.

$$\alpha \leq \alpha_0 \quad (14.4)$$

α – hệ số dẫn nhiệt của vật liệu kim loại.

α_0 – hệ số dẫn nhiệt của vật liệu kim loại, mà ứng với giá trị đó, tốc độ toả nhiệt từ kim loại ra xung quanh không làm giảm (ảnh hưởng đến) nhiệt độ tại chỗ cắt.

$$TCL_{\text{ôxy}KL} \geq TCL_{\text{Hôxy}KL} \quad (14.5)$$

$TCL_{\text{ôxy}KL}$ – tính chảy loãng của ôxyt kim loại.

$TCL_{\text{Hôxy}KL}$ – tính chảy loãng tới hạn của ôxyt kim loại, tại đó ôxyt kim loại dễ dàng được thổi ra khỏi rãnh cắt. Nếu tính chảy loãng kém ($TCL_{\text{ôxy}KL} < TCL_{\text{Hôxy}KL}$), sẽ cản trở dòng O_2 , do đó cản trở quá trình cắt.

$$C\% < [C\%], Cr\% < [Cr\%], Si\% < [Si\%] \quad (14.6)$$

$[C\%]$, $[Cr\%]$, $[Si\%]$,... hàm lượng cho phép của cacbon, crôm, silic,... có trong kim loại cắt, nếu vượt quá giá trị này, sẽ cản trở đến quá trình cắt (việc hình thành rãnh cắt khó khăn).

Với các điều kiện trên, có thể xem xét một số ví dụ sau đây:

– Theo (14.2) thì nhôm (Al) không cắt được bằng phương pháp này, vì ôxyt nhôm (Al_2O_3) có $T^{\circ}C_{nc\text{ở}\text{ox}KL} = 2050^{\circ}C$, còn Al có $T^{\circ}C_{nc} = 600^{\circ}C$.

– Khi cắt thép cacbon thấp, điều kiện (14.3) thoả mãn, vì nhiệt lượng sinh ra khi thép này cháy trong ôxy đã đạt được $70\% Q_{\text{cắt}}$, chỉ cần thêm $30\% Q_{\text{cắt}}$ là đủ cắt liên tục.

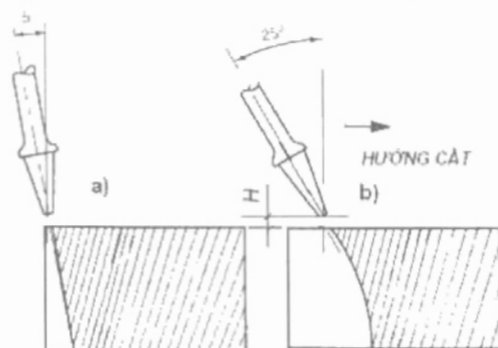
– Một số kim loại có hệ số dẫn nhiệt (α) khá lớn (khả năng dẫn và toả nhiệt ra xung quanh rất nhanh), chẳng hạn: đồng (Cu), nhôm và hợp kim của chúng không thoả mãn điều kiện (14.4).

14.4.3. Kỹ thuật và chế độ cắt

Để bảo đảm chất lượng cắt (mạch cắt nhỏ nhất có thể, bề mặt mép cắt phẳng, nhẵn), cần thực hiện đúng các kỹ thuật và chế độ cắt.

a) Kỹ thuật cắt

Khi đường cắt hướng từ mép tấm vào – hình 14.15 mô tả thao tác bắt đầu cắt đối với tấm dày. Đầu tiên, trục mỏ cắt hướng vào mép cắt và nghiêng một góc khoảng 5° đốt nóng chảy kim loại lớp bề mặt, sau đó dịch chuyển và điều chỉnh góc nghiêng đi một góc khoảng $20^\circ \div 30^\circ$.



Hình 14.15. Kỹ thuật cắt

Quá trình dịch chuyển mỏ cắt theo đường cắt phải luôn bảo đảm các thông số chế độ cắt, trong đó có hai yếu tố:

– Khoảng cách H (mm) (bảng 14.2) từ đầu mỏ cắt đến bề mặt cần cắt là không đổi.

– Tốc độ cắt V_c (cm/ph) không đổi (bảng 14.4 và 14.5).

Khi cắt tấm mỏng, trục mỏ cắt đặt vuông góc với bề mặt vật cắt.

Bảng 14.2. Khoảng cách từ mặt đầu mỏ cắt đến bề mặt vật cắt

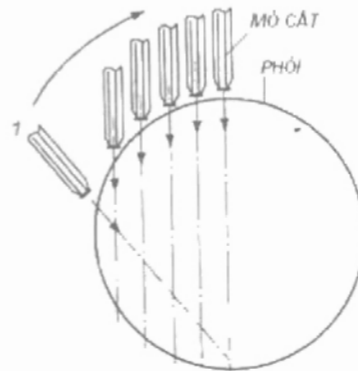
Chiều dày S vật cắt, mm	3 + 10	10 + 25	25 + 50	50 + 100	100 + 200	200 + 300
Khoảng cách H, mm	2 + 3	3 + 4	3 + 5	4 + 6	5 + 8	7 + 10

Khi đường cắt hướng từ bên trong tấm ra hoặc nằm hoàn toàn trong một tấm – trước tiên, khoan lỗ môi tại điểm bắt đầu cắt. Nếu $S \leq 20$ mm, lỗ môi được “khoan” trực tiếp bằng mỏ cắt. Nếu $S > 20$ mm, lỗ môi được khoan bằng máy khoan. Trước khi khoan lỗ môi bằng mỏ cắt, để tránh nổ hoặc ngọn lửa cháy quật trở lại, cần nung nóng chỗ cắt đến nhiệt độ cháy rồi mới thổi dòng oxy để tạo lỗ môi. Sau khi có lỗ môi, quá trình cắt thực hiện tương tự như trên và bắt đầu từ lỗ môi.

Khi cắt, tùy dạng phôi cắt, vị trí và dịch chuyển mỏ cắt có khác nhau.

– Nếu cắt phôi dạng tấm, khi bắt đầu cắt, trục mỏ cắt đặt nghiêng một góc khoảng $20^\circ \div 30^\circ$ về phía ngược với hướng cắt (hình 14.15). Kỹ thuật này, đối với tấm dày $20 \div 30$ mm cho phép tăng năng suất khi cắt.

– Nếu cắt phôi tiết diện tròn (dạng trụ), vị trí mỏ cắt từ khi bắt đầu (vị trí 1) đến lúc kết thúc mô tả như hình 14.16.



Hình 14.16. Vị trí mỏ khi cắt phôi tiết diện tròn

b) Chế độ cắt và các thông số liên quan

Tốc độ cắt – tốc độ cắt phụ thuộc vào vật liệu cần cắt hay phụ thuộc vào tốc độ oxy hoá kim loại. Nếu tốc độ cắt quá nhỏ so với tốc độ oxy hoá, sẽ dẫn đến cháy mép cắt, ngược lại, sẽ dẫn đến tồn tại lượng kim loại không được cắt hết, không tạo thành mạch cắt, kết quả là không cắt được.

Khi xác định đúng tốc độ cắt, dòng tia lửa và xỉ gần như thẳng góc với bề mặt cắt; còn nếu quá lớn, dòng tia lửa và xỉ bị nghiêng đi một góc tương ứng nào đó, năng suất có tăng lên, nhưng chất lượng mạch cắt giảm.

Ngoài ra, tốc độ cắt còn phụ thuộc chiều dày vật cắt và độ tinh khiết của O_2 . Khi dùng các mỏ cắt có tiết diện dọc trục hình trụ hay hình trụ bậc, có thể tính tốc độ cắt theo công thức kinh nghiệm sau:

$$V_c = 100/\tau \quad (14.7)$$

$$\text{Hoặc: } V_c = 400/(50 + S) \quad (14.8)$$

$$\text{Với: } \tau = 1,25 + 0,025.S \quad (14.9)$$

Trong đó: V_c – tốc độ cắt, mm/ph; τ – thời gian cắt hết một mét chiều dài, phút; S – chiều dài cắt, mm.

Các công thức trên dùng chủ yếu cho thép tấm. Nếu cắt cho thép dạng khác, thường giảm đi 10%; nếu cắt các phiê định hình thì giảm 20%.

Áp lực khí ôxy – khi cắt phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày kim loại (bảng 14.3), đường kính lỗ dẫn và độ tinh khiết của khí ôxy.

Bảng 14.3. Áp lực khí ôxy theo chiều dày kim loại

Chiều dày S vật cắt, mm	5 + 20	20 + 40	40 + 60	60 ≠ 100
Áp lực ôxy, atm	2,0 + 2,5	2,5 + 3,0	3,0 + 3,5	3,5 + 4,5

Công suất ngọn lửa – xác định bởi lượng khí cháy tiêu hao (dung tích khí) trong một đơn vị thời gian (lít/giờ); phụ thuộc vào chiều dày kim loại. Theo kinh nghiệm, có thể tham khảo chế độ cắt trong các bảng dưới đây:

Bảng 14.4. Chế độ cắt thép bằng ngọn lửa ôxy – khí hoá lỏng (LPG)

Chiều dày tấm, mm	Số hiệu đầu cắt No	Đường kính lỗ, mm	Tốc độ cắt, cm/ph	Áp lực khí, atm		Lưu lượng lít/giờ		Khí,
				O ₂	LPG	O ₂ cắt	O ₂ nung nóng	LPG
3 + 5	00	0,8	65 + 70	3,0	0,2	1000	1200	300
5 + 10	0	1,0	60 + 65	3,0	0,2	1500	1200	300
10 + 15	1	1,2	50 + 60	4,0	0,3	2900	1400	350
15 + 25	2	1,4	40 + 50	4,0	0,3	4000	1400	350
25 + 35	3	1,6	30 + 40	4,0	0,3	5200	1400	350
35 + 50	4	1,8	25 + 30	5,0	0,4	8100	2200	550
50 + 100	5	2,1	20 + 25	5,0	0,4	11000	2200	550
100 + 150	6	2,4	15 + 20	5,0	0,4	15000	2200	550
150 + 200	7	2,8	10 + 15	6,0	0,5	24000	3400	850
200 + 350	8	3,2	8 + 10	6,0	0,5	30000	3400	850

Bảng 14.5. Chế độ cắt thép bằng ngọn lửa oxy – khí axetylen

Chiều dày tấm, mm	Số hiệu đầu cắt No	Đường kính lỗ, mm	Tốc độ cắt, cm/ph	Áp lực khí, atm		Lưu lượng lit/giờ		Khí,
				O ₂	LPG	O ₂ cắt	O ₂ nung nóng	LPG
3 + 5	00	0,8	65 + 70	3,0	0,2	1000	370	330
5 + 10	0	1,0	60 + 65	3,0	0,2	1500	370	330
10 + 15	1	1,2	50 + 60	4,0	0,3	2900	500	460
15 + 25	2	1,4	40 + 50	4,0	0,3	4000	500	460
25 + 35	3	1,6	30 + 40	4,0	0,3	5200	500	460
35 + 50	4	1,8	25 + 30	5,0	0,4	8100	720	650
50 + 100	5	2,1	20 + 25	5,0	0,4	11000	720	650
100 + 150	6	2,4	15 + 20	5,0	0,4	15000	1000	900
150 + 200	7	2,8	10 + 15	6,0	0,5	24000	1000	900
200 + 350	8	3,2	8 + 10	6,0	0,5	30000	1450	1300

So với khí hoá lỏng LPG, khí cháy axetylen tiêu thụ lượng oxy nung nóng ít hơn khi cắt trong điều kiện các thông số khác như nhau.

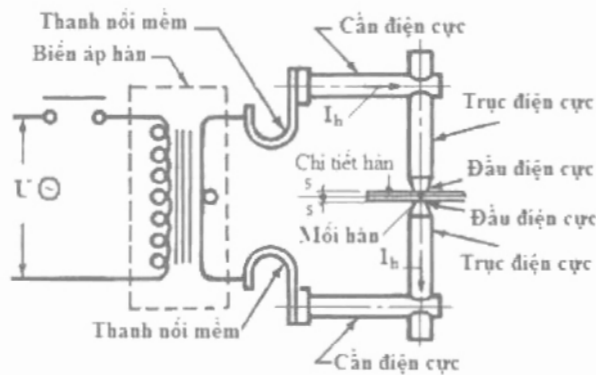
Chương 15

CÔNG NGHỆ HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

15.1. KHÁI NIỆM

Hàn điện tiếp xúc thực chất là một dạng của hàn áp lực, bằng cách tạo lực ép và cho dòng điện có cường độ lớn đi qua bề mặt tiếp xúc trong thời gian rất ngắn và đạt đến trạng thái hàn, sau đó duy trì hoặc tăng lực ép để hình thành mối hàn.

Như vậy, bản chất hình thành mối hàn điện tiếp xúc là kim loại chỗ tiếp xúc bị “chảy dẻo” do lực ép và dòng điện cường độ lớn chạy qua (trong thời gian ngắn), các nguyên tử kim loại khuếch tán vào nhau bởi lực ép để hình thành mối hàn (hình 15.1).



Hình 15.1. Nguyên lý hàn điện tiếp xúc

Theo kết cấu mối hàn, hàn điện tiếp xúc có thể được phân ra các loại:

1– Hàn điểm (một phía, hai phía); 2– Hàn đường; 3– Hàn điện tiếp xúc giáp mối: 3a– Hàn điện tiếp xúc giáp mối nóng chảy (3a₁– Hàn giáp mối nóng chảy gián đoạn; 3a₂– Hàn giáp mối nóng chảy liên tục). 3b– Hàn giáp mối điện trở (hàn điện cực già (điện cực nổi); hàn đường giáp mối).

15.2. CÁC DẠNG KẾT CẤU HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

15.2.1. Hàn điểm

a) Một điểm hàn

Hàn điện tiếp xúc điểm (hàn điểm) là một dạng hàn điện tiếp xúc để

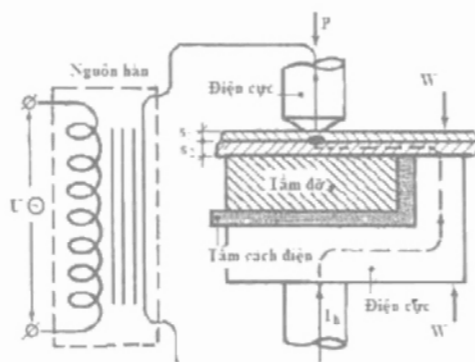
ghép nối hai chi tiết dạng tấm lại với nhau bằng từng điểm hàn. Khoảng cách (l) giữa các điểm cũng như kích thước điểm hàn (d) được xác định theo các yêu cầu thiết kế cho từng kết cấu cụ thể.

