

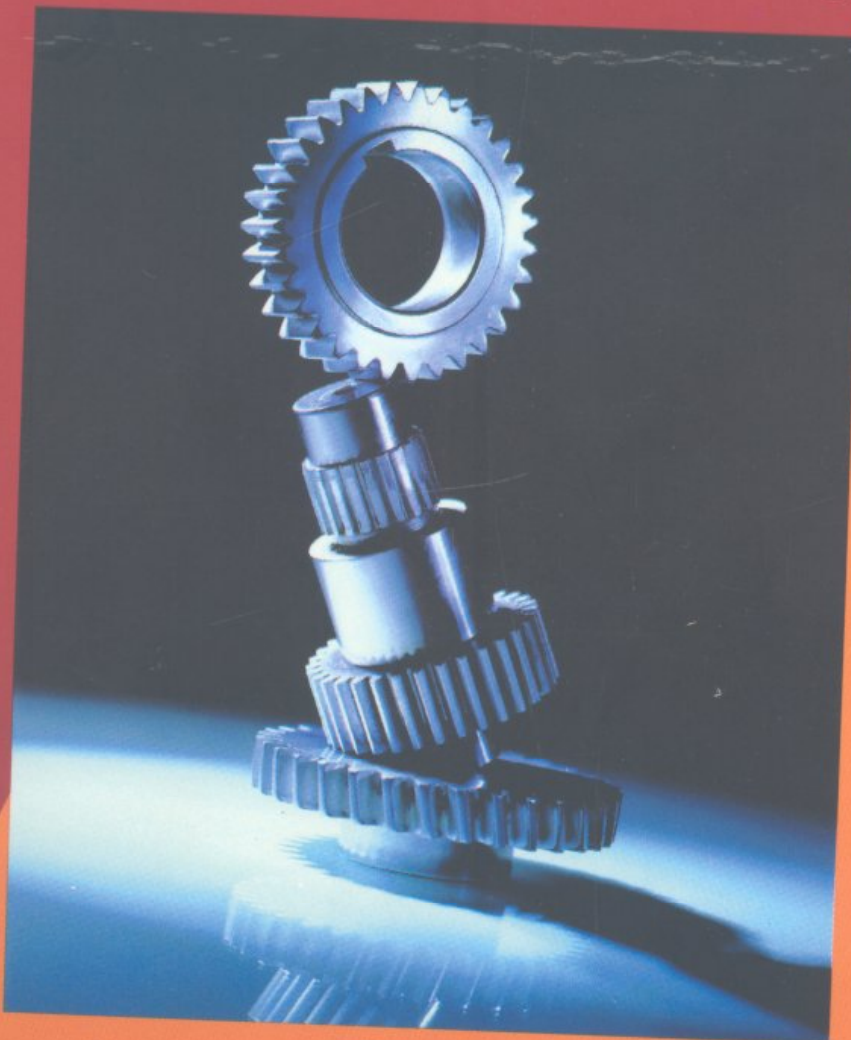


[www.thuvien247.net](http://www.thuvien247.net)  
SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

**GIÁO TRÌNH**

# Vật liệu Cơ khí

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. NGUYỄN THỊ YÊN (*Chủ biên*)

GIÁO TRÌNH  
**VẬT LIỆU CƠ KHÍ**

(*Dùng trong các trường THCN*)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI**  
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI  
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

---

**GIÁO TRÌNH**  
**VẬT LIỆU CƠ KHÍ**  
**NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005**

---

Chịu trách nhiệm xuất bản:  
**NGUYỄN KHẮC OÁNH**

Biên tập:  
**PHẠM QUỐC TUẤN**

Bìa:  
**VĂN SÁNG**

Trình bày - Kỹ thuật vi tính:  
**THÙY LIÊN - THU HIỀN**

Sửa bản in:  
**LÊ ANH LÊ**

Mã số:  $\frac{373-373.7}{\text{HN-05}}$  43/407/05

---

In 1160 cuốn khổ 17x24cm tại Nhà in Hà Nội thuộc Cty Phát hành sách Hà Nội.  
GPXB số: 43GT/407/CXB. In xong và nộp lưu chiểu tháng 4 năm 2005.

## Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp, văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ - UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện để án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

*Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.*

*Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.*

**GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**



## Lời nói đầu

---

**M**ôn học vật liệu cơ khí là một môn học có rất nhiều thông tin về lý thuyết và mang tính ứng dụng thực tiễn rất cao. Qua nhiều năm giảng dạy môn học này, nhất là hiện nay để đáp ứng với yêu cầu đào tạo của xã hội cần phải rút ngắn chương trình mà vẫn đảm bảo chất lượng đào tạo kỹ thuật viên trung cấp với số lượng giờ học hạn chế 45 tiết, nếu không có tài liệu riêng cho học viên hệ trung cấp sẽ gặp khó khăn khi tiếp thu bài giảng trên lớp dẫn đến mục đích của môn học khó đạt yêu cầu, vì thế chúng tôi thấy nhất thiết cần phải có giáo trình riêng của môn học này.

Được sự đồng ý của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội cũng như sự giúp đỡ của các đồng nghiệp, chúng tôi quyết định biên soạn theo chương trình mới nhất của môn học Vật liệu Cơ khí dùng cho hệ đào tạo trung học công nghiệp do Bộ Giáo dục và Đào tạo xây dựng, thông qua năm 2002.

Đối tượng sử dụng giáo trình này là những học sinh trung học bắt đầu vào học trung cấp, do hạn chế về kiến thức kỹ thuật nên sự tiếp nhận kiến thức mới rất khó khăn, đặc biệt các khái niệm thuật ngữ mang tính chuyên ngành hoặc các kiến thức mang tính nghiên cứu trong chương trình đại học. Mục đích của môn học là trong thời gian ngắn giúp cho người học dễ học, dễ hiểu và biết cách ứng dụng thực tế cũng như phục vụ kiến thức cho các môn học khác và đảm bảo tính liên thông với chương trình đại học. Để đạt được mục đích đó, bằng kinh nghiệm giảng dạy gần 30 năm trên cơ sở các bài giảng nhiều năm tại trường Trung học Công nghiệp Hà Nội cũng như tham khảo các giáo trình đại học và giáo trình tham khảo khác trong nước và ngoài nước của môn học vật liệu cùng môn học khác có liên quan, chúng tôi cố gắng lựa chọn nội dung cơ bản nhất của môn học nhưng vẫn đảm bảo tính logic, tính chất khoa học và các kiến thức thông tin cần thiết nhất và cập nhật về các vật liệu truyền thống cũng như vật liệu mới mà thế giới đang dùng. Đồng thời chúng tôi đã lựa chọn kiến thức để đưa thêm phần phụ lục vào sách nhằm mục đích minh họa và củng cố cho người đọc hiểu tốt hơn các lý thuyết cơ bản trong giáo trình và biết sử dụng nó để phục vụ cho các môn học khác liên quan đến vật liệu.

*Khi sử dụng giáo trình này, người dạy và người học phải xuất phát từ mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất của vật liệu để căn cứ vào đó giải thích các kiến thức phân ứng dụng trong bài tập, phần chú ý của các chương đặc biệt là chương thép hoặc những kiến thức mà giáo trình không đề cập đến. Đồng thời cần tham khảo các giáo trình có liên quan đối với ngành học. Tùy theo yêu cầu cụ thể của từng ngành học có thể điều chỉnh số tiết trong đề mục cũng như các chương.*

*Trong giáo trình khi đưa các ký hiệu theo tiêu chuẩn Việt Nam, chúng tôi không dùng từ “Mác” vì thực tế các ký hiệu này chúng ta ít sản xuất được. Do đó tất cả các ký hiệu vật liệu được sản xuất cũng như chưa sản xuất tại Việt Nam đều được gọi chung là “Ký hiệu vật liệu”.*

*Do hạn chế về thời gian, mặc dù rất cố gắng nhưng không tránh khỏi các sai sót. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người sử dụng để giáo trình này được hoàn chỉnh hơn.*

*Chúng tôi xin chân thành cảm ơn!*

TÁC GIẢ

## Chương mở đầu

(1 tiết)

### **1. Khái niệm về vật liệu và vai trò vật liệu kim loại trong phát triển xã hội và kỹ thuật**

Vật liệu là những vật rắn mà con người sử dụng để chế tạo công cụ, máy móc, thiết bị, xây dựng công trình, nhà cửa, thay thế các bộ phận cơ thể hoặc để thể hiện các ý đồ nghệ thuật nói chung.

Ba nhóm vật liệu dùng phổ biến trong công nghiệp là: Vật liệu kim loại, vật liệu vô cơ - ceramic, vật liệu hữu cơ - polyme.

Vật liệu kim loại là những vật thể dẫn điện tốt, phản xạ ánh sáng với màu sắc đặc trưng, có khả năng biến dạng dẻo tốt ngay ở nhiệt độ thấp nhưng kém bền vững hoá học. Vật liệu kim loại thông dụng là thép, gang, đồng, nhôm, titan, niken..., và các hợp kim của chúng.

Vật liệu vô cơ - ceramic (nguồn gốc tiếng Hy Lạp keramikos nghĩa là vật nung) là các chất dẫn điện kém, không biến dạng dẻo và rất giòn, rất bền vững hoá học và nóng chảy ở nhiệt độ rất cao. Thành phần cấu tạo của chúng là các hợp chất giữa kim loại và phi kim loại dưới dạng oxit, cacbit, nitric. Các ceramic truyền thống là thuỷ tinh, gốm, sứ, gạch thường và gạch chịu lửa. Ngoài ra còn ceramic công nghiệp và ceramic đặc biệt để sử dụng trong công nghiệp điện, điện tử, hàng không vũ trụ...

Vật liệu hữu cơ - polyme là những chất dẫn điện kém, có khả năng biến dạng dẻo ở nhiệt độ cao và giòn ở nhiệt độ thấp, bền vững hoá học ở nhiệt độ thường. Nóng chảy hoặc phân huỷ ở nhiệt độ tương đối thấp. Hai nguyên tố thành phần chủ yếu của chúng là cacbon và hydrô. Vật liệu hữu cơ tự nhiên: cao su, xenlulo. Vật liệu hữu cơ sử dụng rộng rãi hiện nay là các polyme tổng hợp polyetylen (PE), polypropylen (PP), polystyren (PS)...

Ngoài ba nhóm cơ bản trên còn có loại vật liệu kết hợp gọi là composit, ví dụ: bê tông cốt thép (thép và bê tông), vật liệu kết hợp kim loại và polyme hoặc giữa polyme với ceramic, giữa ceramic với kim loại.

Các vật liệu có các đặc điểm riêng: Vật liệu bán dẫn, siêu dẫn, vật liệu polyme dẫn điện, vật liệu silicon.



Các vật liệu kể trên thì vật liệu kim loại có vai trò quyết định đến sự phát triển của xã hội và kỹ thuật. Đó là vật liệu cơ bản để tạo ra những cơ cấu máy móc và những công trình xây dựng. Sự phát triển không ngừng của máy động lực, công cụ, gắn liền với sự phát triển của các vật liệu kim loại có những tính năng ngày càng cao. Ngày nay từ những kỹ thuật thông thường như chế tạo công cụ và máy móc nói chung, chế tạo tàu biển, chế tạo ô tô, xây dựng nhà cửa đến những kỹ thuật hiện đại như máy bay vận tải siêu lớn, tàu vũ trụ đòi hỏi các vật liệu kim loại ngày càng bền vững và nhẹ hơn.

Như vậy, hiện nay vật liệu kim loại vẫn có tầm quan trọng hàng đầu trong sản xuất cơ khí, giao thông vận tải, xây dựng... vì thế nó có vai trò quyết định trong quá trình tiến hoá của loài ngoài.

## **2. Đối tượng của vật liệu học cho ngành cơ khí**

Vật liệu học là môn học khảo sát bản chất của vật liệu, *mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất của chúng*, từ đó đề ra phương pháp chế tạo và sử dụng thích hợp.

Máy móc trong cơ khí được cấu tạo từ nhiều chi tiết và dụng cụ của nó, do điều kiện làm việc của chúng khác nhau nên đòi hỏi các yêu cầu cơ tính khác nhau. Đặc biệt để đạt tính cạnh tranh trong nền kinh tế hiện nay thì các sản phẩm cơ khí này vừa phải đạt yêu cầu cơ tính đề ra vừa phải chọn công nghệ có chi phí thấp nhất để hạ giá thành. Song điều quyết định quan trọng đến cơ tính và tính công nghệ của vật liệu lại chính là cấu trúc bên trong của nó. Do vậy mọi yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc bên trong như thành phần hoá học, công nghệ chế tạo vật liệu và gia công vật liệu thành sản phẩm cơ khí khi sử dụng đều ảnh hưởng đến cơ tính cũng như khả năng sử dụng của vật liệu cơ khí được lựa chọn.

*Chú ý:*

- Từ cấu trúc “thường được hiểu là cách bố trí các thành phần cấu tạo bên trong của vật liệu”. Đối với học sinh có trình độ dưới đại học có thể dùng từ đơn giản hơn “cấu tạo bên trong của vật liệu” được gọi tắt là “cấu tạo vật liệu”. Vì “cấu trúc” trong chương trình chúng ta học chỉ nghiên cứu một phần cấu trúc vi mô của “cấu tạo tinh thể”, còn chủ yếu là các dạng cấu tạo pha của hợp kim và cơ tính của chúng.

- Khái niệm về tính chất vật liệu bao gồm các cơ, lý, hoá tính, tính công nghệ, tính sử dụng trong đó cơ tính là nhóm tính chất quan trọng nhất đối với vật liệu dùng trong ngành cơ khí.

- Sử dụng hợp lý vật liệu trong ngành cơ khí là một trong những mục tiêu quan trọng của vật liệu học, nội dung của chương trình học này không thể tách rời tiêu chuẩn hoá về ký hiệu vật liệu.

*Kết luận:* Vật liệu học trong ngành cơ khí là môn học phục vụ cho phát triển và sử dụng vật liệu. Nó liên quan trực tiếp đến tất cả những ai làm việc trong ngành cơ khí ở lĩnh vực chế tạo, gia công và sử dụng vật liệu.

### **3. Mục đích môn học vật liệu cơ khí**

Trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản nhất, cần thiết về vật liệu. Nhờ đó học sinh có thể lựa chọn và sử dụng được các loại vật liệu thường dùng trong các thiết bị cơ khí, để đáp ứng tính năng sử dụng, tính công nghệ, tính kinh tế đối với từng bộ phận cụ thể hoặc chi tiết riêng lẻ khi thay thế hoặc sửa chữa nó.

### **4. Vị trí môn học**

Vật liệu cơ khí là môn học kỹ thuật cơ sở nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản nhất, cần thiết nhất về những loại vật liệu phổ biến thường dùng trong ngành cơ khí. Nhờ đó học sinh có thể tiếp thu kiến thức các môn học kỹ thuật cơ sở khác và kiến thức chuyên môn sau này để chọn vật liệu thích hợp và sử dụng nó.

### **5. Giới thiệu chương trình học và trọng tâm của chương trình**

Môn học thực hiện gồm hai phần có 7 chương cho đối tượng học sinh trung cấp.

*\* Phần I: Vật liệu học cơ sở.*

Nghiên cứu sự phụ thuộc các tính chất (cơ tính) của vật liệu vào cấu tạo bên trong, nhờ đó giải thích mọi thay đổi của cơ tính bằng sự biến đổi cấu tạo bên trong của vật liệu. Phần này gồm 3 chương:

*Chương 1: Tính chất và cấu tạo.*

Dùng kiến thức này để giải thích mọi thay đổi của tính chất (cơ tính) bằng sự biến đổi của cấu tạo bên trong (cách sắp xếp các nguyên tử).

*Chương 2: Giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C (Fe-C).*

Dùng kiến thức này để hiểu được cấu tạo bên trong của hợp kim Fe-C là vật liệu điển hình nhất trong các vật liệu kim loại, đồng thời là cơ sở nghiên cứu cho chương sau.

*Chương 3: Nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện.*

Nghiên cứu bản chất các phương pháp nhiệt để làm thay đổi cơ tính nhờ sự thay đổi cấu trúc (cấu tạo). Do vậy có thể xem nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện là thành quả trực tiếp của vật liệu học kim loại (chủ yếu là thép).

*\* Phần II: Các vật liệu thông dụng.*

Nghiên cứu các vật liệu thường dùng trong chế tạo máy như các loại thép, gang, hợp kim màu... thông qua ký hiệu theo tiêu chuẩn Việt Nam (hoặc các ký hiệu tương đương với các nước khác). Từ đó biết mối quan hệ giữa thành phần hoá học, cấu tạo bên trong, tính chất và đặc điểm nhiệt luyện của chúng. Trên cơ sở đó người cán bộ trung cấp kỹ thuật có cái nhìn tổng hợp để sử dụng hợp lý từng loại vật liệu (thông qua ký hiệu) và các chi tiết máy khác nhau trong thiết bị cơ khí để đạt được hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao nhất.

*Phần này gồm 4 chương:*

*Chương 4: Thép.*

*Chương 5: Gang.*

*Chương 6: Hợp kim cứng và hợp kim màu.*

*Chương 7: Các vật liệu khác.*

*\* Trọng tâm chương trình*

Chương 1: Mục 1, 2, II

Chương 2: Mục II

Chương 3: Mục III

Chương 4: Mục IV

## **6. Phương pháp học**

Cần phải nắm chắc tính chất của môn học là môn khoa học vật liệu xác định mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất của các vật liệu thường dùng trong ngành cơ khí. Từ đó biết cách sử dụng vật liệu hiệu quả nhất. Muốn vậy người học phải nắm chắc phần vật liệu học cơ sở để hiểu mối quan hệ này.

Vật liệu cơ khí là môn học lý thuyết nhưng có tính thực tiễn khá cao, do đó khi học cần đọc kỹ ở nhà trước khi lên lớp, nắm chắc tiêu chuẩn ký hiệu của vật liệu, đặc biệt theo tiêu chuẩn Việt Nam. Từ đó xác định được ký hiệu vật liệu thuộc nhóm nào, loại nào theo công dụng để biết công dụng cơ bản cho từng loại sản phẩm cơ khí và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo nếu có. Cần có tư duy logic kiến thức các chương, đặc biệt 4 chương đầu mới có khả năng lựa chọn vật liệu một cách hiệu quả nhất. Tất cả sự lựa chọn này đều bắt nguồn từ tổ chức có trong vật liệu của sản phẩm (đặc biệt sản phẩm làm bằng thép). Muốn đạt hiệu quả cao khi học cần làm các bài tập ứng dụng và đọc kỹ các kiến thức chú ý của các chương, từ đó hiểu kỹ hơn những phần lý thuyết trong sách để liên hệ với thực tế sử dụng và gia công kim loại.

Phần I

# VẬT LIỆU HỌC CƠ SỞ

---

## Chương 1

# TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO BÊN TRONG CỦA VẬT LIỆU

(6 tiết)

### 1. Mục đích

Cung cấp những kiến thức cơ bản về tính chất và cấu tạo vật liệu (đặc biệt cấu tạo của hợp kim) để từ đó xác định mối quan hệ giữa chúng.

### 2. Yêu cầu

- Phân biệt và hiểu các tính chất.
- Hiểu và nắm chắc định nghĩa, ký hiệu, đơn vị, ý nghĩa các loại cơ tính thường dùng trong vật liệu kim loại.
- Hiểu được cấu tạo bên trong của kim loại nguyên chất và hợp kim.
- Hiểu và nắm chắc mối quan hệ giữa tính chất (cơ tính) với các dạng cấu tạo của hợp kim.

## NỘI DUNG

Như đã trình bày trong chương mở đầu, để có được kiến thức giải thích mọi sự thay đổi tính chất (cơ tính) bằng sự biến đổi cấu tạo bên trong thì kiến thức gốc của môn học được đề cập như sau:

### I. TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU

#### 1. Khái niệm chung

Khái niệm về tính chất vật liệu bao gồm cơ, lý, hoá tính, tính công nghệ và tính ứng dụng. Cơ tính là nhóm tính chất quan trọng nhất đối với vật liệu chế tạo máy. Trước hết chúng ta tìm hiểu các định nghĩa đơn giản của các tính chất vật liệu như sau:

##### 1.1. Tính chất vật lý

Là tính chất xác định mối quan hệ giữa tác dụng vật lý của môi trường tự nhiên với vật liệu.

Các tính chất vật lý được quan tâm:

- Tính chất điện: Căn cứ vào khả năng dẫn điện (độ dẫn điện) các vật liệu rắn được phân làm 3 loại: Dẫn điện, bán dẫn, điện môi (cách điện).

- Tính chất nhiệt: Là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của nhiệt, gồm: Nhiệt dung, giãn nở nhiệt, độ dẫn nhiệt, ứng suất nhiệt. Trong đó ứng suất nhiệt là quan trọng hơn cả vì ứng suất này có thể dẫn đến sự nứt vỡ hoặc biến dạng dẻo vật liệu. Nguyên nhân do sự giãn và co bị hạn chế.

- Tính chất từ: Là hiện tượng biểu hiện lực hút hoặc lực đẩy ảnh hưởng lên các vật liệu khác, gồm: Nghịch từ, thuận từ, sắt từ.

Nhiều loại thiết bị công nghệ hiện đại dựa trên từ học và vật liệu từ như các máy phát điện, các máy phát và máy biến thế điện, các động cơ điện, radio, điện thoại, máy tính và thành phần các hệ thống tái tạo nghe nhìn.

- Tính chất quang: Là khả năng của vật liệu với tác dụng của bức xạ điện từ và đặc biệt là của ánh sáng trông thấy. Ứng dụng của nó trong các vật liệu phát quang làm đèn huỳnh quang (mặt trong của màn hình, nhờ đó mặt ngoài sẽ nhìn thấy hình ảnh), trong vật liệu quang dẫn như pin mặt trời, trong laser “khuếch đại ánh sáng bằng sự phát khuếch xạ kích thích”. Đối với vật liệu Ruby thì dùng trong quá trình phẫu thuật và cắt gọt gia công kim loại...

