

## Chương III

# CHUYỂN BIẾN PHA VÀ NHIỆT LUYỆN THÉP

## Bài 7. KHÁI NIỆM VỀ NHIỆT LUYỆN THÉP

Mục tiêu: - Giải thích được tác dụng của nhiệt luyện thép đối với chất dẻo công nghệ.

- Trình bày được các yếu tố ảnh hưởng cho quá trình nhiệt luyện và các dụng cụ nhiệt luyện thép.

### 1. Tác dụng của nhiệt luyện đối với chất dẻo công nghệ

Nhiệt luyện là khâu quan trọng và không thể thiếu được đối với chất dẻo công nghệ vì nó có tác dụng làm tăng độ cứng, độ bền, tính chống mài mòn và cải thiện tính công nghệ của thép.

- Tăng độ cứng, độ bền, tính chống mài mòn

Phần lớn các chi tiết máy quan trọng như trục, trục khuỷu, vòi phun cao áp, bánh răng truyền lực và các bộ phận khác, dao cắt, khuôn dập v.v... phải qua nhiệt luyện tôi, ram hoặc hóa nhiệt luyện trước khi sử dụng nhằm tạo cho các chi tiết, dụng cụ có các tính chất thích hợp với điều kiện làm việc và được gọi là nhiệt luyện kết thúc.

- Cải thiện tính công nghệ

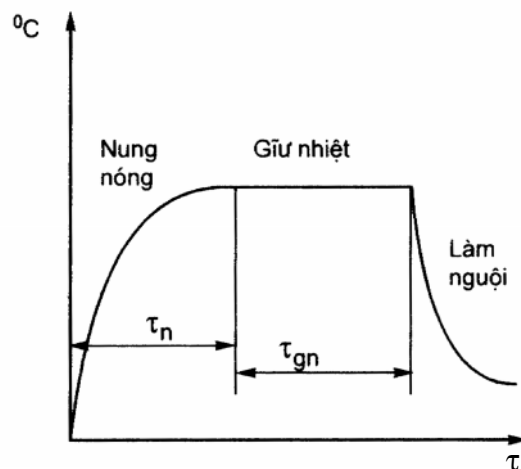
Để đảm bảo sản xuất dễ dàng với năng suất lao động cao, giá thành hạ, thép phải có các tính chất sao cho phù hợp với điều kiện gia công tiếp theo như cắt gọt, gia công cắt gọt và cần dẻo để gia công biến dạng. Muốn vậy ta cũng phải áp dụng các biện pháp nhiệt luyện thích hợp như ủ hoặc ủ đẳng nhiệt để làm mềm thép.

Như vậy, trong sản xuất công nghệ cần phải biết tận dụng nhiệt luyện để không những đảm bảo tuổi thọ lâu dài cho chi tiết mà còn làm dễ dàng cho quá trình gia công.

### 2. Sơ lược về nhiệt luyện thép

#### a. Định nghĩa

Nhiệt luyện là công nghệ nung nóng kim loại đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt ở nhiệt độ đó một thời gian thích hợp rồi sau đó làm nguội với tốc độ phù hợp để làm thay đổi tổ chức của thép, do đó làm biến đổi tính chất của thép theo phương hướng đã chọn.



Hình 8.1 Sơ đồ quá trình nhiệt luyện

## **b. Các yếu tố ảnh hưởng cho quá trình nhiệt luyện**

- Quá trình nhiệt luyện được chia thành ba thông số quan trọng sau:

+ Nhiệt độ nung nóng: nhiệt độ cao nhất mà quá trình phải đạt tới

+ Thời gian giữ nhiệt (ở nhiệt độ nung nóng)

+ Tốc độ nguội (sau khi giữ nhiệt), chúng được chia thành ba giai đoạn khác nhau của quá trình nhiệt luyện: nung nóng, giữ nhiệt và làm nguội

- Để biết kết quả nhiệt luyện, người ta đánh giá chúng bằng các thông số sau:

+ Độ cứng là yêu cầu quan trọng đầu tiên, đòi hỏi nó phải lớn hơn hoặc nhỏ hơn nhất định tùy thuộc vào công dụng hay mục đích, nhiệt độ xử lý phải phù hợp kiểm tra toàn bộ sản phẩm.

+ Tốc độ biến dạng bao gồm biến dạng cơ học, biến dạng nhiệt, biến dạng hóa học, biến dạng biến dạng theo thời gian.

+ Độ cong vênh, biến dạng. Độ biến dạng khi nhiệt luyện trong môi trường xử lý là nhỏ hoặc không đáng kể, song trong một số trường hợp quan trọng, yêu cầu này rất khắt khe, nếu vượt quá phạm vi cho phép cũng không thể sử dụng được.

## **c. Phân loại các dạng nhiệt luyện thép**

### **1. Nhiệt luyện**

Chức năng của nhiệt độ thép để biến đổi tính chất cơ học:

- Ủ: nung nóng, làm nguội chậm để đạt được cân bằng và độ cứng, độ bền thấp nhất.

- Ủ hóa: nung nóng đến tốc độ austenit, làm nguội trong không khí tĩnh để đạt được cân bằng.

\* Mục đích của ủ và ủ hóa là làm mềm thép để dễ gia công cắt và dập nguội.

- Tôi: nung nóng làm xuất hiện austenit, làm nguội nhanh, làm thép cứng.

- Ram: nguyên công bắt buộc sau khi tôi, để điều chỉnh độ cứng, độ bền để phù hợp với yêu cầu.

\* Mục đích của tôi và ram là làm thép tôi đạt tính theo yêu cầu làm việc.

### **2. Hóa – nhiệt luyện**

Dùng cách thay đổi nhiệt độ và biến đổi thành phần hóa học để biến đổi tính chất của thép một cách mạnh mẽ.

Thường dùng cách thêm, bớt là làm khuếch tán nguyên tố nhất định lên bề mặt chỉ một lượng nhỏ thêm cacbon, thêm nitơ, thêm cacbon – nitơ.

### **3. Ủ – nhiệt luyện**

Ủ – nhiệt luyện là quá trình nhiệt luyện thép kết hợp với biến dạng dẻo.

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày tác dụng của nhiệt luyện thép đối với tính chất cơ khí.
2. Trình bày được các yếu tố ảnh hưởng cho quá trình nhiệt luyện
3. Trình bày được điểm của các dạng nhiệt luyện thép.

## Bài 8. CÁC CHUYỂN BIẾN KHI NHIỆT LUYỆN THÉP

Mục tiêu: Trình bày được quá trình chuyển biến và tổ chức khi nhiệt luyện thép

### 1. Các chuyển biến xảy ra khi nung nóng thép

#### a. Công việc xác định chuyển biến khi nung nóng thép

Công việc để xác định chuyển biến khi nung thép là nghiên cứu trạng thái Fe-C.

Tổ chức (hình 4.2), nhiệt độ thích hợp trong tổ chức của thép đều có peclit.

Các thép trước và sau cùng tích có tổ chức phức tạp hơn: ngoài peclit ra còn có thêm ferit hoặc xemantit thứ hai

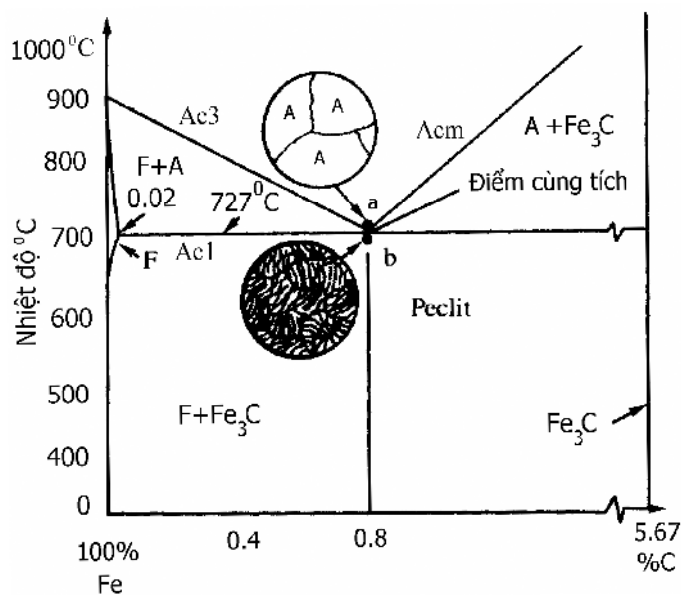
+ Khi nhiệt độ nung nóng thấp hơn  $A_{c1}$  ( $< 727^\circ\text{C}$ ) trong mẫu thép vẫn chưa có chuyển biến gì.