Hàn điểm có thể được thực hiện từ hai phía (hình 15.1) hoặc từ một phía (hình 15.2),...

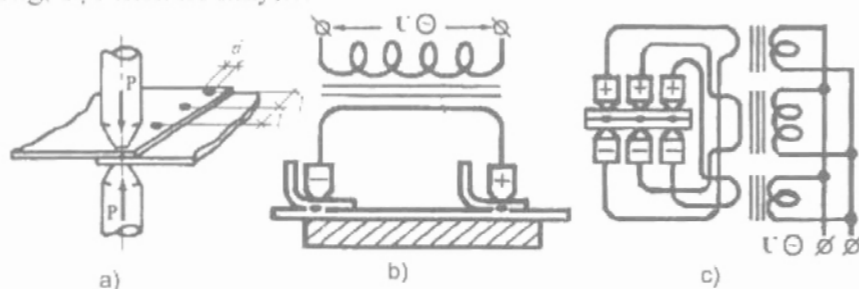
b) Nhiều điểm hàn

Quá trình hàn nhiều điểm có thể tiến hành từng điểm một (hình 15.3a) hoặc hàn nhiều điểm đồng thời (hình 15.3b, c). Hình 15.3b mô tả hàn hai điểm đồng thời từ một phía.

Sản phẩm của hàn điểm thường là các kết cấu hàn dạng hộp hoặc dạng ống cần độ bền cao. Ví dụ: vỏ hộp máy tính, vỏ tủ lạnh, lò vi sóng, bục xích xe máy,...



Hình 15.2. Hàn một phía

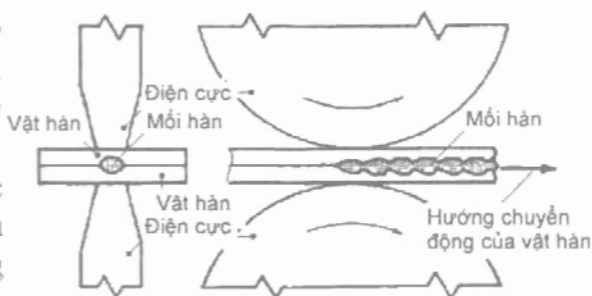


Hình 15.3. Hàn từng điểm và hàn nhiều điểm hàn

15.2.2. Hàn đường (hàn lăn)

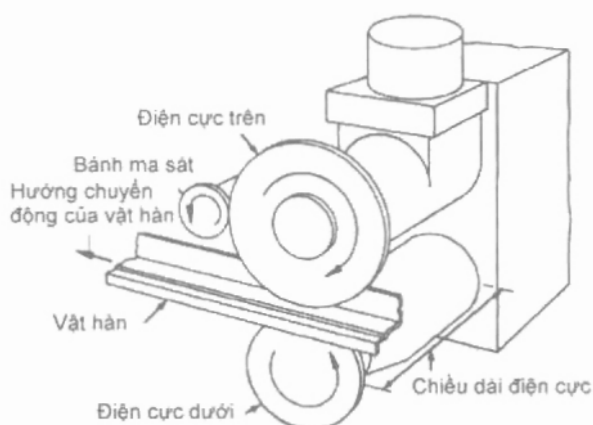
Hàn điện tiếp xúc đường (hàn đường) là một dạng hàn điện tiếp xúc để ghép nối hai chi tiết dạng tấm lại với nhau bằng đường hàn.

Điện cực hàn đường là các bánh hàn tròn có thể là bánh chủ động trực tiếp truyền chuyển động cho vật hàn (hình 15.4); hoặc các bánh hàn nhận chuyển động quay từ bánh ma sát (hình 15.5).



Hình 15.4. Hàn đường bánh chủ động

Sản phẩm của hàn đường thường là các kết cấu hàn dạng hộp hoặc dạng ống cần độ kín, độ bền cao. Ví dụ: các lon (bia, Côcacôla), các hộp chứa đựng thực phẩm (hộp sữa, nước hoa quả), hoá chất; các đoạn ống dẫn khí, nước, hơi, nhiên liệu trong các thiết bị, máy móc hay trong các nhà máy,...



Hình 15.5. Hàn đường dùng bánh ma sát

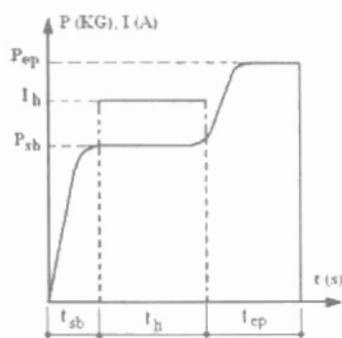
15.2.3. Hàn điện tiếp xúc giáp mối

Hàn điện tiếp xúc giáp mối là một dạng hàn điện tiếp xúc mà mối hàn được tạo thành trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc giữa hai chi tiết.

Hàn điện tiếp xúc giáp mối còn được chia ra hai loại:

- Hàn điện tiếp xúc giáp mối điện trở (hàn điện trở).
- Hàn điện tiếp xúc giáp mối nóng chảy (gián đoạn / liên tục).

Hàn điện trở là một dạng của hàn điện tiếp xúc giáp mối, được thực hiện chủ yếu cho những chi tiết có diện tích tiết diện ngang từ 100 mm² trở xuống. Chu trình hàn biểu diễn mối quan hệ giữa dòng điện hàn (I), lực ép (P) theo thời gian (t) mô tả như hình 15.6.

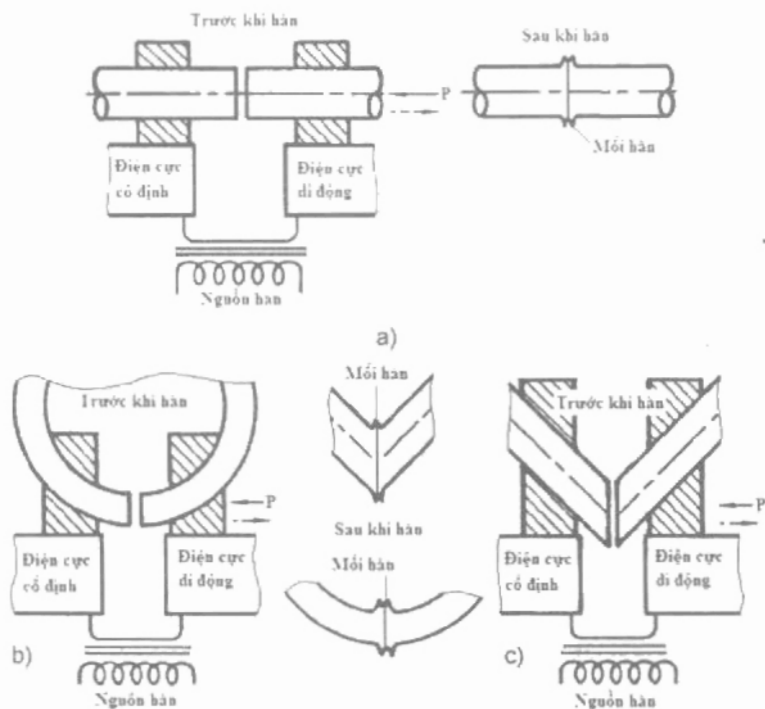


Hình 15.6. Chu trình hàn giáp mối tiếp xúc điện trở

Hàn nóng chảy (hàn giáp mối tiếp xúc nóng chảy) là một dạng của hàn điện tiếp xúc giáp mối, quá trình hàn gồm hai giai đoạn chính: giai đoạn nung nóng và giai đoạn ép tạo mối hàn. Khi bắt đầu hàn, cho bề mặt (cần hàn) hai chi tiết ép sơ bộ với nhau, dòng điện chạy qua chỗ tiếp xúc và nung nóng nhanh, tạo thành các vòm nóng chảy tại các điểm tiếp xúc. Các vòm kim loại lỏng này bị nở và bắn ra ngoài do sự phóng hồ quang và lực ép của điện cực. Khi kim loại lỏng bắn ra ngoài hết, toàn bộ chỗ tiếp xúc đạt đến

trạng thái hàn (chày dẹt) thì tăng mạnh lực ép, các phần tử kim loại khuếch tán vào nhau tạo thành mối hàn bền chắc.

Hình 15.7a, b và c mô tả nguyên lý hàn điện tiếp xúc giáp mối của mỗi số dạng kết cấu hàn. Tùy thuộc vào hình dạng, kết cấu chi tiết mà các điện cực hàn được thiết kế theo cho thích hợp.



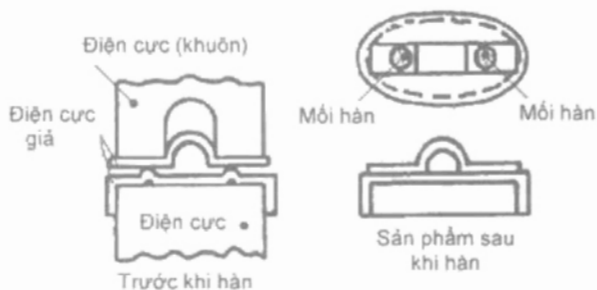
Hình 15.7. Hàn tiếp xúc giáp mối

Các sản phẩm của hàn điện tiếp xúc giáp mối thường là các loại xích vòng dùng để neo đậu tàu, thuyền sông biển; để làm dây tời kéo của các loại pa lăng điện, tay,...

15.2.4. Hàn điện cực giả (điện cực nổi)

Hàn điện cực giả là một dạng của hàn điện tiếp xúc, trong đó dòng điện tập trung tại các điểm tiếp xúc (điểm nổi) giữa hai chi tiết được hàn. Các điểm nổi này là nơi tập trung dòng điện, do đó tạo nhiệt tiếp xúc khi hàn. Quá trình hàn này thường sử dụng dòng điện thấp hơn, lực ép ít hơn và thời gian hàn ngắn hơn so với quá trình không sử dụng những chỗ nổi (hình 15.8).

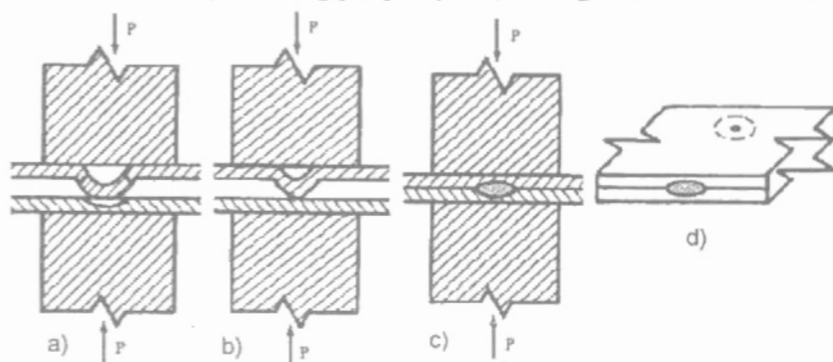
Phương pháp hàn điện cực giả thường được sử dụng trong những điều kiện hàn khó khăn nhất mà phương pháp hàn khác không thực hiện được khi cần hàn nhiều điểm cùng một lúc, năng suất được nâng cao.



Hình 15.8 Hàn điện cực giả

Hàn điện cực giả thường được phân thành hai loại:

– Loại thứ nhất (hình 15.9a), điểm nối được thực hiện bằng dập dãn. Một trong hai tấm được dập tạo thành những điện cực giả. Ban đầu, nhiệt tập trung tại điểm tiếp xúc làm tăng điện trở cục bộ của mối nối (chỗ tiếp xúc), khi đó điện trở của mối nối cũng giúp tăng nhiệt tại vùng này, các điện cực giả này nhanh chóng bị chôn bẹp trở về dạng tấm, cuối cùng tạo thành mối hàn (hình 15.9c và 15.9d). Phương pháp này được dùng để hàn tấm với tấm.



Hình 15.9. Điện cực giả dạng dập dãn và mẫu lồi

– Loại thứ hai (hình 15.9b) được thực hiện bằng phương pháp dập mẫu lồi (điểm nổi). Dạng mẫu lồi được tạo trên một trong hai chi tiết tham gia hàn. Mối hàn cũng được tạo ra từ những mẫu lồi này. Trong dạng này, mẫu lồi không bị bẹp dễ dàng như trong trường hợp trên. Hơn nữa, mẫu lồi này bị bẹp là do lún vào bề mặt chi tiết kia hay tràn ra ngoài tạo thành bavaria. Khi so sánh với hàn dạng dập dãn, kết quả mối nối ở trạng thái cứng, ngẫu hơn.

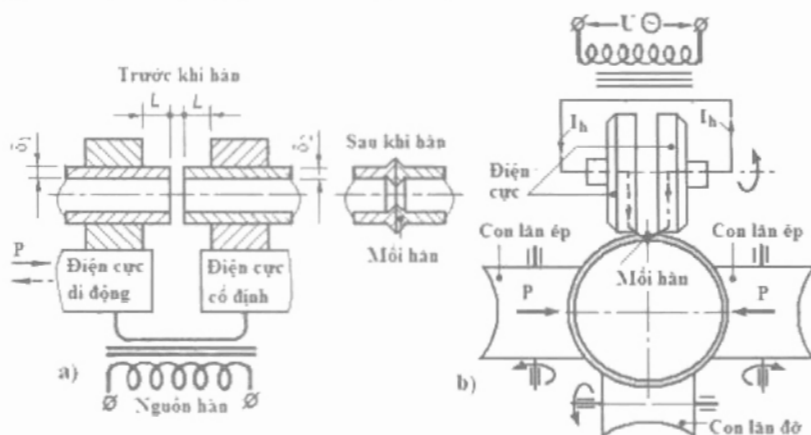
Phương pháp này được dùng để hàn bulông, đai ốc, chốt, ống,... Hình 15.10 là một số ứng dụng của loại điện cực giả dạng mẫu lõi.



Hình 15.10. Một số sản phẩm hàn dùng điện cực giả dạng mẫu lõi

15.2.5. Hàn đường giáp mối

Hàn đường giáp mối là một dạng hàn điện tiếp xúc, trong đó “mối hàn” là “đường hàn” để nối hai chi tiết hoặc nối các phần trên một chi tiết tạo ra các kết cấu dạng ống, dạng hộp,... bằng liên kết giáp mối. Đường hàn thường là đường tròn (hình 15.11a) hoặc là đường thẳng song song với đường tâm trục của các kết cấu dạng ống, dạng hộp (hình 15.11b), hoặc đường elip, đường cong gấp khúc khép kín,...



Hình 15.11. Hàn đường giáp mối (đường tròn, đường thẳng).