## 1.2. Tính chất hoá học

Là xác định mối quan hệ giữa tác dụng hoá học của môi trường với vật liệu.

Các tính chất hoá học thường được quan tâm đối với vật liệu là: Tính chống ăn mòn của kim loại trong môi trường của nó như trong không khí, axit, bazơ. Được chia làm hai loại:

- Môi trường ăn mòn hoá học: Chứa các chất xâm thực như:  $O_2$ ,  $S_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2O$ ... Ví dụ như không khí ngoài trời, không khí bị ôxy hoá khi nung kim loại.

- Môi trường ăn mòn điện hoá: Chứa chất điện giải như môi trường có axit, muối nóng chảy, bazơ... tạo ra dòng điện làm mòn sâu bên trong bề mặt của kim loại và phá huỷ nó.

Để tăng khả năng chống ăn mòn của vật liệu người ta đề ra nhiều biện pháp bảo vệ kim loại bằng các chất làm chậm ăn mòn, xử lý môi trường...

## 1.3. Tính chất công nghệ

Là khả năng vật liệu chịu các dạng gia công khác nhau.

Vật liệu được sử dụng dưới dạng những sản phẩm xác định, chế tạo bằng những công nghệ khác nhau thể hiện qua các tính công nghệ của vật liệu. Tính



chất công nghệ có tác dụng quyết định đến việc chọn phương pháp gia công của vật liệu và đồng thời xác định khả năng sử dụng nó. Vật liệu có tính công nghệ kém ít được sử dụng rộng rãi vì khó chế tạo sản phẩm.

Các tính chất công nghệ phổ biến là tính đúc, hàn, gia công cắt, gia công áp lực... Ví dụ tính gia công cắt tốt vật liệu phải có độ cứng thấp và độ dẻo kém, nếu cứng quá hoặc dẻo quá rất khó cắt. Vì vậy thép là vật liệu có tính gia công cắt kém hơn hợp kim màu...

#### **1.4. Tính chất cơ học**

Là tính chất xác định khả năng vật liệu chống lại các tác dụng cơ học khi có tác dụng của lực bên ngoài.

Các cơ tính thông dụng đối với vật liệu kim loại gồm độ cứng, độ bền tĩnh, độ bền mỏi, độ dẻo, độ dai va đập.

#### **1.5. Tính chất sử dụng**

Là bao gồm một số đặc trưng tổng hợp của các tính chất trên thể hiện khả năng sử dụng vật liệu cho một mục đích cụ thể.

Ví dụ: Tuổi thọ sản phẩm là mục đích quan trọng nhất đối với tính sử dụng. Vì vậy vật liệu làm sản phẩm đó cần có cơ tính phù hợp với điều kiện làm việc của nó. Đối với sản phẩm hàng hoá có tính sử dụng còn thể hiện mục đích kinh tế bằng cách lựa chọn vật liệu phù hợp với tính công nghệ của nó sao cho chi phí nhỏ nhất, đồng thời nói lên khả năng sử dụng rộng rãi trên thị trường.

Vậy tính chất sử dụng là tính chất quan trọng của vật liệu học đối với những ai làm việc trong lĩnh vực lựa chọn vật liệu phù hợp với chế tạo, gia công và sử dụng nó.

## **2. Các đặc trưng cơ tính thông thường và ý nghĩa**

Như đã trình bày ở trên, tính chất sử dụng là tính chất quan trọng của vật liệu học. Trong lĩnh vực chế tạo, gia công và sử dụng vật liệu cơ khí thì tính sử dụng được thể hiện chủ yếu là cơ tính của kim loại. Vậy cơ tính được chọn là một tiêu chuẩn đánh giá chất lượng tuổi thọ của nhiều vật liệu kim loại, chúng cho biết khả năng làm việc và gia công của kim loại trong các điều kiện sử dụng khác nhau. Phần lớn các đặc trưng cơ học được xác định trên các mẫu nhỏ đã được quy chuẩn hoá. Tuy chúng không phản ánh được hoàn toàn đúng khả năng chịu lực của sản phẩm cơ khí, song vẫn là cơ sở tin cậy của các suy đoán, tính toán khi thiết kế hoặc sử dụng vật liệu một cách hợp lý. Phần này

chúng ta cần nắm vững bản chất (định nghĩa, ký hiệu, đơn vị) và ý nghĩa của các đặc trưng cơ học thường gặp là độ cứng, độ bền tĩnh, độ bền mỏi, độ dẻo, độ dai va đập. Những hiểu biết cơ bản này có thể rút ra nguyên lý làm cho kim loại có cơ tính phù hợp với điều kiện làm việc và gia công.

## 2.1. Độ bền (tĩnh)

**2.1.1. Định nghĩa:** Độ bền là khả năng vật liệu chịu được tải trọng cơ học tĩnh mà không bị phá huỷ.

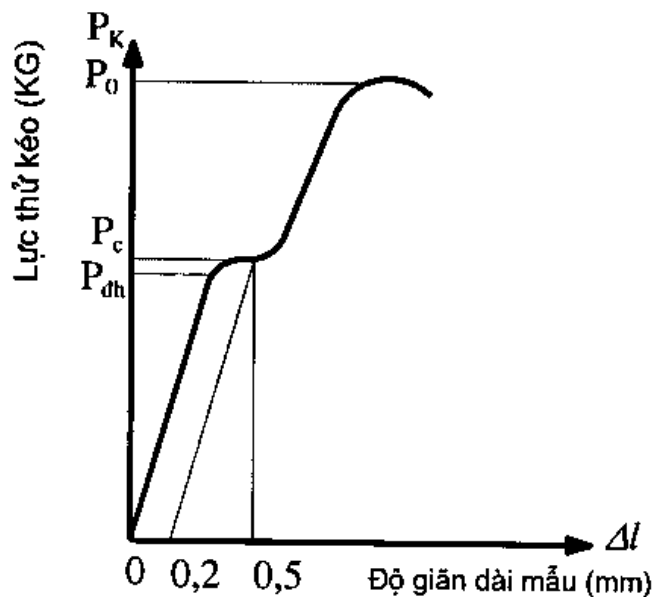
Căn cứ vào tải trọng tác dụng lên vật liệu người ta phân biệt độ bền kéo (lực kéo), độ bền nén (lực nén), độ bền uốn (lực uốn), độ bền xoắn (lực xoắn hai đầu).

### 2.1.2. Phương pháp xác định độ bền và ký hiệu, đơn vị

- Đối với các vật liệu khác nhau người ta căn cứ vào khả năng chịu đựng tải trọng tác dụng lên nó để xác định trên mẫu thí nghiệm bằng các phương pháp: Thử kéo đối với mẫu làm bằng thép, thử nén đối với mẫu làm bằng gang.

- Phương pháp xác định độ bền kéo: Mẫu thử kim loại (thép) được gia công với hình dạng và kích thước theo TCVN 1960-76. Sau đó đặt vào máy thử và tác dụng lực kéo cho đến khi mẫu kim loại bị đứt.

- Mối quan hệ giữa lực thử kéo  $P_K$  và chiều dài bị kéo so với chiều dài ban đầu gọi là độ giãn dài mẫu  $\Delta l$  và được biểu thị trên biểu đồ thử kéo (Hình 1). Dựa vào biểu đồ thử kéo người ta xác định các chỉ tiêu phản ánh độ bền tĩnh là các giới hạn đàn hồi, chảy và bền.



Hình 1: Biểu đồ thử kéo

+ Giới hạn đàn hồi: Là ứng suất lớn nhất tác dụng lên mẫu mà khi bỏ lực tác dụng mẫu không thay đổi hình dáng kích thước (đứng ra cho phép có biến dạng dư 0,01-0,05% chiều dài ban đầu). Ký hiệu:  $\sigma_{dh}$ . Theo công

$$\text{thức: } \sigma_{dh} = \frac{P_{dh}}{S_0}$$

+ Giới hạn chảy: Là ứng suất mà từ đó kim loại bị chảy (ứng suất nhỏ nhất bắt đầu gây nên biến dạng dẻo). Ký hiệu:  $\sigma_c$ . Theo công thức:  $\sigma_c = \frac{P_c}{S_0}$ .

Vì khó xác định  $P_c$  nên thường người ta dùng giới hạn chảy quy ước ký hiệu  $\sigma_{0,2}$  (ứng với  $\Delta l = 0,2$ ) là ứng suất dưới tác dụng của nó sau khi bỏ lực thử kéo mẫu bị biến dạng dư là 0,2% so với chiều dài ban đầu, ở Mỹ dùng ứng suất ứng với giai đoạn biến dạng dẻo sau khi bỏ lực tác dụng mẫu bị biến dạng 0,5% (dễ xác định hơn và trị số tương đương với  $\sigma_{0,2}$ ). Ký hiệu:  $\sigma_{0,5}$ .

+ Giới hạn bền: Là ứng suất lớn nhất mà mẫu chịu đựng được trước khi bị phá huỷ. Ký hiệu:  $\sigma_b$ . Theo công thức  $\sigma_b = \frac{P_b}{S_0}$

Trong đó:

$P_{dh}$  là tải trọng (lực) kéo lớn nhất ứng với giai đoạn đàn hồi của mẫu.

$P_c$  là tải trọng (lực) kéo nhỏ nhất ứng với giai đoạn gây ra biến dạng dẻo của mẫu.

$P_b$  là tải trọng (lực) kéo lớn nhất với giai đoạn trước khi bị phá huỷ.

$S_0$  là diện tích của tiết diện mẫu ban đầu.

- Đơn vị: Tất cả các giới hạn đàn hồi, giới hạn chảy, giới hạn bền đều được đo bằng đơn vị hợp pháp là  $\text{KG/mm}^2$  (2 số) hoặc MPa (Mega Pascal) với  $1 \text{ KG/mm}^2 \approx 10 \text{ MPa}$  (3 số). Chú ý trong hệ đo lường quốc tế SI đơn vị đo độ bền là  $\text{N/m}^2$ . Do đơn vị này quá nhỏ nên thường phải dùng  $\text{KG/mm}^2$  hoặc  $\text{N/mm}^2$  ( $\text{MN/m}^2$ ) mà  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 \rightarrow 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ MPa}$ .

Ở Mỹ đôi khi còn dùng cả đơn vị độ bền là  $1 \text{ ksi} = 6,9 \text{ MPa}$  và  $\text{KG/mm}^2 = 1,45 \text{ ksi}$ .

### 2.1.3. Ý nghĩa

Nhờ các chỉ tiêu phản ánh độ bền của vật liệu có thể đánh giá tính sử dụng bao gồm:

- Khả năng chịu tải trọng cơ học tĩnh: Nếu các chi tiết máy có cùng hình dáng kích thước làm bằng các vật liệu có độ bền khác nhau thì:

+ Vật liệu có  $\sigma_{th}$  cao hơn thì khả năng chịu tải trọng lớn hơn mà vẫn đảm bảo tính đàn hồi (khi làm việc thì bị biến dạng, khi không làm việc lại trở về hình dáng ban đầu). Chỉ tiêu này rất quan trọng khi sử dụng các sản phẩm đòi hỏi tính đàn hồi cao hơn.

Vật liệu có  $\sigma_c$  cao hơn thì khả năng chịu tải trọng lớn hơn mà vẫn không bị biến dạng (cong, vênh...)

+ Vật liệu có  $\sigma_b$  cao hơn thì khả năng chịu tải lớn hơn mà vẫn không bị phá huỷ (gãy...). Chỉ tiêu này rất quan trọng khi sử dụng các chi tiết máy trong các cơ cấu máy như: bánh răng, trục, then...

- Tuổi thọ sử dụng: Nếu các chi tiết máy làm việc trong điều kiện sử dụng như nhau được làm bằng vật liệu có độ bền khác nhau, loại nào có độ bền cao hơn thì khả năng sử dụng lâu dài hơn (tuổi thọ cao hơn). Chỉ tiêu này rất quan trọng khi sử dụng các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu tải trọng tĩnh lớn.

- Làm nhỏ gọn kích thước kết cấu: Nếu các chi tiết máy có cùng kết cấu được làm bằng các vật liệu có độ bền khác nhau, loại nào có độ bền cao hơn thì cho phép chế tạo kích thước nhỏ gọn hơn mà vẫn đạt được yêu cầu sử dụng.

## 2.2. Độ dẻo

**2.2.1. Định nghĩa:** Độ dẻo là khả năng vật liệu thay đổi hình dáng kích thước mà không bị phá huỷ khi chịu lực tác dụng bên ngoài.

### 2.2.2. Phương pháp xác định độ dẻo và ký hiệu, đơn vị

- Để xác định độ dẻo người ta thường đánh giá bằng hai chỉ tiêu cùng xác định trên mẫu sau khi thử độ bền kéo.

+ Độ giãn dài tương đối khi kéo đứt: Là khả năng vật liệu thay đổi chiều dài sau khi bị kéo đứt. Ký hiệu:  $\delta$

+ Độ thắt tiết diện tương đối: Là khả năng vật liệu thay đổi tiết diện khi mẫu bị kéo đứt. Ký hiệu:  $\psi$

- Đơn vị: Tất cả hai chỉ tiêu trên đều dùng đơn vị là phần trăm thay đổi (%) dựa theo công thức tính sau:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100(\%)$$

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100(\%)$$

Trong đó:  $l_0$ ,  $S_0$  là chiều dài, diện tích mặt cắt ngang của mẫu ban đầu.

$l_1$ ,  $S_1$  là chiều dài, diện tích mặt cắt ngang sau khi kéo đứt của mẫu.

### 2.2.3. Ý nghĩa

- Đánh giá khả năng biến dạng dẻo của vật liệu khi chịu gia công áp lực. Độ dẻo vật liệu càng cao thì khả năng tạo hình bằng các phương pháp gia công áp lực như cán, kéo, ép, rèn, dập... càng tốt.

- Qua trị số độ dẻo có thể xác định được vật liệu bị phá huỷ dẻo (trước đó có biến dạng dẻo) hoặc phá huỷ giòn (trước đó không có hiện tượng biến dạng). Những vật liệu bị phá huỷ giòn có độ dẻo rất thấp ( $\delta$  hoặc  $\psi$  thấp) rất nguy hiểm sẽ nứt, gãy đột ngột không có dự báo trước.

## 2.3. Độ dai và đập

**2.3.1. Định nghĩa:** Là khả năng vật liệu chịu được tải trọng va đập mà không bị phá huỷ.

### 2.3.2. Phương pháp xác định, ký hiệu, đơn vị

- Để xác định độ dai và đập thường người ta thực hiện trên máy thử va đập bằng lực đập của búa trên máy với độ cao  $h$  để phá huỷ mẫu kim loại.

- Ký hiệu:  $a_k$ . Công thức: 
$$a_k = \frac{A_k}{S}$$

Trong đó:  $A_k$  là công phá huỷ mẫu (KGm) mặt cắt ngang  $S$  hình chữ nhật qua rãnh khía  $10 \times 8\text{mm}$ .

- Đơn vị: Đo bằng  $\text{KGm/cm}^2$  ( $\text{J/cm}^2$ ) hoặc  $\text{KJ/m}^2$ .

$1 \text{ KGm/cm}^2 = 10\text{J/cm}^2 = 100\text{KJ/m}^2$ ;  $1\text{KJ/m}^2 = 0,01 \text{ KGm/cm}^2$

Các nước phương Tây thường không xác định độ dai và đập tính cho một đơn vị diện tích như trên mà tính công phá huỷ  $A_k$  theo đơn vị J hay KJ. Cần chú ý điều này khi so sánh các số liệu độ dai từ các nguồn tư liệu khác nhau.

### 2.3.3. Ý nghĩa

- Nhờ xác định độ dai và đập có thể đánh giá khả năng làm việc của chi tiết máy chịu tải trọng động do va đập mà không bị phá huỷ (vỡ, mẻ, nứt tại chỗ bị va đập). Các chi tiết chịu va đập phải có  $a_k$  tối thiểu  $200 \text{ KJ/m}^2$  ( $2\text{KGm/cm}^2$ ), còn các chi tiết chịu va đập cao phải có  $a_k = 1000\text{KJ/m}^2$ .

- Trong thực tế độ dai và đập chịu ảnh hưởng của các yếu tố:

+ Trạng thái bề mặt: vết khía, rãnh lỗ, độ bóng thấp đều làm giảm  $a_k$ .

+ Kích thước hạt càng nhỏ thì  $a_k$  càng cao.



- + Hạt dạng tinh thể: tròn, đa cạnh có  $a_k$  cao hơn dạng tấm, hình kim.
- + Số lượng, hình dạng, kích thước và sự phân bố. Các pha giòn có số lượng nhiều, kích thước lớn, dạng tấm phân bố không đồng đều càng làm giảm  $a_k$ .

## 2.4. Độ bền mỏi

**2.4.1. Định nghĩa:** Là khả năng vật liệu chống lại sự phá huỷ dưới tác dụng của lực thay đổi theo chu kỳ.

### 2.4.2. Phương pháp xác định độ bền mỏi và ký hiệu, đơn vị

- Ký hiệu:  $\sigma_m$
- Đơn vị: KG/cm<sup>2</sup> hoặc MPa.

### 2.4.3. Ý nghĩa

- Nhờ xác định được độ bền mỏi có thể đánh giá được khả năng bề mặt kim loại chịu được các lực thay đổi theo chu kỳ mà không bị phá huỷ (bị tróc bề mặt hoặc rạn chân chim...). Giới hạn mỏi được đánh giá bởi ứng suất lớn nhất tại chỗ mẫu chịu đựng được  $10^7$  chu kỳ thì sau đó rất ít khi bị phá huỷ.

- Người ta áp dụng các phương pháp sau để nâng cao giới hạn mỏi:

+ Tạo nên bề mặt lớp ứng suất nén dư bằng cách phun bi, lăn ép, tôi bề mặt và hoá nhiệt luyện lên trên bề mặt kim loại.

+ Nâng cao độ bền tĩnh, nhờ đó cũng nâng cao được giới hạn mỏi.

+ Tạo cho bề mặt có độ bóng cao, không có rãnh, lỗ, tránh những tiết diện thay đổi đột ngột.

## 2.5. Độ cứng

**2.5.1. Định nghĩa:** Độ cứng là khả năng vật liệu chống lại biến dạng dẻo cục bộ khi có một vật khác cứng hơn tác dụng lên bề mặt của nó.

### 2.5.2. Phương pháp xác định độ cứng và ký hiệu, đơn vị

Muốn xác định độ cứng vật liệu phải thực hiện trên máy đo độ cứng dựa theo nguyên tắc chung: Dùng lực nhất định tác dụng vào mũi tiêu chuẩn (vật cứng là kim cương hoặc viên bi thép) lên bề mặt của nó. Sau đó dựa vào kích thước vết lõm này để tính ra trị số độ cứng (dựa vào đường kính D hoặc chiều sâu h của vết lõm).

Căn cứ vào máy đo độ cứng khác nhau người ta quy ước ký hiệu (đơn vị) khác nhau. Thông thường có hai loại máy đo: Brinen và Rocvel.

- Độ cứng Brinen: Được xác định trên máy đo Brinen. Mũi thử bằng viên bi thép tiêu chuẩn tác dụng vào bề mặt kim loại dưới một lực nhất định (lựa



chọn) sau đó đo đường kính D vết lõm để lại bằng kính phóng đại rồi tra bảng tìm được trị số tương ứng và ký hiệu (đơn vị) sau trị số đó bằng chữ HB.

Ví dụ: 200HB hoặc HB = 200, tức là độ cứng tại bề mặt của vật đo được xác định trên máy đo Brinen là 200HB, hoặc giá trị độ cứng Brinen HB = 200.

- Độ cứng Rocvel: Được đo trên máy đo Rocvel, mũi thử bằng viên bi thép (hoặc mũi kim cương).

Đồng hồ trên máy có 3 thang đo A, B, C tương ứng với các lực thử  $P_1 = 60\text{KG}$ ,  $P_2 = 100\text{KG}$ ,  $P_3 = 150\text{KG}$ , dùng thang nào được ký hiệu (đơn vị) lần lượt như sau:

Thang A: Lực thử  $P_1$ , mũi thử kim cương: Ký hiệu (đơn vị) HRA.

Thang B: Lực thử  $P_2$ , mũi thử bi thép: Ký hiệu (đơn vị) HRB.

Thang C: Lực thử  $P_3$ , mũi thử kim cương: Ký hiệu (đơn vị) HRC.

### 2.5.3. Công dụng các loại độ cứng

HB dùng đo các vật mềm (gang grafit, hợp kim màu) kích thước lớn, thường là bán thành phẩm, được dùng nhiều.

HRB đo các vật mềm (gang grafit, hợp kim màu) kích thước nhỏ và trung bình, thường là những thành phẩm.

HRA đo các vật cứng và mỏng (hợp kim cứng, thép qua hoá nhiệt luyện).

HRC đo các vật liệu khá cứng, thường là các sản phẩm làm bằng thép đã qua tôi và ram (được dùng nhiều). Ví dụ muốn xác định độ cứng của khuôn dập làm bằng thép (CD80) sau khi tôi, căn cứ vào công dụng ta phải đo độ cứng trên máy đo Rocvel: chọn lực trên máy là 150KG tác dụng vào mũi thử bằng kim cương tiêu chuẩn lên trên bề mặt của nó, sau đó đọc số liệu tại thang C chia trên đồng hồ đo của máy là 62, vậy độ cứng của khuôn dập làm bằng thép này sẽ ký hiệu HRC = 62, hoặc có trị số độ cứng 62HRC.