+ Khi nhiệt độ nung nóng đạt tới  $A_{c1}$ , tổ chức peclit (của cả ba loại thép) chuyển biến thành auxenit.

Trong khi đó ferit và xemantit thứ hai của các thép trước và sau cùng tích có chuyển biến

+ Nếu khi nung nóng quá nhiệt độ  $A_{c1}$  một chút ta thấy thép cùng tích đã chuyển biến hoàn toàn: tổ chức auxenit

+ Thép trước và sau cùng tích có chuyển biến như sau hoàn toàn: có tổ chức không hoàn toàn là auxenit, tức có tổ chức tiếp theo auxenit + ferit và auxenit + xemantit thứ hai. Đối với hai thép này khi nung nóng tiếp tục tới  $A_{c1}$  lên đến  $A_{c3}$  và  $A_{cm}$  sẽ có quá trình hòa tan ferit và xemantit thứ hai còn lại vào auxenit



Hình 9.1 Sơ đồ chuyển biến tổ chức thép 0.8%C khi nung nóng

+ Khi nhiệt độ nung nóng cao hơn  $A_{c3}$  và  $A_{cm}$  sẽ hòa tan các pha dư ferit và xemantit thứ hai vào auxenit sẽ kết thúc và chỉ còn hoàn toàn một pha auxenit.

Vì vậy khi nung nóng quá điểm GSE mẫu thép đều có tổ chức giống nhau là dung dịch rắn auxenit song với nồng độ cacbon khác nhau phân bố vào thành phần cacbon của thép.

### b. Đúc đúc maza chuyển biến thành peclit thành austenit

Nhiệt độ chuyển biến: từ giun đở trạng thái Fe-C chuyển biến này xảy ra ở 727 độ C.

Kích thước hạt auxtenit: Chuyển biến peclit → auxtenit bao giờ cũng làm nhỏ hạt maza thép. Hiện tượng này được chú ý lớn trong khi nhiệt luyện.

Ở nhiệt độ  $A_{cl}$ , lúc mới tạo thành, hạt auxtenit rất nhỏ mịn song nếu tiếp tục nâng cao nhiệt độ và giữ nhiệt lâu, hạt sẽ lớn lên. Đây là quá trình tự nhiên: hạt to, biên giới ít đi để năng lượng được giảm đi. Khi làm nguội, hạt auxtenit không nhỏ đi.

Do đó trong điều kiện nung nóng bình thường (nhiệt độ thường không quá 900 độ C, thời gian giữ theo quy định) để đạt được hạt nhỏ và do đó sau nhiệt luyện thép có độ bền, độ dẻo, độ dai cao.

Thép hợp kim, đặc biệt có chứa nguyên tố tạo thành cacbit như V, Ti sẽ có cacbit hợp kim. Khi nung nóng một phần cacbit không tan, nằm lại trên biên giới hạt tạo nên hàng rào ngăn cản. Thép có titan có thể giữ được hạt (auxtenit) ngay cả ở nhiệt độ cao hơn 1000 độ C trong thời gian ngắn.

Trong chế tạo công nghệ dùng các loại thép bền chặt hạt nhỏ.

## 2. Các chuyển biến xảy ra khi giữ nhiệt

Sau nung nóng là giai đoạn giữ nhiệt, tuy không xảy ra các chuyển biến mới nhưng rất cần thiết nhằm mục đích:

- Làm đều nhiệt độ trên toàn chi tiết, lõi cũng có chuyển biến nhỏ về mặt.
- Có thời gian hoàn thành các chuyển biến xảy ra khi nung.
- Làm đều thành phần của auxtenit.

Thời gian giữ nhiệt cần vửa để, dài quá sẽ làm hạt lớn.

Mục tiêu của nung nóng và giữ nhiệt là để tạo nên auxtenit hạt nhỏ.

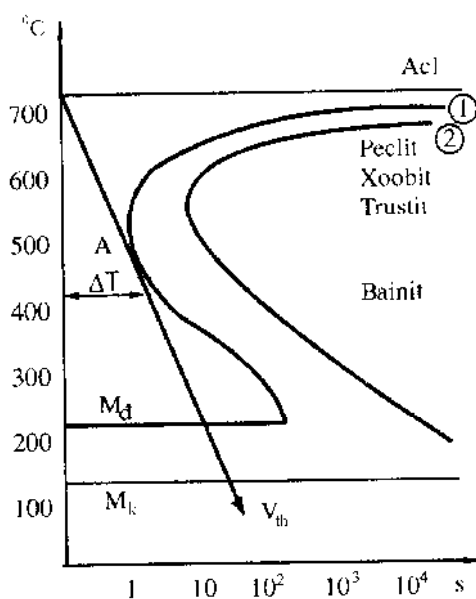
Khi làm nguội chậm hay nguội nhanh, auxtenit sẽ quyết định việc hình thành cấu trúc của thép như mịn, cứng, bền, dẻo hay dai.

## 3. Các chuyển biến của austenit khi làm nguội chậm

### a. Giữ để chuyển biến đẳng nhiệt của austenit quá nguội của thép cùng tích

Từ chế tạo thành khi làm nguội cũng phải chú ý vào nhiều yếu tố: thành phần, cách làm nguội v.v... Xét cho thép cùng tích có thành phần C = 0,8%.

Giun đở chuyển biến đẳng nhiệt của austenit quá nguội của thép cùng tích (giun đở chế "C").



Hình 9.2 Giữ để chế "C" của thép cùng tích

Làm nguội ở nhiệt độ các nhiệt độ khác nhau để với austenit của thép cùng tích, rồi đo các thí nghiệm để được và kết thúc chuyển biến austenit thành hỗn hợp ferit – xementit ta được các giới hạn như biểu đồ bên có dạng của hai hình chữ C, trong đó chữ C đầu tiên bên trái biểu thị bắt đầu chuyển biến, chữ C thứ hai biểu thị sự kết thúc của chuyển biến austenit  $\rightarrow$  hỗn hợp ferit + xementit.

Đây là giới hạn rất quan trọng để với nhiệt luyện, để có sự nguội rất nhiều để xác định các tổ chức hình thành sau khi làm nguội.

### **b. Các sự phân hủy của sự phân hóa để nguội của austenit quá nguội**

Trên giới hạn (hình 9.2) có năm khu vực rõ rệt: ở trên 727 độ C là khu vực tồn tại của austenit đơn lẻ, bên trái đường C thứ nhất – austenit quá nguội, giữa hai đường C – austenit chuyển biến (có ba pha  $\gamma$ ,  $\alpha$  và Xe), bên phải đường C thứ hai – các sự phân hủy phân hóa của austenit – hỗn hợp ferit + xementit, dưới đường  $M_d$  (220 độ C) – mactenxit và austenit đơn.

### **c. Sự phân hóa của austenit khi làm nguội liên tục**

Trong thực tế thường dùng cách làm nguội liên tục. Có thể lấy dạng giới hạn chuyển biến để nguội nhiệt độ trên để xác định tổ chức tạo thành khi làm nguội với tốc độ khác nhau.

Đặc điểm của sự phân hóa austenit khi làm nguội liên tục là:

Với các tốc độ nguội khác nhau, austenit bị quá nguội đến các nhiệt độ khác nhau (tính từ điểm gặp đường cong chữ C)

Tổ chức đầu tiên của thép nguội là không nguội hết trên toàn tiết diện nhất là trong trường hợp tiết diện lớn. Do đó ngoài bao giờ cũng bị nguội nhanh hơn ở trong lõi nên bao giờ cũng có tổ chức với độ nguội cao hơn.

## **4. Chuyển biến của austenit khi làm nguội nhanh**

Khi nung nóng để có austenit rồi sau đó làm nguội nhanh thích hợp thì austenit không kịp phân hóa thành hỗn hợp ferit + xementit, mà austenit bị quá nguội xuống đến tận nhiệt độ  $M_d$  và chuyển biến thành mactenxit. Tốc độ nguội nhanh để có chuyển biến này phải lớn hơn hay bằng giá trị từ  $v_{th}$  (hình 9.2), tốc độ nguội với các đường biểu diễn không cắt đường cong chữ C).