15.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ HÀN KẾT CẤU HỘP BẰNG HÀN ĐIỆN TIẾP XÚC

15.3.1. Mở đầu

Hàn điện tiếp xúc được áp dụng một trong hai dạng là hàn điểm và hàn đường. Các kết cấu sử dụng công nghệ hàn điểm: khung vỏ ô tô, xe máy;

các kết cấu (từ thép tấm) chứa đựng, bao che cho các máy móc, thiết bị công nghiệp, dân dụng (vỏ máy tính, các vỏ tủ lạnh, điều hoà nhiệt độ,...).

Khi cần độ kín, độ bền chắc của kết cấu, ta dùng công nghệ hàn đường (hàn lăn, hàn đường giáp mối), ví dụ: các kết cấu vỏ thùng chứa đựng, các ống dẫn chất lỏng, chất khí,...

Vật liệu để hàn các dạng kết cấu trên chủ yếu từ thép cacbon thấp, thép hợp kim thấp, thép chống gỉ, các hợp kim màu của đồng, nhôm,...

Quy trình công nghệ hàn các kết cấu này được thực hiện qua các giai đoạn: chuẩn bị trước khi hàn; gá lắp phôi; thực hiện hàn.

15.3.2. Công nghệ hàn

a) Chuẩn bị trước khi hàn

Chuẩn bị phôi – gồm hai công việc chính: tạo và làm sạch bề mặt tiếp xúc (chỗ hàn). Bề mặt tiếp xúc phẳng tạo ra bằng nắn ép phẳng, là phẳng. Làm sạch bề mặt tiếp xúc (tẩy, tách các chất bẩn, các lớp ôxyt kim loại khỏi bề mặt hàn) bằng cơ học (dùng giấy ráp, máy mài cầm tay, bàn chải kim loại,...); hay làm sạch bằng hoá học (dùng các dung dịch hoá chất tẩy rửa, sau đó sấy khô).

Chuẩn bị điện cực hàn – hình dáng, kích thước điện cực được thiết kế, chế tạo dựa vào chiều dày vật liệu cơ bản và hình dáng, kích thước mối hàn.

Khi hàn điểm, các thông số cơ bản của mối hàn và của điện cực như sau (hình 15.12):

– Đường kính lõi nóng chảy của mối hàn:

$$d_m = 2.\delta + 3 \text{ (mm)} \quad (15.1)$$

δ – chiều dày tấm, mm.

Hoặc có thể lấy:

$$d_m = (0,9 \div 1,4).d_e \quad (15.2)$$

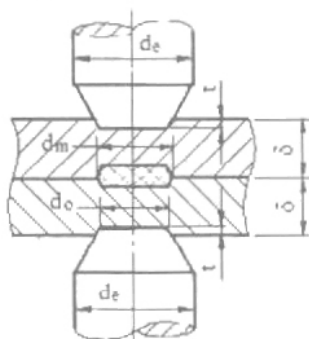
d_e – đường kính điện cực, mm.

$$d_e = (5 \div 10).\delta^{1/2} \quad (15.3)$$

Đường kính đầu điện cực d_0 lấy gần bằng đường kính lõi nóng chảy d_m .

– Độ sâu lún t (mm) lấy từ 0,15 đến 0,5 mm tùy thuộc chiều dày tấm.

– Khoảng cách l giữa các điểm hàn được lấy:



Hình 15.12. Các thông số cơ bản

$$l = (6 \div 8)d_m \quad (15.4)$$

Đối với hàn đường, các thông số cơ bản của mỗi hàn và của điện cực hàn gồm có (hình 15.13):

– Khoảng cách tiếp xúc nhỏ nhất a (mm). Khoảng cách a phụ thuộc chiều dày S (mm) của vật liệu cơ bản. Theo kinh nghiệm có thể lấy:

Với hàn chổng tấm phẳng (hình 15.13a):

$$a = (1,5 \div 2,0)S \quad (15.5)$$

$$S = (0,1 \div 2,0) \text{ mm}$$

Với hàn chổng gấp mép (hình 15.13b):

$$S = 1,0 ; 1,5 \text{ và } 2,0 \text{ thì (tương ứng) } a \geq 12; 16 \text{ và } 18.$$

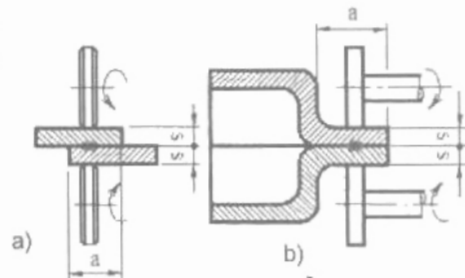
Nếu lấy a quá nhỏ, khi hàn dễ làm kim loại nóng chảy bị ép về một phía kèm theo sự dát mỏng cục bộ chi tiết, do đó làm giảm độ bền mối hàn.

– Bước hàn l (hình 15.3) thường lấy: $l = (1,5 \div 4,5) \text{ mm}$, bước lấy tăng lên khi chiều dày S tăng. Để nhận được độ kín của đường hàn, các điểm hàn kế tiếp phải cắt nhau; đoạn cắt nhau không lớn hơn 0,5 đường kính điểm hàn. Khi không đòi hỏi độ kín, bước l có thể lấy tăng lên.

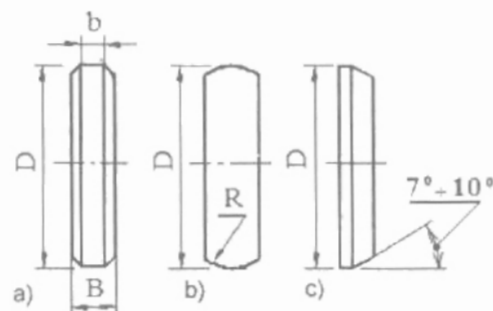
– Đường kính điểm hàn d (hình 15.3, 15.12, 15.13,...) quyết định chiều rộng mối hàn, thường lấy $d = (3 \div 8) \text{ mm}$. Nó phụ thuộc vào chiều dày S vật hàn. Theo kinh nghiệm, có thể lấy đường kính điểm hàn bằng hoặc gần bằng chiều rộng làm việc b của con lăn (điện cực).

Hình dạng và kích thước cơ bản của điện cực lăn thể hiện trên hình 15.14. Có ba dạng chủ yếu:

– Hình 15.14a có bề mặt làm việc (tiếp xúc với vật hàn) của con lăn là mặt trụ với ba kích thước cơ bản: B — chiều rộng con lăn, b — chiều rộng tiếp xúc con lăn, D — đường kính con lăn. Loại này ứng dụng để hàn các đường hàn có chiều rộng mối hàn lớn.



Hình 15.13. Hàn đường



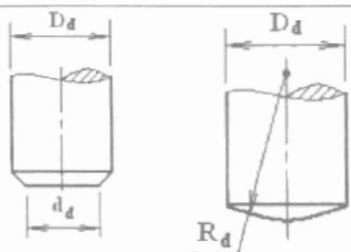
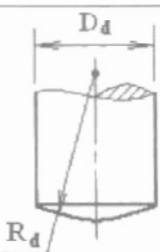
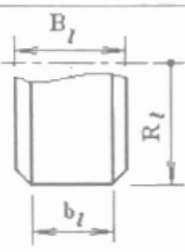
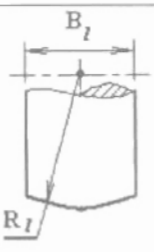
Hình 15.14. Các dạng điện cực

– Hình 15.14b có bề mặt làm việc là mặt cầu với hai kích thước cơ bản: R– bán kính mặt cầu, D– đường kính con lăn. Loại này ứng dụng để hàn các đường hàn có chiều rộng mỗi hàn nhỏ hơn, yêu cầu độ kín cao.

– Hình 15.14c có bề mặt làm việc là mặt trụ hai kích thước cơ bản: α – góc vát một bên, D– đường kính con lăn. Loại này ứng dụng để hàn các đường hàn liên kết giáp mối (hình 15.11) cho các kết cấu ống tiết diện tròn hoặc chữ nhật, elíp,...

Các kích thước cơ bản của điện cực dùng cho hàn điểm, hàn đường có thể tham khảo bảng 15.1.

Bảng 15.1. Kích thước cơ bản một số loại điện cực khi hàn hai chi tiết cùng độ dày

Chiều dây chi tiết, mm	Điện cực hàn điểm			Điện cực lăn		
						
	D _d , mm	d _d , mm	R _d , mm	B _l , mm	b _l , mm	R _l , mm
0,5+0,5	12	4	25 + 50	8	4	25 + 50
0,8+0,8	12	5	50 + 75	10	5	50 + 75
1,0+1,0	12	5	75 + 100	10	5	75 + 100
1,2+1,2	16	6	75 + 100	12	6	75 + 100
1,5+1,5	16	7	100 + 150	12	7	100 + 150
2,0+2,0	20	8	100 + 150	15	8	100 + 150
3,0+3,0	25	10	150 + 200	20	10	150 + 200
4,0+4,0	25	12	200 + 250	24	11	200 + 250

Chú ý: Khi hàn hợp kim nhôm, lấy D_d tăng 25%, B_l tăng (25 ÷ 50)%, R_d, R_l chọn giá trị giới hạn trên.

b) Gá lắp phôi

Nguyên tắc gá lắp phôi phải bảo đảm hai yếu tố: định vị và kẹp chặt.

Định vị nhằm bảo đảm xác định đúng vị trí tương đối của phôi hàn so với máy hàn (vị trí của điểm cần hàn so với với “đầu” điện cực) sao cho đủ

số bậc tự do. Khi định vị, phải căn cứ vào hình dáng cụ thể của phôi để thiết kế đồ gá định vị cho phù hợp và chú ý sao cho phương lực ép luôn vuông góc với bề mặt tiếp xúc hàn.

Kẹp chặt phôi (sau khi định vị) nhằm giữ ổn định vị trí phôi vừa được định vị trong suốt quá trình hàn, bảo đảm độ chính xác và chất lượng mối hàn theo yêu cầu; chống lại được ảnh hưởng tác động của tải trọng ngoài, đó là các lực hay mômen công nghệ (lực hay mômen tác động do điện cực hàn) sinh ra khi hàn.

Các cơ cấu kẹp chặt được sử dụng phổ biến thường là các cơ cấu dùng truyền động khí nén hoặc truyền động cơ khí hoặc kết hợp.

Độ chính xác lắp ghép các chi tiết máy trong các cơ cấu kẹp thường lấy trong khoảng $0,5 \div 0,8\text{mm}$. Khi yêu cầu chính xác hơn có thể lấy đến khoảng $0,1 \div 0,2\text{mm}$.

c) Quá trình hàn

Quá trình hàn điện tiếp xúc kết cấu hộp (từ thép tấm) được thực hiện theo chu trình cơ bản sau:

– Ép sơ bộ, là bước tăng lực ép đạt đến giá trị xác định – gọi là lực ép sơ bộ P_{sb} (kG) đủ để bề mặt tiếp xúc tốt, tiếp xúc hết bề mặt hàn. Thời gian để đạt giá trị P_{sb} là t_1 giây (s).

– Duy trì lực ép P_{sb} và nung nóng bề mặt tiếp xúc đạt đến trạng thái “chảy dẻo” bằng nguồn hàn với cường độ dòng điện I_h (A). Thời gian duy trì giá trị I_h là t_2 ($t_2 = t_h$) giây.

– Ép tạo thành mối hàn, là bước tăng lực ép đạt đến giá trị đủ để hình thành và ổn định mối hàn – gọi là lực ép hàn P_h (kG). Thời gian để đạt và giữ giá trị P_h là t_3 giây.

Tùy thuộc vào hình dạng, kích thước, vật liệu cơ bản và từng phương pháp hàn cụ thể mà các thông số P_{sb} , t_1 , I_h , t_2 , P_h , t_3 của chu trình có những giá trị tương ứng.

Chú ý, trong suốt quá trình hàn, việc làm mát các điện cực được tiến hành đồng thời để tránh biến dạng và tăng tuổi thọ.

15.4. XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ HÀN VÀ KỸ THUẬT HÀN

Các thông số cơ bản của chế độ hàn gồm: thời gian hàn (t_h , s) cường độ dòng điện hàn (I_h , A) hoặc mật độ dòng điện hàn (J_h , A/mm²) và lực ép

(P, kG) hoặc áp lực riêng (p, kG/mm²). Việc xác định các thông số này (bằng thực nghiệm) dựa vào vật liệu cơ bản và chiều dày vật liệu.

15.4.1. Chế độ và kỹ thuật hàn điểm

Hàn điểm thép cacbon thấp có độ dày nhỏ : $S \leq 6$ mm, được cán nóng:

Chế độ hàn cứng:

$$t_h = (0,1 \div 0,2) s \quad (15.6)$$

$$J_h = (120 \div 360) \quad (15.7)$$

$$P = (60 \div 200) S \quad (15.8)$$

Ở chế độ này, khi áp lực p thay đổi, độ dày S cũng cần thay đổi theo:

$$p = (2 \div 5) \text{ thì } S = (0,5 \div 2,0) \quad (15.9)$$

$$p = (6 \div 10) \text{ thì } S = (3,0 \div 6,0) \quad (15.10)$$

Chế độ hàn mềm:

$$t_h = (0,8 \div 3,0) s \quad (15.11)$$

$$J_h = (80 \div 160) \quad (15.12)$$

$$P = (60 \div 200) S \quad (15.13)$$

Tương tự, ở chế độ hàn này, độ dày S thay đổi theo áp lực p như sau:

$$p = (2 \div 3) \text{ thì } S = (0,5 \div 3,0) \quad (15.14)$$

$$p = (4 \div 8) \text{ thì } S = (4,0 \div 6,0) \quad (15.15)$$

Một số chú ý:

- Khi hàn thép cán nguội, giá trị các thông số tăng thêm 20 ÷ 30%.
- Đường kính điện cực tiếp xúc d_0 khi hàn sẽ bị tăng lên do mòn, nhưng giá trị tăng lên không vượt quá 15 ÷ 20% giá trị ban đầu.

– Đối với điện cực có bề mặt cầu, bán kính R được lấy trong khoảng:

$$R = (50 \div 70) \text{ mm.}$$

– Khi các chiều dày không đồng nhất, chế độ hàn được xác định theo tấm có chiều dày bé và tăng I_h lên khoảng 10 ÷ 20%.

– Khi hàn hai chi tiết có chiều dày bằng nhau, điểm hàn hình thành đối xứng với độ ngấu tổng (h, mm):

$$h = (0,5 \div 0,75) S \quad (15.16)$$

– Khi lực ép không đủ, nhận được tổ chức mỗi hàn không bình thường, làm giảm cơ tính.

– Khi kích thước điện cực khác nhau, tại bề mặt điện cực lớn không có vết lõm, do đó lõi mỗi hàn có xu hướng di chuyển về phía điện cực nhỏ.