### 2.5.4. Quan hệ giữa các loại độ cứng

Giữa các loại độ cứng trên không có mối quan hệ tính toán toán học. Muốn biết quan hệ phải tra bảng (lập bằng thực nghiệm) phụ lục 6 trang 150

Trong thực tế có thể quan niệm độ cứng cao thấp (đối với thép) theo các chỉ tiêu sau:

- Loại độ cứng dễ gọt hoặc dập nguội: Trị số nhỏ hơn 220 HB, 20 HRC, 100 HRB.

- Loại độ cứng trung bình: Trị số khoảng 250 - 450 HB, 25 - 45 HRC.

- Loại độ cứng cao: Trị số khoảng 50 - 64 HRC.

- Loại độ cứng rất cao: Trị số lớn hơn 64 HRC, 84 HRA.

### 2.5.5. Ý nghĩa

- Thông qua độ cứng có thể đặc trưng được cho tính chất làm việc của các sản phẩm cơ khí:

- Khả năng chống mài mòn bề mặt: Khi làm việc các sản phẩm cơ khí bị cọ xát bề mặt, tốc độ cọ xát bề mặt càng lớn, càng dễ bị mài mòn. Muốn có khả năng chống mài mòn thì vật liệu thép phải có độ cứng cao. Để đạt được tính chống mài mòn cao thì độ cứng của thép phải lớn hơn 60 HRC.

- Khả năng cắt gọt của dao hoặc khuôn dập nguội: Độ cứng của dao hoặc khuôn dập nguội khi làm việc càng cao thì khả năng cắt càng tốt sẽ đạt được năng suất làm việc càng lớn.

- Thông qua độ cứng có thể đặc trưng cho tính công nghệ của vật liệu ở dạng phôi:

- Khả năng gia công cắt của phôi: Mỗi một vật liệu khác nhau sẽ có khoảng gia công cắt trong trị số độ cứng nhất định, nếu độ cứng cao hơn trị số này thì khó cắt, nếu thấp quá thì sinh dẻo cũng khó cắt. Đối với thép thì độ cứng thích hợp nhất từ 150 - 200 HB.

- Khả năng chịu áp lực cục bộ: Độ cứng càng cao chịu áp lực cục bộ càng kém. Khi gia công đột lỗ, uốn, gò... bằng áp lực, nếu độ cứng càng cao thì vật liệu càng khó gia công.

- Khả năng mài bóng: Độ cứng càng cao khả năng mài bóng càng tốt.

### 2.6. Quan hệ giữa các đặc trưng cơ tính trong vật liệu (thép)

Đối với vật liệu thép mối quan hệ giữa các đặc trưng cơ tính có quan hệ như sau:

- Trong phạm vi nhất định độ cứng tăng thì độ bền cũng tăng theo.

- Độ cứng của vật liệu càng cao thì độ dẻo và độ dai va đập càng giảm.

Nếu sản phẩm cơ khí làm việc cần độ cứng rất cao (... độ dẻo gần bằng 0) khi làm việc trong điều kiện va đập sẽ có độ tin cậy thấp (hay gặp sự cố), *để bị phá huỷ giòn\**:

+ Nếu làm việc trong điều kiện tải tĩnh lớn không đảm bảo khi quá tải sinh ra nứt gãy đột ngột.

+ Nếu làm việc trong điều kiện chịu cả tải tĩnh và tải động lớn khi va đập thì dễ bị vỡ, mẻ tại chỗ bị va đập, còn làm việc trong điều kiện chịu mỏi dễ sinh vết nứt rạn ở bề mặt đồng thời *độ dai phá huỷ  $K_{IC}$  thấp\** làm cho vết rạn

nứt này mở rộng và phát triển sâu bên trong sản phẩm gây ra phá huỷ giòn rất nguy hiểm.

Vậy muốn đảm bảo *độ tin cậy\** trong quá trình sử dụng, các sản phẩm cơ khí này cần phải tạo ra cơ tính không đồng nhất trong sản phẩm sao cho bề mặt có độ cứng cao còn lõi phải đảm bảo độ dẻo dai để tránh phá huỷ giòn, nếu có vết rạn nứt ở bề mặt cũng không thể mở rộng và phát triển sâu bên trong làm phá huỷ vật liệu được.

- Độ dai và đập  $a_k$  tỷ lệ với tích  $\delta \cdot \sigma_b$ , hoặc tích  $\delta \cdot \sigma_c$  vậy có thể xem độ dai và đập như là chỉ tiêu tổng hợp của độ bền và độ dẻo chỉ cần một trong hai giá trị nhỏ cũng làm cho độ dai và đập kém đi.

- Cơ tính tổng hợp của vật liệu là cơ tính đảm bảo độ bền, độ dẻo, độ dai, độ cứng đều cao để vật liệu tránh bị phá huỷ trong điều kiện làm việc chịu cả tải trọng tĩnh và động. Căn cứ vào khả năng chịu tải tĩnh để chọn các vật liệu có cơ tính tổng hợp khác nhau, nếu chịu tải cao thì cơ tính tổng hợp phải cao sao cho vật liệu có độ bền lớn mà vẫn đảm bảo độ dai và đập cao để chống phá huỷ giòn. Các sản phẩm cơ khí thường là các chi tiết máy cần đến cơ tính tổng hợp, đặc biệt các chi tiết máy truyền chuyển động chịu lực lớn cần cơ tính tổng hợp cao.

- Tính đàn hồi của vật liệu là cơ tính có độ cứng và độ bền khá cao để độ dẻo, độ dai và đập không quá thấp. Do đó khi chịu tải trọng động cũng như tải tĩnh với giá trị nhất định làm cho vật liệu bị biến dạng mà không phá huỷ (gãy, vỡ), nếu bỏ tác dụng giá trị trên lập tức vật liệu lại trở về hình dạng ban đầu. Căn cứ vào khả năng chịu tải trọng tĩnh để chọn các vật liệu đàn hồi có tính đàn hồi khác nhau: Nếu chịu tải cao thì cơ tính đàn hồi phải cao để khi vật liệu bị biến dạng rồi nhưng vẫn trở lại hình dạng ban đầu. Các sản phẩm cơ khí lò xo, nhíp ô tô... cần đến tính đàn hồi.

*Đối với phá huỷ giòn\**: Cần quan tâm đến khả năng phá huỷ của nó vì rất nguy hiểm. Sự phá huỷ này không có dự báo từ hình dạng bên ngoài nên dẫn đến hậu quả tai hại. Quy luật quan hệ giữa các cơ tính cũng tương tự như trên không xảy ra từ từ như vật liệu dẻo mà rất đột ngột, vì độ dai và đập chưa đặc trưng cho sự phá huỷ này. Vì vậy người ta đã dùng  $K_{Ic}$  gọi là độ dai phá huỷ biến dạng phẳng (là khả năng chống phá huỷ do mở rộng vết nứt).

*Độ tin cậy* \* là khả năng đảm bảo cho sản phẩm cơ khí trong thời gian làm việc quy định không bị hỏng hóc.

## II. CẤU TẠO VẬT LIỆU

### 1. Khái niệm chung

#### 1.1. Sắp xếp nguyên tử trong vật rắn

Như đã biết, vật chất cấu tạo bởi các nguyên tử (phân tử), nhưng tùy các loại vật rắn cấu tạo khác nhau sắp xếp nguyên tử (phân tử) của chúng khác nhau. Nói chung vật rắn trong tự nhiên có hai hình thức sắp xếp nguyên tử (phân tử) được chia làm hai: Vật rắn vô định hình và vật rắn tinh thể.

##### 1.1.1. Vật rắn vô định hình

Là những vật rắn có cấu tạo mà các nguyên tử (phân tử) trong nó không có sắp xếp trật tự, không theo một quy luật nào.

Để nhận biết trong tự nhiên những vật này không có hình dáng nhất định, mặt gãy (vỡ) thì nhẵn nhụi. Ví dụ như than đá, thủy tinh, nhựa hữu cơ... thường là các phi kim loại.

##### 1.1.2. Vật rắn tinh thể

Là những vật rắn có cấu tạo từ những nguyên tử (phân tử), có sắp xếp trật tự theo một quy luật nào đó.

Để nhận biết trong tự nhiên những vật rắn này bao giờ cũng có hình dáng nhất định, mặt gãy, vỡ; có dạng sần sùi như có hạt. Ví dụ: Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) hình hộp, Hematit ( $\text{FeO}_3$ ) hình tám... thường là những vật kim loại.

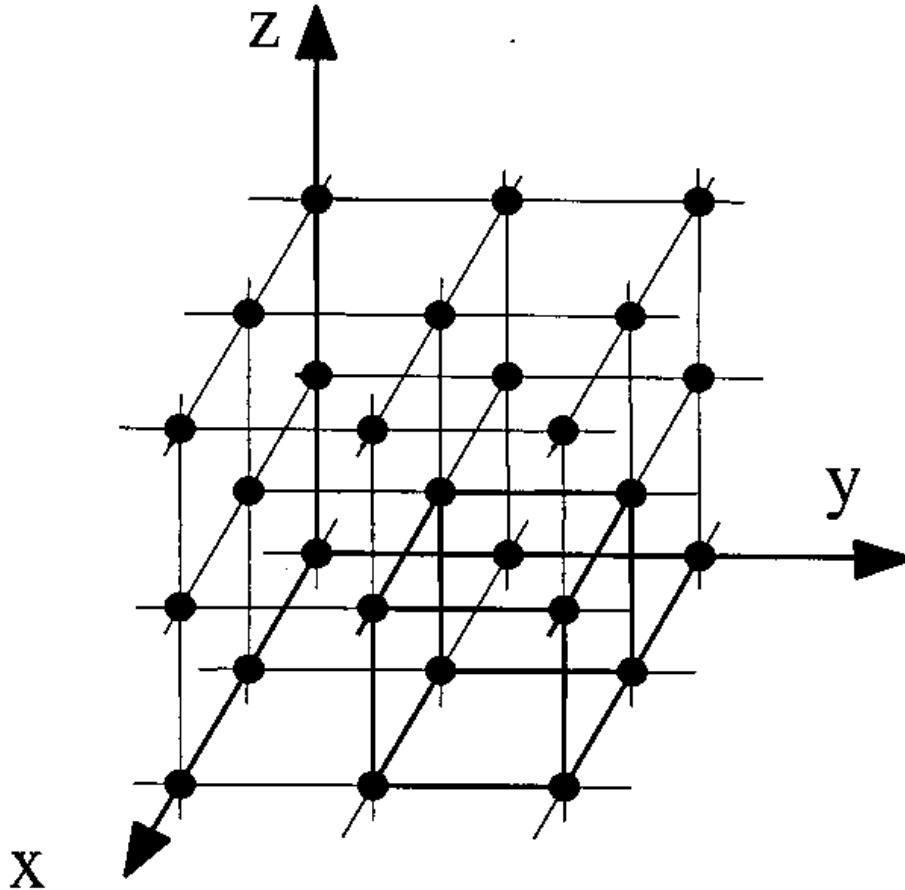
Khi khảo sát vật rắn tinh thể thấy rằng nếu làm biến đổi cấu tạo của nó (cấu trúc) sẽ làm biến đổi rất nhiều tính chất, đặc biệt là cơ tính, do đó ảnh hưởng đến tính sử dụng của vật rắn.

### 1.2. Khái niệm mạng tinh thể

Như trên ta đã biết kim loại là vật tinh thể. Các nguyên tử (phân tử) của nó luôn ở những vị trí nhất định, có quy luật theo những dạng hình học nhất định. Để nghiên cứu cấu trúc của các nguyên tử (phân tử) này, các nhà bác học đã mô tả lại sự sắp xếp của chúng ở những vật tinh thể bằng những mô hình hình học trong không gian gọi là mạng tinh thể.

### 1.2.1. Định nghĩa mạng tinh thể

Là mô hình hình học mô tả sắp xếp có quy luật của các nguyên tử (phân tử) ở trong không gian của vật tinh thể. Giả sử ta có vật rắn được mô tả sự sắp xếp các nguyên tử trong nó bằng mô hình “mạng tinh thể” (hình 2)

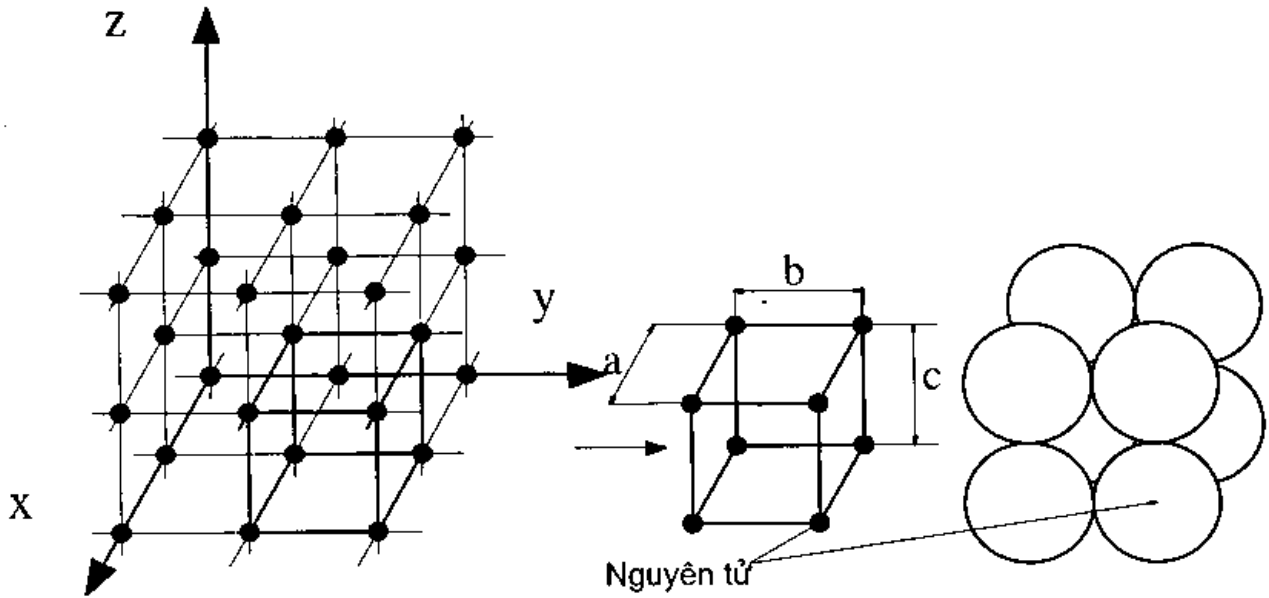


Hình 2: Mạng tinh thể của vật rắn tinh thể A

Nếu đem vật tinh thể ra để xây dựng toàn bộ mô hình mạng tinh thể rất phức tạp và khó khăn. Vì vậy người ta nhận thấy cần phải tìm những khối hình học có kích thước nhỏ nhất có đầy đủ sự sắp xếp trật tự theo quy luật của nguyên tử (phân tử) trong toàn bộ mạng tinh thể và được gọi là khối cơ sở (vật tập hợp tất cả khối cơ sở liên tiếp theo ba chiều đo trong không gian ta có mạng tinh thể).

### 1.2.2. Định nghĩa ô cơ sở (khối cơ sở)

Là khối thể tích nhỏ nhất đặc trưng một cách đầy đủ về sự sắp xếp trật tự có quy luật của nguyên tử (phân tử) trong mạng tinh thể (Hình 3).



Hình 3: Ô cơ sở và thông số mạng của mạng tinh thể vật A

Trong thực tế để đơn giản chỉ cần biểu diễn mạng tinh thể bằng ô cơ sở của nó là đủ. Vậy vật rắn tinh thể A mạng tinh thể của nó chỉ cần biểu diễn ô cơ sở là hình hộp có các nguyên tử nằm ở đỉnh (hình 3)

### 1.2.3. Thông số mạng (Hằng số mạng)

Là kích thước cơ bản của mạng tinh thể từ đó có thể tính ra được khoảng cách giữa hai nguyên tử (phân tử) bất kỳ trong mạng (theo khoảng cách các cạnh của ô cơ sở). Vì khoảng cách giữa các nguyên tử rất nhỏ nên thông số mạng được đo bằng Angstrom:  $\text{Å}^0$  ( $1\text{Å}^0 = 10^{-8}\text{cm}$ ). Ký hiệu: a,b,c. (hình 3)

### 1.2.4. Chú ý: Cần phân biệt các khái niệm sau:

➤ Một kiểu mạng tinh thể: Là chỉ một loại vật rắn có cùng cách sắp xếp trật tự của nguyên tử (phân tử) theo một quy luật, đồng thời xác định được vị trí các nguyên tử (phân tử) trong mạng tinh thể của nó, tức là có cùng ô cơ sở và có cùng trị số thông số mạng.

➤ Một loại mạng tinh thể: Là chỉ những vật rắn có cùng cách sắp xếp trật tự của nguyên tử (phân tử) theo một quy luật nào đó, tức là có cùng ô cơ sở, nhưng không nhất thiết phải có cùng trị số thông số mạng.

Vậy nếu một vật rắn có cấu tạo là một kiểu mạng tinh thể thì tính chất của nó sẽ đồng nhất với nhau trong toàn bộ thể tích, tức là có cùng cấu tạo và có cùng tính chất trong vật rắn tại thời điểm đó (có cấu tạo một pha rắn. Xem phần lý thuyết pha\* trang 31).



## 2. Cấu tạo kim loại nguyên chất

Thông thường mỗi một loại kim loại nguyên chất có một kiểu mạng tinh thể, tức là có cấu tạo và tính chất riêng ở trạng thái rắn, ở đây phải hiểu mỗi một kim loại nguyên chất tức là vật rắn, chỉ có một loại nguyên tử được sắp xếp trật tự có quy luật vào vị trí xác định, do đó tính chất của nó sẽ đồng nhất trong toàn bộ thể tích. Thực tế ta thấy không có kim loại nào có tính chất giống nhau hoàn toàn mà nó có tính chất riêng biệt chính là do chúng có kiểu mạng tinh thể khác nhau.

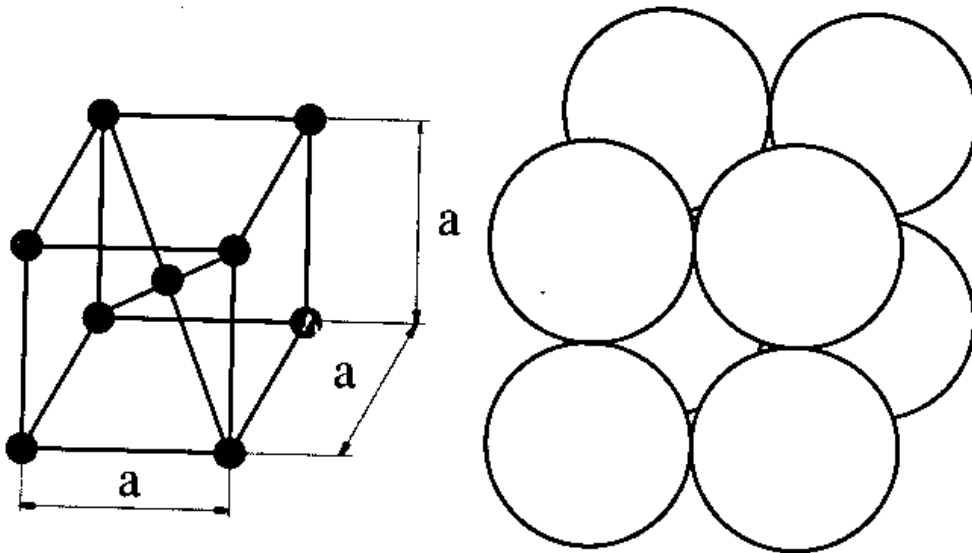
Vậy mỗi kim loại nguyên chất có cấu trúc riêng (một kiểu mạng tinh thể) thì ứng với tính chất riêng. Nói chung cấu trúc kim loại nguyên chất đều đơn giản hơn hợp kim của nó. Vì vậy độ cứng, độ bền thấp hơn; độ dẻo, độ dai cao hơn.

Phần lớn các kim loại nguyên chất thường có ba loại mạng tinh thể: Lập phương thể tâm (lập phương tâm khối), lập phương tâm mặt (lập phương diện tâm), sáu phương xếp chặt (lục giác xếp chặt).

### 2.1. Các loại mạng tinh thể thường gặp trong kim loại nguyên chất

#### 2.1.1. Mạng tinh thể lập phương thể tâm (lập phương tâm khối)

Định nghĩa: Là mạng tinh thể có ô cơ sở là hình lập phương, trong đó các nguyên tử nằm ở đỉnh và tâm khối (Hình 4). Được ký hiệu  $\blacksquare$

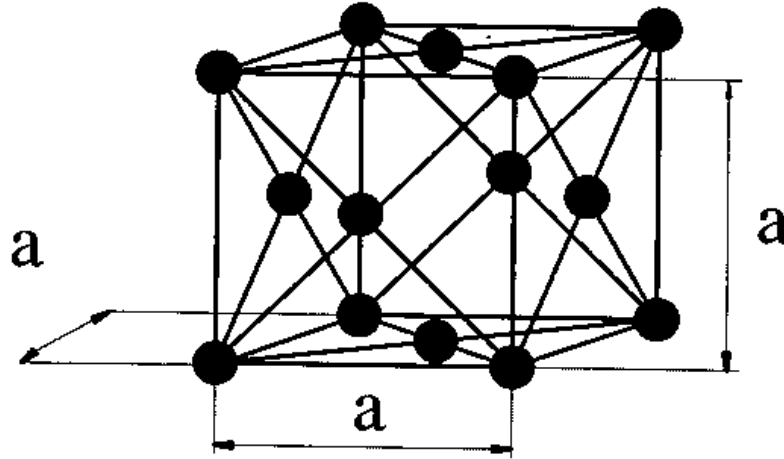


Hình 4: Ô cơ sở của mạng lập phương tâm khối

Ví dụ: Các kim loại nguyên chất có loại mạng tinh thể này như Cr, W, V, Mo...