### **a. Bản chất của mactenxit**

Mactenxit là dung dịch rắn xen kẽ quá bão hòa của cacbon trong  $Fe_\alpha$  với nồng độ cacbon bằng nồng độ cacbon của austenit và có độ nguội cao.

Do khi làm nguội nhanh, dung dịch rắn của cacbon trong  $Fe_\gamma$  (austenit) chuyển thành dung dịch rắn của cacbon trong  $Fe_\alpha$ :  $Fe_\gamma(C) \rightarrow Fe_\alpha(C)$

Tất cả cacbon nằm trong austenit không kịp khuếch tán và sẽ chuyển toàn bộ sang mạng của ferit, nên nồng độ cacbon của hai pha này phải bằng nhau. Như vậy lượng cacbon trong mactenxit bằng quy tắc định hoàn toàn bởi lượng cacbon trong austenit (chứ không phải trong thép).

Cacbon chui vào lỗ hổng của  $Fe_\alpha$  làm mạng tinh thể bị xô lệch, trở nên khó biến dạng dẻo và có độ nguội cao nhất (hỗn hợp xoocbit, trôxít và bainit, vì trong các

tổ chức này có hai pha, trong đó ferit dẻo dẻo biến đổi, còn  $\delta$  trong mactenxit chính bản thân mạng  $Fe_{\alpha}$ -ferit – bản xô lệch khó biến đổi dẻo).

### **b. Các đặc điểm chuyển biến của mactenxit**

Chuyển biến mactenxit xảy ra khi làm nguội liên tục và nhanh với tốc độ lớn hơn hoặc bằng tốc độ tối thiểu  $v_{th}$ , để nguội biến đổi liên tục để nguội không có tốc độ nguội cong chế (C).

Do xảy ra ở nhiệt độ thấp (nhỏ hơn  $200 \div 300^{\circ}C$ ) nên chuyển biến mactenxit là chuyển biến không khuếch tán: cacbon ở đây hầu như vẫn giữ nguyên vị trí, còn các nguyên tử sắt thì chuyển đổi vị trí từ kiểu mạng lập phương diện tâm sang thể tâm, nhưng sự dịch chuyển này cũng không lớn hơn một thông số mạng.

Chảy ra khi làm nguội trong khoảng nhiệt độ giữa hai điểm  $M_d$  (điểm bắt đầu) và  $M_k$  (điểm kết thúc). Làm nguội ở nhiệt độ cao hơn  $M_d$  chuyển biến mactenxit xảy ra, thậm chí làm nguội xuống dưới  $M_k$  chuyển biến mactenxit cũng không tiếp tục. Đây là chuyển biến xảy ra không hoàn toàn

### **c. Các tính chất của mactenxit**

Mactenxit là tổ chức quan trọng nhất để tạo thành khi tôi thép, quyết định các tính chất thép tôi. Nói chung mactenxit là pha cứng và giòn.

- Độ cứng của mactenxit.

Mactenxit là dung dịch rắn quá bão hòa của cacbon trong  $Fe_{\alpha}$ , do vậy độ cứng của mactenxit chủ yếu phụ thuộc vào lượng cacbon.

- Tính giòn của mactenxit

Nhóm các điểm của mactenxit là tính giòn cao, đặc điểm này có liên quan đến độ cứng và sự biến dạng suôn sẻ trong nó. Tuy nhiên tính giòn của mactenxit cũng dao động trong phạm vi khá rộng phụ thuộc vào sự yếu tố.

Độ cứng của mactenxit càng cao, tính giòn của nó càng lớn, do vậy thép càng nhiều cacbon sau khi tôi càng giòn. Tuy nhiên với cùng thành phần cacbon nhau và tôi đến độ cứng như nhau, nhưng tính giòn có thể khác nhau nếu điều kiện của tính chất mactenxit khác nhau.

## **5. Chuyển biến khi nung nóng thép đã tôi (chuyển biến khi ram)**

Sau khi tôi, ta để thép ở tổ chức mactenxit và một lượng austenit dư, để giảm austenit dư người ta phải nung nóng lên đến các nhiệt độ thấp hơn  $A_{c1}$ . Nguyên công đó để nguội là ram, là nguyên công bắt buộc sau khi tôi.

### **a. Tính không ổn định của mactenxit và austenit dư**

Theo giản đồ trạng thái Fe-C, ở nhiệt độ thấp hơn  $727^{\circ}C$  tổ chức ổn định của thép là hỗn hợp ferit + xêmentit (peclit), nhưng vẫn mactenxit và austenit dư là hai pha không ổn định và có xu hướng biến đổi về trạng thái tổ chức ổn định khác trên.

Tuy có hai pha mactenxit và austenit dư không ổn định và có xu hướng chuyển biến thành hỗn hợp ferit + xêmentit, nhưng để biến đổi có thể xảy ra để có hay không lại phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ nung nóng, tốc độ cung cấp năng lượng cho sự dịch chuyển các nguyên tử, sự giúp quá trình chuyển biến trên xảy ra đến mức nào. Ở nhiệt độ thấp, quá trình chuyển biến đó xảy ra với tốc độ vô cùng chậm,

có thể coi bằng không. Vậy nung nóng là yếu tố không thể thiếu để chuyển biến mactenxit và auxtenit.

**b. Các chuyển biến xảy ra khi ram**

Để phân tích các pha tạo thành trong quá trình ram có thể dùng phương pháp phân tích tia nhiễu xạ hay phương pháp đo dẫn nhiệt. Đo dẫn nhiệt là phương pháp thường dùng để xác định các chuyển biến khi ram, nó dựa trên sự khác nhau về nhiệt tích riêng của peclit, mactenxit và auxtenit: nhiệt tích riêng của mactenxit là lớn nhất rồi đến peclit và sau cùng bé nhất là của auxtenit ( $V_M > V_P > V_{As}$ ).

Khi nung nóng thép tôi (có thể chứa mactenxit và auxtenit) ngay khi ta thấy nhiệt tích giảm đi tức mactenxit chuyển biến thành peclit, nhiệt tích tăng lên tức auxtenit chuyển biến thành peclit.

**CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày cách xác định và điểm điểm các chuyển biến xảy ra khi nung nóng thép.
2. Trình bày các chuyển biến xảy ra khi gia nhiệt.
3. Trình bày các chuyển biến của austenit khi làm nguội chậm và khi làm nguội nhanh.
4. Trình bày các chuyển biến khi nung nóng thép đã tôi (chuyển biến khi ram).

## Bài 9. Ủ VÀ THỦY NG HÓA

Mục tiêu: Trình bày đặc điểm, mục đích và các phương pháp ủ và thủy ng hóa thép.

### I. Ủ thép

#### 1. Định nghĩa và mục đích

##### 1. Định nghĩa

Ủ thép là phương pháp nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt lâu rồi làm nguội chậm cùng lò để đạt được tổ chức ổn định peclit (đúng với giới hạn trạng thái với độ cứng thấp nhất và độ dẻo cao)

+ Nhiệt độ không có quy luật tổng quát, mỗi phương pháp có nhiệt độ nhất định.

+ Quá trình làm nguội với tốc độ rất chậm (nguội cùng với lò) để austenit phân hóa ở nhiệt độ cao gần  $A_{c1}$  cho ra peclit.

##### 2. Mục đích

Làm tăng độ dẻo để tiến hành dập, cán, kéo nguội.

Làm giảm hay mất ứng suất bên trong do gia công cắt khí, đúc, hàn.

Làm đồng đều thành phần hóa học trên vết đúc bất thiên tích.

Làm nhớt thép.

#### 2. Các phương pháp không chuyển biến pha

##### 1. Ủ thấp

Ủ thấp tiến hành ở các nhiệt độ  $200 \div 600^\circ\text{C}$  với mục đích làm giảm hay khử bớt ứng suất bên trong các vết đúc hay sản phẩm qua gia công cắt khí.

