

CHƯƠNG 2

NUNG NÓNG KIM LOẠI

2.1. MỤC ĐÍCH NUNG NÓNG

Nung nóng kim loại trước khi GCBD nhằm nâng cao tính dẻo và giảm khả năng chống biến dạng của chúng, tạo điều kiện thuận tiện cho quá trình biến dạng.

Nung nóng kim loại là một trong những khâu quan trọng ảnh hưởng đến tính kinh tế kỹ thuật của sản xuất. Chọn chế độ nung hợp lý sẽ làm tăng cao chất lượng sản phẩm, giảm hao phí kim loại, giảm sức lao động, giảm hao mòn thiết bị và giảm giá thành sản phẩm, nâng cao năng suất lao động.

2.2. MỘT SỐ VẤN ĐỀ XẢY RA KHI NUNG

2.2.1. Nứt nẻ

Hiện tượng nứt nẻ xuất hiện bên ngoài hoặc bên trong kim loại.

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

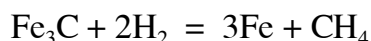
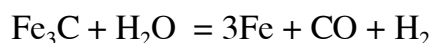
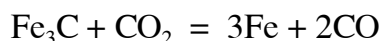
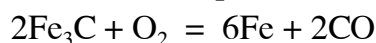
2.2.2. Hiện tượng ôxyhoá

Kim loại khi nung trong lò, do tiếp xúc với không khí, khí lò nên bề mặt nó dễ bị ôxyhoá và tạo nên lớp vảy sắt. Sự mất mát kim loại đến $4 \div 6\%$, còn làm hao mòn thiết bị, giảm chất lượng chi tiết v.v... Quá trình ôxy hoá xảy ra do sự khuyết tán của nguyên tử ôxy vào lớp kim loại và sự khuyết tán của nguyên tử kim loại qua lớp ôxyt ở mặt ngoài vật nung để tạo thành 3 lớp vảy sắt: $\text{FeO-Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

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

2.2.3. Hiện tượng mất cacbon

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



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

Quá trình mất C ngược với quá trình ôxy hoá và xảy ra trên bề mặt kim loại cùng một lúc với ôxy hoá. Tốc độ của hai quá trình khác nhau. Bắt đầu nung tốc độ mất C nhanh sau đó giảm dần, còn tốc độ ôxy hoá thì ngược lại. Khi tốc độ ôxy hoá lớn hơn tốc độ mất C thì lớp mất C giảm đi.

Hợp lý nhất là cần tạo nên lớp ôxyhoá mạnh hơn lượng mất cacbon. Lớp mất cacbon bắt đầu phát triển khi $t^0 = 600 \div 800^\circ\text{C}$ và tăng khi nhiệt độ tăng. Lượng mất C tăng khi thời gian tăng nhưng tốc độ mất C giảm.

Để giảm sự mất C có thể dùng chất sơn phủ lên bề mặt vật nung. Hiện nay hay dùng chất sơn sau đây hoà với nước hoặc với cồn etyl: $60\%\text{SiO}_2 + 15\%\text{Al}_2\text{O}_3 + 11,2\%\text{CaO} + 4,4\%\text{MgO} + 5\%(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) + 0,8\%\text{Fe}_2\text{O}_3$.

2.2.4. Hiện tượng quá nhiệt

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

2.2.5. Hiện tượng cháy

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

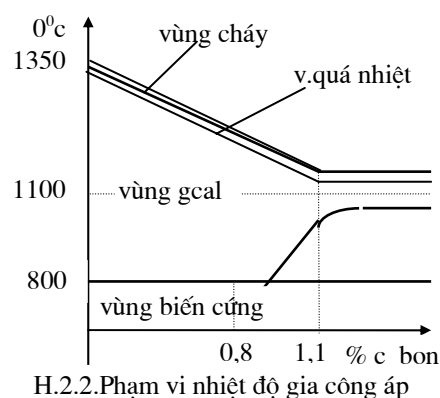
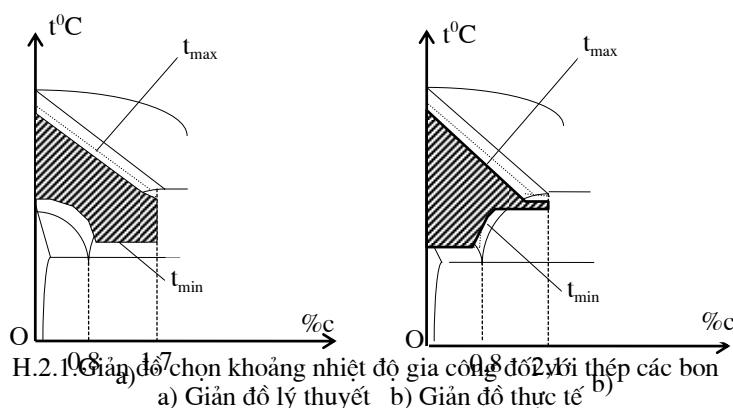
2.3. CHẾ ĐỘ NUNG KIM LOẠI