### 2.1.2. Mạng tinh thể lập phương tâm mặt (lập phương diện tâm)

Định nghĩa: Là loại mạng tinh thể có ô cơ sở là hình lập phương trong đó các nguyên tử nằm ở đỉnh và tâm các mặt (Hình 5). Được ký hiệu  $\boxtimes$

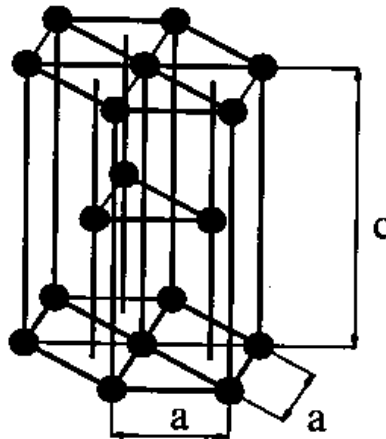


Hình 5: Ô cơ sở mạng tinh thể lập phương tâm mặt

Ví dụ: Các loại mạng tinh thể nguyên chất có loại mạng tinh thể này: Cu, Ni, Al, Pb, Au, Ag...

### 2.1.3. Mạng tinh thể sáu phương xếp chặt

Định nghĩa: Là loại mạng tinh thể có ô cơ sở hình lục lăng trong đó có các nguyên tử nằm ở đỉnh, tâm mặt đáy và tâm của ba lăng trụ tam giác cách đều nhau (Hình 6).



Hình 6: Ô cơ sở mạng tinh thể sáu phương xếp chặt

Ví dụ: Các kim loại nguyên chất có loại mạng tinh thể này: Mg, Zn...

## 2.2. Tính thù hình của kim loại

**2.2.1. Định nghĩa:** Là một loại kim loại có thể có nhiều kiểu mạng tinh thể khác nhau tồn tại trong các khoảng nhiệt độ khác nhau.

### 2.2.2. Đặc tính thù hình

- Các dạng thù hình khác nhau được ký hiệu bằng các chữ Hy Lạp theo nhiệt độ từ thấp đến cao:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,...

- Khi có chuyển biến thù hình thì kim loại đó có kèm theo sự thay đổi thể tích bên trong và thay đổi tính chất. Đây là đặc tính quan trọng nhất khi sử dụng chúng.

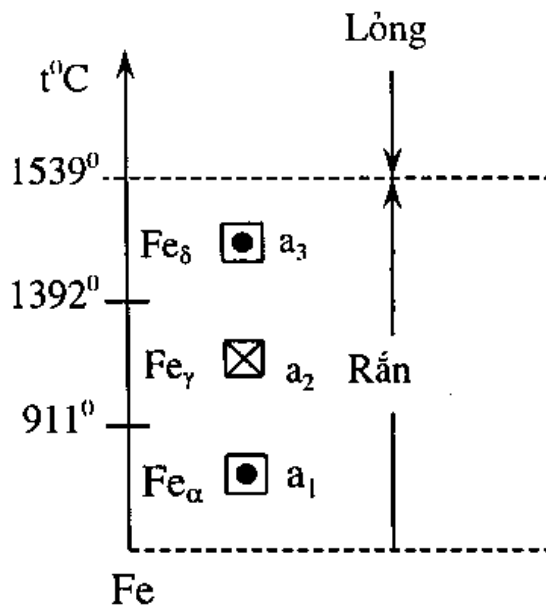
### 2.2.3. Ví dụ

Tính thù hình của sắt (cần học thuộc).

Sơ đồ tính thù hình của sắt (Hình 7)

Ghi chú:

- ☐● Mạng tinh thể lập phương tâm khối.
- ☐⊗ Mạng tinh thể lập phương tâm mặt.



Hình 7: Sơ đồ tính thù hình của Fe

Các thông số mạng có kích thước:

$$a_1 = 2,88\text{KX}; a_2 = 3,64\text{KX}; a_3 = 2,48\text{KX}; 1\text{KX} = 1,002\text{A}^0; 1\text{A}^0 = 10^{-8}\text{cm}.$$

Khi nung sắt nguyên chất người ta thấy ở trạng thái rắn sắt thay đổi ba kiểu mạng tinh thể ở ba khoảng nhiệt độ khác nhau ( $\leq 911^{\circ}\text{C}$ ,  $911^{\circ}\text{C} \div 1392^{\circ}\text{C}$ ,  $1392^{\circ}\text{C} \div 1539^{\circ}\text{C}$ ), vậy nó có ba dạng thù hình được ký hiệu  $\text{Fe}_{\alpha}$ ,  $\text{Fe}_{\gamma}$ ,  $\text{Fe}_{\delta}$ .

Ta thấy có ba kiểu mạng tinh thể (kèm theo thay đổi thể tích trong sắt) do đó tính chất của Fe cũng thay đổi theo.

### 3. Cấu tạo của hợp kim

#### 3.1. Khái niệm

##### 3.1.1. Định nghĩa

Hợp kim là vật thể mang tính kim loại (sáng, dẻo, dẫn điện và nhiệt) chứa nhiều nguyên tố trong đó chủ yếu phải là nguyên tố kim loại, nguyên tố còn lại là nguyên tố hợp kim hóa.

##### 3.1.2. Ưu việt của hợp kim đối với ngành cơ khí

Hợp kim được sử dụng nhiều trong nghề cơ khí. Sở dĩ như vậy là so với kim loại nguyên chất, nó có các tác dụng phù hợp với chế tạo cơ khí.

➤ Cơ tính hợp kim phù hợp vật liệu chế tạo cơ khí: Đối với nghề cơ khí, vật liệu chế tạo phải có độ bền cao, tuổi thọ sử dụng tốt, về mặt này hợp kim hơn hẳn kim loại nguyên chất, độ cứng, độ bền cao hơn hẳn, trong khi đó độ dẻo và độ dai vẫn đủ cao. Còn kim loại nguyên chất tuy độ dẻo dai cao nhưng độ bền thấp hơn, độ cứng kém hơn nên bị mài mòn nhanh.

➤ Tính công nghệ thích hợp: Kim loại nguyên chất có tính dẻo cao, dễ gia công áp lực nhưng khó đúc, gia công cắt kém và không hoá bền được bằng nhiệt luyện. Hợp kim có tính công nghệ khác nhau và phù hợp với từng điều kiện gia công như: Gia công áp lực ở trạng thái nóng và nguội, đúc, gia công cắt, nhiệt luyện... đảm bảo cho chế tạo sản phẩm có năng suất cao.

➤ Giá thành hạ hơn: Dễ chế tạo hơn do không phải khử bỏ triệt để các tạp chất như kim loại.

##### 3.1.3. Chú ý

▪ Quy ước ký hiệu hệ hợp kim A-B: Tức là hợp kim chứa hai nguyên tố A và B trong đó A là nguyên tố chủ yếu và phải là nguyên tố kim loại, còn B là nguyên tố hợp kim hoá có thành phần thay đổi trong hợp kim. Nếu B có thành phần xác định trong A, dùng để chỉ một hợp kim cụ thể A-B (%).

### 3.2. Các dạng cấu tạo của hợp kim

Cấu tạo bên trong của hợp kim phụ thuộc chủ yếu vào tác dụng giữa các nguyên tố cấu tạo nên chúng.

Nói chung ở trạng thái lỏng các nguyên tố đều hoàn toàn hoà tan lẫn nhau để tạo nên dung dịch lỏng. Song khi làm nguội ở trạng thái rắn sẽ hình thành tổ chức *pha\** của hợp kim có thể rất khác nhau do tác dụng với nhau giữa các nguyên tố, nó có thể có tổ chức pha như sau:

- Hợp kim có tổ chức một pha (một kiểu mạng tinh thể).
- Khi các nguyên tố trong hợp kim tác dụng hoà tan ở trạng thái rắn gọi là dung dịch rắn.
- Khi các nguyên tố trong hợp kim tác dụng hoá học ở trạng thái rắn gọi là hợp chất hoá học.
- Hợp kim có tổ chức hai pha trở lên ( $\geq 2$  kiểu mạng tinh thể).
- Khi giữa các pha trong hợp kim có tác dụng cơ học với nhau gọi là hỗn hợp cơ học.

*Pha(\*)*: Là tổ phần đồng nhất có tính chất giống nhau trong toàn bộ thể tích ở cùng trạng thái (lỏng, rắn phải có cùng một kiểu mạng tinh thể) và ngăn cách phần còn lại bằng bề mặt phân chia.

Vậy kim loại nguyên chất khi ở trạng thái rắn không có tính thù hình thì chỉ có một kiểu mạng tinh thể nên có cấu tạo một pha. Nếu có tính thù hình thì mỗi dạng thù hình của nó là một pha. Ví dụ  $Fe_{\alpha}$  là một pha,  $Fe_{\gamma}$  là một pha,  $Fe_{\delta}$  là một pha.

Có thể nói tính chất của hợp kim được quyết định bởi tính chất của các pha cấu tạo nên hợp kim. Vậy ta lần lượt xét các dạng cấu tạo sau:

### 3.2.1. Dung dịch rắn

#### ▪ Định nghĩa:

Khi hai hay nhiều nguyên tố trong hợp kim có khả năng hoà tan với nhau ở trong trạng thái rắn và tạo nên một thể đồng nhất có tính chất giống nhau trong toàn bộ thể tích của hợp kim.

Quy ước: Trong dung dịch rắn, nguyên tố có lượng chứa nhiều hơn gọi là nguyên tố dung môi, nguyên tố còn lại là nguyên tố hoà tan. Trong hệ hợp kim A-B theo quy ước ta có ký hiệu dung dịch rắn:  $A(B)$  tức là B hoà tan trong A với thành phần có hạn hoặc vô hạn. Nếu nguyên tố dung môi A có tính thù hình:  $\alpha, \beta$  thì ta có các loại dung dịch rắn, được ký hiệu  $A_{\alpha}(B), A_{\beta}(B)$ ... hoặc ký hiệu bằng các chữ  $\alpha, \beta$ ...

#### ▪ Cấu tạo:

Căn cứ vào định nghĩa và mục 1.2.4 trang 26, hợp kim có cấu tạo một pha ứng với một dung dịch rắn vì có một kiểu mạng tinh thể và là kiểu mạng của

nguyên tố dung môi. Nếu ta có A(B) cấu tạo của nó là một pha vì có kiểu mạng tinh thể của nguyên tố A.

Ví dụ: Hệ hợp kim Fe-C có dung dịch rắn  $Fe_\alpha(C)$  cấu tạo của nó là một pha vì có kiểu mạng tinh thể lập phương tâm khối  $a_1 = 2,88 \text{ KX}$  (xem lại mục 2.2.3 trang 29).

▪ *Cơ tính:*

Cơ tính chung của dung dịch rắn: Có độ cứng thấp, độ bền thấp và có độ dẻo cao, độ dai cao do có kiểu mạng tinh thể từ kim loại nguyên chất.

Nếu kích thước tinh thể của pha dung dịch rắn càng nhỏ, độ cứng, độ bền sẽ đỡ thấp hơn hoặc lượng nguyên tố hoà tan càng lớn sẽ làm tăng cơ tính của nó (độ bền tăng).

### 3.2.2. Hợp chất hoá học

▪ *Định nghĩa:*

Khi hai hay nhiều nguyên tố trong hợp kim có tính chất điện hoá khác nhau có *khả năng tác dụng hoá học* với nhau để tạo ra công thức hoá học và tạo nên một thể đồng nhất có tính chất giống nhau trong toàn bộ thể tích của hợp kim.

Quy ước: Nếu ta có hợp kim A-B, khi B có thành phần hoá học nhất định có tính chất điện hoá khác với A sẽ tác dụng hoá học với A để tạo thành hợp chất hoá học được ký hiệu theo công thức hoá học  $A_mB_n$ .

▪ *Cấu tạo:*

Căn cứ vào định nghĩa và mục 1.2.4 trang 26. *Hợp kim có một pha* ứng với một hợp chất hoá học (có công thức hoá học  $A_mB_n$ ) vì có một kiểu mạng tinh thể nhưng khác với kiểu mạng tinh thể của nguyên tố thành phần tạo nên nó.

Ví dụ: Hệ hợp kim sắt Fe-C khi nguyên tố C = 6,67% thì tác dụng với nguyên tố Fe để tạo thành hợp chất hoá học  $Fe_3C$  có cấu tạo một pha vì có một kiểu mạng tinh thể trực thoi phức tạp (không giống kiểu mạng của Fe và C).

▪ *Cơ tính:*

Cơ tính chung của hợp chất hoá học có *độ cứng cao, tính giòn lớn* do có kiểu mạng tinh thể phức tạp không giống kiểu mạng của kim loại nguyên chất, đồng thời có nhiệt độ phân huỷ cao ( $t_{nc}$  cao).

Nếu kích thước tinh thể của pha hợp chất hoá học càng nhỏ hoặc ở dạng hạt thì cơ tính của nó sẽ đỡ giòn hơn.

### 3.2.3. Hỗn hợp cơ học

Rất nhiều trường hợp hợp kim không có một pha như ở trên mà gồm nhiều pha. Cấu tạo như vậy gọi là hỗn hợp cơ học.



▪ *Định nghĩa:*

Khi hai hay nhiều pha trong hợp kim không có khả năng hoà tan và tác dụng hoá học với nhau ở trạng thái rắn thì *tác dụng cơ học* với nhau để tạo thành hỗn hợp cơ học của hợp kim.

Quy ước: Nếu hợp kim A-B khi ở trạng thái rắn có hai hay nhiều pha nhưng chúng không tác dụng hoá học với nhau và cũng không tác dụng hoà tan với nhau mà tác dụng cơ học thuần tuý để tạo nên một vật thể mang tính kim loại có nhiều pha được *ký hiệu giữa các pha tác dụng cơ học bằng dấu (+)*. Vậy nếu hợp kim có cấu tạo là hỗn hợp cơ học thì:

▪ *Cấu tạo:*

Nếu hợp kim có cấu tạo là hỗn hợp cơ học thì trong hợp kim *ít nhất có hai kiểu mạng tinh thể trở lên (hai pha trở lên)*.

Hỗn hợp cơ học có trong các hợp kim A-B có thể là:

- Hai pha của kim loại nguyên chất tạo nên. Ví dụ: hợp kim Au-Pb... Hợp kim Au-Pb khi ở trạng thái rắn các nguyên tố Au-Pb không hoà tan và cũng không tác dụng hoá học mà tạo thành hỗn hợp hoá học cơ học Au+Pb vì có hai kiểu mạng tinh thể của Au và Pb.

- Hai pha của dung dịch rắn. Ví dụ hợp kim Fe-C khi thành phần cacbon = 0,5% ở nhiệt độ 800°C có cấu tạo bên trong là hỗn hợp cơ học gồm  $Fe_{\alpha}(C) + Fe_{\gamma}(C)$  vì thế có hai kiểu mạng tinh thể của  $Fe_{\alpha}$  và  $Fe_{\gamma}$  (xem lại mục 3.2.1 trang 31 ÷ 32).

- Hai pha của dung dịch rắn và hợp chất hoá học. Ví dụ hợp kim Fe-C khi thành phần cacbon = 0,5% ở nhiệt độ thường có cấu tạo bên trong là hỗn hợp cơ học gồm  $Fe_{\alpha}(C) + Fe_3C$  vì thế có hai kiểu mạng tinh thể của  $Fe_{\alpha}$  và  $Fe_3C$  (xem lại mục 3.2.1 và 3.2.2 trang 31÷32).

- Hai pha của kim loại nguyên chất và dung dịch rắn hoặc kim loại nguyên chất với hợp chất hoá học.

Hai dạng điển hình của hỗn hợp cơ học là *cùng tinh<sup>(\*)</sup>* và *cùng tích<sup>(\*)</sup>*.

<sup>(\*)</sup> Cùng tích là hỗn hợp cơ học của hai hay nhiều pha được tạo thành từ dung dịch rắn.

<sup>(\*)</sup> Cùng tinh là hỗn hợp cơ học của hai hay nhiều pha được tạo thành từ trạng thái lỏng nên có kích thước tinh thể lớn hơn cùng tích.

▪ *Cơ tính* hỗn hợp cơ học nói chung *phụ thuộc vào cơ tính của các pha tạo thành*.

Muốn đánh giá cơ tính của hỗn hợp cơ học nào đó trong hợp kim có thành phần hoá học xác định tại nhiệt độ nhất định phải căn cứ vào tỷ lệ cấu tạo và cơ tính của pha tạo thành.

### III. BÀI TẬP ỨNG DỤNG VỀ MỐI QUAN HỆ GIỮA CẤU TẠO VÀ CƠ TÍNH CỦA VẬT LIỆU

#### 1. Nhận dạng cấu tạo của hợp kim và cơ tính của nó

Hướng dẫn làm bài tập:

Dựa vào lý thuyết mục II, 3. trang 30÷34 để làm bài theo yêu cầu của từng bài tập, cụ thể có các yêu cầu sau:

▪ *Tìm dạng cấu tạo:*

- Dựa vào định nghĩa của dạng cấu tạo so với đầu bài xem tác dụng giữa các nguyên tố (các pha) trong hợp kim thuộc dạng cấu tạo nào, từ đó xác định được dạng cấu tạo đó.

- Dựa vào quy ước ký hiệu các dạng cấu tạo so với đầu bài đã cho, từ đó xác định được dạng cấu tạo đó.

- Dựa vào số kiểu mạng tinh thể có trong hợp kim để xác định số pha có trong dạng cấu tạo đó.

▪ *Viết ký hiệu của dạng cấu tạo:*

- Dựa vào quy ước ký hiệu của từng dạng cấu tạo so với đầu bài, từ đó viết được ký hiệu của dạng cấu tạo đó. Khi viết ký hiệu dung dịch rắn cần chú ý đến tính thù hình của nguyên tố dung môi.

▪ *Nhận xét cơ tính hoặc so sánh cơ tính:*

- Sau khi xác định được dạng cấu tạo trong bài tập, muốn nhận xét được cơ tính của nó dựa vào lý thuyết "cơ tính chung" của từng dạng cấu tạo để trả lời.

#### Bài tập

*Câu 1:* Hợp kim Fe-C có nguyên tố C tác dụng hoà tan với Fe tại nhiệt độ  $700^{\circ}\text{C}$  để tạo thành dung dịch rắn. Hãy cho biết cấu tạo bên trong của hợp kim này thuộc dạng cấu tạo nào, viết ký hiệu quy ước và cho biết kiểu mạng tinh thể của nó? Cấu tạo hợp kim này có mấy pha? Nhận xét gì về cơ tính của nó?

*Câu 2:* Hợp kim Fe-C có nguyên tố C tác dụng hoà tan với Fe tại nhiệt độ  $1000^{\circ}\text{C}$  để tạo thành dung dịch rắn. Hãy cho biết cấu tạo bên trong của hợp kim này thuộc dạng cấu tạo nào, viết ký hiệu quy ước và cho biết kiểu

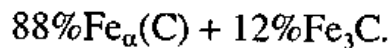
mạng tinh thể của nó? Cấu tạo hợp kim này có mấy pha? Nhận xét gì về cơ tính của nó?

*Câu 3:* Hợp kim Fe-C khi C = 6,67% tác dụng với Fe để tạo thành  $Fe_3C$  có kiểu mạng tinh thể trực thoi phức tạp. Hỏi  $Fe_3C$  thuộc loại cấu tạo nào? Có mấy pha? Từ đó có nhận xét gì về cơ tính của nó?

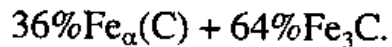
*Câu 4:* Hợp kim Fe-C có cấu tạo sau:  $Fe_\alpha(C) + Fe_3C$ . Hãy cho biết hợp kim trên thuộc dạng cấu tạo nào? Có mấy pha? Từ đó nhận xét gì về cơ tính chung của nó?

## 2. So sánh cơ tính các hợp kim có cùng dạng cấu tạo

a) Hợp kim Fe-C có thành phần C = 0,8% có cấu tạo tại nhiệt độ thường:



b) Hợp kim Fe-C có thành phần C = 4,3% có cấu tạo tại nhiệt độ thường:



Hãy cho biết các hợp kim trên thuộc dạng cấu tạo nào? Sau đó so sánh cơ tính của chúng.

## Câu hỏi ôn tập và bài tập chương

*Câu 1:* Cơ tính là gì? Hãy nêu các loại cơ tính thường dùng? Trình bày định nghĩa, ký hiệu, đơn vị của chúng? Nêu rõ ý nghĩa các loại cơ tính.

*Câu 2:* Dùng kiến thức, ý nghĩa các loại cơ tính hãy trả lời các bài tập sau:

a) Phôi thép cần có cơ tính nào cao để khi qua gia công áp lực dễ bị biến dạng nhất để tạo hình sản phẩm? Tại sao?

b) Vật liệu thép có cơ tính như thế nào thì có tính chống mài mòn bề mặt tốt? Các sản phẩm cơ khí phải làm việc trong điều kiện như thế nào thì cần đến độ cứng cao nhất? Tại sao?

c) Các phôi thép đem đi gia công cắt gọt trên máy cắt gọt (tiện, phay, bào) có các trị số cứng sau:

+ Phôi 1: Độ cứng 100 HB.

+ Phôi 2: Độ cứng 150 HB.

+ Phôi 3: Độ cứng 250 HB.

Hãy cho biết phôi nào dễ gia công nhất? Tại sao?

d) Cặp bánh răng truyền chuyển động quay với vận tốc lớn  $5 \rightarrow 7$  m/s trong đó bánh răng chủ động có đường kính nhỏ còn bánh răng bị động có đường kính lớn hơn nhiều.

Vậy muốn cơ cấu bánh răng chạy êm trong quá trình sử dụng thì bề mặt bánh răng cần cơ tính nào cao và bánh răng nào cần cao hơn? Tại sao?

e) Bánh răng làm việc trong điều kiện chịu tải nặng thường bị hỏng các dạng sau:

- + Mòn bề mặt răng.
- + Tróc bề mặt răng.
- + Nứt gãy chân răng.
- + Biến dạng răng.
- + Mẻ răng.