Nếu nhiệt độ ở  $200 \div 300^\circ\text{C}$  chỉ khử bớt một phần ứng suất bên trong, còn ở nhiệt độ cao hơn,  $450 \div 600^\circ\text{C}$  sẽ khử bớt hoàn toàn ứng suất bên trong.

Áp dụng vết đúc bằng gang quan trọng như thân máy yêu cầu phải khử bớt phần lớn ứng suất bên trong (tới  $70 \div 80\%$ ) để không gây cong lệch trọng tâm, thời gian tiến hành bằng các cách để lâu trong kho hay ngoài trời, ứng suất bên trong được giảm dần nhờ phản ứng sau hay gần mặt năm mặt để đạt giá trị như không đáng kể. Cách này quá tốn thời gian, gây lãng phí, để nguội sản phẩm, mất đáng kể sản xuất.

##### 2. Ủ ở $450 \div 600^\circ\text{C}$

Ở từ  $1 \div 2$  giờ sẽ khử bớt được hầu như hoàn toàn ứng suất bên trong. Hiện nay trong sản xuất cắt khí thường áp dụng cách này vì tiết kiệm được kho bãi, không gây lãng phí (khi đúc bằng thép sẽ biết ngay sau khi gia công cắt khí), không gây ra mất đáng kể sản xuất, tuy có tốn kém.

Sau khi gia công nguội (cắt, gọt, mài, dập nguội v.v...) ứng suất bên trong tăng lên như xecmăng sau khi mài, lò xo sau khi quăn nguội phải được ủ để giảm ứng suất dư  $(200 \div 450)^{\circ}\text{C}$ . Cách này không làm thay đổi đặc tính của thép.

### 3. Ủ kết tinh lại

Ủ kết tinh lại được tiến hành cho các thép biến dạng nguội, biến cứng còn khi phơi phôi tính dẻo, đặc tính như trước khi biến dạng, nhiệt độ kết tinh lại của thép là  $450^{\circ}\text{C}$ . Đối với thép cacbon, ủ kết tinh lại ở  $600 \div 700^{\circ}\text{C}$ .

Ủ kết tinh lại làm thay đổi đặc tính và thay đổi kích thước hạt, song không áp dụng cho thép vì phần biến cứng chỉ 2-8% sau khi kết tinh lại sẽ có hạt rất lớn, thép giòn. Để tránh thiếu sót này người ta dùng các phương pháp có chuyển biến pha.

## 3. Các phương pháp có chuyển biến pha

### 1. Ủ hoàn toàn

Ủ hoàn toàn là phương pháp với đặc điểm nung nóng thép tới trạng thái hoàn toàn là austenit, tức là phải nung cao hơn  $A_{c1}$  hoặc  $A_{cm}$

Áp dụng cho thép trung cùng tích với lượng cacbon trong khoảng  $0,3 \div 0,65\%$  nhằm hai mục đích làm mềm hạt, giảm đặc tính và tăng độ dẻo để dễ cắt gọt và dập nguội với đặc tính dẻo tốt là  $(160 \div 200)\text{HB}$ .

Nhiệt độ ủ hoàn toàn tính theo:  $t_u^0 = A_{c3} + (20 \div 30^{\circ}\text{C})$

Ví dụ:

Thép 0,3%C có  $A_{c3} = 840^{\circ}\text{C}$ ,  $t_u^0 = 860 \div 870^{\circ}\text{C}$

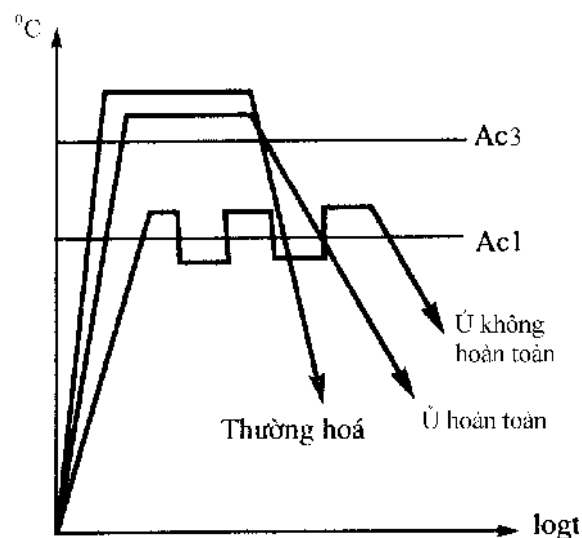
Thép 0,65%C có  $A_{c3} = 760^{\circ}\text{C}$ ,  $t_u^0 = 780 \div 790^{\circ}\text{C}$

### 2. Ủ không hoàn toàn và ủ cục bộ

- Ủ không hoàn toàn là phương pháp với đặc điểm nung nóng thép đến trạng thái không hoàn toàn là austenit, tức là mức cao hơn  $A_{c1}$  nhưng thấp hơn  $A_{c3}$  hay  $A_{cm}$ , chỉ có peclit chuyển biến thành austenit hạt nhỏ còn ferit hoặc xementit thì hai vẫn còn lại do vậy chúng vẫn giữ nguyên hình dạng và kích thước.

Áp dụng chủ yếu cho thép cùng tích và sau cùng tích, đôi khi cho thép trung (nhưng rất hiếm) cùng tích với lượng cacbon  $\geq 0,7\%$  với mục đích làm giảm đặc tính đến mức thấp nhất để có thể cắt gọt dễ dàng.

Phương pháp này không áp dụng cho thép trung cùng tích vì đây là loại thép kết cấu có yêu cầu cao về độ dai mà trong phương pháp này không làm nhỏ đặc tính hạt ferit, không làm tăng độ dai.



Hình 10.1 Các phương pháp ủ

Vậy nhiệt độ  $\theta$  không hoàn toàn là :

$$T_u^0 = A_{cl} + (20 \div 30) \approx 760 \div 780 \text{ }^\circ\text{C} \text{ đối với mẫu lõi thép cacbon.}$$

- Quá trình hóa là dòng chảy biến đổi của  $\theta$  không hoàn toàn trong đó nhiệt độ nung dao động tuần hoàn trên mức  $A_{cl}$  : nung lên  $760 \div 780 \text{ }^\circ\text{C}$  rồi làm nguội xuống  $650 \div 680 \text{ }^\circ\text{C}$  trong nhiều lần sẽ xúc tiến quá trình chuyển hóa của xementit thành peclit hết.

### 3. $\theta$ dòng nhiệt

Đối với thép hợp kim cao do auxtenit quá nguội có tính giòn dính quá lớn, làm nguội chậm cùng lò cũng không đạt được tổ chức peclit, nên thép không thể mềm dẻo cắt gọt nên  $\theta$  dòng nhiệt  $\theta$  nhiệt độ thấp hơn  $A_{cl}$  khoảng  $50^\circ\text{C}$  trong thời gian nhất định (theo giới hạn  $C$ ) sẽ nhận được tổ chức peclit.

Áp dụng cho thép hợp kim để rút ngắn thời gian  $\theta$ .

### 4. $\theta$ khuếch tán

$\theta$  khuếch tán là phương pháp  $\theta$  với tốc độ nung nóng thép lên đến nhiệt độ rất cao  $1100 \div 1150 \text{ }^\circ\text{C}$  trong nhiều giờ ( $10 \div 15$  giờ) để làm tăng khả năng khuếch tán, làm đều thành phần hóa học giữa các vùng.

Áp dụng cho thép hợp kim cao khi đúc bị thiên tích phải làm đều thành phần. Song sau khi  $\theta$  khuếch tán hết rồi to nguội đi cán nóng hoặc  $\theta$  lại theo một trong ba phương pháp  $\theta$  để làm nguội hết.

## II. Thép công nghệ hóa thép

### 1. Định nghĩa

Thép công nghệ hóa là phương pháp nhiệt luyện giảm nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là auxtenit (cao hơn  $A_{c3}$  hay  $A_{cm}$ ) giữ nhiệt rồi làm nguội tiếp theo trong không khí tĩnh để auxtenit phân hóa thành tổ chức giòn giòn dính, peclit hay xocbit với độ cứng tăng đáng kể.