– Khi hàn các chi tiết có lớp phủ bề mặt, cần được thực hiện ở chế độ hàn cứng với thời gian hàn $t_h = 0,1 \div 0,2s$ và lực ép P cao hơn $15 \div 25\%$ so với thép cacbon không có lớp phủ với cùng chiều dày.

Bảng 15.2 đưa ra các thông số chế độ hàn thép cacbon thấp dạng tấm với các độ dày khác nhau ở chế độ hàn cứng.

Bảng 15.2. Các thông số chế độ hàn thép cacbon thấp theo độ dày S

S, mm	d_0 , mm	Lực ép P, kG	t_h , s	$I_n \cdot 10^3$, A
0,5	5 – 6	30–40	0,2–0,3	4–5
1,0	5 – 6	80–120	0,2–0,35	6–7
1,5	6 – 8	120–160	0,25–0,35	7–8
2,2	8–10	180–300	0,25–0,35	9–10
3,0	10–12	500–600	0,6–1,0	12–16
4,0	12–14	600–800	0,8–1,1	14–18
5,0	12–14	700–900	0,9–1,2	17–22
6,0	14–16	1000–1200	1,1–1,5	20–25

Bảng 15.3 đưa ra các thông số chế độ hàn thép cacbon thấp dạng tấm với các độ dày khác nhau ở chế độ hàn mềm trên máy hàn không tự động.

Bảng 15.3. Các thông số chế độ hàn thép cacbon thấp theo độ dày s ở chế độ hàn mềm

S, mm	d_0 , mm	Lực ép P, kG	t_h , s	$I_n \cdot 10^3$, A
1	6–7	80–100	0,6–1	4–5
1,5	7–9	100–140	0,8–1,2	5–6
2	8–10	140–180	1,5–2,0	6–7,5
3	9–11	180–250	2,0–3,0	7,5–9

Hàn điểm thép cacbon thấp có độ dày lớn: $S = 6 \div 8mm$ và có thể đến $10 \div 12mm$, khi hàn điểm sẽ có những nhược điểm sau:

- Để bề mặt hàn tiếp xúc tốt, lực ép phải lớn.
- Quá trình làm sạch những bề mặt lớn làm tăng giá thành chế tạo.
- Áp lực riêng cần lớn để tăng nhanh khả năng khuếch tán các phần tử kim loại tại bề mặt tiếp xúc để tạo mỗi hàn nhanh, bền, chắc.

- Do lực ép lớn, thời gian dài nên điện cực chóng mòn.
- Do tiết diện mỗi hàn lớn nên dẫn đến giảm dòng điện, ảnh hưởng đến trạng thái hàn đạt được, làm giảm chất lượng hàn.
- Cũng do tiết diện mỗi hàn lớn nên làm tăng mức độ mạch rẽ, gây tổn hao nhiệt nung nóng.
- Công suất máy đòi hỏi lớn, kéo theo mức độ công kênh và giá thành chế tạo cao.

Để hạn khắc phục những nhược điểm trên, có thể áp dụng phương pháp hàn điểm bằng dòng điện xung tần số công nghiệp ($f = 50 \text{ Hz}$) hay phương pháp tần số thấp $f = 2,5 \div 3 \text{ Hz}$.

Phương pháp hàn điểm bằng dòng điện xung tần số công nghiệp được ứng dụng hàn thép tấm có $S < 8 \text{ mm}$ và sử dụng $12 \div 20$ xung dòng điện, thời gian duy trì mỗi xung $0,25 \div 0,35 \text{ s}$, thời gian dừng giữa các xung $0,08 \div 0,12 \text{ s}$.

Thời gian nung nóng trong khoảng $5 \div 10 \text{ s}$ và phụ thuộc vào điều kiện hàn, mạch rẽ và diện tích tiết diện bề mặt tiếp xúc.

Hàn bằng dòng điện xung tần số công nghiệp được tiến hành trên máy hàn điểm cơ khí có công suất 150 kW hoặc máy hàn điểm bán tự động có công suất lớn hơn.

Phương pháp hàn điểm bằng dòng điện xung tần số thấp được ứng dụng hàn thép tấm có $S > 8 \text{ mm}$. Do tần số thấp, điện trở cảm ứng (tỷ lệ với I) sẽ nhỏ, hệ số $\cos\varphi$ của máy cao (trên $0,8$).

Dưới đây là ví dụ về chế độ hàn thép cacbon thấp có chiều dày $S = 12 \text{ mm}$ bằng phương pháp dòng điện xung tần số thấp:

- Thời gian cấp dòng điện vào: $t = (10 \div 16) \text{ s}$, phụ thuộc dòng mạch rẽ.
- Lực ép sơ bộ và lực ép tạo mỗi hàn: $P_{sb} = 7500 \text{ kG}$.
- Lực ép ở thời điểm tăng dòng điện: $P_e = 5000 \text{ kG}$.
- Thời gian ép sơ bộ và nung nóng: $t_1 + t_2 = 3 \text{ s}$
- Thời gian đặt lực ép tạo mỗi hàn: $t_3 = 2,5 \text{ s}$
- Dòng hàn: $I_h = 40.000 \text{ A}$
- Bán kính mặt cầu tiếp xúc của điện cực: $R = 50 \text{ mm}$
- Thời gian chu kỳ hàn một điểm: $T_{ck} = (20 \div 40) \text{ s}$
- Độ bền kéo trung bình mỗi hàn: $\sigma_k = 20.000 \text{ kG/cm}^2$

– Công suất máy: $N \leq 200$ kW.

Hàn điểm thép *Ostenit* và thép không gỉ, ví dụ 12Cr18Ni9 với $S = (0,5 \div 2,5)$ mm ở chế độ hàn cứng đã cho kết quả tốt với thời gian nung nóng trong khoảng $(0,08 \div 0,3)$ s.

Bảng 15.4 đưa ra các thông số chế độ hàn điểm đối với thép 12Cr18Ni9 dạng tấm với các độ dày khác nhau, thực hiện trên máy có công suất không lớn ($N < 15$ kW), lực ép tăng đến 600kG.

Bảng 15.4. Chế độ hàn điểm thép 12Cr18Ni9

δ , mm	d_0 , mm	Lực ép P, kG	t_n , s	I_n , A
0,2	2,5 – 3	50 – 80	0,02 – 0,06	2200–2800
0,5	4 – 5	100 – 150	0,04 – 0,08	3200 – 3800
0,8	5 – 6	180 – 250	0,08 – 0,12	4000 – 4800
1,0	5 – 6	250 – 350	0,10 – 0,16	4400 – 5600
1,5	7 – 8	400 – 550	0,16 – 0,24	5500 – 7500
2,0	8 – 10	500 – 650	0,20 – 0,30	6500 – 8500

15.4.2. Chế độ và kỹ thuật hàn đường

Hàn đường có hai dạng: hàn đường liên tục – dòng điện được cấp và chạy liên tục trong mạch hàn khí hàn và hàn đường gián đoạn – dòng điện được cấp gián đoạn trong mạch hàn (dạng xung).

Các thông số cơ bản:

– *Khoảng cách (l- bước hàn)* giữa các điểm hàn: $l = (1,5 \div 4,5)$ mm. Khi chiều dày vật hàn tăng, bước l được lấy tăng theo. Để đạt được độ kín yêu cầu, các điểm hàn kế tiếp phải cắt nhau với bước không lớn hơn 0,5 đường kính điểm hàn. Khi không yêu cầu độ kín, bước hàn có thể lấy tăng lên.

– *Đường kính điểm hàn (d_0)* quyết định chiều rộng mỗi hàn, thường $d_0 = (3 \div 8)$ mm, d_0 phụ thuộc vào chiều dày vật hàn, chiều rộng phần làm việc của con lăn và chế độ hàn.

Ở chế độ hàn bình thường, đường kính điểm hàn bằng hoặc nhỏ hơn một ít chiều rộng làm việc của điện cực lăn.

– *Lực ép khí hàn*, tương tự như hàn điểm, nhằm tạo sự tiếp xúc tốt giữa các bề mặt hàn và tạo việc hình thành, ổn định mỗi hàn. Giá trị lực ép liên quan đến tuổi bền của điện cực lăn. Tuổi bền điện cực lăn sẽ giảm khi luôn

phải chịu lực ép quá lớn. Do vậy, để nâng cao tuổi bền điện cực lặn, có thể dùng các biện pháp sau:

+ Dùng hợp kim điện cực đặc biệt có độ cứng và dẫn điện cao (ví dụ: đồng thanh Cr).

+ Tăng đường kính điện cực lặn.

+ Làm nguội điện cực lặn trong suốt quá trình hàn với lưu lượng nước làm nguội đủ lớn, đồng thời làm nguội trực tiếp vào chỗ hàn.

– Đường kính (D) điện cực lặn có thể lấy: $D = (200 \div 250)$ mm. Có thể giảm D xuống đến 150 mm khi cần thiết, nhưng chóng mòn, tuổi bền giảm. Hạn chế việc giảm D dưới 150 mm trừ trường hợp hàn những chi tiết có kích thước nhỏ; khi đó điện cực lặn rất chóng mòn.

Hình dạng, kích thước cơ bản của điện cực lặn thể hiện trên hình 15.14 và có thể tham khảo trong bảng 15.1

Theo kinh nghiệm, phần làm việc của điện cực lặn (chiều rộng tiếp xúc b) có thể lấy $b = 4 \div 8$ mm. Khi đó, biến dạng dẻo chỗ hàn giảm một ít so với điện cực lặn dạng cầu.

Khi hàn những mối hàn khó (*hàn đường giáp mối*), dùng con lăn nghiêng một phía (hình 15.14c: ở đây dùng hai điện cực lặn về một phía).

– Thời gian hàn t (s), khi hàn không liên tục:

$$t = t_n + t_{ng} \quad (15.17)$$

t_n – thời gian một xung; t_{ng} – thời gian nghỉ giữa những lần hàn kế tiếp.

Coi chuyển động thẳng của điện cực lặn là chuyển động đều, thời gian hàn được tính:

$$t = 0,06l / v \quad (15.18)$$

l – bước hàn yêu cầu, mm; v – tốc độ hàn, m/ph.

Tỷ số t_n/t phụ thuộc vật liệu hàn. Thường lấy $t_n/t = 0,15 \div 0,7$

Tỷ số này giảm khi độ dẫn điện và dẫn nhiệt của vật liệu tăng. Điều đó xảy ra khi hàn xung với dòng điện lớn.

Dòng điện lớn với bước nghỉ nhỏ dẫn đến nung nóng không đều bề mặt chi tiết và con lăn làm cho con lăn mòn nhanh và bề mặt chi tiết hàn xấu.

– Tốc độ hàn v, thường lấy $v = 0,5 \div 3,0$ m/ph. Tốc độ tăng, năng suất hàn sẽ tăng. Muốn tăng tốc độ hàn, phải tăng công suất của máy.

– Cường độ dòng điện hàn I_h , được tính cao hơn so với hàn điểm khoảng 20 ÷ 80% tùy thuộc vào độ dày và vật liệu vật hàn.

15.5. LỰA CHỌN THIẾT BỊ VÀ ĐỒ GÁ HÀN

15.5.1. Thiết bị hàn

a) Máy hàn điểm

Trong sản xuất, theo phương pháp điều khiển, vận hành máy, hiện có hai loại máy hàn điểm:

Máy hàn điểm thủ công (điều khiển, vận hành bằng tay hoặc bằng chân). Giá trị và độ chính xác của lực ép và thời gian duy trì lực ép khi hàn phụ thuộc độ chính xác các cơ cấu tạo lực ép cơ khí trong máy.

Máy hàn điểm bán tự động (chu kỳ và các thông số chế độ hàn được đặt trước và được điều khiển tự động khi hàn).

Hình 15.15 là hình dáng bên ngoài của máy hàn điểm thủ công HANVIET (thông số kỹ thuật xem bảng 15.5).

Bảng 15.5. Thông số kỹ thuật cơ bản của 03 loại máy hàn HANVIET

Thông số kỹ thuật	HV-4.5	HV-9	HV-15
Điện áp vào, V	1pha/220		
Tần số f, Hz	50/60		
Công suất, KVA	4,5	9	15
Độ dày vật hàn, mm	$(0,14 \div 1,2) \times 2$	$(0,2 \div 1,5) \times 2$	$(0,2 \div 1,8) \times 2$
Chu kỳ làm việc	60%		
Khối lượng máy, kg	56	85	115

Máy có một số ưu điểm sau:



Hình 15.15. Máy hàn điểm HANVIET

– Ứng dụng rộng rãi để hàn các sản phẩm từ inox, tôn lá.

– Được dùng để hàn nối các sản phẩm từ thép xây dựng, thép kỹ thuật.

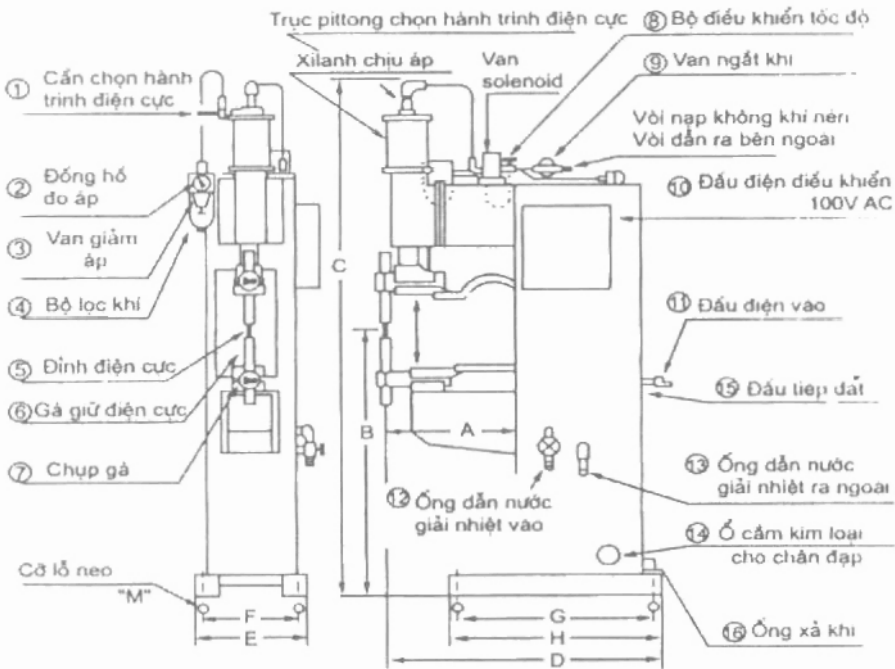
– Hiệu suất máy tương đối cao.

– Mối hàn đẹp, đồng nhất, độ chính xác cao.

– Điều chỉnh dòng điện dễ dàng nhờ sử dụng bộ điều khiển SRC.