Trong từng trường hợp trên, hãy cho biết vật liệu bánh răng cần nâng cao cơ tính nào để tránh các dạng hỏng đó? Tại sao?

**Câu 3:** Dùng kiến thức mục 2.6 tr. 22. (Quan hệ giữa các loại cơ tính) để trả lời các câu hỏi bài tập sau:

Thế nào là độ tin cậy của sản phẩm cơ khí? Các sản phẩm cơ khí phải làm việc trong điều kiện như thế nào thì cần đến độ tin cậy cao? Hãy lấy một vài ví dụ về các sản phẩm cơ khí khi làm việc và điều kiện cơ tính mong muốn của nó để có độ tin cậy cao.

**Câu 4:** Vật liệu có cơ tính như thế nào gọi là cơ tính tổng hợp? Các sản phẩm cơ khí phải làm việc trong điều kiện như thế nào thì cần đến cơ tính tổng hợp cao?

**Câu 5:** Vật liệu có cơ tính như thế nào gọi là cơ tính đàn hồi? Các sản phẩm cơ khí phải làm việc trong điều kiện như thế nào thì cần tính đàn hồi cao?

**Câu 6:** Thế nào là một kiểu mạng tinh thể? Tại sao Cu và Al có cùng một loại mạng tinh thể lập phương tâm mặt mà tính chất của chúng lại khác nhau (xem lại 1.2.4 trang 26 và xem thêm mục 1.1 trang 116 và 1.1 trang 119)

**Câu 7:** Thế nào là tính thù hình của kim loại? Tại sao Fe lại có tính thù hình? Hãy vẽ sơ đồ tính thù hình của Fe.

**Câu 8:** Làm lại bài tập mục III tr.34,35.

**Câu 9:** Hợp kim có mấy dạng cấu tạo? Trình bày định nghĩa, cấu tạo và cơ tính của chúng. Sau đó dùng ví dụ cấu tạo của hợp kim Fe-C để chứng minh (dùng kiến thức bài tập mục III trang 34-35 và xem thêm mục 1.1 trang 41)

## Chương 2

# GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI Fe - Fe<sub>3</sub>C (Fe - C) (5 tiết)

### 1. Mục đích

Cho biết cấu tạo và cơ tính của hợp kim Fe-C thông qua giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C và cách sử dụng nó.

### 2. Yêu cầu

- + Hiểu được khái niệm về giản đồ trạng thái nói chung.
- + Nắm được các tổ chức một pha, hai pha, điểm (đường) tới hạn trên giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C.
- + Biết cách sử dụng giản đồ để xét các chuyển biến cấu tạo cũng như dự đoán tính chất của hợp kim Fe-C ở các nhiệt độ và thành phần hoá học xác định.

## NỘI DUNG

### I. KHÁI NIỆM VỀ GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI

#### 1. Định nghĩa

Là biểu đồ biểu thị trạng thái tổ chức của hệ hợp kim đã cho trên hệ trục nhiệt độ và thành phần hoá học.

Do công sức của nhiều nhà khoa học trong các viện nghiên cứu, người ta đã lập nên được hầu hết giản đồ trạng thái của các hệ hợp kim quan trọng. Có thể tìm chúng ở trong các tài liệu kỹ thuật.

#### 2. Công dụng giản đồ trạng thái của hệ hợp kim đã cho

- Cho biết cấu tạo bên trong của hợp kim với thành phần xác định khác nhau thông qua giản đồ trạng thái này để biết được cơ tính của chúng, do đó biết cách sử dụng hợp lý vật liệu làm bằng hợp kim đó.

- Qua giản đồ trạng thái xác định được chế độ nhiệt cho các công nghệ: Luyện kim và đúc (xác định  $t_{nc}^0$ ), rèn (xác định  $t^0$  bắt đầu và kết thúc khi gia

công), nhiệt luyện (xác định các  $t^0$  của từng phương pháp nhiệt luyện), hàn ( $t^0$  hàn) của hợp kim có thành phần xác định.

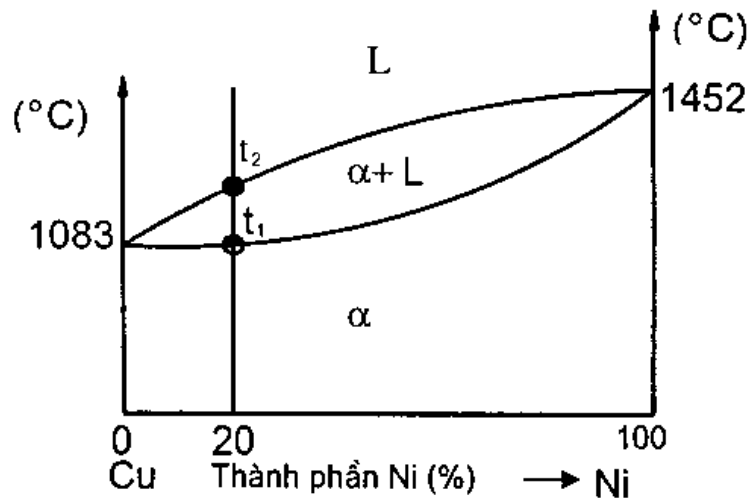
### 3. Ví dụ

#### 3.1. Giản đồ hệ một nguyên tố Fe

Khi ta có hệ hợp kim Fe - nguyên tố khác. Nếu nguyên tố hợp kim hoá là 0% thì giản đồ sẽ chỉ biểu diễn trên một hệ trục tung là nhiệt độ (vì tại trục hoành, thành phần hoá học là một điểm ứng với 100% là Fe và 0% là nguyên tố khác) chính là sơ đồ tính thù hình của Fe biểu diễn trên hình 7 trang 29 (chương I). Qua đó có thể biết được trạng thái của Fe và các loại cấu tạo khác nhau của Fe ở trạng thái rắn ở các khoảng nhiệt độ khác nhau là  $Fe_\alpha$  (1 pha),  $Fe_\gamma$  (1 pha),  $Fe_\delta$  (1 pha), Fe lỏng (1 pha)

#### 3.2. Giản đồ trạng thái hệ hai nguyên tố Cu-Ni

Khi ta có hệ hợp kim Cu-Ni biểu diễn trên hệ trục nhiệt độ và thành phần hoá học của Niken thay đổi từ 0%÷100% (biểu diễn trên hình 8) cho biết trên đó có các ký hiệu của các vùng tổ chức  $\alpha$ , L,  $\alpha + L$ .



Hình 8: Giản đồ trạng thái hệ hợp kim Cu-Ni.

L: Dung dịch lỏng Cu và Ni (1 pha).

$\alpha$ : Dung dịch rắn của niken hoà tan trong đồng [Cu(Ni)] (1 pha).

$\alpha + L$ : Hợp kim ở hai trạng thái: rắn  $\alpha$  và lỏng L (2 pha).

Căn cứ giản đồ hệ hợp kim Cu - Ni biết được cấu tạo bên trong của nó, từ đó có thể:

- Xét cấu tạo của hợp kim Cu-Ni khi Ni = 20% nung đến nhiệt độ 1500°C.

Từ nhiệt độ thường đến nhiệt độ  $t_1$  hợp kim này có cấu tạo là dung dịch rắn  $\alpha$ .

Từ nhiệt độ  $t_1$  đến nhiệt độ  $t_2$  cấu tạo hợp kim là  $\alpha + L$ .

Nhiệt độ  $t_2 > 1500^0$  cấu tạo hợp kim hoàn toàn ở trạng thái lỏng là L.



- Phân tích quá trình nung nóng của hợp kim trên như sau: Tại nhiệt độ thường hợp kim có cấu tạo dung dịch rắn  $\alpha$ , khi nung nóng hợp kim vẫn có cấu tạo trên tới khi nung đến nhiệt độ  $t_1$ , tại đây pha dung dịch rắn  $\alpha$  bắt đầu tiết ra pha lỏng L, do đó nung hợp kim ở nhiệt độ cao hơn  $t_1$  cấu tạo của nó gồm hai pha  $\alpha+L$ , nung tiếp hợp kim vẫn là  $\alpha+L$  tới khi đạt được nhiệt độ  $t_2$ , tại đây pha rắn  $\alpha$  hoà tan hết vào pha lỏng L, vì vậy nung cao hơn nhiệt độ  $t_2$  hợp kim cấu tạo hoàn toàn ở trạng thái lỏng L.

- Xác định nhiệt cho công nghệ đúc để tạo hình sản phẩm phải ở trạng thái lỏng có nhiệt độ lớn hơn  $t_2$ .

- Đây là vật liệu rất dễ gia công biến dạng bằng phương pháp gia công áp lực (cán, kéo, ép...) do cấu tạo của nó là dung dịch rắn  $\alpha$  có cơ tính mềm và dẻo.

### 3.3. Kết luận

Ứng dụng giản đồ trạng thái nhờ nó ta có thể biết cấu tạo bên trong của hệ hợp kim hoặc hợp kim có thành phần xác định từ đó suy ra tính chất để biết sử dụng nó một cách hợp lý và hiệu quả.

## II. GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI Fe-Fe<sub>3</sub>C (Fe-C)<sup>(\*)</sup>

(\*) *Giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C của hệ hợp kim Fe-C* đã cho được biểu diễn trên trục tung là nhiệt độ <sup>0</sup>C và trục hoành là thành phần các bon %C thay đổi trong Fe đến phạm vi tối đa là  $C_{max}=6,67\%$ , tại đây C tác dụng hoá học với Fe để tạo thành hợp chất hoá học Fe<sub>3</sub>C đồng thời cân hiệu: tại điểm 0% C có 100%Fe được ký hiệu Fe, tại 6,67% C có 100% Fe<sub>3</sub>C được ký hiệu Fe<sub>3</sub>C.

Muốn biết cấu tạo bên trong và tính chất của hệ hợp kim Fe-C phải biết sử dụng giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C, vậy ta lần lượt tìm hiểu các kiến thức trên giản đồ đã cho:

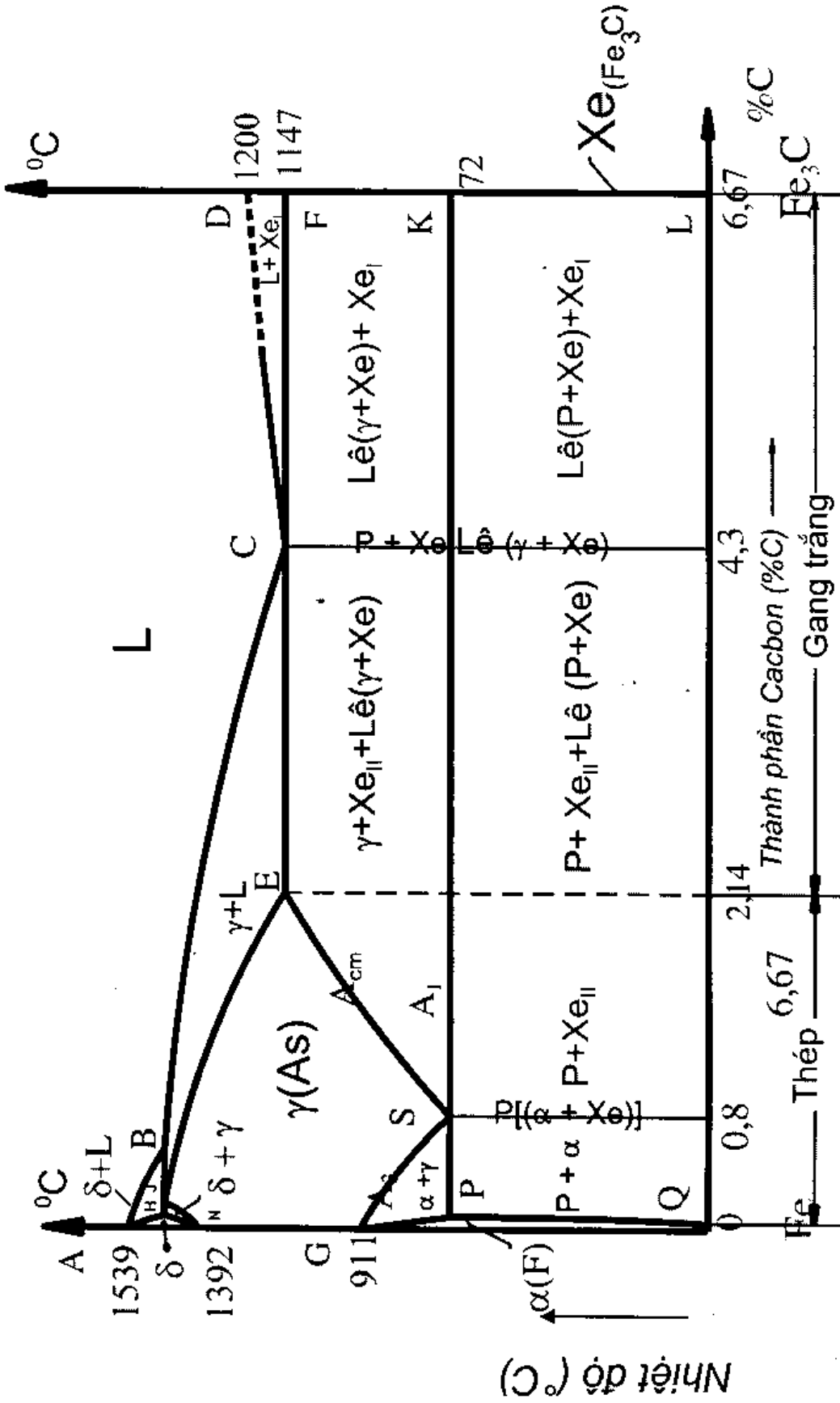
### 1. Giới thiệu giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C (Fe-C)

Giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C trình bày ở hình 9 với các ký hiệu A,B... (<sup>0</sup>C-%C) đã được quốc tế hoá như sau: Sắp xếp các điểm ký hiệu theo thứ tự thành phần %C tăng.

A(1539-0), N(1392-0), G(911-0), Q(0-0,006), P(727-0,02), H(1499-0,1), J(1499-0,16), B(1499-0,5), S(727-0,8), E(1147-2,14), C(1147-4,3), D(1250-6,67), F(1147-6,67), K(727-6,67), L(0-6,67).

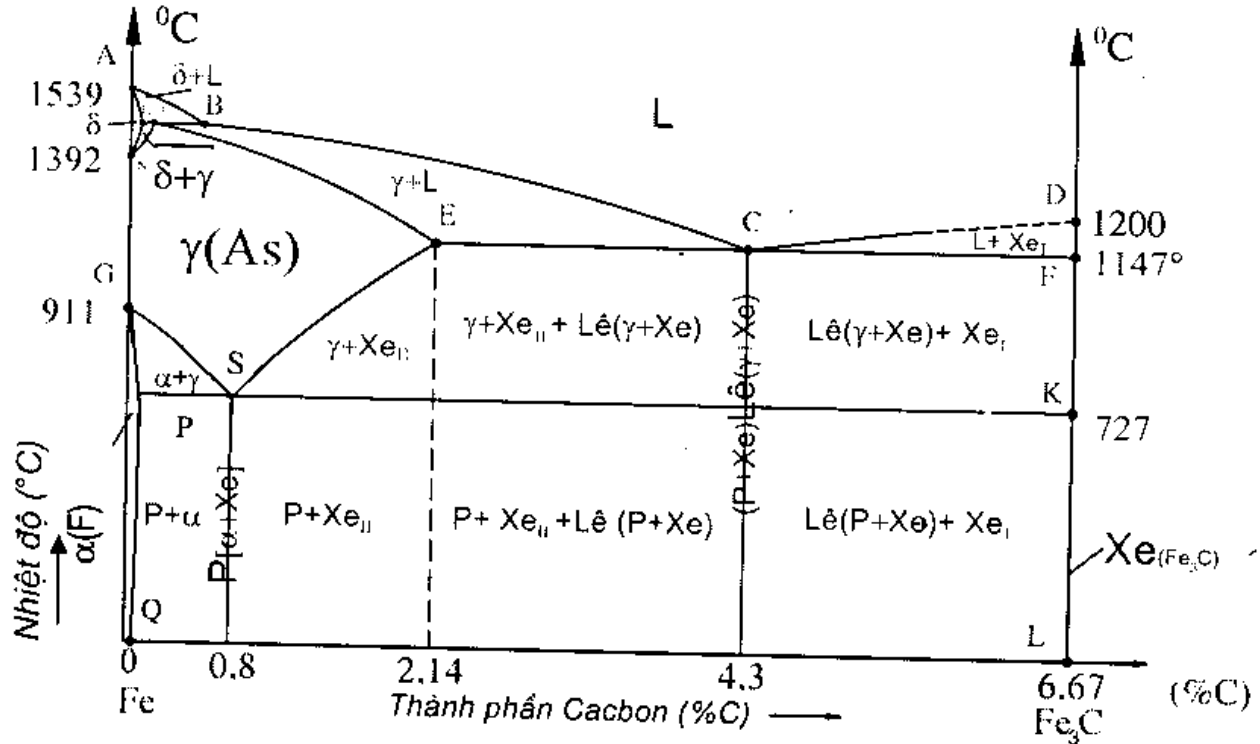
Cấu tạo hệ hợp kim Fe-C ở trạng thái hoàn toàn lỏng được xác định trên đường nối các điểm ABCD.

Cấu tạo của hệ hợp kim Fe-C ở trạng thái rắn được xác định dưới đường nối các điểm AHJECF có đủ ba dạng cấu tạo như (mục 3 trang 30 ÷ 34) gồm các loại dung dịch rắn, hợp chất hoá học được tạo thành (bởi hai nguyên tố Fe và C) và hỗn hợp cơ học của nó. Trước hết tìm hiểu giản đồ đã cho trên hình 9.



Hình 9: Giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C của hệ hợp kim Fe-C

1.1. Các tổ chức pha của hệ hợp kim Fe-C trên giản đồ Fe-Fe<sub>3</sub>C (Hình 9a)



Hình 9a: Giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C của hợp kim Fe-C (Giản đồ pha Fe-C chỉ xét hệ Fe-Fe<sub>3</sub>C)

Hệ hợp kim Fe-C (khi C thay đổi từ 0 ÷ 6,67%) trên giản đồ có những tổ chức pha như sau: (xem lại khái niệm pha, trang 31, ôn kiến thức mục 3 trang 30 ÷ 34)

1.1.1. Các tổ chức một pha

- Trạng thái lỏng (1 pha lỏng): Ký hiệu trên giản đồ L: Là dung dịch lỏng của cacbon (C) hoà tan trong sắt (Fe).

- Trạng thái rắn: Do tác dụng giữa nguyên tố Fe và C các pha được phân biệt bằng một kiểu mạng tinh thể (xem lại cấu tạo mục 3.2.1, 3.2.2 trang 31 ÷ 32) gồm có:

+ Các loại dung dịch rắn của nguyên tố C hoà tan vào Fe<sub>α</sub>, Fe<sub>γ</sub>, Fe<sub>δ</sub> được gọi tên quốc tế:

- Pha Ferit (chữ Latinhferrum: Sắt) là dung dịch rắn của các bon hoà tan trong Fe<sub>α</sub>. Fe<sub>α</sub>(C) ký hiệu trên giản đồ là α hoặc F có lượng C hoà tan tối đa 0,006%C ở t<sup>o</sup> thường là điểm Q và 0,02%C ở t<sup>o</sup> = 727°C là điểm P, nên đường PQ là đường giới hạn hoà tan của C trong Fe<sub>α</sub>, có thể coi α là Fe<sub>α</sub> vì lượng C hoà tan quá nhỏ.

(Xem ảnh 1 tổ chức tế vi phần phụ lục trang 154)

• Pha Austenit (tên của bác học người Anh Robert Austen) là dung dịch rắn của các bon hoà tan trong  $Fe_\gamma$ .  $Fe_\gamma(C)$  ký hiệu trên giản đồ trạng thái là  $\gamma$  hoặc  $As$  có lượng C hoà tan tối đa  $0,8\%C$  ở  $t_0 = 727^\circ C$  là điểm S và  $2,14\%C$  ở  $t_0 = 1147^\circ C$  là điểm E, nên đường SE là đường giới hạn hoà tan của C trong  $Fe_\gamma$ .

• Pha  $\delta$ : Là dung dịch rắn của các bon hoà tan trong  $Fe_\delta$ .  $Fe_\delta(C)$  ký hiệu trên giản đồ là  $\delta$ .

Cơ tính chung của các dung dịch rắn trên đều có độ cứng độ bền thấp, độ dẻo, độ dai cao (ở mục 3.2 trang 38). Cơ tính riêng của chúng cụ thể: Độ cứng pha  $\alpha$  là  $80 \div 100$  HB, độ cứng pha  $\gamma$  là  $180 \div 200$  HB. Nếu kích thước hạt tinh thể của các pha càng nhỏ thì độ dẻo càng giảm, độ cứng độ bền càng cao.

+ Hợp chất hoá học:

Pha Xementit (tên quốc tế gọi là Cement: cứng như xi măng) là hợp chất hoá học của Fe tác dụng hoá học với C khi  $C = 6,67\%$  có công thức hoá học  $Fe_3C$  với kiểu mạng tinh thể trực thoi phức tạp ký hiệu trên giản đồ trạng thái là  $Xe$  hoặc  $Fe_3C$  (ở trạng thái hoàn toàn rắn được xác định tại đường thẳng nối các điểm LKF) có cơ tính độ cứng rất cao  $\geq 700HB$  và rất giòn. Ngoài ra cơ tính của Xe còn phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của nó, cụ thể kích thước tinh thể càng nhỏ thì Xe càng đỡ giòn, trên giản đồ  $Xe_1$  có kích thước tấm thô lớn,  $Xe_{II}$  có kích thước nhỏ hơn.