- Nhiệt độ thép công nghệ hóa

$$t_{th}^0 = A_{c3} + (20 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ cho thép trước cùng tích}$$

$$t_{th}^0 = A_{cm} + (20 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ cho thép sau cùng tích}$$

- Tốc độ nguội trong không khí tĩnh, không phải dùng lò nên kinh tế hơn  $\theta$

- Tổ chức và tính chất so với  $\theta$ , tổ chức đạt được là giòn cân bằng với độ cứng cao hơn  $\theta$  đôi chút.

### 2. Mục đích và lĩnh vực áp dụng

Thép công nghệ hóa nhằm đạt được tính hợp lý gia công cắt gọt cho thép cacbon thấp ( $< 0,25\%$ ). Nếu  $\theta$  hoàn toàn, độ cứng sẽ thấp ( $< 140 \div 160\text{HB}$ ), quá dẻo, phơi khô gãy nên khó cắt gọt, nếu thép công nghệ hóa sẽ có độ cứng cao hơn, thích hợp với gia công cắt gọt.

Làm nguội xementit chủ yếu để cho nhiệt luyện kết thúc. Thép công nghệ áp dụng cho các thép kết cấu trước khi tôi bề mặt.

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu đặc điểm, mục đích của và thĩng hóa thép.
2. Trình bày các phĩng pháp và thĩng hóa thép.

## Bài 10. TÔI THÉP

Mục tiêu: Trình bày được mục đích và các phương pháp tôi thép.

### 1. Định nghĩa và mục đích

#### a. Định nghĩa

Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép lên cao quá nhiệt độ  $A_{c1}$  để làm xuất hiện austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh thích hợp để biến nó thành mactenxit hay tổ chức không ổn định khác với độ cứng cao.

#### b. Mục đích

- Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn, kéo dài tuổi thọ của chi tiết máy chịu tải làm việc mài mòn và các dụng cụ.

Thép phải có lượng cacbon trung bình trở lên, thường là  $\geq 0,3\div 0,4\%$ , với độ cứng sau khi tôi  $\geq 50\text{HRC}$

- Nâng cao độ bền và sức chịu tải của chi tiết máy. Tôi là nguyên công không thay đổi và nó quyết định khả năng làm việc của các chi tiết máy dưới tải trọng.

### 2. Nhiệt độ tôi

- Đối với thép trung cùng tích và cùng tích ( $< 0,8\% \text{C}$ ), nhiệt độ tôi phải lấy cao hơn  $A_{c3}$  để nung nóng thì trạng thái hoàn toàn là austenit (tôi hoàn toàn).

$$t_{\text{tôi}}^{\circ} = A_{c3} + (30\div 50 \text{ } ^{\circ}\text{C})$$

Cacbon tăng lên từ  $0,1\div 0,8$  nhiệt độ tôi giảm đi

$$\text{Thép } 0,2\% \text{C } A_{c3} = 860 \text{ } ^{\circ}\text{C}, t_{\text{tôi}}^{\circ} = 890\div 910 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Thép } 0,4\% \text{C } A_{c3} = 820 \text{ } ^{\circ}\text{C}, t_{\text{tôi}}^{\circ} = 850\div 870 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Thép } 0,8\% \text{C } A_{c3} = 730 \text{ } ^{\circ}\text{C}, t_{\text{tôi}}^{\circ} = 760\div 780 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

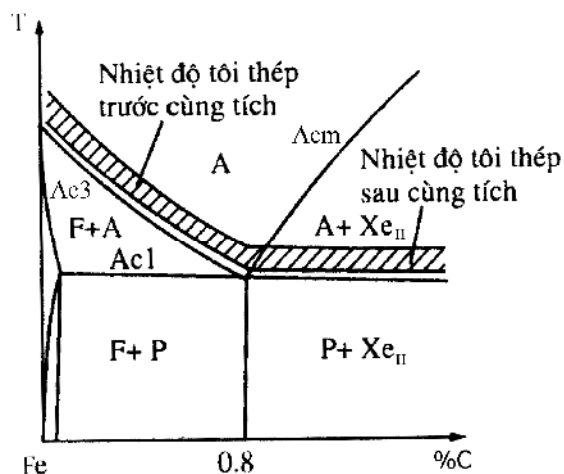
Tổ chức sau khi tôi là mactenxit+austenit dư

- Đối với thép sau cùng tích ( $> 0,8\% \text{C}$ ), nhiệt độ tôi chỉ lấy cao hơn  $A_{c1}$ , để nung nóng thép thì trạng thái không hoàn toàn là austenit ( $\gamma + \text{Xe}$ ) (tôi không hoàn toàn).

$$t_{\text{tôi}}^{\circ} = A_{c1} + (30\div 50 \text{ } ^{\circ}\text{C}) = 760\div 780 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Lượng cacbon thay đổi từ  $(0,8\div 1,3)\%$  hay cao hơn đều có nhiệt độ tôi gần nhau.

Tổ chức sau khi tôi: mactenxit+xementit II+austenit dư.



Hình 11.1 Sơ đồ chọn nhiệt độ tôi thép

### 3. Tốc độ tôi thép và độ thấm tôi

Tốc độ tôi thép là tốc độ nguội nhanh nhất cần thiết để austenit chuyển biến thành mactenxit.

Tốc độ tôi thép của thép càng nhỏ thì càng dễ tôi, tức là không cần làm nguội nhanh cũng có thể đạt được tổ chức mactenxit. Việc làm nguội chậm cũng có thể đạt tổ chức mactenxit là rất có lợi vì nó có khả năng tạo ra độ cứng cao đồng thời biến dạng nhỏ và không biến dạng, điều này rất quan trọng đối với chi tiết có hình dạng phức tạp.

Độ thấm tôi là chiều dày của lớp tôi cứng có tổ chức mactenxit. Ý nghĩa của độ thấm tôi là cho biết khả năng hóa bền của thép bằng tôi-ram, hay nói cho đúng hơn là biểu thị tốc độ tiến triển của chi tiết được hóa bền như tôi+ram.

### 4. Các phương pháp tôi thép và các môi trường tôi

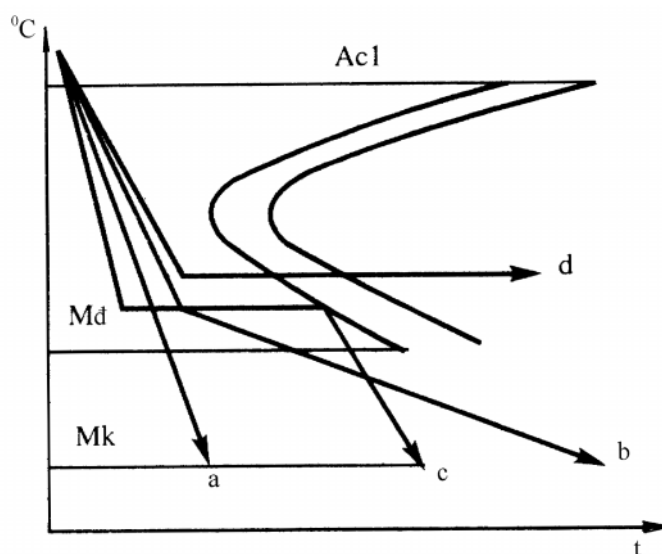
#### a. Tôi trong môi trường

Nước lạnh (có  $v_{th}$  lớn), là môi trường tôi cho thép cacbon nhưng không thích hợp cho chi tiết có hình dạng phức tạp (hình 11.2a).

Để làm nguội chậm thép chỉ cần hai khoảng nhiệt độ do đó ít gây biến dạng, nứt nhỏ nhưng khả năng tôi lại kém.

#### b. Tôi trong hai môi trường

Cách tôi này lại dễ dàng được chia hai giai đoạn của nước và dầu. Thông thường thép tôi được làm nguội trong môi trường tôi mạnh: nước, nước pha muối đến khi sắp xảy ra chuyển biến mactenxit ( $300 \div 400^\circ\text{C}$ ) rồi chuyển sang làm nguội chậm trong môi trường tôi yếu: dầu hay không khí cho đến khi nguội hẳn. Nhờ vậy vừa đảm bảo cho thép cứng, vừa ít gây biến dạng, nứt (hình 11.2b).