2.3.1. Chọn khoảng nhiệt độ nung

Yêu cầu:

- Đảm bảo kim loại dẻo nhất. Kim loại biến dạng tốt và hao phí ít nhất.
- Chất lượng vật nung phải được bảo đảm.

Đối với thép cacbon dựa trên giản đồ Fe-C để chọn khoảng nhiệt độ GCBD.



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

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

Ví dụ: đối với thép khi nung màu sẽ sáng dần từ màu đỏ xẫm (500⁰c) đến sáng trắng (1250⁰c).

2.3.2. Thời gian nung

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

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

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

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

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

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

Giai đoạn nhiệt độ cao: (850⁰c đến nhiệt độ bắt đầu gia công)

Khi nhiệt độ vậ nung trên 850⁰c tính dẻo tăng, tốc độ oxy hoá mạnh. Tốc độ nung ở giai đoạn này không phụ thuộc nhiều vào hệ số dẫn nhiệt nữa, vì thế có thể tăng nhanh tốc độ nung nhằm tăng năng suất nung, giảm lượng oxy hoá và cháy cacbon, hạn chế sự lớn lên của các hạt kim loại, giảm hao phí nhiên liệu.vv...Tốc độ nung của giai đoạn này gọi là “tốc độ nung kỹ thuật”, nó phụ thuộc vào cách xếp phôi, độ dài phôi v.v...

2.4. THIẾT BỊ NUNG KIM LOẠI

Để nung kim loại khi gia công áp lực người ta sử dụng nhiều loại lò nung khác nhau. Chúng được phân loại theo nguồn cấp nhiệt (nhiên liệu hoặc điện năng), tính chất hoạt động (chu kỳ hoặc liên tục) và kết cấu lò (lò buồng, lò giếng ...).

2.4.1. Lò rèn thủ công

Lò rèn thủ công có kết cấu đơn giản nhưng nung nóng không đều, cháy hao lớn, khó khống chế nhiệt độ, năng suất và hiệu suất nhiệt thấp, chủ yếu dùng trong các phân xưởng nhỏ.

Không khí thổi theo cửa gió 1 theo ống dẫn qua ghi lò 5 để đốt cháy nhiên liệu 4 (than) trong buồng lò 3 (được cường lực nhờ vỏ lò bằng thép 2), bụi và khói theo nón 6 qua ống khói 7 ra ngoài. Lò này đơn giản, rẻ tiền nhưng không khống chế được nhiệt độ, năng suất nung thấp, hao tổn kim loại nhiều, nhiệt độ vật nung không đều v.v...chỉ dùng trong các phân xưởng sửa chữa để nung vật nhỏ.

2.4.2. Lò buồng (lò phản xạ)



Là lò có nhiệt độ khoảng không gian công tác của lò đồng nhất. Lò buồng là một buồng kín, khổng chế được nhiệt độ nung, có thể xếp nhiều phôi, sự hao phí kim loại ít, phôi không trực tiếp tiếp xúc với nhiên liệu.

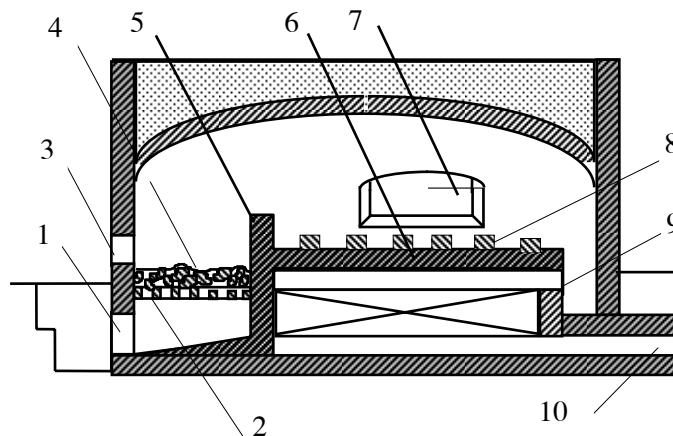
Lò buồng thuộc loại lò hoạt động chu kỳ, có thể dùng nhiên liệu (than đá, khí đốt, dầu) hoặc điện trở. Trên hình sau trình bày sơ đồ một lò buồng dùng nhiên liệu rắn.