– Sử dụng đơn giản, thuận tiện.

Hình 15.16 là hình dáng, cấu tạo máy hàn điểm bán tự động SLP 35A5 của Nhật Bản.



Hình 15.16. Hình dáng và cấu tạo máy hàn điểm bán tự động SLP 35A5

b) Máy hàn đường

Xuất phát từ các dạng kết cấu, kích thước sản phẩm mà máy hàn đường cũng có nhiều loại. Ví dụ: máy hàn đường điện cực lặn hai phía như hình 15.5, điện cực lặn được truyền chuyển động quay nhờ bánh ma sát; hoặc điện cực lặn được truyền chuyển động quay trực tiếp (hình 15.4).

15.5.2. Đồ gá hàn

Trong hàn điện tiếp xúc, đối với các kết cấu phôi dạng hộp, dạng ống (từ thép tấm), đồ gá hàn được thiết kế, chế tạo dựa vào hình dạng, kết cấu và kích thước của phôi hàn (nguyên tắc này được thể hiện trên các hình 15.2, 15.3, 15.5, 15.8, 15.9, 15.11,...); dựa vào kết cấu và kích thước máy hàn sẽ ghép nối với đồ gá; đồng thời còn dựa vào quy mô sản xuất, năng lực thực tế của cơ sở sản xuất (sản lượng, khả năng về trang thiết bị, dụng cụ, trình độ tổ chức, quản lý sản xuất).

Trong nhiều trường hợp, quá trình hàn trên các máy hàn thu công hay bán tự động, người ta dùng tay trực tiếp “gá lắp” (giữ) phôi để hàn (“không cần” đồ gá). Khi đó, đòi hỏi trình độ tay nghề, sức khỏe và kinh nghiệm người thợ để bảo đảm chất lượng mối hàn. Những trường hợp sản xuất hàng loạt, hình dạng, kết cấu hàn phức tạp, yêu cầu cao và ổn định chất lượng sản phẩm, việc thiết kế, chế tạo đồ gá hàn là bắt buộc.

Đồ gá được thiết kế phải có kết cấu sao cho định vị phôi đủ số bậc tự do và kẹp chặt phôi đảm bảo độ ổn định, cứng vững (xem mục 15.3.2, tiêu mục a). Cơ sở lý thuyết và nội dung cơ bản của việc thiết kế đồ gá có thể tham khảo trong các giáo trình chuyên ngành công nghệ chế tạo máy.

Hệ truyền dẫn và điều khiển đồ gá loại này thường dùng là hệ truyền dẫn cơ khí – khí nén, điều khiển điện – khí nén, hoặc khí nén – khí nén....

Chương 16

ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG HÀN

Ứng suất và biến dạng là những hiện tượng song hành cùng với quá trình hàn. do vậy việc nghiên cứu cơ chế xuất hiện và ảnh hưởng của chúng đối với tuổi thọ và tính năng sử dụng của kết cấu hàn là công việc cần thiết và đem lại lợi ích kinh tế trong nghề hàn.

Ứng suất xuất hiện do sự nung nóng không đều trong quá trình hàn. nếu như độ lớn của ứng suất vượt quá giới hạn chảy của vật liệu hàn sẽ gây ra sự biến dạng cục bộ hoặc toàn bộ. Như vậy, ứng suất và biến dạng là hai mặt của một vấn đề, mà ở đó hoặc là ứng suất hoặc là biến dạng sẽ nổi lên như là vấn đề cần giải quyết.

16.1. ỨNG SUẤT TRONG QUÁ TRÌNH HÀN

16.1.1. Khái niệm, phân loại ứng suất

Khái niệm: Ứng suất xuất hiện trong quá trình hàn thuộc dạng nội ứng suất, tương tự như ứng suất xuất hiện trong quá trình đúc hay quá trình gia công áp lực, nghĩa là ứng suất này được sinh ra do chính bản thân công nghệ đang sử dụng, chứ không phải do tác động của ngoại lực – ngoại ứng suất.

Phân loại:

Căn cứ vào độ lớn của không gian mà ứng suất tác dụng, có thể chia nội ứng suất ra làm 3 loại:

-- Ứng suất vĩ mô (macrostress) – hay còn gọi là ứng suất bậc I. Ứng suất này tác dụng trong một không gian lớn. Đặc điểm của nó là có hướng và độ lớn xác định và tác dụng như một ngoại ứng suất (như là ứng suất do ngoại lực gây nên).

-- Ứng suất vi mô (microstress) – hay còn gọi là ứng suất bậc II, Ứng suất này tác dụng trong khoảng không gian giữa các hạt tinh thể, ứng suất này không có hướng xác định (rõ rệt) nhưng độ lớn của nó có thể tích hợp

cùng với ứng suất vĩ mô. Ứng suất này còn được gọi là ứng suất cấu trúc (Structure Stress).

- Ứng suất siêu vi mô (Submicrostress) hay còn gọi là ứng suất bậc III. Ứng suất này xuất hiện trong các mạng tinh thể.

Căn cứ vào thời gian tồn tại của ứng suất trong quá trình hàn, ứng suất được chia ra làm hai loại:

- Ứng suất nhiệt - hay còn gọi là ứng suất tạm thời. ứng suất này chỉ tồn tại khi còn có sự chênh lệch nhiệt độ trong vật hàn. Ứng suất nhiệt thường có độ lớn và hướng xác định - nó thuộc loại ứng suất vĩ mô.

- Ứng suất dư - là loại ứng suất tồn tại trong kết cấu hàn ngay cả khi quá trình hàn đã kết thúc và vật hàn đã được làm nguội. Ứng suất này chỉ có thể trừ khử bằng các biện pháp gia công nhiệt.

Riêng loại ứng suất vĩ mô, do có hướng và độ lớn xác định nên căn cứ vào trạng thái ứng suất có thể chia ra:

- Ứng suất một trục - ứng suất đơn.
- Ứng suất hai trục - ứng suất mặt phẳng.
- Ứng suất ba trục - ứng suất không gian.

Hoặc căn cứ vào hướng tác dụng của ứng suất trong mối quan hệ với trục mỗi hàn, có thể chia ứng suất vĩ mô ra các loại:

- Ứng suất ngang - tác dụng theo hướng vuông góc với trục mỗi hàn
- Ứng suất dọc - tác dụng theo hướng song song với trục đường hàn
- Ứng suất tác dụng theo hướng của chiều dày vật hàn.

16.1.2. Sự xuất hiện của ứng suất và nguyên nhân gây ra ứng suất trong quá trình hàn

Sự xuất hiện của ứng suất trong hàn gắn liền với tính chất vật lý của vật liệu hàn, ở đây cụ thể là độ dẫn nở nhiệt và độ dẫn nhiệt. Tiếp theo, nó còn phụ thuộc vào chế độ hàn và chiều dày của vật hàn.

Độ dẫn nở nhiệt là một trong những tính chất chính ảnh hưởng trực tiếp đến độ lớn của ứng suất và biến dạng.

Khi một vật được nung nóng từ nhiệt độ ban đầu T_0 lên đến nhiệt độ T , nó sẽ giãn dài ra. Độ lớn giãn dài ra có thể xác định như sau:

$$l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Trong đó: l_0 – chiều dài ban đầu.

α – hệ số giãn nở nhiệt.

ΔT – sự chênh lệch nhiệt độ ($T - T_0$)

Khi được làm nguội vật liệu co lại, độ co dọc của một số vật liệu với mẫu có chiều dài ban đầu là $l_0 = 1000\text{mm}$, khi làm lạnh từ nhiệt độ kết tinh và từ nhiệt độ 300°C , độ co dọc có thể tham khảo ở bảng 16.1 dưới đây.

Bảng 16.1

Vật liệu	Làm nguội từ nhiệt độ kết tinh	Làm nguội từ 300°C
Thép cacbon	14mm	3,5mm
Thép Mangan (12~14%Mn)	24mm	6,0mm
Đồng	10mm	5,2mm

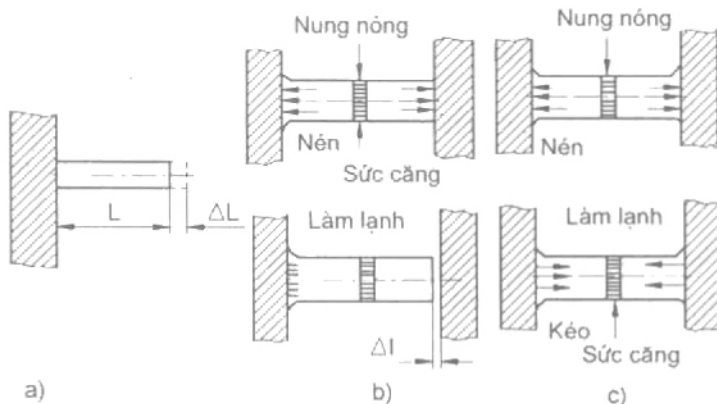
Cùng với sự nung nóng của vật liệu, các tính chất cơ học của vật liệu cũng bị thay đổi, quan trọng nhất ở đây là giới hạn chảy. Khi bị nung nóng giới hạn chảy của vật liệu bị giảm dần xuống tới zero khi đó vật liệu mất đi tính đàn hồi và trở lên dẻo. Khi vượt quá nhiệt độ này (ở thép cacbon thấp $\sim 600^\circ\text{C}$) sẽ xuất hiện biến dạng dẻo, độ lớn của nội ứng suất tạo ra biến dạng này được xác định:

$$R = \alpha \cdot \Delta T \cdot E$$

Trong đó: R – độ lớn của ứng suất nén.

E – môđun đàn hồi của vật liệu.

Rõ ràng sự xuất hiện của ứng suất trong vật hàn khi nó được nung nóng và làm nguội liên quan trực tiếp đến độ giãn nở nhiệt của vật liệu. Để minh họa cho quá trình hình thành ứng suất trong hàn, có thể theo dõi các ví dụ sau:



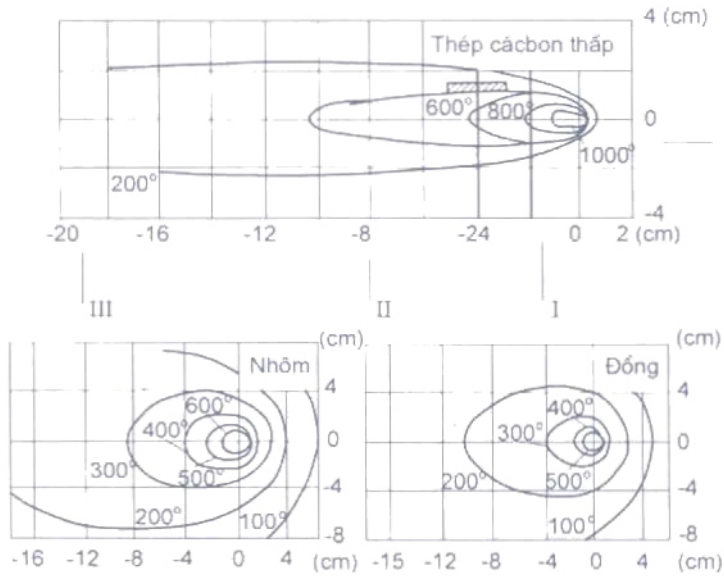
Hình 16.1. Sự xuất hiện của ứng suất khi nung nóng và làm lạnh

– Hình 16.1a: Khi nung nóng đều một vật được để tự do cả 2 đầu, vật đó giãn dài ra một đoạn ΔL nhưng sau khi được làm nguội vật co lại một đoạn tương đương khi giãn ra, do vậy sau khi kết thúc một chu kỳ nung nóng và làm lạnh như vậy trong vật không xuất hiện một ứng suất đáng kể nào.

– Hình 16.1b: Trường hợp vật bị ngàm một đầu và đầu kia bị chặn bởi một vật khác. Khi được nung nóng đến một nhiệt độ nhất định (trên 300°C đối với thép) đầu tiên sẽ xuất hiện biến dạng đàn hồi sau đó sẽ xuất hiện biến dạng dẻo – vật giãn nở ra, nhưng do bị chặn bởi hai đầu nên sự giãn nở này không thể thực hiện được và thay vào đó là sức căng dạng nén tồn tại trong vật. Sau khi được làm nguội, do chỉ bị ngàm một đầu nên vật có thể tự do co lại một đoạn Δl , và như vậy trong vật cũng không tồn tại một ứng suất đáng kể nào

– Hình 16.1c: Trong trường hợp vật bị ngàm cả hai đầu, khi nung nóng tiến trình sẽ giống như ở trường hợp 16.1b nhưng khi làm nguội do vật bị ngàm cả hai đầu nên nó không thể co lại tự do.

Trong vật tồn tại 1 sức căng dạng kéo như là kết quả của sự biến dạng dẻo có hiện tượng co ngắn.



Hình 16.2. Sự phân tán nhiệt trong quá trình hàn

Độ dẫn nhiệt: Nguồn nhiệt sử dụng trong quá trình hàn thường rất lớn nhưng tập trung trong một diện nhỏ, do vậy cường độ của nguồn nhiệt rất

mãnh liệt và mang tính cục bộ; đồng thời nguồn nhiệt di chuyển không ngừng bằng tốc độ hàn.

Do vật hàn có tính chất lý học khác nhau, nên sự phân tán nhiệt khi hàn các vật khác nhau (với cùng công suất nhiệt) cũng có sự khác nhau (xem hình vẽ 16.2). Có thể thấy được sự khác nhau về hình dáng và kích thước của đường đẳng nhiệt theo chiều dọc cũng như chiều ngang. Mỗi một đường đẳng nhiệt miêu tả một phần vật liệu được nung nóng lên cùng một nhiệt độ. Sự xuất hiện của ứng suất nhiệt cũng như ứng suất dư sẽ được quyết định bởi các đường đẳng nhiệt $> 300^{\circ}\text{C}$.

Nguyên nhân gây ra ứng suất trong hàn: Có 3 nguyên nhân chính (ba nguồn) gây ra ứng suất (dư) trong quá trình hàn:

– Thứ nhất: Do sự nung nóng cục bộ. Phần kim loại sẽ được nung nóng lên nhiệt độ cao sẽ giãn nở nhưng phần kim loại không được nung nóng sẽ chống lại sự giãn nở này (tạo ra ứng suất nén khi nung nóng). Sau khi nguội, chỗ vật liệu bị nung nóng sẽ co lại nhưng lại bị phần vật liệu không được nung nóng chống lại – Tạo ra ứng suất kéo (giống như trường hợp c). Sự tương tác giữa hai phần kim loại này là nguyên nhân gây ra ứng suất kéo dọc trục đường hàn với cường độ rất lớn, đồng thời cũng tạo ra ứng suất kéo theo hướng vuông góc với trục đường hàn với cường độ nhỏ hơn (ứng suất vĩ mô).