Hình 11.2 Các phương pháp tôi

#### c. Tôi phân cấp

Cách tôi này khác phức tạp khó khăn và xác định thời gian chuyển môi trường cách tôi trên. Trong cách này thép tôi được nhúng vào môi trường lỏng nóng chảy có nhiệt độ cao hơn điểm  $M_d$  khoảng  $50 \div 100^\circ\text{C}$ , thép bị nguội đến nhiệt độ này và giữ nhiệt độ đồng đều nhiệt độ trên tiến triển (thường kéo dài  $3 \div 5$  phút), sau đó rồi làm nguội ngoài không khí để chuyển biến mactenxit. Ưu điểm của cách tôi này là vừa đạt được độ cứng đồng đều suất bên trong rất nhỏ, độ biến dạng thấp nhất, thậm chí có thể sửa chữa sau khi làm nguội phân cấp khi thép còn dẻo (hình 11.2c).

#### **d. Tôi nguội nhiệt**

Giữ nhiệt thời gian (hàng giờ) trong môi trường nóng chảy để austenit quá nguội phân hóa hoàn toàn thành hỗn hợp ferit + xementit như mịn, có độ cứng tăng đáng kể và độ dai tốt. Sau khi tôi nguội nhiệt không phải ram (hình 11.2d).

#### **5. Công nghệ luyện thép**

Công nghệ luyện thép là quá trình tiến hành hai công đoạn hóa bền cùng một lúc: biến đổi austenit rồi tôi ngay. Kết quả là được mactenxit như mịn với độ sạch mức cao, như đó được các sản phẩm rất cao giá trị bền, dẻo và dai. Sau công nghệ luyện, thép được ram theo 100÷200 độ C

Công nghệ luyện có độ bền cao hơn khoảng 10÷20%; dẻo, dai có thể tăng đến gấp hai lần so với nhiệt luyện rồi tôi và ram theo.

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày định nghĩa và mục đích của tôi thép.
2. Trình bày các yêu cầu để thực hiện cho quá trình tôi thép như nhiệt độ tôi, tốc độ tôi và độ thấm tôi.
3. Trình bày các phương pháp tôi thích, các môi trường tôi và công dụng của tôi thép.
4. Trình bày đặc điểm của công nghệ luyện thép.

## Bài 11. RAM THÉP

---

**Mục tiêu :** Trình bày được mục đích và các phương pháp ram thép.

### I. Định nghĩa và mục đích

Ram là phương pháp nhiệt luyện nung nóng thép đã tôi thành tổ chức mactenxit lên đến các nhiệt độ thấp hơn  $A_{c1}$  để mactenxit và auxtenit được phân hóa thành các tổ chức có tính phù hợp với yêu cầu làm việc.

- Ram thép là nguyên công bắt buộc khi tôi thép thành mactenxit.
- Yêu cầu quyết định nhiệt độ tổ chức và tính chất thép đã tôi khi ram là nhiệt độ.

Mục đích ram thép

- Làm giảm hoặc loại bỏ ứng suất bên trong.
- Biến đổi tổ chức sau khi tôi công, dön thành các tổ chức có đặc tính thích hợp song dẻo, dai hơn phù hợp với điều kiện làm việc.

### II. Các phương pháp ram

#### 1. Ram thấp

Ram thấp là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng  $150 \div 250^\circ\text{C}$ , tổ chức được tạo ra là mactenxit ram.

Sau khi ram, độ cứng không giảm đi hoặc chỉ giảm rất ít ( $1 \div 2$  HRC), cá biệt có trường hợp lại tăng lên (do auxtenit chuyển thành mactenxit), còn ứng suất bên trong giảm đi do đó có tính dẻo, dai tốt hơn, khó phá hủy dön hơn.

Ram thấp áp dụng cho dụng cụ và chi tiết máy cần độ cứng, tính chống mài mòn cao (từ 56÷64 HRC) như lưỡi cưa, dao cắt, khuôn dập nguội, bánh răng, chi tiết thỏi cacbon, vòng bi, trục, chốt v.v...

#### 2. Tôi ram

Tôi ram là cách tôi rồi làm nguội không triệt để, tôi chỉ thực hiện trong thời gian ngắn vài đến vài chục giây, sau đó nhiệt độ của lõi hay của các phần khác của vật tôi truyền đến, nung nóng và tiến hành ram ngay phần vỏ đã được tôi. Sau tôi ram không phải ram tiếp.

Tôi ram được thực hiện ngay rồi khi tôi cảm ứng các chi tiết lớn (bằng máy, trục dài, trục v.v...).

#### 3. Ram trung bình

Ram trung bình là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng  $300 \div 450^\circ\text{C}$ , tổ chức được tạo ra là troxit ram.

Sau khi ram trung bình, độ cứng thép tôi giảm đi rõ rệt nhưng vẫn còn khá cứng ( $40 \div 45$  HRC), trong khi đó ứng suất bên trong giảm mạnh, giảm hẳn đàn hồi được giá trị cao nhất, dẻo, dai tăng lên.

Ram trung bình áp dụng cho các chi tiết máy, các dụng cụ công dụng thông dụng đời cao và đàn hồi như lò xo, nhíp, khuôn dập nóng, khuôn rèn v.v...

#### 4. Ram cao

Ram cao là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng (500÷650 °C), chỉ cần tôi lại là xocbit ram.

Sau khi ram thép tôi giảm đi rất nhiều, thép trở nên thông dụng đời m (15÷25HRC), khi đó hoàn toàn không suất bên trong, đó bên tuy có giảm đi một phần nhưng độ dẻo, độ dai tăng lên rất nhiều.

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày định nghĩa và mục đích của ram thép.
2. Trình bày các phương pháp ram thép.

## Bài 12. CÁC KHUYẾT TẬT XẢY RA KHI NHIỆT LUYỆN THÉP

---

Mục tiêu: Trình bày được các khuyết tật thường xảy ra khi nhiệt luyện thép.

### 1. Biến dạng và nứt

#### a. Nguyên nhân

Nguyên nhân là do ứng suất bên trong (nhiệt độ và thể tích) mà chủ yếu do làm nguội nhanh khi tôi.

#### b. Giảm ứng suất

Giảm ứng suất bên trong bằng cách nung nóng và để biết là làm nguội với tốc độ hợp lý để đạt được yêu cầu, không nên dùng tốc độ nguội quá cao mà cách không cần thiết.

Các trục dài nên nung treo để tránh cong.

Khi làm nguội phải làm đúng theo các quy tắc nhúng thùng để nguội, phần dày xuống trục.

Nên tiến hành tôi phân cấp, hạn chế nhiệt độ khi tôi.

Với các vật liệu thì tôi trong khuôn ép.

#### c. Khúc phục

- Khi biến dạng, với mức độ biến dạng chỉ tính như trục dài, trục, có thể đem nung nóng hoặc nguội. Còn khi biến dạng thì không sửa được.

### 2. Oxy hóa

Là hiện tượng tạo nên vảy oxyt (do sự kết hợp với oxy) và mất cacbon ở bề mặt (cacbon kết hợp với oxy).

Nguyên nhân và tác hại:

+ Nguyên nhân là do môi trường nung có chứa các thành phần gây oxy hóa như oxy,  $CO_2$  và hơi nước trong không khí.

+ Thoát cacbon xảy ra hiện là oxy hóa và khi oxy hóa thường đi kèm với thoát cacbon.

+ Tác hại của oxy hóa là tạo nên vảy oxyt sít, bong ra làm sai kích thước, làm xấu bề mặt sản phẩm. Còn thoát cacbon khó nhận thấy bằng mắt, song sẽ làm giảm độ cứng khi tôi.

Ngăn ngừa tốt nhất là nung nóng không khí.

Khi đã xảy ra oxy hóa, rất khó khắc phục. Khi thoát cacbon có thể dùng cách thấm cacbon lại, song sẽ làm tăng biến dạng.

### 3. Để nguội không đúng

Đúc công không phải là loại kỹ thuật tốt mà đúc công có giá trị cao hơn so với giá trị quy định cho mỗi thành phần cacbon và phần hợp pháp nhiệt luyện.

Đúc công cao xảy ra khi và thông qua hóa thép hợp kim chứa độ nhiệt độ, thời gian gia nhiệt ngắn. Làm nguội không đủ chậm theo yêu cầu.