Nếu ký hiệu  $Xe_1$  có hình dạng tấm,  $Xe_{II}$  có hình dạng hạt. Dạng hạt có độ dẻo độ dai cao (đỡ giòn) hơn dạng tấm.

### 1.1.2. Các tổ chức hai pha

Tổ chức còn lại của hệ hợp kim trên giản đồ trạng thái là những tổ chức có cấu tạo hai pha:

- Ở trạng thái lỏng và rắn thì gồm pha lỏng và một pha rắn nằm trên đường rắn AHJECF và dưới đường lỏng ABCD

- Tại trạng thái rắn thì gồm các hỗn hợp cơ học có hai pha (hai kiểu mạng tinh thể), trong đó có hai dạng hỗn hợp cơ học đặc biệt được tồn tại khi thành phần  $C = 0,8\%$  và  $C = 4,3\%$  (ôn lại ở «cấu tạo chung» mục 3.2.3 trang 33) cụ thể:

+ Khi  $C = 0,8\%$  có hỗn hợp cơ học cùng tích gọi là Peclit (Pearl: vân) gồm hai pha  $[\alpha + Xe]$  được hình thành từ dung dịch rắn  $\gamma$  tại  $t^0 = 727^\circ C$ , ký hiệu trên giản đồ là chữ P.

Cấu tạo hỗn hợp cơ học cùng tích P: Có thành phần cấu tạo pha là  $88\% \alpha + 12\% Xe$  nên cơ tính có độ cứng vẫn thấp khoảng  $200 \rightarrow 220HB$ , độ dẻo độ dai khá cao.

Gọi  $C = 0,8\%$  là thành phần cacbon cùng tích vì hợp kim này có tổ chức cùng tích P.

+ Khi C = 4,3% có hỗn hợp cơ học cùng tinh Lêđeburit (bác học người Đức Ledebur) gồm hai pha được hình thành từ dung dịch lỏng L tại  $t^0 = 1147^{\circ}\text{C}$  ký hiệu trên giản đồ là Lê.

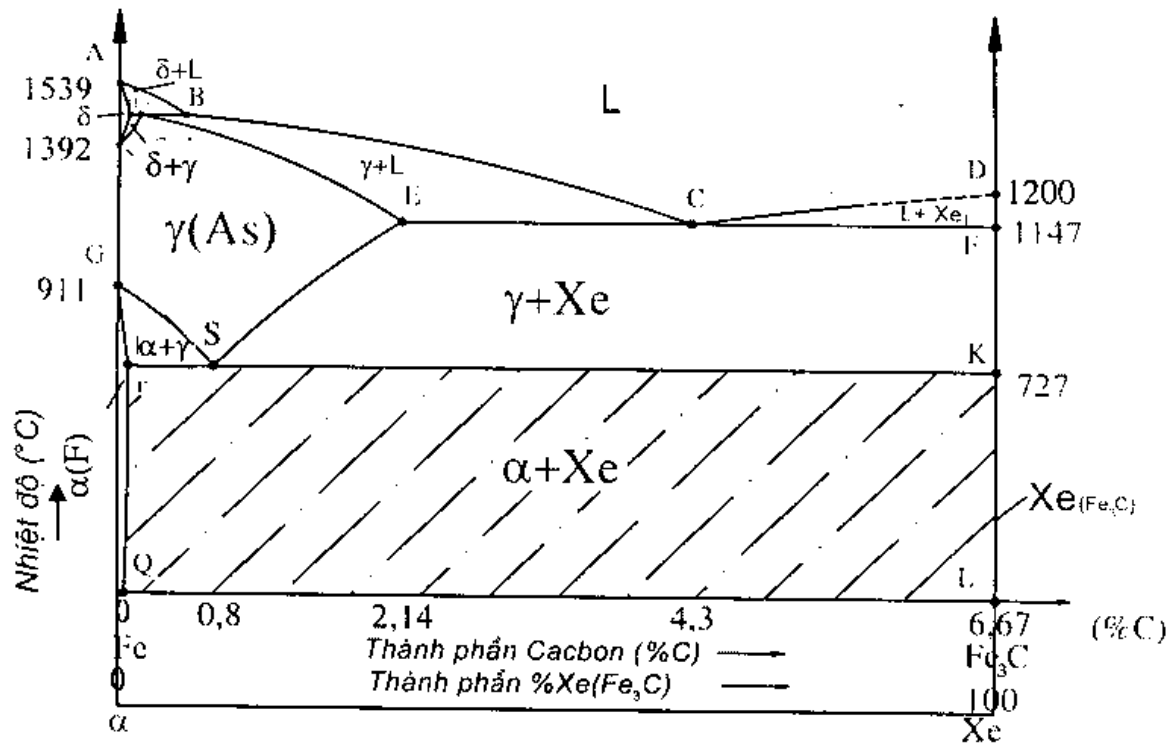
Khi  $t^0 > 727 \rightarrow 1127^{\circ}\text{C}$ , Lê gồm  $(\gamma + \text{Xe})$

Khi  $t^0 < 727^{\circ}\text{C}$ , Lê gồm  $(\text{P} + \text{Xe})$  tức là tổ chức có hai pha  $\alpha + \text{Xe}$ .

• Cấu tạo: Lê ở  $t^0 < 727^{\circ}\text{C}$  đến nhiệt độ thường tại C = 4,3% có thành phần các pha là 36% $\alpha$  + 64% Xe vì thế cơ tính của Lê với thành phần cấu tạo trên có độ cứng rất cao khoảng 600HB.

Gọi C = 4,3% là thành phần cacbon cùng tinh.

Chú ý: Để đơn giản có thể hiểu cấu tạo pha của hệ hợp kim Fe-C được biểu diễn trên giản đồ bằng các tổ chức một pha và hai pha (hình 10) như sau:



Hình 10: Cấu tạo pha của hệ hợp kim Fe-C khi nhiệt độ  $< 727^{\circ}\text{C}$

Ghi chú: Nếu xét cấu tạo của hệ hợp kim Fe-C ở nhiệt độ nhỏ hơn  $727^{\circ}\text{C}$  là hỗn hợp cơ học gồm hai pha Xe và  $\alpha$ , muốn biết thành phần cấu tạo của các pha trong hỗn hợp cơ học của các loại hợp kim Fe-C khi thành phần C thay đổi từ 0% C (100% Fe) ÷ 6,67% C (% còn lại là Fe) ứng với thành phần pha Xe thay đổi từ 0% Xe (100%  $\alpha$ ) ÷ 100% Xe (0%  $\alpha$ ). Vậy

nhờ cách biểu diễn thành phần pha ở trên có thể suy ra khi thành phần C trong Fe tăng làm cho thành phần cấu tạo pha của hệ hợp kim thay đổi theo nên độ cứng tăng, độ dẻo, dai giảm.

## 1.2. Phân loại hợp kim Fe-C theo giản đồ trạng thái Fe-C

▪ Nếu phân loại hợp kim Fe-C dựa vào %C (= 2,14%) thì ta có hai loại:

+ Thép: Khi %C < 2,14%.

+ Gang: Khi %C > 2,14%.

▪ Nếu căn cứ vào tổ chức của nó ở trong giản đồ trạng thái thì ngoài thành phần %C (2,14%C) làm mốc còn dựa vào tổ chức tương ứng ta có hai loại: Thép và gang trắng.

### 1.2.1. Thép

➤ Thép là hợp kim của Fe-C trong đó %C < 2,14%.

➤ Phân loại: Phân loại thép theo tổ chức trên giản đồ trạng thái có 3 loại (xem ảnh 2, 3, 4, 5 tổ chức tế vi phần phụ lục trang 155÷157).

+ Thép trước cùng tích có tổ chức: P +  $\alpha$  khi % C < 0,8%.

+ Thép cùng tích có tổ chức: P( $\alpha$  + Xe) khi %C = 0,8%.

+ Thép sau cùng tích có tổ chức: P + Xe<sub>II</sub> khi %C > 0,8%

### 1.2.2. Gang trắng

➤ Gang trắng là hợp kim của Fe-C có %C > 2,14% có tổ chức tương ứng trên giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C.

➤ Phân loại: Phân loại gang trắng theo tổ chức giản đồ trạng thái có 3 loại:

+ Gang trắng trước cùng tinh có tổ chức: Lê + P + Xe<sub>II</sub> khi % C < 4,3%.

+ Gang trắng cùng tinh có tổ chức: Lê (P + Xe) khi %C = 4,3%.

+ Gang trắng sau cùng tinh có tổ chức: Lê + Xe<sub>I</sub> khi %C > 4,3%.

## 1.3. Điểm và các đường tới hạn nhiệt độ

**1.3.1. Định nghĩa:** Là các nhiệt độ mà tại đó có sự thay đổi cấu tạo bên trong của hợp kim ở trạng thái rắn được ký hiệu A kèm theo 0, 1, 2... ở đây ta chỉ xét các điểm tới hạn thường dùng trong nghề cơ khí.

### 1.3.2. Các điểm tới hạn

➤ A<sub>1</sub> = 727<sup>o</sup> C (đường PSK)

A<sub>1</sub> là nhiệt độ tới hạn tại đó hợp kim Fe-C có chuyển biến cấu tạo bên trong của tổ chức cùng tích thuận nghịch P  $\leftrightarrow$   $\gamma$ , cụ thể:

+ Khi nung tại nhiệt độ tới hạn A<sub>1</sub>: Tại đó có chuyển biến P  $\rightarrow$   $\gamma$ .



+ Khi làm nguội ở nhiệt độ tới hạn  $A_1$ : Tại đó có sự chuyển biến  $\gamma \rightarrow P$ .

Điểm nhiệt độ  $A_1$  áp dụng cho tất cả các loại hợp kim Fe-C.

➤  $A_3 = 727^\circ + 911^\circ\text{C}$  (đường SG).

$A_3$  là nhiệt độ tới hạn, tại đó thép trước cùng tích có chuyển biến cấu tạo giữa hai pha  $\alpha \Leftrightarrow \gamma$ , cụ thể:

+ Khi nung tại nhiệt độ tới hạn  $A_3$ :  $\alpha$  hoà tan hết vào  $\gamma$ .

+ Khi làm nguội ở nhiệt độ tới hạn  $A_3$ :  $\alpha$  tách ra từ  $\gamma$ .

➤  $A_{cm} = 727^\circ + 1147^\circ\text{C}$  (Đường SE).

$A_{cm}$  là nhiệt độ tới hạn tại đó thép sau cùng tích có sự chuyển biến giữa hai pha  $Xe_{II} \Leftrightarrow \gamma$ , cụ thể:

+ Khi nung tại nhiệt độ tới hạn  $A_{cm}$ :  $Xe_{II}$  hoà tan hết vào  $\gamma$ .

+ Khi làm nguội ở nhiệt độ tới hạn  $A_{cm}$ :  $Xe_{II}$  tách ra từ  $\gamma$ .

Để biểu diễn toàn bộ giản đồ trạng thái một cách đầy đủ các kiến thức ở trên (mục 1 trang 39), ta có hình 9 (xem ở trên).

## 2. Công dụng giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C với hệ hợp kim Fe-C

### 2.1. Phân tích chuyển biến cấu tạo của hợp kim có thành phần cacbon xác định khi nung nóng và làm nguội

Dựa vào giản đồ hãy xét chuyển biến cấu tạo của thép trước cùng tích, sau cùng tích (với thành phần cacbon tự chọn) khi nung nóng đến  $1000^\circ\text{C}$  và làm nguội, đến nhiệt độ thường.

❖ Hướng dẫn:

+ Vẽ phần thép trên giản đồ trạng thái.

+ Căn cứ %C của thép (hợp kim) đã chọn xác định trục hoành.

+ Xác định chuyển biến cấu tạo trên giản đồ trạng thái: Từ %C (tại trục hoành) giống đường thẳng song song trục nhiệt độ (trục tung).

+ Căn cứ đường nhiệt độ hợp kim có %C trên giản đồ trạng thái tìm điểm và đường tới hạn  $\rightarrow$  Vẽ sơ đồ chuyển biến cấu tạo.

+ Dùng lý thuyết đã học: Điểm và đường tới hạn chuyển biến trong từng quá trình nung (hoặc làm nguội) để phân tích chuyển biến cấu tạo của thép.

### 2.2. So sánh cấu tạo của các hợp kim trên ở $t^\circ$ thường để từ đó so sánh cơ tính của chúng

❖ Hướng dẫn:

+ Căn cứ tổ chức của hợp kim đã cho trên giản đồ trạng thái ở  $t^\circ < 727^\circ \rightarrow$  Khai triển tổ chức để tìm cấu tạo pha  $\rightarrow$  Rút ra cấu tạo chung  $\alpha + Xe$  (xem hình 10).

+ Nhận xét khi %C trong hợp kim tăng thì thành phần  $\alpha$  và Xe sẽ thay đổi ra sao? Theo quy luật như thế nào?

+ Căn cứ vào quy luật thay đổi tỷ lệ pha đã rút ra ở trên sau đó dựa vào cơ tính của  $\alpha$  và Xe để đánh giá cơ tính chung của chúng và rút ra kết luận khi so sánh.

### Câu hỏi ôn tập chương 2

1) Định nghĩa nêu công dụng giản đồ trạng thái ? Tại sao phải học giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C của hợp kim Fe-C?

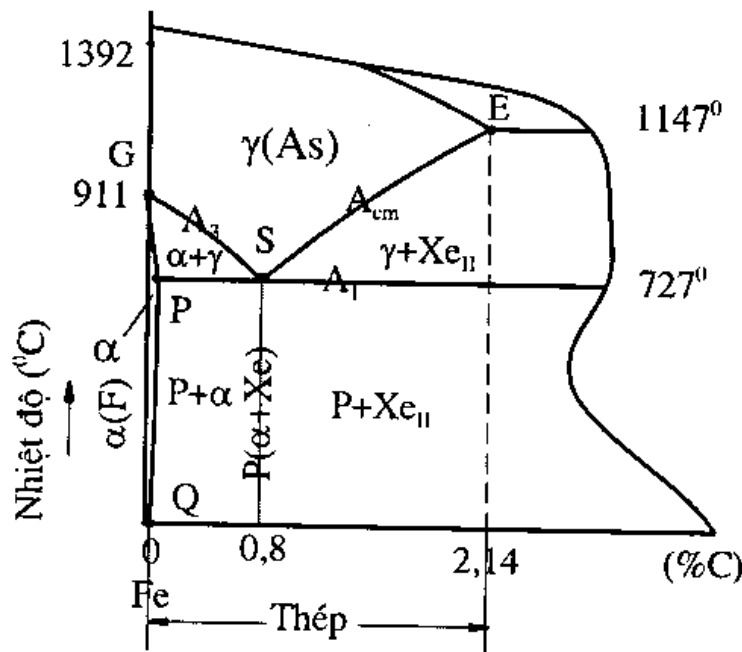
2) Hãy chứng minh các dạng cấu tạo của hợp kim và cơ tính của chúng với các hợp kim Fe-C có các thành phần cacbon sau: 0,5%C; 0,8%C; 1,2%C; 4,3%C; 6,67%C từ nhiệt độ thường đến 1000°C.

3) Hãy xác định các chế độ nhiệt cho các phương pháp đúc, hàn, rèn của hợp kim có thành phần cacbon 0,8% trên giản đồ trạng thái.

4) Có nhận xét gì về quy luật thay đổi cơ tính của hệ hợp kim Fe-C ở nhiệt độ thường khi thành phần cacbon thay đổi? Tại sao?

5) Thế nào là điểm đường tới hạn? Nêu ý nghĩa của các điểm đường tới hạn A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>cm</sub> và áp dụng để phân tích chuyển biến cấu tạo của hợp kim Fe-C có thành phần xác định trên giản đồ trạng thái khi nung nóng đến 1000°C hoặc làm nguội đến nhiệt độ thường.

*Chú ý:* học sinh cần thuộc giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C: Phần thép ở trạng thái rắn (xem hình vẽ sau).



*Giản đồ phân thép ở trạng thái rắn*

## Chương 3

# NHIỆT LUYỆN VÀ HOÁ NHIỆT LUYỆN

(10 tiết)

### 1. Mục đích

- Cung cấp cho học sinh các kiến thức cơ bản về nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện để từ đó biết cách chọn và lập quy trình nhiệt luyện của các phương pháp nhiệt luyện thích hợp với yêu cầu kỹ thuật cho từng nhóm sản phẩm cơ khí.

### 2. Yêu cầu

- Hiểu và nắm chắc khái niệm cơ bản về nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện.
- Biết và hiểu cách chọn các phương pháp nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện đối với yêu cầu sử dụng vật liệu chế tạo trong ngành cơ khí.
- Biết và hiểu quy trình nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện cơ bản cho các loại thép có thành phần hoá học khác nhau.

## NỘI DUNG

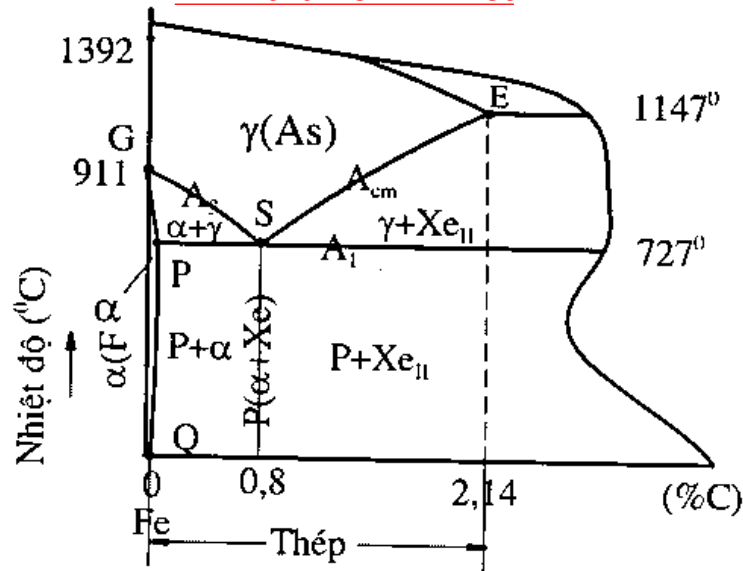
### I. NHIỆT LUYỆN

#### 1. Khái niệm

##### 1.1. Định nghĩa

Nhiệt luyện là một quá trình bao gồm nung nóng hợp kim đến một nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt ở đó một thời gian cần thiết, sau đó làm nguội với các tốc độ làm nguội khác nhau nhằm mục đích làm thay đổi tổ chức do đó thay đổi tính chất (đặc biệt cơ tính) của hợp kim theo ý muốn.

Cơ sở của nhiệt luyện hợp kim là giản đồ trạng thái của hợp kim đó, muốn nhiệt luyện thép thì cần nắm vững giản đồ trạng thái Fe- Fe<sub>3</sub>C phần thép ở trạng thái rắn (hình vẽ).



Giản đồ phân thép ở trạng thái rắn

Quy trình nhiệt luyện tổng quát: Là quy trình nhiệt luyện biểu diễn ba quá trình cơ bản của nhiệt luyện: nung nóng, giữ nhiệt, làm nguội để nhận được tổ chức mong muốn của hợp kim và quy ước các ký hiệu trên quy trình (Hình 11)

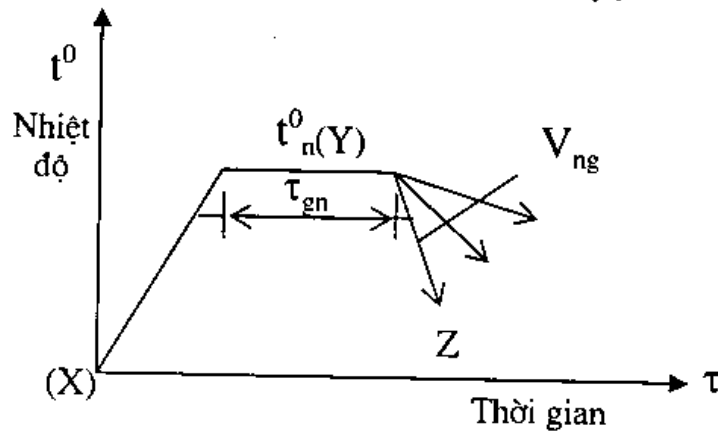
$t_n^0$ : Nhiệt độ nung (là nhiệt độ cao nhất trong quá trình nung hợp kim).

$\tau_{gn}$ : Thời gian giữ nhiệt (là thời gian duy trì hợp kim tại nhiệt độ nung).

-  $V_{ng}$ : Tốc độ nguội (là sự giảm nhiệt độ của hợp kim theo thời gian trong quá trình làm nguội).

- X, Y, Z là các tổ chức của hợp kim trước khi nung, tại thời gian giữ nhiệt và sau khi làm nguội.

Vậy Z là tổ chức của hợp kim sau khi nhiệt luyện, tính chất của tổ chức này quyết định đến mục đích của nó. Thông thường tổ chức X và Z của hợp kim (thép) có cấu tạo là hỗn hợp cơ học (xem mục 1.1.2 trang 43 và xem thêm mục “cơ tính tổ chức nhận được” của các phương pháp nhiệt luyện trang 51÷55).



Hình 11: Quy trình nhiệt luyện tổng quát

## 1.2. Công dụng

Nhờ mục đích trên nhiệt luyện có tác dụng đối với quá trình sản xuất cơ khí trong quá trình gia công tạo hình sản phẩm và sử dụng các sản phẩm đó.

**1.2.1. Trong quá trình gia công tạo hình sản phẩm:** Nhiệt luyện có tác dụng cải thiện tính công nghệ cụ thể:

- Tăng tính gia công cắt, cán, dập... làm tăng năng suất khi chế tạo sản phẩm cơ khí.