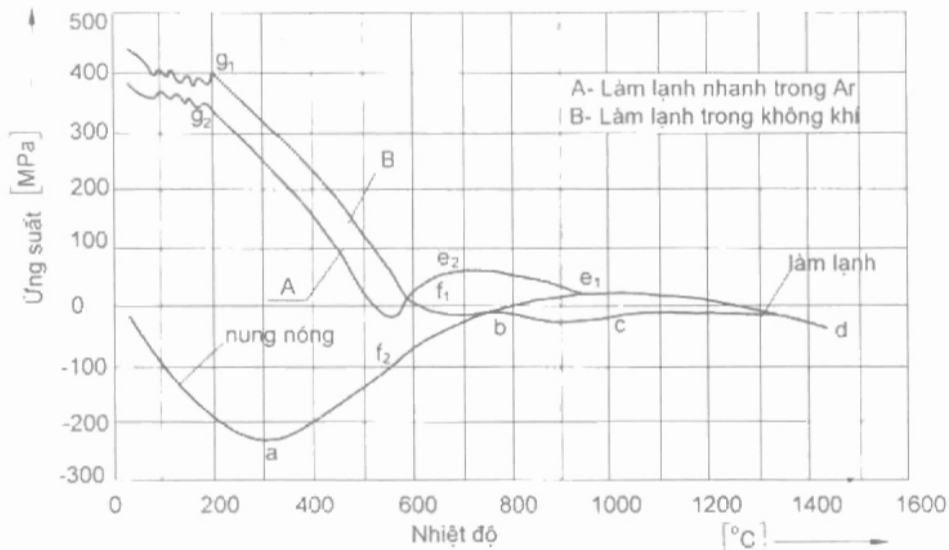
– Thứ hai: Do vật hàn có chiều dày nhất định (đặc biệt trong trường hợp hàn các vật có chiều dày lớn) nên trong quá trình làm nguội đường hàn, phần kim loại phía ngoài sẽ được làm nguội nhanh hơn phần kim loại bên trong. Việc này dẫn đến việc hình thành ứng suất nén dọc theo chiều dày của vật hàn.

– Thứ ba: Nguyên nhân gây ứng suất đến từ sự chuyển biến pha (ứng suất vi mô). Trong quá trình làm lạnh vật hàn tổ chức ôstenit chuyển thành ferit, bainit, hoặc mactenxit,... những sự chuyển pha này gắn liền với sự tăng thể tích mạng của các pha mới nhưng phần kim loại không đổi pha sẽ ngăn cản sự tăng thể tích này và như vậy sẽ xuất hiện ứng suất nén ở phần kim loại có sự thay đổi pha và ứng suất kéo ở vùng lân cận.

Như vậy ứng suất toàn phần có ở trong vật hàn sẽ là tổng hợp các ứng suất kể trên.

a) Ứng suất vĩ mô (ứng suất nhiệt) trong vật hàn

Ứng suất vĩ mô hay gọi là ứng suất bậc 1 (ứng suất nhiệt) hoặc là ứng suất tồn tại trong vật hàn trong suốt quá trình hàn và làm nguội mối hàn.

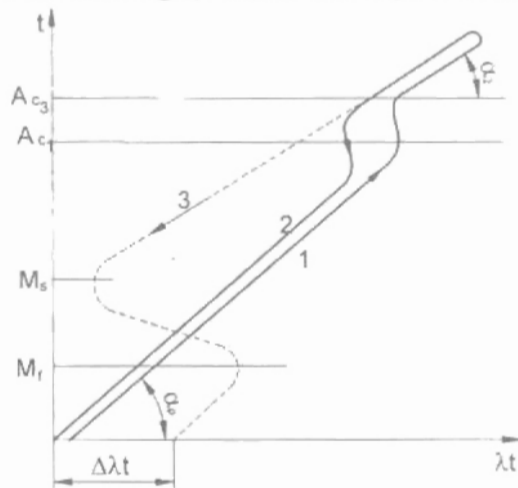


Hình 16.3. Ứng suất nhiệt khi hàn thép cacbon thấp

Hình 16.3 mô tả sự thay đổi của ứng suất nhiệt khi hàn thép cacbon thấp. Ứng suất nén lớn nhất đạt được khi vật nung đến nhiệt độ 305°C (điểm a) và ứng suất giảm xuống khi nhiệt độ trên 700°C (điểm b) – chỉ còn $\approx 10\text{MPa}$. Trong quá trình làm nguội sẽ xuất hiện ứng suất kéo trong mối hàn. Tại các điểm trong khoảng e và f ứng suất giảm xuống giá trị âm do sự chuyển biến pha của ôstenit. Ứng suất dư ở thép cacbon thấp có thể đạt tới giới hạn chảy đường A, B biểu thị ứng suất giảm khi làm nguội ở các điều kiện khác nhau và ở các nhiệt độ khác nhau.

b) Ứng suất vi mô

Nhiệt độ nung nóng và làm nguội khi hàn ở vùng mối hàn cũng như vùng ảnh hưởng HAZ sẽ làm thay đổi cấu trúc kim loại, làm thay đổi thể tích các pha, điều đó dẫn đến xuất hiện các vùng ứng suất khác nhau. Ứng suất tồn tại trong trường hợp này là ứng suất vi mô xuất hiện, hình 16.4.



Hình 16.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung nóng và làm lạnh đến sự thay đổi thể tích ở thép cacbon thấp

16.2. BIẾN DẠNG TRONG QUÁ TRÌNH HÀN

16.2.1. Khái niệm, phân loại biến dạng hàn

Khi ứng suất xuất hiện trong quá trình hàn có biên độ lớn hơn khả năng chịu đựng của vật liệu, nó sẽ tạo ra các biến dạng trong vật hàn; như vậy biến dạng là kết quả (hay sự thể hiện) của ứng suất có cường độ lớn xuất hiện trong quá trình hàn.

Nếu như ứng suất là khái niệm trừu tượng – không nắm bắt, cảm nhận được bằng giác quan, thì biến dạng là một khái niệm cụ thể – có thể quan sát và đo được. Có thể chia biến dạng ra làm:

Biến dạng ngoài: được thể hiện bằng sự thay đổi kích thước và hình dáng của vật, biến dạng ngoài có thể chia tiếp như sau:

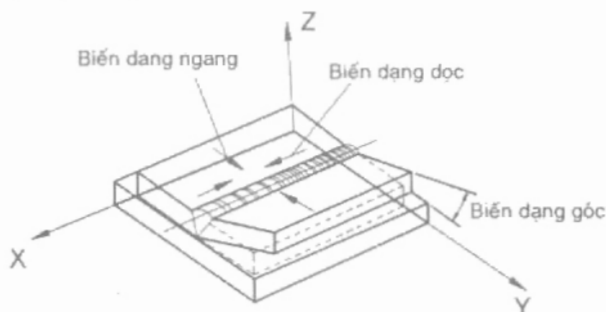
– Biến dạng phần tử (elementary deformation): là biến dạng do co ngót cả 3 hướng của vật hàn.

+ Co ngang – biến dạng ngang.

+ Co dọc – biến dạng dọc.

+ Co góc – biến dạng góc.

Các biến dạng này được thể hiện trên hình vẽ 16.5.



Hình 16.5. Các biến dạng trong vật hàn

– Biến dạng cục bộ (Local deformation): là biến dạng chỉ tạo ra sự thay đổi về kích thước và hình dạng ở một vài bộ phận của vật hàn. Những biến dạng này không ảnh hưởng lớn đến kích thước toàn bộ của vật hàn. Tạo ra các biến dạng cục bộ thường là các biến dạng dọc hoặc biến dạng ngang (xem hình vẽ 16.6a).

– Biến dạng toàn bộ là những biến dạng tạo ra sự thay đổi về hình dạng và kích thước của toàn bộ vật hàn (xem hình 16.6b).

Biến dạng trong: là sự thay đổi bên trong từng thể tích nhỏ, như ở một số loại thép có khuynh hướng tự tôi thường xuất hiện ứng suất này (gọi là ứng suất loại II) và ở thời điểm nhất định đó tại nhiệt độ tới hạn sẽ có sự thay đổi thể tích riêng, điều đó dẫn đến có biến dạng trong.

Khi làm lạnh nhanh các loại thép cacbon và thép hợp kim sẽ bắt đầu hiện tượng phân tán ôxtenil ở nhiệt độ thấp – suất hiện tổ chức mactensit; thể tích riêng của pha này tăng lên rõ rệt và kéo theo nó là sự xuất hiện của ứng suất dư.

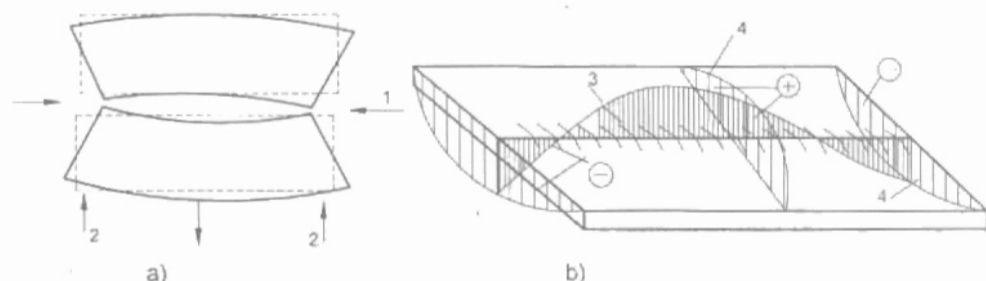
Ứng suất tồn tại do sự thay đổi pha thường là không thể chấp nhận được, nó thường gây ra các vết nứt trong mối hàn hoặc trong vùng ảnh hưởng nhiệt. Ứng suất này nguy hiểm hơn khi có sự tích hợp cùng ứng suất bậc I.

16.2.2. Sự tập chung của ứng suất trong các loại mối hàn

a) Trong mối hàn giáp mối

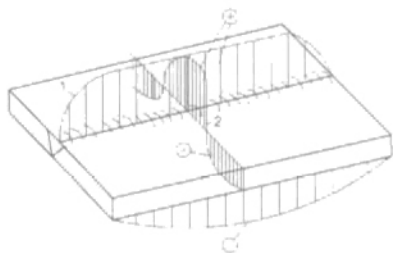
Diễn biến của ứng suất trong các kết cấu hàn phức tạp cũng sẽ rất phức tạp; bởi vì trạng thái ứng suất ban đầu đã bị thay đổi bởi nhiều yếu tố khác nhau. Trong phần này chỉ nêu ra diễn biến của ứng suất trong các kết cấu đơn giản; đồng thời cần ý thức rằng ứng suất không gian (3 chiều) chỉ được xác định trong các vật hàn có chiều dày trên 20mm ; còn tấm kim loại mỏng dưới 20mm chỉ có ứng suất mặt phẳng (2 chiều).

Diễn biến của ứng suất ngang trong mối hàn giáp mối được mô tả trong hình 16.6a là sự suất hiện của ứng suất do co dọc (hướng 1) và do việc nung nóng 1 phía của vật hàn (hướng 2). Hình 16.6b là ứng suất ngang (4) trong mối hàn giáp mối ở khu vực giữa mối hàn, ứng suất có dạng ứng suất kéo, ở 2 đầu đường hàn là ứng suất nén. Tính về độ lớn thì ứng suất dọc theo trục đường hàn có giá trị lớn nhất, càng ra 2 biên ứng suất giảm dần. Đường (3) là kết quả tổng hợp của ứng suất ngang dọc theo trục của đường hàn.

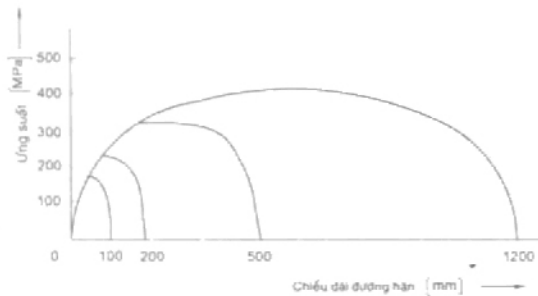


Hình 16.6. Ứng suất ngang trong mối hàn giáp mối

Diễn biến của ứng suất dọc theo mối hàn giáp mối được mô tả trong hình vẽ 16.7 có thể thấy rằng ứng suất dọc ở khu vực đường hàn và vùng lân cận là ứng suất kéo, nhưng càng ra xa vùng mép vật hàn ứng suất ở dạng nén. Các ứng suất này có độ lớn cân bằng nhau. Ứng suất dọc luôn có trị số lớn hơn ứng suất ngang.



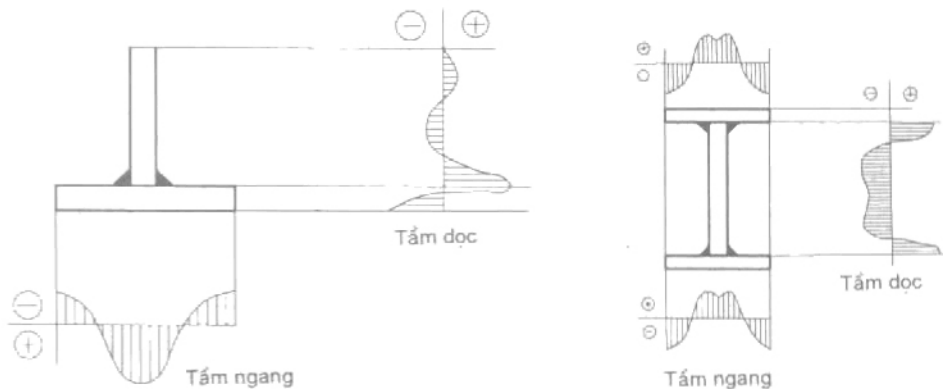
Hình 16.7. Ứng suất dọc trong mối hàn giáp mối



Hình 16.8. Sự phụ thuộc của ứng suất dọc vào chiều dài của đường hàn

Nếu hàn 2 vật có chiều rộng khác nhau, nhưng cùng một chế độ hàn, thì khi hàn tấm kim loại rộng hơn, ứng suất sẽ nhỏ hơn. Độ lớn của ứng suất dọc còn phụ thuộc vào chiều dài của đường hàn – hình 16.8. Chiều dài của đường hàn càng lớn thì ứng suất dọc sinh ra sẽ lớn lên rất nhiều, vượt qua cả giới hạn chảy của vật liệu; cho nên khi hàn các đường hàn dài người ta thường phân ra các đoạn ngắn để hàn.

b) Trong mối hàn lắp góc



Hình 16.9. Ứng suất trong mối hàn góc chữ T và chữ I

Sự phân bố của ứng suất trong mối hàn góc chữ T và chữ I được miêu tả trên hình vẽ 16.9.