Đúc công thấp xảy ra khi tôi, đúc công thấp quy định do đó không đảm bảo khả năng làm việc. Nhiệt độ chứa độ, thời gian gia nhiệt ngắn. Làm nguội không đủ nhanh theo yêu cầu để tạo nên mactenxit hay do thoát cacbon bề mặt.

#### 4. Tính giòn cao

Sau khi tôi, thép giòn quá mức trong khi đúc công vẫn ở mức cao bình thường. Nguyên nhân là do nhiệt độ nung tôi quá cao, hạt thép bị lớn.

Khắc phục bằng cách thông qua hóa để làm hạt nhỏ đi rồi tôi lại, nhưng dễ tăng biến dạng.

#### 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ và tầm quan trọng của kiểm soát nhiệt

Nhiệt độ là yếu tố quyết định nhiệt chuyển động nhiệt luyện để đúc công. Thiếu nhiệt hoặc quá nhiệt đều làm xấu chất lượng. Sai số kiểm soát trong nhiệt luyện thép chỉ  $\pm 10$  độ C, nên việc kiểm tra nhiệt độ có ý nghĩa quan trọng hàng đầu.

Kiểm tra nhiệt độ nung chính là việc quan trọng đầu tiên. Thông qua dùng các cách sau đây:

Đôi khi 400÷500 độ C dùng nhiệt kế thủy ngân.

Đôi khi 1600 độ C dùng bộ cặp nhiệt và milivon kế.

Khi nung nóng cao hơn 550 độ C bắt đầu xuất hiện màu mà mỗi màu tương ứng từng vùng với mức thông qua nhiệt độ xác định:

+ Đỏ: 700÷830 độ C

+ Da cam: 850÷900 độ C

+ Vàng: 1050÷1250 độ C

+ Trắng: 1250÷1300 độ C

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các kỹ thuật tốt biến dạng, nung, oxy hóa, đúc công không tốt và tính giòn cao.
2. Trình bày các yếu tố ảnh hưởng của nhiệt độ và tầm quan trọng của kiểm soát nhiệt.

## Bài 13. HÓA BỊN BỊ MỊT THẾP

Mục tiêu: Trình bày đĩc khái niệm và các phĩng pháp hóa bĩn bĩ mĩt thép.

### I. Khái niệm và hóa bĩn bĩ mĩt

Bĩ mĩt chỉ tỉt máy là phĩn chỉ tỉt có yêu cầu cao nhĩt: chĩu ĩng suất tác đĩng ĩn nhĩt, chĩu mài mòn khi ma sát. Tĩp xúc vĩi môi trĩng và có thĩ bĩ hĩ mài mòn khi làm vĩc. Nhiĩu chỉ tỉt chĩ yêu cầu bĩ mĩt có đĩ cĩng, đĩ bĩn cao trong khi đó ĩĩ vĩn mĩm, đĩo, dai.

Đĩ đĩ đĩc yêu cầu trên, ngĩĩi ta phĩi dùng các cách biĩn đĩi tĩ chĩ cĩ a ĩĩp bĩ mĩt theo phĩng hĩĩng hóa bĩn (làm cĩng). Trong chĩ tĩo cĩ khí, ngĩĩi ta cũng thĩĩng dùng các phĩng pháp cĩ hĩc: phun bi, ĩĩn ép, đĩp làm biĩn đĩng đĩo, biĩn cĩng, nâng cao đĩ cĩng bĩ mĩt thép, song có hiĩu quĩ không cao, năng suất thĩp. Các phĩng pháp tĩi bĩ mĩt và hóa nhiĩt luyĩn có nhiĩu ĩĩ đĩĩm hĩn.

Tĩi bĩ mĩt là phĩĩng pháp hóa bĩn có hiĩu quĩ vĩi năng suất cao, hiĩn đĩc ấĩ đĩng phĩ biĩn trong chĩ tĩo cĩ khí. Có nhiĩu phĩĩng pháp tĩi bĩ mĩt song đĩ a trên nguyên lý chung là: nung nóng thĩt nhanh bĩ mĩt đĩn nhiĩt đĩ tĩi, trong khi ĩĩ vĩn nguĩi. Khi làm nguĩi nhanh tĩp theo chĩ làm cho bĩ mĩt bĩ tĩi và trĩ nĩn cĩng, còn ĩĩ không có chuyĩn biĩn tĩ chĩ cĩ tĩ vi, vĩn mĩm.

### II. Tĩi bĩ mĩt bĩng nung nóng cĩ mĩĩng cao tĩn

#### 1. Nguyên lý chung

Nguyên lý chung đĩ nung nóng bĩ mĩt là ĩĩi đĩng hiĩn tĩĩng cĩ mĩĩng đĩĩn tĩ, khi vĩt đĩn có dòng đĩĩn xoay chĩĩu chĩy qua sĩ tĩo ra quanh nó mĩt tĩ trĩĩng biĩn thiên, nĩu đĩt trong tĩ trĩĩng này mĩt chỉ tỉt kim ĩĩi thì do sĩ biĩn thiên cĩ a tĩ trĩĩng sĩ sinh ra sĩ cĩ đĩĩn đĩng cĩ mĩĩng, trên bĩ mĩt kim ĩĩi sĩ xuĩt hiĩn dòng đĩĩn cĩ mĩĩng cùng tĩn sĩ, chính nó sĩ nung nóng nhanh bĩ mĩt đĩn nhiĩt đĩ tĩi. Thĩĩng dùng dòng đĩĩn có tĩng sĩ cao tĩi hàng nghìn, hàng chĩ cĩ vĩn Hz.

#### 2. Thiĩt bĩ nung nóng cĩ mĩĩng

Tĩn sĩ cĩ a dòng đĩĩn quyĩt đĩĩnh chĩĩu dày ĩĩp nung nóng do đó quyĩt đĩĩnh chĩĩu sâu ĩĩp tĩi cĩng.

Các chỉ tỉt ĩĩn cĩn ĩĩp tĩi dày (4÷5mm) do vĩy phĩi dùng các thiĩt bĩ phát dòng đĩĩn có tĩng sĩ không cao ĩĩm, 2500 và 8000 Hz nhĩng có công suất ĩĩn thĩĩng là hàng KW trĩĩn.

Các chỉ tỉt nhĩ cĩn ĩĩp tĩi mĩĩng (1÷2mm) do vĩy phĩi dùng các thiĩt bĩ phát dòng đĩĩn có tĩn sĩ rĩĩt cao cĩ hàng chĩ cĩ vĩn Hz.

#### 3. Tĩ chĩ c và tĩĩng chĩĩt cĩ a thép tĩi cĩ mĩĩng

Đĩ đĩm bĩĩ đĩng thĩi yêu cầu sau khi tĩi có bĩ mĩt cĩng song trong ĩĩ vĩn đĩ mĩm, đĩo, thép tĩi cĩ mĩĩng thĩĩng là ĩĩi thép cacbon hay thép hĩp kim thĩp có đĩ thĩm tĩi không cao, có ĩĩĩng cacbon trung bình 0,40÷0,60 %

### 1. Tác dụng

Nung công mangan với tốc độ rất nhanh tại nhiệt độ chuyển biến pha  $A_{c1}$ ,  $A_{c3}$ . Nhiệt độ tối ưu lý cao hơn so với cách nung thông thường là  $100 \div 200$  °C

Độ quá nhiệt cao nên tốc độ chuyển biến pha khi nung rất nhanh, thời gian chuyển biến ngắn, hạt austenit rất nhỏ mịn nên khi tôi được mactenxit rất nhỏ.

### 2. Công tính

Với thành phần cacbon và tốc độ nhỏ, sau khi tôi công mangan thép có độ cứng bề mặt ( $56 \div 62$  HRC), lõi dẻo dai ( $10 \div 25$  HRC), bề mặt vừa chịu mài mòn, chịu ma sát vừa chịu được tải trọng cao và va đập, rất thích hợp với chế tạo bánh răng, trục truyền, trục khuỷu v.v... Lớp bề mặt sau khi tôi công mangan sẽ chịu ứng suất nén dãn, có thể đạt đến  $800 \text{ N/mm}^2$  nên có thể nâng cao giới hạn mỏi.

## 4. Ưu nhược điểm của thép tôi công mangan

Ưu nhược điểm

- Năng suất cao do thời gian nung ngắn vì chỉ nung lớp bề mặt vật tôi.