Kim loại chất vào lò và lấy ra bằng cửa công tác 7. Nhiên liệu rắn đặt trên ghi lò 2 sau khi đốt nhiệt lượng nung nóng buồng đốt và vật nung 8.

Khí cháy sẽ theo kênh khói 9 và thoát qua cổng khói 10 ra ngoài. Sự điều chỉnh nhiệt độ bằng cách điều chỉnh lượng nhiên liệu và lượng gió.

Ưu điểm của lò buồng: nhiệt độ nung khá đồng đều, kim loại không tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa nên cháy hao giảm, thao tác vận hành dễ.

Nhược điểm chủ yếu là lò làm việc theo chu kỳ, tổn thất nhiệt do tích nhiệt cao. Lò buồng thích hợp với các phân xưởng sản lượng tương đối lớn.



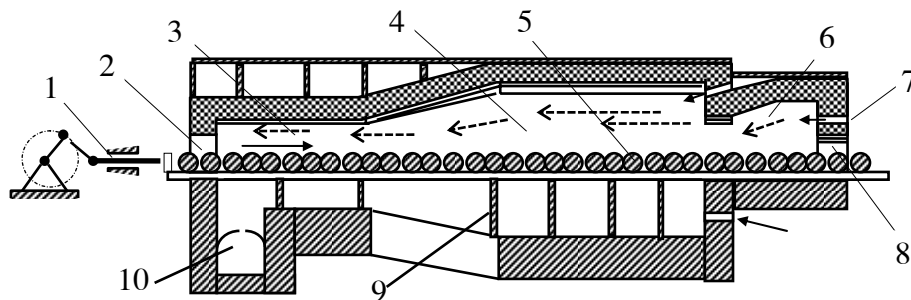
H.2.4. Lò buồng dùng nhiên liệu rắn

1- cửa lấy xỉ; 2- ghi lò; 3- cửa vào than; 4- than; 5- tường ngăn; 6- sàn lò; 7- cửa công tác; 8- phôi nung; 9- bộ thu hồi nhiệt; 10- cổng khói.

2.4.3. Lò nung liên tục

Đó là loại lò mà nhiệt độ trong không gian làm việc của nó tăng dần từ cửa chất phôi đến cửa lấy phôi ra. Lò này thường dùng khí nung thép hợp kim, nung thép cán. Nhiên liệu thường dùng là khí đốt. Lò gồm hai buồng chính: Buồng nung sơ bộ và buồng nung đến nhiệt độ cần thiết. Kiểm tra và điều chỉnh nhiệt độ thực hiện từng buồng. Phôi di chuyển bằng băng truyền cơ khí phẳng, nghiêng hoặc là quay đáy lò. Phôi được chuyển vào buồng nung sơ bộ ($300\div 700^{\circ}\text{C}$) sau đó chuyển qua buồng nung

chính ($1250 \div 1400^\circ\text{C}$) qua buồng giữ nhiệt và lấy ra theo cửa lò. Trên hình sau trình bày sơ đồ nguyên lý của một lò nung liên tục ba vùng.



H.2.5. Lò buồng liên tục

1-Cơ cấu đẩy phôi, 2-Cửa nạp phôi, 3-Vùng đồng nhiệt, 4- Vùng nung
5-Vật nung, 6-Vùng nung, 7- Mỏ phun, 8-Cửa ra, 9-Thanh đỡ, 10-ống khói

Phôi nung được cấp vào qua cửa (2), nhờ cơ cấu đẩy (1) dịch chuyển dần ra phía cửa ra (8). Các mỏ đốt (7) đốt cháy nhiên liệu tạo thành khí lò chuyển động ngược chiều chuyển động của phôi nung. Trong vùng nung (6) phôi được nung nóng chậm, vùng (4) phôi được nung nóng nhanh, còn vùng (3) là vùng đồng nhiệt.

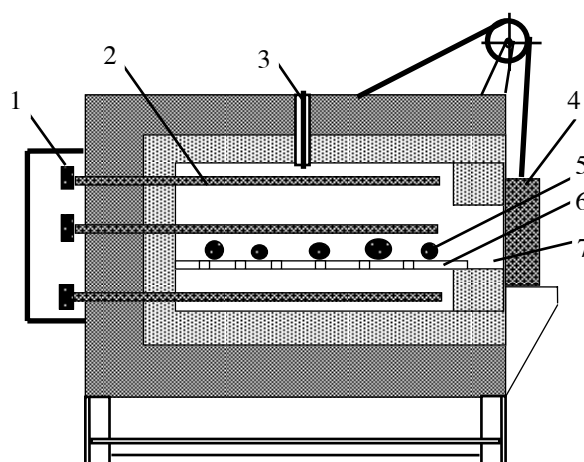
Ưu điểm cơ bản của lò nung liên tục là năng suất cao, hoạt động liên tục phù hợp với các dây chuyền sản xuất liên tục. Lò nung liên tục được sử dụng chủ yếu trong các xưởng sản lượng lớn, các nhà máy cán.