16.2.3. Sự thay đổi của ứng suất do tác động của ngoại lực

Nếu như trong mối hàn có sự tồn tại của ứng suất dư thì khi có sự tác động của ngoại lực, trạng thái ứng suất này sẽ bị thay đổi do có sự tương tác của 2 loại ứng suất. Ngoại lực có thể làm giảm trạng thái ứng suất bên trong mối hàn trong trường hợp dẫn đến biến dạng dẻo do bị kéo. Nếu ứng suất dư trong mối hàn là ứng suất kéo với độ lớn nhỏ hơn giới hạn chảy và ngoại lực không lớn lắm, thì sau khi ngoại lực ngừng tác dụng, ứng suất bên trong mối hàn sẽ trở về trạng thái ban đầu (không có sự thay đổi trạng thái ứng suất).

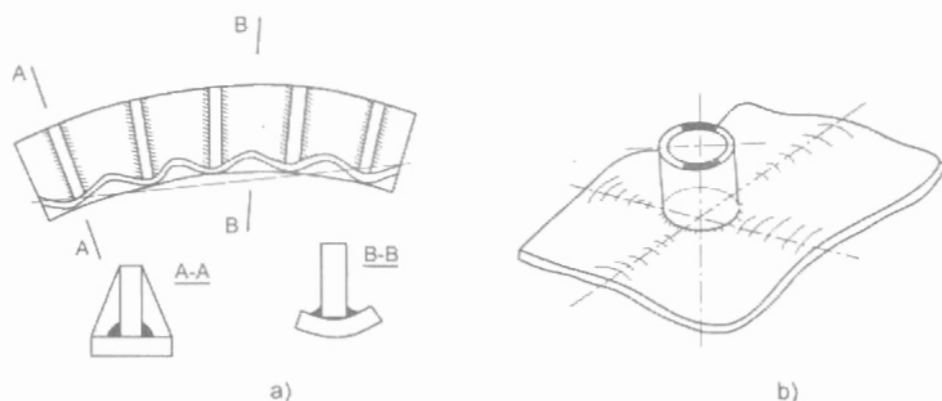
16.2.4. Sự thay đổi của ứng suất dư do tác động của nung nóng

Nếu như vật hàn sau khi hàn lại được nung nóng thì có thể dẫn đến sự thay đổi trạng thái ứng suất tồn tại trước đó trong vật hàn.

Gọi ứng suất dư có trong vật hàn là R_r , thì khi vật hàn bị nung nóng: đầu tiên ứng suất dư này xuất hiện và tăng lên đến giới hạn chảy R_e ; nhiệt độ (T) ứng với giới hạn chảy này có thể được xác định theo công thức sau:

$$T = \frac{R_e}{E\alpha} = \frac{\epsilon'_k}{\alpha} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Nhiệt của quá trình hàn tiếp tục tăng và có sự phân bố không đều ở các vùng dẫn đến sự dẫn nở không đều cục bộ, gây ứng suất và biến dạng cục bộ, hình 16.10a; đồng thời sau khi hàn toàn kết cấu sẽ gây ứng suất biến dạng toàn bộ, hình 16.10b.

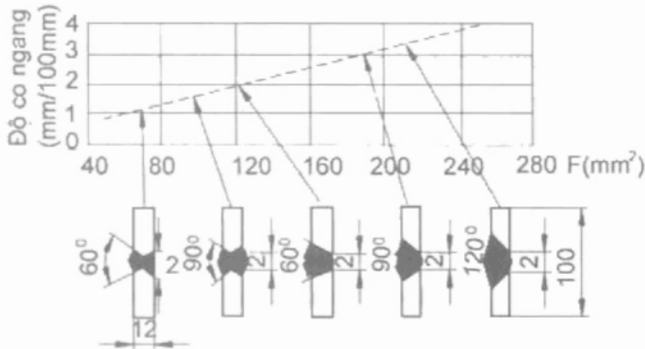


Hình 16.10

a) Biến dạng cục bộ, b) Biến dạng toàn bộ.

a) *Biến dạng ngang*

Biến dạng ngang – độ co ngang, chính là sự co của kích thước vật hàn theo chiều vuông góc với trục đường hàn, xuất hiện khi hàn các tấm kim loại có chiều rộng lớn. Độ lớn của biến dạng ngang phụ thuộc vào nguồn nhiệt được cung cấp vào chỗ hàn, phương pháp hàn, loại điện cực và kích thước của mối hàn (hình dáng và chiều dài mối hàn).



Hình 16.11. Độ lớn của ứng suất ngang trong sự phụ thuộc vào kích thước mối hàn

Trên hình vẽ 16.11 có thể quan sát thấy độ lớn của biến dạng ngang tỷ lệ thuận với chiều rộng mối hàn (chiều dày vật hàn).

Khi hàn mỗi hàn giáp mỗi các tấm kim loại có chiều rộng lớn, đường hàn dài, độ co ngang có thể xác định theo công thức sau:

$$D_p = 3,5 \cdot 10^{-6} q_p / F \text{ (mm)}.$$

Trong đó: q_p – nguồn nhiệt (J).

F – tiết diện ngang của mối hàn (mm²).

Đối với mối hàn góc, biến dạng ngang thường nhỏ hơn và phụ thuộc nhiều vào tỷ lệ giữa cạnh mỗi hàn với chiều dày vật hàn; nếu tỷ lệ này nhỏ thì biến dạng ngang sẽ nhỏ. Biến dạng ngang trong mối hàn góc có thể được tính theo công thức sau:

$$D_p = 13 \cdot 10^{-6} \frac{q_p}{V_{mh} S_1 + \frac{S_2}{2}} \text{ (mm)}.$$

Trong đó: V_{mh} – tốc độ hàn (mm/h);

S_1 – chiều dày tấm ngang (mm);

S_2 – chiều dày tấm vách (mm).

Trường hợp hàn mỗi hàn nhiều lớp :

$$D_p = k (q_p \cdot n^{0,9}) / S \text{ (mm)}.$$

Trong đó : k – là hệ số phụ thuộc vào tiết diện mối hàn.

= $(15-20) \cdot 10^{-6}$ đối với mối hàn giáp mối.

= $(3,5-5) \cdot 10^{-6}$ đối với mối hàn góc.

n – số lớp hàn.

S – chiều dày vật hàn (mm).

b) Biến dạng dọc

Biến dạng dọc chính là sự co của mối hàn dọc theo trục đường hàn. Độ lớn của biến dạng dọc phụ thuộc vào phương pháp hàn, kỹ thuật lắp đặt góc vát và phụ thuộc vào cơ tính của kim loại cơ bản.

Biến dạng dọc thường không có ý nghĩa nhiều trong thực tế vì biến dạng này nằm trong dung sai cho phép của vật hàn.

Biến dạng dọc có thể được xác định như sau:

$$\Delta l = P \cdot l / E \cdot F \text{ (mm)}.$$

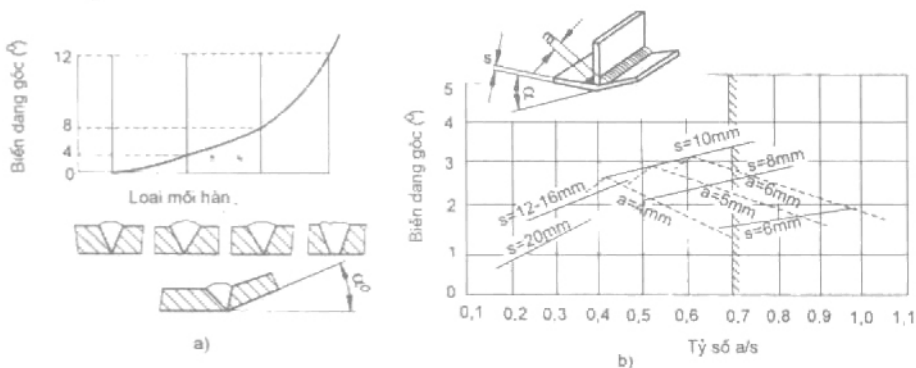
Trong đó: P – nội lực mối hàn (N).

F – tiết diện mối hàn (mm^2).

l – chiều dài đường hàn (mm).

c) Biến dạng góc

Biến dạng góc là dạng đặc biệt của biến dạng ngang xuất hiện do sự phân tán nhiệt không đều dọc theo chiều dày của vật hàn khi mà mối hàn không có sự cân xứng. Kết quả là vật hàn sẽ bị quay đi một góc xung quanh trục đường hàn.



Hình 16.12. Độ lớn của biến dạng góc khi hàn

a) Mối hàn giáp mối; b) Mối hàn góc.

Biến dạng góc là một hiện tượng không thể chấp nhận được trong quá trình hàn bởi vì nếu như biến dạng ngang gây ra sự thay đổi về kích thước thì biến dạng góc là nguyên nhân gây ra sự thay đổi về hình dạng của kết cấu.

Độ lớn của biến dạng góc khi hàn mỗi hàn giáp mỗi phụ thuộc vào góc vát của mỗi hàn và số lớp hàn (xem hình 16.12a).

Biến dạng góc khi hàn mỗi hàn góc phụ thuộc vào chiều dày của vật hàn cũng như kích thước cạnh a của mỗi hàn (xem hình 16.12b).

16.2.5. Ảnh hưởng của ứng suất dư đến tính chất làm việc của kết cấu hàn

Sự tồn tại của ứng suất dư trong mỗi hàn sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến tính chất của kết cấu. Khi kết cấu làm việc (chịu tác động ngoại lực) ứng suất dư sẽ kết hợp cùng ngoại ứng suất và tạo ra một trạng thái ứng suất mới trong mỗi hàn. Sự ảnh hưởng này càng lớn khi mà biên độ ứng suất lớn (khi hàn thép cacbon thấp, ứng suất dư kéo có thể đạt tới giới hạn chảy).

1. Ảnh hưởng của ứng suất tới giới hạn mỏi

Ứng suất dư có nhiều tác động đến việc hình thành các vết nứt. Việc hình thành các vết nứt thường trải qua hai giai đoạn: 1. xuất hiện các mầm vết nứt; 2. phát triển các vết nứt. Trong việc xuất hiện các mầm vết nứt, ứng suất dư sẽ làm tăng biên độ của ứng suất lên đến ứng suất giới hạn cần thiết cho việc xuất hiện các biến dạng đầu tiên; như vậy do sự ảnh hưởng của ứng suất dư mà quá trình xuất hiện mầm vết nứt được kéo dài ra, tức là làm tăng nguy cơ tạo ra các vết nứt.

Trong quá trình phát triển của vết nứt (sự lan trải vết nứt) ứng suất dư có tác dụng tương tự như ứng suất trung bình của tải trọng động; điều này có nghĩa là ứng suất dư (đặc biệt là ứng suất nén) thúc đẩy nhanh quá trình phát triển các vết nứt.

2. Ảnh hưởng của ứng suất dư đến đặc tính bền và biến dạng của vật liệu

Trong quá trình thiết kế kết cấu hàn, trong điều kiện hiện nay chưa thể tính đến tác động của ứng suất dư đến độ bền của kết cấu. Nhưng nhìn chung, ứng suất dư trong kết cấu hàn không làm ảnh hưởng đến độ bền của kết cấu chế tạo từ các vật liệu có tính đàn hồi tốt. Ứng suất dư tác động đến vật liệu bằng cách: ở giai đoạn đầu của tải trọng sẽ xuất hiện các biến dạng dẻo ở một số chỗ nhất định, nếu như độ dẻo của vật liệu cho phép giảm ứng suất tối đa ở các khu vực này. Sự xuất hiện của ứng suất nhiều trục sẽ làm tăng giới hạn chịu tải và độ bền của kết cấu trên cơ sở của việc giảm tính dẻo của vật liệu.

3. Ảnh hưởng của ứng suất dư đến sự ăn mòn của mối hàn

Khi kết cấu hàn có tồn tại ứng suất dư được đưa vào sử dụng trong môi trường có sự ăn mòn hóa học thì không chỉ vật liệu bình thường mà ngay cả các loại thép không gỉ cũng sẽ bị ăn mòn hóa học dưới tác động của ứng suất dư. Kết quả của sự ăn mòn này là xuất hiện các vết nứt, rạn mà hậu quả tiếp theo sẽ là sự phát triển thành các vết gãy.

Nguyên nhân của hiện tượng này có thể được giải thích bởi giả thiết rằng: dưới tác dụng của tải trọng bên ngoài sẽ xuất hiện một số lượng nhất định các lỗi trong mạng tinh thể kim loại mà bản thân các lỗi này trong môi trường bị ăn mòn sẽ trở thành các mầm của sự ăn mòn, nghĩa là nó trở thành sự khởi đầu của các vết rạn, nứt; sau đó do có sự tác động của ứng suất, các vết rạn này sẽ phát triển thành các vết nứt.

16.3. CÁC BIỆN PHÁP GIẢM ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG HÀN

16.3.1. Các biện pháp giảm ứng suất khi hàn

Như đã phân tích ở trên, ứng suất dư tồn tại trong kết cấu hàn luôn đem lại một ảnh hưởng xấu đến tính chất (khả năng) sử dụng của kết cấu. Trong điều kiện hiện nay khi mà chưa có một phương pháp hàn nào loại bỏ được triệt để ứng suất dư, thì việc cố gắng hạn chế tới mức thấp nhất biên độ của ứng suất và sự phát triển của nó trong mối hàn là nhiệm vụ hàng đầu của các nhà thiết kế và các nhà công nghệ.

a) Biện pháp trong thiết kế

Việc giảm ứng suất trong các mối hàn phải được thực hiện từ ngay khi thiết kế các kết cấu hàn. Các biện pháp này có thể như sau:

– Số lượng các mối hàn phải được giảm xuống mức tối thiểu, kích thước đường hàn phải vừa đủ để chịu tải, tránh thiết kế các đường hàn thừa về kích thước.

– Nếu như vật hàn có chiều dày mỏng, cần thiết kế các đường hàn gián đoạn để giảm ứng suất dọc. Biến dạng có thể giảm đi rất nhiều nếu sử dụng các tấm đệm, lót.