Ví dụ: Khi gia công cắt gọt, người thợ gặp những vật liệu có độ cứng không thích hợp nên khó cắt (giảm năng suất gia công), muốn tăng năng suất khi cắt gọt phải làm sao cho phôi liệu có độ cứng thích hợp để dễ cắt. Muốn vậy trước khi cắt gọt loại vật liệu này nên sử dụng phương pháp nhiệt luyện để tạo độ cứng thích hợp.

- Sửa chữa các sai hỏng do các khâu gia công trước gây nên: Khi chế tạo một sản phẩm nào đó phải qua các khâu gia công khác nhau: Đúc, cán, rèn, gia công cắt... mà mỗi quá trình gia công nào đó đều cho vật liệu kim loại có hình dạng nhất định song cũng có thể gây ra một số ảnh hưởng không có lợi cho quá trình gia công tiếp theo. Ta có thể sửa lại các ảnh hưởng không có lợi đó bằng cách nhiệt luyện.

Ví dụ: Sau khi rèn thép biến cứng khó gia công trên máy cắt, lúc đó muốn cắt gọt được làm mềm đi bằng nhiệt luyện hoặc là các phương pháp gia công áp lực ở trạng thái nguội để tạo phôi cho gia công cắt hoặc tạo hình sản phẩm (lò xo) gây nên ứng suất bên trong ảnh hưởng xấu đến tính chất của vật liệu cần phải khử ứng suất dư đó bằng nhiệt luyện.

**1.2.2. Sử dụng các sản phẩm chế tạo cơ khí làm việc trong các điều kiện cân cơ tính cao**

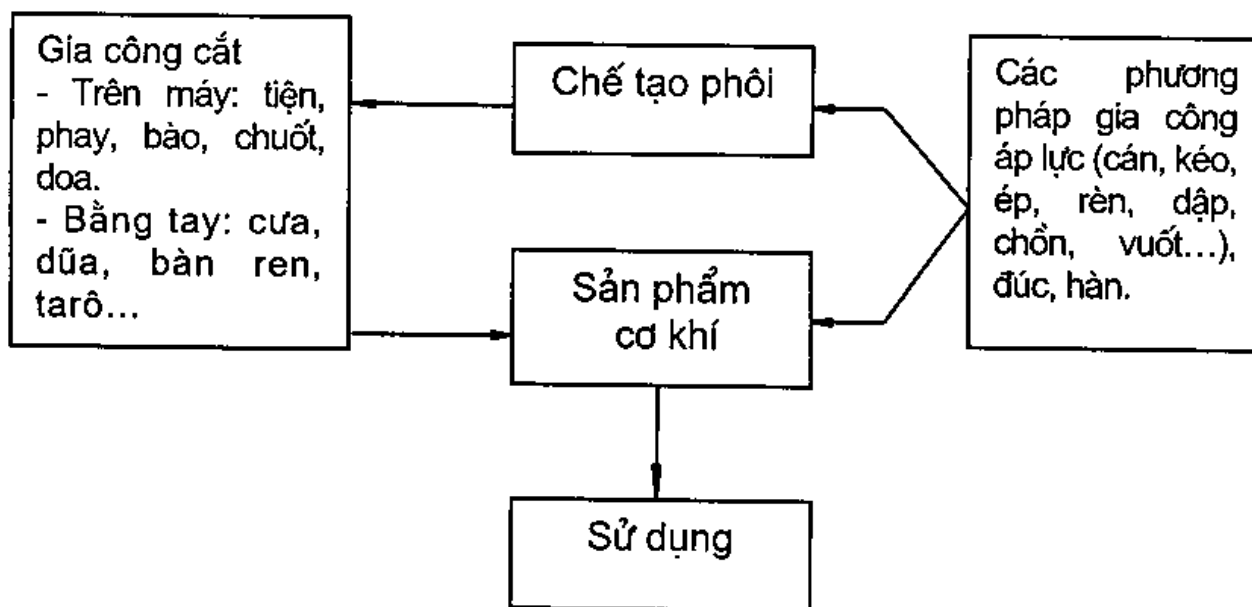
- Đây là công dụng quan trọng nhất của nhiệt luyện, nhờ nó mà các sản phẩm khi chế tạo xong sẽ nhận được các cơ tính thích hợp trong các điều kiện làm việc quy định lâu dài (nâng tuổi thọ sử dụng do đó → Đảm bảo chất lượng sản phẩm)

Ví dụ: Sau khi gia công cơ khí tạo hình dũa, để làm việc được phải có độ cứng cao và tính chống mài mòn tốt mà không thay đổi hình dáng kích thước trong quá trình sử dụng, muốn vậy người ta phải nhiệt luyện nó.

Ngoài ra nếu biết kết hợp lựa chọn vật liệu chế tạo sản phẩm và nhiệt luyện thì sẽ làm tăng chất lượng cơ tính hoặc tuổi thọ, hạ giá thành sản phẩm.

Vậy nhiệt luyện có ảnh hưởng quyết định đến giá thành, chất lượng, tuổi thọ của các sản phẩm cơ khí. Máy móc càng chính xác, yêu cầu cơ tính càng cao mà bỏ qua nhiệt luyện hoặc nhiệt luyện không đảm bảo thì độ chính xác và khả năng làm việc sẽ không còn nữa. Do đó nhiệt luyện là thước đo để đánh giá trình độ phát triển khoa học kỹ thuật trong ngành cơ khí chế tạo.

### Giới thiệu quá trình sản xuất cơ khí



### 1.3. Phân biệt các phương pháp nhiệt luyện

Tuỳ theo vị trí của nhiệt luyện trong quá trình sản xuất cơ khí (xem sơ đồ trên), người ta chia ra làm hai nhóm lớn là nhiệt luyện sơ bộ và nhiệt luyện kết thúc.

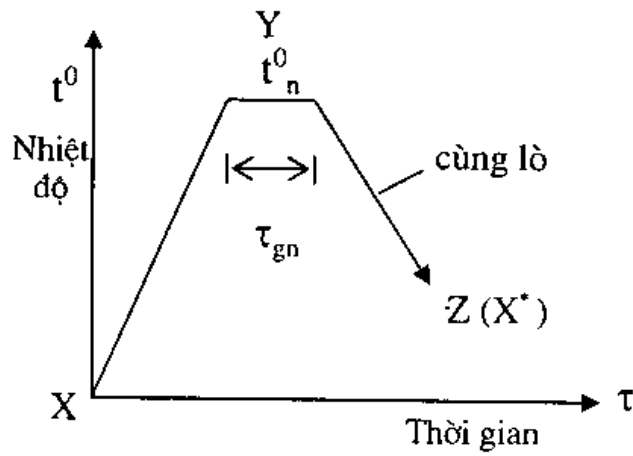
- *Nhiệt luyện sơ bộ*: Nằm trong quá trình đang gia công cơ khí để tạo ra hình dạng sản phẩm hoặc ổn định tổ chức trước khi nhiệt luyện kết thúc. *Gồm có hai phương pháp: ủ và thường hoá.*

- *Nhiệt luyện kết thúc*: Áp dụng sau khi gia công xong, sản phẩm nhận được hình dáng, kích thước, độ chính xác theo yêu cầu kỹ thuật. *Gồm có hai phương pháp: tôi và ram.* Sau đó sản phẩm đem đi mài bóng hoặc sử dụng ngay. Vậy mục này ta phân biệt các phương pháp nhiệt luyện trên như sau:

#### 1.3.1. Ủ

- *Định nghĩa*: Là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt tại đó một thời gian cần thiết, sau đó làm nguội cùng lò. (Hình 12)





Hình 12: Quy trình ủ tổng quát

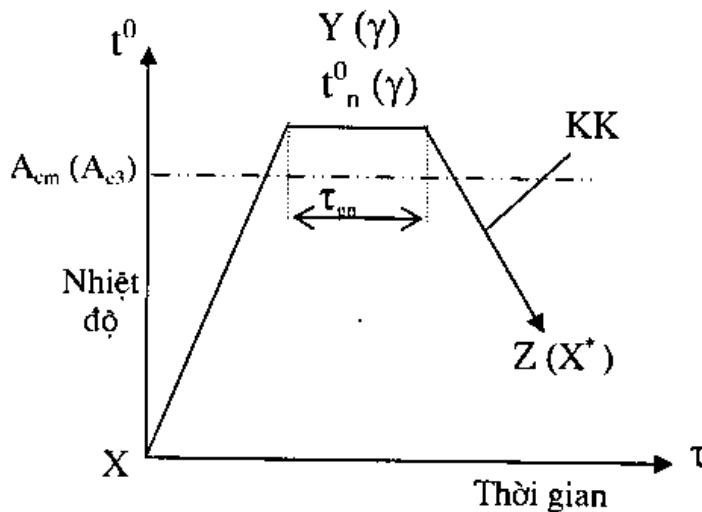
- Xét chuyển biến cấu tạo của thép trong quá trình ủ tương ứng với giản đồ trạng thái.

- Cơ tính tổ chức nhận được sau khi ủ  $X^*$  của thép có độ cứng thấp hơn tổ chức ban đầu  $X$ , đồng thời có độ cứng thấp nhất, độ dẻo cao nhất so với các phương pháp nhiệt luyện khác.

- Mục đích chính: Làm giảm độ cứng của thép trước khi gia công. Ngoài ra còn khử ứng suất trong thép do các gia công áp lực ở trạng thái nguội... gây nên...

### 1.3.2. Thường hoá

**Định nghĩa:** Là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép đến nhiệt độ hoàn toàn  $\gamma$ , giữ nhiệt độ tại đó một thời gian cần thiết, sau đó làm nguội trong không khí tĩnh (Hình 13).



Hình 13: Quy trình thường hoá tổng quát

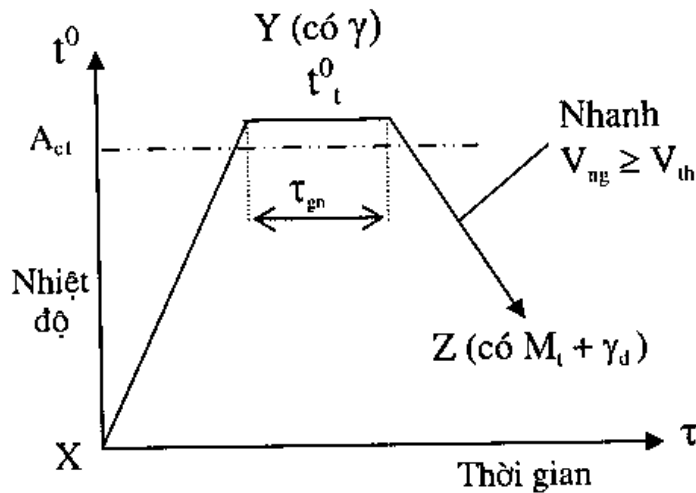
- Chuyển biến cấu tạo của thép trong quá trình thường hoá cũng tương ứng với giản đồ trạng thái.

- Cơ tính tổ chức nhận được sau khi thường hoá  $X^*$  của thép có độ cứng cao hơn, độ dẻo thấp hơn một ít so với ủ vì kích thước hạt tinh thể nhỏ hơn do làm nguội nhanh hơn.

- Mục đích chính: Làm giảm kích thước hạt tinh thể của thép so với tổ chức ban đầu. Ngoài ra còn khử ứng suất trong thép do gia công áp lực... gây nên.

### 1.3.3. Tôi

*Định nghĩa:* Là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép đến nhiệt độ xuất hiện  $\gamma$ , giữ nhiệt độ tại đó một thời gian cần thiết, sau đó làm nguội nhanh thích hợp để  $\gamma \rightarrow M$  (Mactenxit). (Hình 14)



Hình 14: Quy trình tôi tổng quát

- Bản chất của Mactenxit: Là dung dịch rắn quá bão hoà của cacbon trong  $Fe_\alpha$  với nồng độ bằng nồng độ nguyên tố cacbon... trong  $\gamma$  ban đầu có kiểu mạng chính phương thể tâm.

- Đặc điểm của chuyển biến Mactenxit tôi chỉ xảy ra trong nhiệt độ tới hạn  $M_d \div M_k$ . Chuyển biến xảy ra không hoàn toàn nên còn một lượng  $\gamma$  không chuyển biến hết gọi là  $\gamma_d$ .

- Độ cứng M phụ thuộc %C:... Thép có thành phần cacbon càng cao trong  $\gamma$  thì sau khi tôi sẽ nhận được Mactenxit tôi ( $M_t$ ) có độ cứng càng lớn do mạng tinh thể  $Fe_\alpha$  bị xô lệch lớn.

- Chuyển biến cấu tạo của thép trong quá trình tôi: Khi nung tương ứng với giản đồ trạng thái, khi nguội chỉ có  $\gamma \rightarrow M_1$ , tổ chức nhận được  $M_1 + \gamma_d$ .

- Cơ tính của tổ chức nhận được ( $M_1$ ) của thép thường có độ cứng, độ bền cao hơn nhiều so với tổ chức ban đầu. Tuy nhiên cơ tính của thép sau khi tôi phụ thuộc vào tổ chức Z là hỗn hợp cơ học gồm có  $M_1 + \gamma_d +$  tổ chức khác...

- Mục đích của tôi:

+ Đạt độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất của thép đem đi tôi.

+ Đạt độ thấm tôi cao (\*) nhưng hình dáng sản phẩm thép không thay đổi (\*\*).

(\*) Độ thấm tôi là chiều dày lớp được tôi cứng có tổ chức là Mactenxit tôi ( $M_1$ ), nó phụ thuộc vào lượng nguyên tố hoà tan trong  $\gamma$  ban đầu và tốc độ nguội của môi trường làm nguội ( $v_{ng} \uparrow \rightarrow$  độ thấm tôi  $\uparrow$ ), độ thấm tôi càng cao thì độ bền vật liệu càng cao.

(\*\*) Muốn cho sản phẩm thép không thay đổi hình dáng kích thước sau khi nguội ứng suất dư ( $\sigma_d$ ) trong sản phẩm tôi phải đủ nhỏ hơn so với giới hạn đàn hồi ( $\sigma_{dh}$ ) của thép chế tạo nó:  $\sigma_d < \sigma_{dh}$ .

Do phương pháp tôi khi nguội nhanh có chênh lệch nhiệt độ lớn nên sinh ra ứng suất dư do nhiệt lớn đồng thời có chuyển biến giữa  $\gamma \rightarrow M$  là hai tổ chức có thể tích riêng khác nhau ( $v_M > v_\gamma$ ). Nếu lượng nguyên tố hoà tan trong  $\gamma$  càng cao sự chênh lệch thể tích này càng lớn, nếu sự chuyển biến này xảy ra càng nhanh ứng suất dư tổ chức sinh ra càng lớn.

Vậy sau khi tôi trong sản phẩm sẽ có  $\sigma_d = \sigma_d \text{ nhiệt} + \sigma_d \text{ tổ chức}$ . Nếu giá trị  $\sigma_d$  đạt các mức độ sau:

$\sigma_d < \sigma_{dh}$  Sản phẩm không bị cong vênh, nứt vỡ.

$\sigma_b > \sigma_d > \sigma_{dh}$  Sản phẩm sẽ bị cong vênh.

$\sigma_b < \sigma_d$  Sản phẩm sẽ nứt vỡ.

Chú ý:

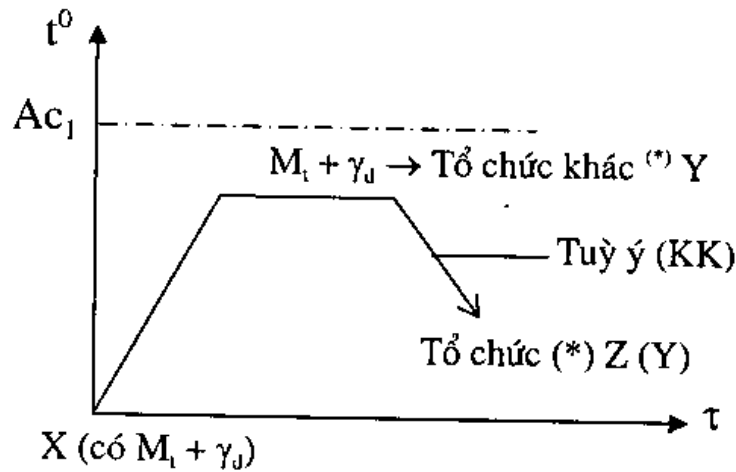
- Cơ tính tổ chức sau tôi phụ thuộc vào tổ chức hỗn hợp cơ học của nó, tức là phụ thuộc vào cơ tính của các thành phần  $M_1 + \gamma_{du} + \dots$

- Đối với thép có thành phần cacbon thấp nhỏ hơn 0,3% sau khi tôi nhận được  $M_1$  có độ cứng không cao nên hiệu quả tăng độ cứng kém.

#### 1.3.4. Ram

**Định nghĩa:** Là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép đã tôi dưới nhiệt độ tới hạn  $A_1$ , giữ nhiệt độ tại đó một thời gian cần thiết để  $\gamma_d + M_1$

chuyển biến thành các tổ chức khác cân bằng hơn, sau đó làm nguội tùy ý. Thông thường làm nguội trong không khí (Hình 15).



Hình 15: Quy trình ram tổng quát

- Chuyển biến cấu tạo của thép trong quá trình ram: Thực hiện tại nhiệt độ nung và thời gian giữ nhiệt là chuyển biến của  $\gamma_d + M_1 \rightarrow$  Tổ chức khác cân bằng hơn so với  $M_1 + \gamma_d$  là Mactenxit ram  $M_r$ , Troxit ram  $T_r$ , Xoocbít ram  $X_r$ .

- Cơ tính sau khi ram phụ thuộc vào cơ tính của các tổ chức hỗn hợp cơ học tạo thành.

- Mục đích của ram:

+ Nhận được các cơ tính đáp ứng với điều kiện làm việc lâu dài của sản phẩm cơ khí.

+ Giảm ứng suất dư sau khi tôi đến mức cần thiết nhất để sản phẩm cơ khí tránh hư hỏng về sau này mà vẫn duy trì cơ tính sau khi tôi.

*Chú ý:* Thường thì cơ tính sau khi ram bao giờ cũng có độ cứng thấp hơn, độ dẻo cao hơn đồng thời giảm hoặc khử ứng suất bên trong sinh ra sau khi tôi,  $t_{ram}^0$  càng cao  $\rightarrow$  Độ cứng giảm, độ dẻo và độ dai tăng.

### 1.3.5. Chú ý

- Các phương pháp nhiệt luyện trên là những phương pháp thường áp dụng cho “thép thường” khi nhiệt luyện bằng cách nung và làm nguội toàn bộ thể tích sản phẩm tôi trong một môi trường nào đó.

- Dùng khái niệm “TÔI” trong nhiệt luyện là phương pháp “tôi thể tích”, tức là sản phẩm thép đem tôi được nung nóng toàn bộ và nguội toàn bộ.

- Ngoài các phương pháp nhiệt luyện trên còn có phương pháp “Gia công lạnh” là phương pháp làm nguội tiếp theo các sản phẩm sau khi tôi đến nhiệt

độ kết thúc chuyển biến ( $\gamma$  thành  $M_1$ ) là  $M_k$  (thường nhỏ hơn  $0^\circ\text{C}$ ) để  $\gamma_0$  chuyển biến tiếp thành  $M_1$ . Mục đích tăng cơ tính, đặc biệt độ cứng và tính chống mài mòn cao hơn sau khi tôi (do làm giảm  $\gamma_0$ , tăng  $M_1$ ), đồng thời tăng lý tính do giảm hệ số giãn nở nhiệt của thép làm ổn định kích thước của sản phẩm. Vậy mặc dù có các ưu điểm trên nhưng phương pháp này ít sử dụng, chỉ áp dụng một số mác thép vì nó liên quan đến quá trình công nghệ, chỉ tiêu chất lượng và hiệu quả kinh tế.

#### 1.4. Các chuyển biến tổ chức cơ bản trong quá trình nhiệt luyện (thép)

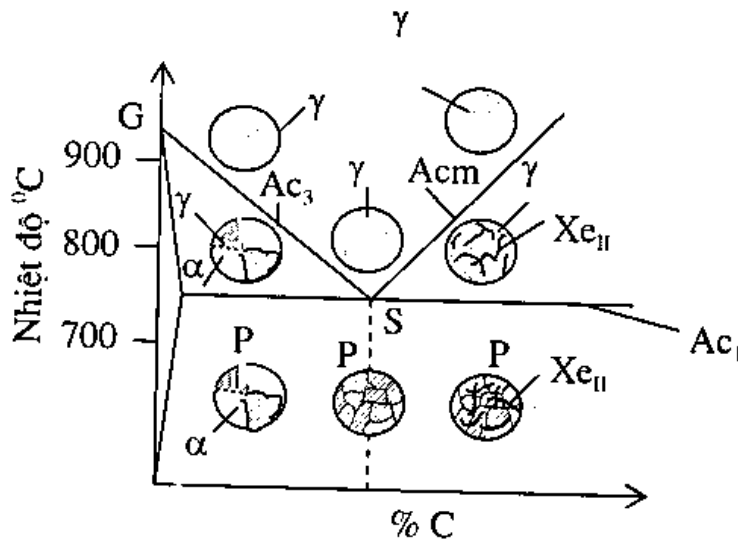
Khi nhiệt luyện vật liệu (thép) sẽ làm thay đổi cấu tạo bên trong của nó do có các chuyển biến tổ chức cơ bản trong 3 quá trình sau:

##### 1.4.1. Quá trình nung nóng (Hình 16)

- Các chuyển biến tổ chức trong quá trình nung của các loại thép tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-C. Nhưng nhiệt độ tới hạn thực tế phụ thuộc vào tốc độ nung  $V_n$  và luôn luôn lớn hơn nhiệt độ tới hạn lý thuyết, được ký hiệu  $Ac$ :

$$Ac_1, Ac_3, Ac_{cm} > A_1, A_3, A_{cm}$$

- Khi nung thép đến vùng tổ chức  $\gamma$  nhiệt độ nung càng cao kích thước hạt tinh thể càng lớn, hiện tượng ô xy hoá và thoát các bon bề mặt càng tăng



Hình 16: Sơ đồ chuyển biến tổ chức thép khi nung nóng và giữ nhiệt

##### 1.4.2. Quá trình giữ nhiệt

Tại thời gian giữ nhiệt thép không có chuyển biến về tổ chức pha mà chỉ nhằm mục đích:

- Đồng đều nhiệt độ giữa bề mặt và tâm lõi của thép đem đi nung.