2.4.4. Lò dùng năng lượng điện

Thường dùng để nung vật nhỏ, vật quan trọng bằng kim loại màu. Lò điện có ưu điểm là khống chế nhiệt độ nung chính xác (sai số: $\pm 5^\circ\text{C}$), chất lượng vật nung cao, ít hao tổn kim loại, thời gian nung nhanh, nhưng đắt tiền do thiết bị phức tạp và tốn năng lượng điện. Vì thế nên chỉ dùng những vật nung yêu cầu kỹ thuật cao, nhất là các kim loại quý.

Lò điện trở:

Là loại lò thông dụng nhất. Có thể thay dây điện trở bằng các cực than.



H.2.6. Lò điện trở

1- Đầu nối điện
2- dây điện trở
3- nhiệt kế
4- nắp đậy
5- phôi nung
6- ghi lò
7- cửa lò

Lò cảm ứng: Dùng trong sản xuất hàng loạt lớn. Chất lượng vật nung tốt nhất, dễ cơ khí hoá và tự động hoá. Cho dòng điện cao tần (được tạo nên bởi máy phát cao tần) thì trong vật nung sẽ phát sinh dòng điện cảm ứng và do hiệu ứng mặt ngoài nên dòng điện cảm ứng chủ yếu phân bố trên mặt ngoài và làm vật nóng lên. Chiều

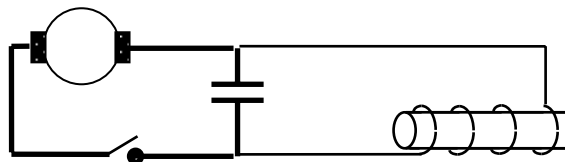
dày được nung nóng của chi tiết được tính:
$$\Delta = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \text{ (mm).}$$

Trong đó: Δ - bề dày chi tiết được nung;

ρ - điện trở riêng của vật nung (ôm.mm).

μ - hệ số từ thẩm tương đối;

f- tần số dòng điện (Hz).



Nung trực tiếp: Cho dòng điện cường độ lớn trực tiếp chạy qua vật nung. Chủ yếu dùng nung vật để uốn lò xo.

2.5. SỰ LÀM NGUỘI SAU KHI GIA CÔNG BIẾN DẠNG

Sau khi GCBD vật nguội dần có sự thay đổi thể tích, thay đổi thành phần cấu trúc, thay đổi độ hạt v.v...Mặt khác lớp kim loại ở ngoài nguội nhanh bên trong nên giảm thể tích nhanh hơn, do đó lớp ngoài bị kéo và lớp trong bị nén, gây nên ứng suất lớn dẫn đến nứt nẻ bên trong hoặc trên bề mặt vật gia công, cũng có thể gây nên biến dạng làm cho kích thước và hình dáng của vật thay đổi. Có 3 phương pháp làm nguội:

2.5.1. Làm nguội tự nhiên:

Khi làm nguội ngoài không khí tĩnh, chỗ đặt vật phải khô ráo, không có gió thổi. Tốc độ nguội tương đối nhanh nên thường dùng đối với thép carbon và hợp kim thấp có hình dáng đơn giản.

2.5.2. Làm nguội trong hòm chứa vôi, cát, xỉ, than vụn v.v...:

Tốc độ làm nguội không cao, nhiệt độ vật trước khi đưa vào hòm khoảng 500÷750°C. Dùng để nung các loại thép carbon và hợp kim thấp có hình dáng phức tạp.

2.5.3. Làm nguội trong lò:

Nhiệt độ lò được khống chế theo từng giai đoạn.

Ví dụ: Từ 900 đến 800°C cho nguội nhanh (25°C/giờ) để tránh phát triển hạt, sau đó cho nguội chậm hơn (15°C/giờ) đến nhiệt độ 100°C cho nguội ngoài không khí. Chủ yếu dùng thép công cụ, thép hợp kim cao và thép đặc biệt có hình dáng phức tạp.

Nhiệt độ của vật trước khi bỏ vào lò để làm nguội tối thiểu là 500÷700°C.