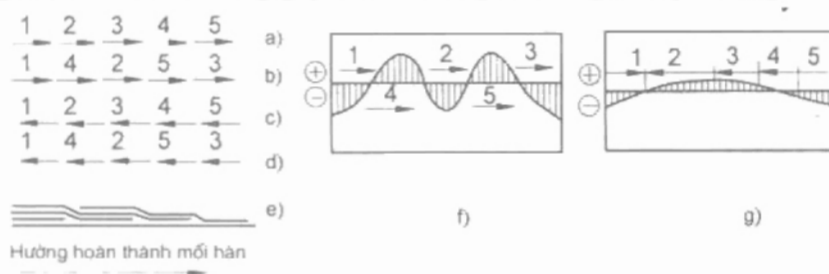
– Trong khả năng cho phép nên thiết kế các đường hàn có trục trùng với các trục trung tính của vật hàn hoặc là các đường hàn phải đối xứng nhau qua trục trung tính.

b) *Biện pháp công nghệ*

Các biện pháp công nghệ làm giảm biên độ của ứng suất dư có thể là :

– Chọn phương pháp thích hợp để thực hiện đường hàn – trên hình vẽ 16.13 thể hiện một số phương pháp thực hiện nên đường hàn và các phương pháp này cũng ảnh hưởng rất nhiều đến diễn biến của ứng suất dư trong mối hàn.

Hình vẽ 16.13f là sơ đồ trạng thái ứng suất khi hàn bằng phương pháp nhảy bước, do các đường hàn 1, 2, 3 đã được hàn trước đó nên khi hàn đường 4, 5 những đường hàn này bị chặn bởi hai đầu, nên ứng suất trong các đoạn 4, 5 sẽ là ứng suất kéo còn trong các đoạn 1, 2, 3 ứng suất sẽ là ứng suất nén. Cách phân đoạn đường hàn kiểu này rất hay được sử dụng trong thực tế vì nó không gây ra một trạng thái ứng suất phức tạp.

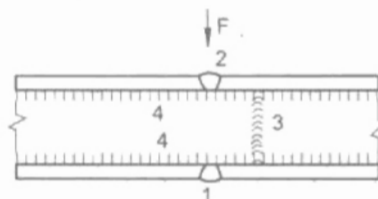


Hình 16.13. Các phương pháp phân đoạn đường hàn

a) Hàn liền mạch; b) Hàn nhảy bước; c) Hàn bước ngược; d) Hàn nhảy bước ngược; e) Hàn bước cầu thang.

Trong hình vẽ 16.13g với cách phân đoạn đường hàn kiểu bước ngược, diễn biến của ứng suất dư không thay đổi nhưng ứng suất cực đại giảm đi rất nhiều.

– Chọn thứ tự các đường hàn sao cho thích hợp. Khi hàn một kết cấu hàn phức hợp, sau khi hàn đỉnh cần hàn các đường hàn theo thứ tự từ trung tâm ra ngoài biên hoặc hàn các nhóm chi tiết nhỏ trước sau đó mới hàn thành tổng thể (xem hình 16.14).



Hình 16.14. Giảm ứng dư bằng thứ tự hàn hợp lý

- + Ram (ù) để giảm suất dư.
- + Nung nóng sơ bộ.
- + Tạo biến dạng ngược.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS TS Hoàng Tùng; PGS.TS. Đinh Công Mỹ; PGS.TS.Nguyễn Văn Hào; TS. Nguyễn Luyện – *Chế tạo phôi* – Nhà xuất bản đại học Bách khoa Hà Nội, 1991.
2. Bộ môn Hàn Công nghệ kim loại – *Chế tạo phôi* – Nhà xuất bản đại học Bách khoa Hà Nội, 2005.
3. PGS.TS. Hoàng Tùng – *Hướng dẫn đồ án môn học Chế tạo phôi* – Nhà xuất bản đại học Bách khoa Hà Nội, 1992.
4. PGS. TS. Hoàng Tùng, TS Nguyễn Ngọc Thành – *Giáo trình Cơ khí đại cương* – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2011
5. PGS. TS. Hoàng Tùng, TS Nguyễn Ngọc Thành – *Giáo trình Vật liệu học trong cơ khí* – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam. 2011.
6. PGS. TS. Hoàng Tùng – *Sổ tay định mức vật liệu và năng lượng hàn* – Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2005.
7. S. Kalpakjian, S. R. Schmid – *Manufacturing Engineering and Technology* – Prentice Hall-International, 2001.
8. Prof. Dr. Ing A. Herbert Frutz – *Fertigungstechnik* – VDI VERLAG - Düsseldorf, 2000.
9. TS. Nguyễn Thúc Trà – *Giáo trình công nghệ hàn* – Nhà xuất bản Giáo dục, 2006.

Mục lục

Bài mở đầu	5
1. Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí	5
2. Định nghĩa phôi trong quá trình sản xuất cơ khí.....	6
3. Vị trí và vai trò của phôi trong quá trình sản xuất cơ khí	7
4. Phân loại, đặc điểm và ứng dụng của các loại phôi, đặc trưng cơ bản của các dạng phôi.....	9
5. Ý nghĩa kinh tế, kỹ thuật khi chọn phôi trong sản xuất cơ khí	13
Phần 1. Thiết kế, chế tạo phôi đúc	
Chương 1. Khái niệm chung về sản xuất đúc	20
1.1. Định nghĩa, đặc điểm và quá trình sản xuất đúc.....	20
1.2. Cấu tạo các bộ phận phôi đúc.....	23
1.3. Sự hình thành vật đúc trong khuôn đúc	25
1.4. Tổ chức kim loại vật đúc.....	27
1.5. Những nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng vật đúc.....	29
Chương 2. Các nguyên lý thiết kế kết cấu phôi đúc	31
2.1. Khái niệm.....	31
2.2. Thiết kế kết cấu phôi đúc theo quan điểm công nghệ làm khuôn đúc	32
2.3. Thiết kế kết cấu phôi đúc theo quan điểm gia công cơ khí và lắp ráp	33
2.4. Thiết kế kết cấu phôi đúc theo quan điểm tinh đúc của hợp kim đúc	34
Chương 3. Thiết kế, chế tạo phôi đúc	39
3.1. Tính toán thiết kế bản vẽ phôi đúc.....	37
3.2. Thiết kế bộ mẫu.....	46
3.3. Công nghệ chế tạo khuôn đúc.....	60
3.4. Lắp khuôn.....	71
3.5. Chế tạo khuôn vỏ mỏng.....	74
3.6. Chế tạo khuôn đúc dùng mẫu chảy.....	78
3.7. Đúc khuôn dùng mẫu hoá hơi (mẫu tự thiêu).....	83
Chương 4. Lựa chọn, tính toán hợp kim đúc để nấu chảy	86

4.1. Cơ sở lý thuyết lựa chọn hợp kim đúc.....	84
4.2. Các kim loại, hợp kim dùng chế tạo phôi đúc.....	87
Chương 5. Thiết bị và quá trình nấu hợp kim đúc	107
5.1. Thiết bị và quá trình nấu, rót gang đúc	105
5.2. Thiết bị và quá trình nấu chảy thép.....	110
5.3. Thiết bị và quá trình nấu chảy hợp kim màu	112
Phần 2. Thiết kế, chế tạo phôi rèn, dập	
Chương 6. Khái niệm chung	118
6.1. Định nghĩa, đặc điểm và phân loại phôi bằng biến dạng dẻo	116
6.2. Ngoại lực và nội lực trong gia công biến dạng	118
6.3. Bản chất biến dạng của kim loại và hợp kim.....	120
6.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng dẻo.....	128
6.5. Ảnh hưởng của biến dạng dẻo đến tổ chức, tính chất kim loại	137
6.6. Các định luật cơ bản trong gia công biến dạng.....	141
Chương 7. Tính toán chế độ công nghệ nung nóng	147
7.1. Mục đích, ý nghĩa của nung nóng kim loại và hợp kim.....	145
7.2. Các hiện tượng vật lý xảy ra khi nung.....	145
7.3. Tính toán chế độ nung thép trong lò buồng.....	146
7.4. Chế độ nung thép trong lò điện.....	150
Chương 8. Lựa chọn thiết bị rèn, dập	155
8.1. Phân loại, đặc điểm và công dụng các thiết bị rèn, dập	153
8.2. Máy búa hơi	154
8.3. Máy dập trực khuỷu	158
8.4. Máy ép.....	160
Chương 9. Thiết kế, chế tạo phôi rèn	166
9.1. Khái niệm chung về công nghệ rèn và rèn khuôn đơn giản.....	164
9.2. Thiết kế kết cấu phôi rèn	175
9.3. Tính toán khối lượng và kích thước vật liệu cơ bản	178
9.4. Thiết kế quy trình công nghệ rèn	183
9.5. Thiết kế khuôn rèn đơn giản	184

9.6. Tính toán, lựa chọn thiết bị rèn	184
Chương 10. Thiết kế, chế tạo phôi dập thể tích	187
10.1. Định nghĩa, đặc điểm, phân loại và phạm vi ứng dụng	186
10.2. Thiết kế bản vẽ phôi dập thể tích	190
10.3. Quy trình công nghệ dập thể tích	198
10.4. Tính toán khối lượng và kích thước phôi	203
10.5. Thiết kế bản vẽ khuôn dập thể tích	203
10.6. Lựa chọn thiết bị dập	208
Chương 11. Thiết kế, chế tạo sản phẩm bằng công nghệ biến dạng tấm	210
11.1. Định nghĩa, đặc điểm và phân loại	209
11.2. Các nguyên công cơ bản của công nghệ biến dạng tấm	211
11.3. Tính toán thiết kế khuôn dập cái, đột lỗ	222
11.4. Tính toán, thiết kế khuôn dập vuốt	228
Phần 3. Thiết kế, chế tạo kết cấu hàn	
Chương 12. Khái niệm chung	233
12.1. Thực chất, đặc điểm và phân loại	233
12.2. Một số thuật ngữ thường dùng trong hàn	235
12.3. Các dạng liên kết hàn cơ bản	236
12.4. Tư thế hàn	237
12.5. Kỹ hiệu mối hàn trên bản vẽ kết cấu	237
12.6. Nguồn nhiệt hàn	239
12.7. Sự nóng chảy và di chuyển kim loại điện cực trong hồ quang điện cực nóng chảy	239
12.8. Các quá trình luyện kim khi hàn hồ quang nóng chảy	242
12.9. Tổ chức kim loại liên kết hàn nóng chảy	247
12.10. Tính hàn của kim loại và hợp kim	249
Chương 13. Công nghệ hàn hồ quang	252
13.1. Khái niệm, cấu tạo và phân loại hồ quang	252
13.2. Hàn hồ quang tay	258
13.3. Hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn (hàn hồ quang kín)	280

13.4. Hàn hồ quang tự động, bán tự động trong môi trường khí bảo vệ.....	289
13.5. Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ	295
Chương 14. Công nghệ hàn kết cấu bằng hàn khí.....	301
14.1. Thiết bị và dụng cụ hàn khí.....	301
14.2. Vật liệu hàn khí.....	307
14.3. Công nghệ và kỹ thuật hàn khí	310
14.4. Cấu kim loại bằng ngọn lửa khí cháy và khí ôxy.....	316
Chương 15. Công nghệ hàn điện tiếp xúc.....	322
15.1. Khái niệm.....	322
15.2. Các dạng kết cấu hàn điện tiếp xúc.....	322
15.3. Quy trình công nghệ hàn kết cấu hộp bằng hàn điện tiếp xúc.....	327
15.4. Xác định chế độ hàn và kỹ thuật hàn.....	331
15.5. Lựa chọn thiết bị và đồ gá hàn	337
Chương 16. Ứng suất và biến dạng hàn.....	340
16.1. Ứng suất trong quá trình hàn	340
16.2. Biến dạng trong quá trình hàn	346
16.3. Các biện pháp giảm ứng suất và biến dạng hàn	353
Tài liệu tham khảo.....	355

Chịu trách nhiệm xuất bản

Chủ tịch Hội đồng Thành viên kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Tổng biên tập kiêm Phó Tổng Giám đốc NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung

Phó Tổng biên tập NGÔ ÁNH TUYẾT

Giám đốc Công ty CP Sách ĐH- DN NGÔ THỊ THANH BÌNH

Biên tập nội dung và sửa bản in :

NGUYỄN HÀ XUÂN

Trình bày bìa:

ĐINH XUÂN DŨNG

Thiết kế sách và chế bản:

NGUYỄN GIA HÙNG

Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam
giữ quyền công bố tác phẩm.

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI

Mã số: 7B819Y1 – DAI

Số đăng kí KHXB : 573 – 2011/CXB/3 – 804/GD.

In 700 cuốn (QĐ in số : 44), khổ 16 x 24 cm.

In tại Công ty CP in Phúc Yên.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2011.



HEVOBCO

CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
(HIGHER EDUCATIONAL AND VOCATIONAL BOOKS JSC)

Địa chỉ: 25 Hàn Thuyên - Hà Nội - Tel: 043.9724715

Chi nhánh tại TP. Hồ Chí Minh: 240 Trần Bình Trọng - Quận 5

Email: info@hevobco.com.vn - web: http://www.hevobco.com.vn

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

- | | |
|--|--|
| 1. Giáo trình Cơ khí đại cương | PGS.TS. Nguyễn Văn Hảo (chủ biên) |
| 2. Giáo trình Công nghệ chế tạo phôi | PGS.TS. Hoàng Tùng
TS. Nguyễn Ngọc Thành |
| 3. Cơ sở thiết kế máy | PGS.TS. Lê Văn Uyển |
| 4. Bài tập Sức bền vật liệu | PGS.TS. Đặng Việt Cường |
| 5. Giáo trình Vật liệu học trong cơ khí | PGS.TS. Hoàng Tùng
TS. Nguyễn Ngọc Thành |
| 6. Hướng dẫn Thiết kế dụng cụ cắt kim loại | PGS.TS. Trần Thế Lục |
| 7. Công nghệ chế tạo máy | PGS.TS. Nguyễn Trọng Bình
TS. Nguyễn Trọng Hiếu |
| 8. Phương pháp phân tử hữu hạn
(lý thuyết và bài tập) | GS. Trần Ích Thịnh
TS. Nguyễn Mạnh Cường |

Bạn đọc có thể mua sách tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương
Hoặc các cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam:

- Tại TP. Hà Nội : 25 Hàn Thuyên; 51 Lò Đúc; 45 Hàng Chuối;
187 Giảng Võ; 14/3 Nguyễn Khánh Toàn; 232 Tây Sơn;
67B Cửa Bắc; 45 Phố Vọng; Ngõ 385 Hoàng Quốc Việt.
- Tại TP. Đà Nẵng : 78 Pasteur; 247 Hải Phòng; 71 Lý Thường Kiệt.
- Tại TP. Hồ Chí Minh : 240 Trần Bình Trọng, Quận 5;
2A Đinh Tiên Hoàng, Quận 1;
231 Nguyễn Văn Cừ;
116 Đinh Tiên Hoàng, Phường 1, Quận Bình Thạnh.
- Tại TP. Cần Thơ : 162D Đường 3 tháng 2, Quận Ninh Kiều.
- Tại website bán hàng trực tuyến : www.sach24.vn



8934994087094



Giá: 64.000 đ