- Dễ tôi đồng hóa, dễ khí hóa, giảm nhu cầu điều kiện làm việc của công nhân.

Nhược điểm của tôi công mangan là khó áp dụng cho các chi tiết có hình dạng phức tạp, tiết diện thay đổi đột ngột do khó chế tạo vòng công mangan thích hợp. Khi sản xuất đến chi tiết hoặc loạt nhỏ, tính kinh tế thấp.

## III. Hóa nhiệt luyện

### 1. Nguyên lý chung

Hóa nhiệt luyện là phương pháp nhiệt làm khuếch tán vào bề mặt của thép mặt hay nhiều nguyên tố để làm thay đổi thành phần hóa học do đó làm biến đổi tính chất và tính chất của lớp bề mặt theo mục đích đã định.

- Nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn, và độ bền mỏi của chi tiết với môi trường cao hơn so với bề mặt thép thấm cacbon, nitơ, cacbon-nitơ, bo.

- Nâng cao tính chống ăn mòn điện hóa và hóa học (chống oxy hóa ở nhiệt độ cao) như thép crom, nhôm, silic.

Các giai đoạn của hóa nhiệt luyện gồm:

- Phân hóa: chất thép sinh ra nguyên tố ở trạng thái hoạt tính có nồng độ cao ở bề mặt chi tiết.

- Hấp thụ: các nguyên tố hoạt tính được hấp thụ vào bề mặt thép với nồng độ cao, tạo ra độ chênh lệch nồng độ giữa bề mặt và lõi.

- Khuếch tán: các nguyên tố hoạt tính ở lớp hấp thụ sẽ đi sâu vào bên trong theo chiều khuếch tán, tạo nên lớp thấm với chiều sâu nhất định.

Nhiệt độ càng cao, chuyển động nhiệt của nguyên tử càng mạnh, tốc độ khuếch tán càng lớn, tốc độ thấm càng nhanh đạt chiều sâu quy định.

## 2. Thấm cacbon

Thấm cacbon là phương pháp hóa – nhiệt luyện bao gồm làm khuếch tán cacbon vào bề mặt của thép cacbon thấp ( $0,1 \div 0,25\%$ ) sau đó tôi và ram thép để bề mặt có độ cứng cao còn lõi vẫn dẻo vẫn dai (khi nói thấm cacbon là hàm ý đã có tôi).

Mục đích chủ yếu của thấm cacbon là làm tăng độ cứng cho bề mặt của thép (có thể từ trên 60HRC), có tính chống mài mòn cao, chịu tải tốt, còn lõi vẫn dẻo dai.

Nhiệt độ thấm cacbon cao hơn  $Ac_3$  của thép tức trong khoảng  $900 \div 950^\circ C$ .

Đối với thép có bản chất hạt lớn không nên thấm quá  $930^\circ C$ , tức chỉ nên  $900 \div 920^\circ C$ .

Thời gian thấm phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày yêu cầu của lớp thấm cacbon.

Nhiệt độ thấm càng cao thời gian càng ngắn, nhưng nhiệt độ thấm cao nhất phụ thuộc vào loại thép.

### 1. Chất thấm thường.

+ Chất thấm chủ yếu là than gỗ (hay mùn của) –  $80 \div 95\%$  và loãng như các muối cacbonat ( $Na_2CO_3$ ,  $BaCO_3$  v.v...) hoặc muối khác có tác dụng xúc tác, làm tăng nhanh quá trình thấm. Dùng giấm, dấm hành.

### 2. Chất thấm theo khí

- + Có thể dùng trực tiếp các khí thấm như CO hoặc  $CH_4$  để thấm.
- + Năng suất cao, thời gian thấm thường ngắn.
- + Chất loãng tốt, bề mặt thấm đạt độ C quy định trong lớp thấm.
- + Dễ công nghệ hóa, điều kiện lao động tốt.

### 3. Chất thấm theo lỏng

+ Ít dùng do năng suất thấp, chi phí đắt cho chi tiết nhỏ; điều kiện lao động xấu.

Sau khi thấm xong đem tôi ngay mà không nung nóng lại.

Thấm cacbon cũng cho tính, công dụng như tôi bề mặt: bề mặt cứng, lõi dẻo như thép có độ cứng cao hơn ( $52 \div 58$  HRC ở bề mặt,  $10 \div 25$  HRC ở lõi), do đó bề mặt tính chống mài mòn và chịu tải tốt hơn.

Thấm cacbon thường dùng để áp dụng cho chi tiết làm việc trong điều kiện ngắn hạn. Ví dụ cùng là bánh răng như ngà ô tô thì thấm cacbon, máy cắt thì chỉ cần tôi bề mặt. Tuy có ưu việt hơn về mặt tính, song thấm cacbon có giá thành đắt hơn do tốn nhiệt, thời gian dài, năng suất thấp hơn.

### 3. Thấm nitơ

Thấm nitơ là phương pháp nhiệt luyện làm khuếch tán nitơ vào bề mặt thép, nhằm mục đích chủ yếu là nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn (mạnh hơn so với thép cacbon), nâng cao giới hạn bền của thép cacbon và tôi bề mặt, có bề mặt bóng mịn, chống gỉ tốt. Độ cứng cao ( $65 \div 70$  HRC) của lớp thấm nitơ là bền chắc tự nhiên của nó, không phải qua nhiệt luyện như thép cacbon.

- Sau khi thấm không tiến hành tôi và mài.

- Thép dùng để thấm thường là thép hợp kim đặc biệt.

- Lớp thấm cứng hơn và độ cứng này giữ được ngay cả khi làm việc ở trên  $500^{\circ}\text{C}$  vì theo giản đồ trạng thái Fe-N thì chuyển pha lớp thấm không thay đổi khi nhiệt độ thấp hơn  $591^{\circ}\text{C}$ , trong khi đó độ cứng của lớp thấm cacbon bị giảm mạnh khi nhiệt độ vượt quá  $200^{\circ}\text{C}$  do mactenxit bị phân hóa khi ram.

- Thấm nitơ được áp dụng chủ yếu cho những chi tiết cần độ cứng và tính chống mài mòn rất cao, làm việc ở nhiệt độ tới  $500 \div 600^{\circ}\text{C}$ , những chi tiết không lớn (do lớp thấm mỏng) như trục, bánh răng, dụng cụ cắt gọt, dụng cụ đo.

- Thấm nitơ cũng được áp dụng để nâng cao độ bền mỏi như các trục khuỷu quan trọng.

### 4. Thấm cacbon – nitơ

Thấm cacbon – nitơ là phương pháp hóa nhiệt luyện làm khuếch tán đồng thời cacbon và nitơ vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn. Thường tiến hành thấm cacbon – nitơ ở hai trường hợp: lỏng và khí.

Thấm cacbon – nitơ ở trường hợp còn có tên gọi là thấm xyanua vì được tiến hành trong các bể muối xyanua có tính đặc biệt cao, do đó chỉ áp dụng khi thiết bị thích hợp.

- Thấm ở  $820 \div 850^{\circ}\text{C}$  áp dụng cho thép cacbon trung bình ( $0,3 \div 0,40\%$ ) như trục, bánh răng và các loại khuôn dập nguội.

- Thấm ở  $900 \div 950^{\circ}\text{C}$  áp dụng cho thép cacbon thấp ( $\leq 0,25\%$  thay cho thép cacbon).

- Sau khi thấm không tôi, ram hay mài.

Thấm cacbon-nitơ trường hợp khí là công nghệ nhiệt luyện thông dụng tiên tiến nhất và đã thay thế dần dần công nghệ thấm cacbon trong sản xuất các chi tiết quan trọng như trục, bánh răng v.v... Sau khi thấm cacbon-nitơ trường hợp khí, chi tiết cũng phải tôi và ram như thép cacbon nhưng do nhiệt độ không cao, thời gian ngắn hơn nên kích thước biến dạng nhỏ và tôi trục tiếp tục nhiệt độ thấm nên biến dạng nhỏ.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm và hóa bền bề mặt tác dụng.
2. Trình bày cách tôi bề mặt bằng nung nóng chậm ở nhiệt độ cao.
3. Trình bày đặc điểm, nguyên lý chung và các phương pháp hóa bền bề mặt thép.