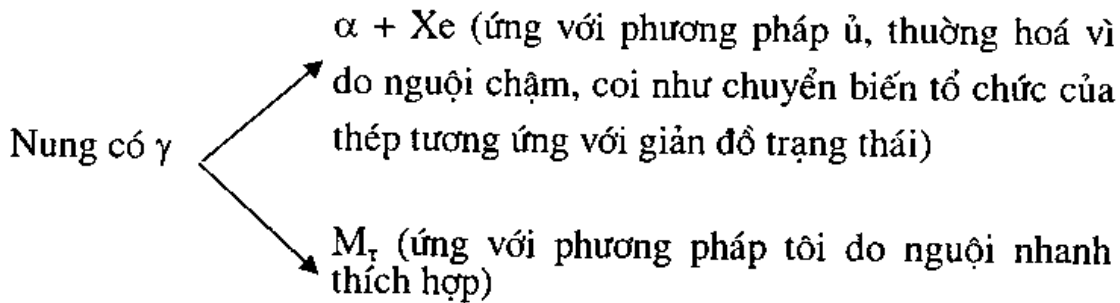
- Hoàn thành các chuyển biến tổ chức tại nhiệt độ nung, đồng thời làm đồng đều cấu tạo bên trong của thép tại nhiệt độ đó.

### 1.4.3. Quá trình làm nguội

- Trong quá trình làm nguội các nhiệt độ tới hạn thực tế phụ thuộc vào  $V_{ng}$  và luôn luôn nhỏ hơn các nhiệt độ tới hạn lý thuyết. Được ký hiệu  $A_r$ :

$$A_{r1}, A_{r3}, A_{r_{cm}} < A_1, A_3, A_{cm}$$

- Khi nung nóng thép đến vùng có tổ chức  $\gamma$  thì tốc độ nguội khác nhau nhận được các tổ chức khác nhau. Nói chung sản phẩm chuyển biến cấu tạo của nó có hai nhóm tổ chức cơ bản:



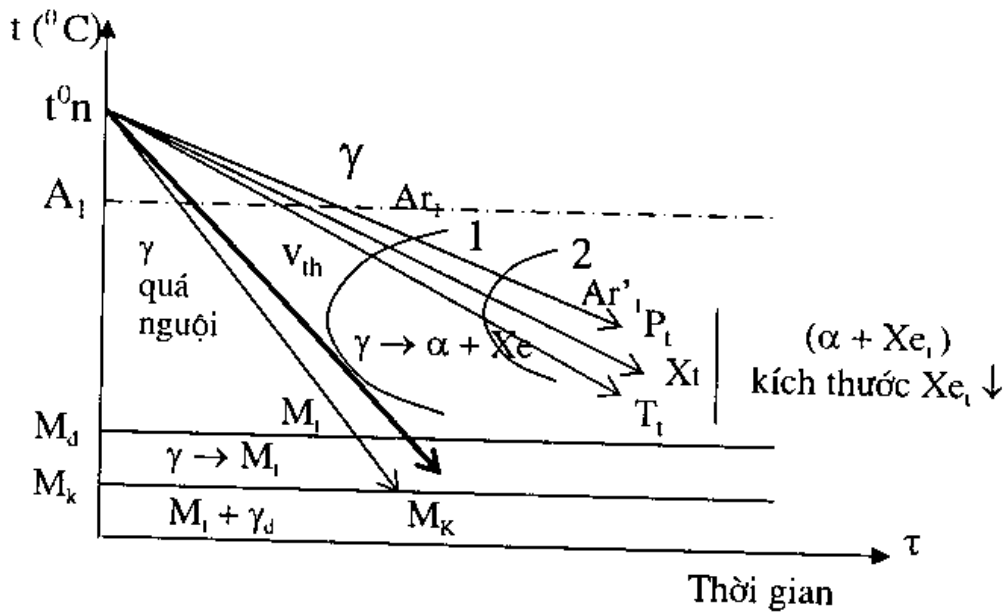
- Muốn khảo sát tổ chức nhận được sau khi làm nguội khác nhau được chính xác người ta dùng *giản đồ đường cong chữ C* (\*) (dùng cho loại thép có thành phần hoá học xác định) để nghiên cứu. Trong thực tế khi nung thép đến nhiệt độ tôi, thường dùng cách làm nguội liên tục, người ta lợi dụng giản đồ đường cong chữ C của thép đó để xác định tổ chức tạo thành khi làm nguội với tốc độ nguội khác nhau với mức độ tốc độ nguội  $V_{ng}$  nhanh dần trong sản phẩm thép khi tôi có thể nhận được 4 loại tổ chức cơ bản (P, X, T, M) có cơ tính thay đổi theo quy luật độ cứng tăng, độ dẻo và độ dai va đập giảm, có thể tóm tắt như sau:

$V_{ng1}$ rất chậm:	Tổ chức nhận được Peclit $P_t$	$P_t, X_t, T_t$ Gồm $\alpha + X_{e_{tám}}$ có kích thước nhỏ dần
$V_{ng2}$ chậm:	Tổ chức nhận được Xoocbit $X_t$	
$V_{ng3}$ nhanh hơn:	Tổ chức Troxtit $T_t$	
$V_{ng4}$ rất nhanh:	Tổ chức Mactenxit $M_t$	

(\*) Giản đồ đường cong chữ C : Sở dĩ gọi là đường cong chữ C vì tất cả các loại thép khi nghiên cứu quá trình chuyển biến tổ chức của nó theo hệ trục  $t^0-\tau$  đều hình thành theo các đường cong chữ C trên. Chúng chỉ khác nhau về vị trí hình dáng đường cong và các giá trị  $M_d, M_k \dots$

Ví dụ: Đối với thép cacbon có  $\%C = 0,8\%$  ta có giản đồ đường cong chữ C sau: (Hình 17).





Hình 17: Giản đồ đường cong chữ C của thép carbon có %C = 0,8 %

Ghi chú:

Đường cong (1) là đường tới hạn bắt đầu chuyển biến  $\gamma \rightarrow \alpha + Xe$ .

Đường cong (2) là đường tới hạn kết thúc chuyển biến  $\gamma \rightarrow \alpha + Xe$ .

Vùng tổ chức  $\gamma$  trên  $A_1$ :  $\gamma$  tồn tại trong lý thuyết (tương ứng với giản đồ Fe-Fe<sub>3</sub>C). Vùng tổ chức  $\gamma$  quá nguội dưới  $A_1$ :  $\gamma$  tồn tại trong thực tế khi làm nguội thép (không có trên giản đồ Fe-Fe<sub>3</sub>C) gọi là vùng tổ chức  $\gamma$  quá nguội.

Các tổ chức của thép có thể nhận được sau khi làm nguội với độ quá nguội  $\Delta T$  khác nhau có độ cứng sau :

$P_1 \approx 200 - 220$ HB (10 - 15 HRC)	$\Delta T < 50^\circ\text{C}$	
$X_1 \approx 25 - 35$ HRC	$\Delta T < 100^\circ\text{C}$	$\Delta T = A_1 \div Ar_1$
$T_1 \approx 40$ HRC	$\Delta T \approx 500 \div 600^\circ\text{C}$	
$M_1 \geq 60$ HRC		

$M_d \approx 240^\circ\text{C}$  Đường tới hạn bắt đầu chuyển biến  $\gamma \rightarrow M_1$

$M_k \approx -50^\circ\text{C}$  Đường tới hạn kết thúc chuyển biến  $\gamma \rightarrow M_1$

Nếu nung thép đến nhiệt độ tối nhất định các đường tốc độ nguội thực tế cắt đường cong (1) điểm đó chính là điểm tới hạn bắt đầu có  $\gamma \rightarrow \alpha + Xe$  và cắt đường cong (2) là điểm  $Ar_1'$  kết thúc chuyển biến  $\gamma \rightarrow \alpha + Xe$  và

đường tốc độ nguội nào trong thép tương ứng với độ quá nguội đã cho ở trên sẽ nhận được các tổ chức  $P_1, X_1, T_1, \dots$  gồm 2 pha  $\alpha + X_{e_1}$  (có kích thước tấm nhỏ dần).

Nếu các đường tốc độ nguội thực tế nào cắt đường tới hạn  $M_d$ , điểm cắt đó chính là bắt đầu có chuyển biến  $\gamma \rightarrow M$  và cắt  $M_k$ , điểm đó chính là kết thúc của chuyển biến  $\gamma \rightarrow M$ . Sản phẩm của chuyển biến này là  $M_1 + \gamma_d$ . Số lượng  $\gamma_d$  còn phụ thuộc vào điểm  $M_k$ . Nếu  $M_k$  (thép có 0,8% C  $M_k = -50^\circ\text{C}$ ) càng thấp  $< 0^\circ\text{C}$  thì  $\% \gamma_d$  càng lớn.

Vậy rút ra kết luận quan trọng chuyển biến của thép (sau khi nung nóng đến nhiệt độ nung có tổ chức  $\gamma$ ) trong quá trình làm nguội như sau:

- Khi làm nguội khác nhau tạo thành tổ chức nào (P, X, T, M) tùy thuộc vào tốc độ nguội thực tế tương ứng với  $V_{ng}$  trên đường cong chữ C của loại thép đó.

- Nhận thấy mỗi một loại thép khác nhau khi nung đến nhiệt độ nhất định có  $\gamma$  sẽ xây dựng một đường cong chữ C khác nhau (vị trí riêng) do đó ta chỉ xác định một giá trị  $V_{ng}$  ứng với đường tiếp tuyến đường cong đầu (1) gọi  $V_{th}$ .

- Dựa vào trị số  $V_{th}$  của thép và tốc độ nguội thực tế  $V_{ng}$  của sản phẩm cơ khí trong môi trường nguội có các chuyển biến tổ chức sau:

Nếu  $V_{ng} < V_{th}$  sẽ có  $\gamma \rightarrow \alpha + X_e$  xảy ra trong khoảng nhiệt độ tới hạn bắt đầu và kết thúc của quá trình chuyển biến  $Ar_1 \div Ar'_1$ .

Nếu  $V_{ng} \geq V_{th}$  sẽ có  $\gamma \rightarrow M_1$  xảy ra trong khoảng nhiệt độ tới hạn bắt đầu và kết thúc của quá trình chuyển biến  $M_d \div M_k$ .

- Muốn có tổ chức  $M_1$  trong khi nguội thép đem tôi cần có điều kiện:

$$V_{ng} \geq V_{th} \text{ có } \gamma \rightarrow M_1$$

$V_{ng}$ : Tốc độ nguội thực tế của thép trong môi trường làm nguội.

$V_{th}$ : Tốc độ nguội tới hạn của thép (xác định trên đường cong chữ C của nó).

- Tốc độ nguội tới hạn  $V_{th}$  là tốc độ nguội nhỏ nhất để  $\gamma \rightarrow M$ . Gọi  $V_{th}$  là bản chất của thép đó.

- Khả năng độ thấm tôi của thép căn cứ vào giá trị  $V_{th}$  của các loại thép có thành phần hoá học khác nhau, nếu  $V_{th}$  của thép nào càng nhỏ thì bản chất của thép đó có độ thấm tôi càng cao.

## 2. Cách chọn và xây dựng quy trình nhiệt luyện của các phương pháp nhiệt luyện

### 2.1. Cách chọn phương pháp và lập quy trình nhiệt luyện cho nhóm nhiệt luyện sơ bộ (áp dụng cho bán thành phẩm)

#### 2.1.1. Cách chọn phương pháp nhiệt luyện sơ bộ

Muốn chọn phương pháp nhiệt luyện cho các sản phẩm đang gia công (bán thành phẩm) phải căn cứ vào mục đích chính của phương pháp để chọn (xem lại mục 1.3.1, 1.3.2 trang 52 ÷ 53, phần khái niệm mục 1 tr.47). Cụ thể sau đây là một số phương pháp chọn để đạt được mục đích sau:

- Muốn tăng tính gia công vật liệu để nhận được độ cứng và độ dẻo thích hợp cho gia công đối với các loại thép có %C chọn các phương pháp như sau:

+ Thép có độ cứng khá cao (%C > 0,8%) → Chọn phương pháp ủ (giảm độ cứng).

+ Thép có độ dẻo quá cao (%C < 0,3%) cần cắt gọt dễ → Chọn phương pháp thường hoá (làm nhỏ hạt).

- Sửa chữa các sai hỏng do các gia công trước gây nên như rèn hoặc đúc... làm cho thép có các hiện tượng sau:

+ Thép cứng khó gia công cắt, đập → Chọn phương pháp ủ (giảm độ cứng).

+ Độ hạt tinh thể lớn → Chọn phương pháp thường hoá (làm nhỏ hạt).

+ Muốn đồng đều thành phần hóa học → Chọn phương pháp ủ.

+ Muốn khử ứng suất dư → chọn phương pháp ủ hoặc thường hoá.

#### 2.1.2. Cách lập quy trình nhiệt luyện ủ và thường hoá

Muốn lập được quy trình nhiệt luyện của nó phải tìm các thông số chưa biết trong quy trình nhiệt luyện tổng quát của từng phương pháp (hình 12, 13 trang 51) để nhận được tổ chức có tính chất như ý muốn đó là nhiệt độ nung.

- Cách lập quy trình ủ cho gia công cắt: (tìm nhiệt độ nung)

Căn cứ vào thành phần cacbon trong thép để chọn nhiệt độ ủ thích hợp.

+ Đối với phôi thép có %C < 0,8% ⇒  $t_{\text{ủ}}^0 = AC_3 + (30 \div 50)^\circ\text{C}$

+ Đối với phôi thép có %C ≥ 0,8% ⇒  $t_{\text{ủ}}^0 = AC_1 + (30 \div 50)^\circ\text{C}$

- Cách lập quy trình thường hoá: (tìm nhiệt độ nung)

Căn cứ vào %C trong thép để chọn nhiệt độ thường hoá thích hợp.

+ Đối với sản phẩm thép có %C < 0,8% ⇒  $t_{\text{th}}^0 = AC_3 + (30 \div 50)^\circ\text{C}$

+ Đối với sản phẩm thép có %C ≥ 0,8% ⇒  $t_{\text{th}}^0 = AC_{\text{cm}} + (30 \div 50)^\circ\text{C}$

## 2.2. Cách chọn và lập quy trình nhiệt luyện kết thúc (tôi và ram) áp dụng cho các sản phẩm cơ khí làm bằng thép

### 2.2.1. Cách chọn nhóm nhiệt luyện kết thúc

Căn cứ vào điều kiện làm việc của sản phẩm tìm được các yêu cầu cơ tính của sản phẩm để chọn các phương pháp nhiệt luyện (tôi và ram) sau:

- Sản phẩm cần độ cứng và tính chống mài mòn cao  $\rightarrow$  Chọn các phương pháp tôi và ram thấp ( $150 \div 250^{\circ}\text{C}$ ).

- Sản phẩm cần tính đàn hồi  $\Rightarrow$  chọn các phương pháp tôi và ram trung bình ( $300 \div 450^{\circ}\text{C}$ ).

- Sản phẩm cần cơ tính tổng hợp  $\Rightarrow$  chọn các phương pháp tôi và ram cao ( $500 \div 650^{\circ}\text{C}$ ).

### 2.2.2. Cách lập quy trình nhiệt luyện của các phương pháp tôi và ram

Muốn lập được quy trình nhiệt luyện tôi và ram cũng phải tìm các thông số chưa biết trong các giai đoạn nung nóng ( $t_n^{\circ}$ ), môi trường nguội của các quy trình tổng quát của từng phương pháp (hình 14, 15 trang 52, 54) để sao cho nhận được tổ chức có cơ tính thích hợp đạt được mục đích của các phương pháp.

• Cách lập quy trình nhiệt luyện của phương pháp tôi:

- Tìm nhiệt độ tôi: Căn cứ %C trong thép để chọn  $t_1^{\circ}$  giống như phương pháp ủ:

+ Đối với sản phẩm thép có %C  $< 0,8\%$   $\Rightarrow t_1^{\circ} = A_{C3} + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$

+ Đối với sản phẩm thép có %C  $\geq 0,8\%$   $\Rightarrow t_1^{\circ} = A_{C1} + (30 \div 50)^{\circ}\text{C}$

- Tìm môi trường làm nguội:

Muốn chọn môi trường làm nguội của thép khi tôi phải dựa trên nguyên tắc:

+ Môi trường nguội phải đảm bảo  $V_{ng}$  cho sản phẩm khi tôi  $\geq V_{th}$  của thép chế tạo sản phẩm đó thì ta có  $\gamma \rightarrow M_1$ .

+ Môi trường nguội phải đảm bảo ứng suất dư ( $\sigma_d$ ) sinh ra cho sản phẩm nhỏ hơn giới hạn đàn hồi ( $\sigma_{dh}$ ) của thép chế tạo sản phẩm đó để nó tránh bị cong vênh nứt vỡ khi làm nguội.

Thông thường trong thực tế có hai môi trường làm nguội nhanh và chậm hơn là nước và dầu, dựa trên nguyên tắc trên người ta chọn môi trường nguội cho các nhóm thép cacbon và hợp kim như sau:

+ Nhóm thép cacbon (bản chất có  $V_{th}$  lớn) thường được làm nguội trong môi trường nguội nhanh là nước, nước pha muối, nước pha xút.

+ Nhóm thép hợp kim (bản chất có  $V_{th}$  nhỏ) thường được làm nguội trong môi trường nguội chậm hơn là dầu công nghiệp.

• Lập quy trình của phương pháp ram:

Sau khi xác định các phương pháp nhiệt luyện kết thúc cho từng nhóm sản phẩm khác nhau và lập quy trình tôi ở trên, ta tiếp tục tiến hành chọn nhiệt độ cho các phương pháp ram sau rồi lập quy trình của nó để tìm tổ chức nhận được của thép chế tạo sản phẩm đó, nhờ có tổ chức này các sản phẩm cơ khí sẽ làm việc lâu dài trong các điều kiện quy định.

Ram thấp ( $150 \div 250^{\circ}\text{C}$ ): Nhận được tổ chức  $M_r$  ( $M_r + \gamma$  dư) vẫn giữ độ cứng và tính chống mài mòn cao sau khi tôi, đồng thời giảm  $\sigma_d$  (ứng suất dư sau khi tôi) đến mức cần thiết để sản phẩm không bị hư hỏng sau này.

Ram trung bình ( $300 \div 450^{\circ}\text{C}$ ): Nhận được tổ chức  $T_r$  có cơ tính đàn hồi tốt.

Ram cao ( $500 \div 650^{\circ}\text{C}$ ): Nhận được tổ chức  $X_r$  có cơ tính tổng hợp cao ( $HB, \sigma_b, \delta, a_k$  đều cao hoặc có  $\sigma_b$  cao vẫn đảm bảo tốt  $a_k$ ).

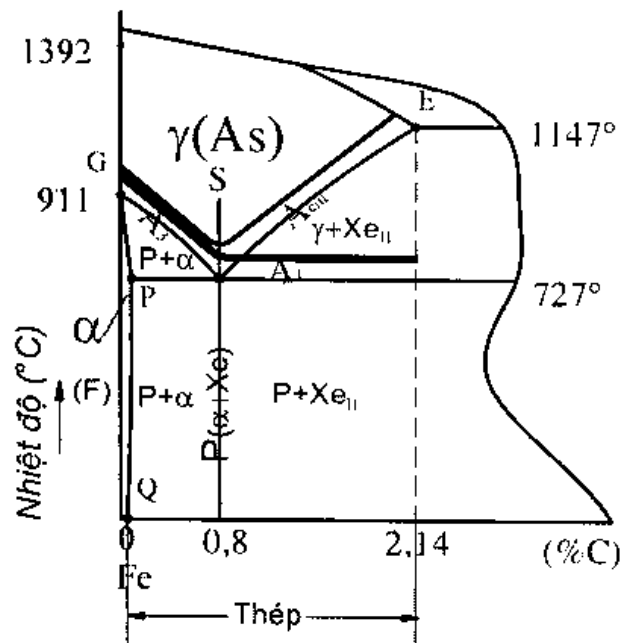
### 2.3. Chú ý

- Việc xác định nhiệt độ nung  $t_n^0$  của ủ, thường hoá, tôi trong thực tế căn cứ vào các thiết bị lò nung ( $V_n$ ) và sổ tay nhiệt luyện tra cứu.

- Việc xác định nhiệt độ tới hạn lý thuyết (để xác định nhiệt độ nung khi ủ, tôi, thường hoá) của thép carbon tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-C (Hình 18).

Ghi chú (Hình 18)

— Đường nhiệt độ nung các phương pháp ủ và tôi (hoàn toàn và không hoàn toàn).



Hình 18: Nhiệt độ nung các loại thép carbon biểu diễn trên giản đồ trạng thái



———— Đường nhiệt độ nung các phương pháp thường hoá.

- Việc xác định nhiệt độ tới hạn của thép hợp kim tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-C-NTHK.

- Nhiệt độ nung thép cacbon thông thường bao giờ cũng nhỏ hơn thép hợp kim vì  $A_c$  thép cacbon thường nhỏ hơn  $A_c$  của thép hợp kim.

- Môi trường nguội khi tôi còn phụ thuộc vào kích thước sản phẩm và hình dáng của nó. Cần chú ý đến bản chất của thép (giá trị  $V_{10}$ ) để chọn môi trường nguội cho thích hợp (có trong sổ tay tra cứu nhiệt luyện cho các mác thép).

- Cơ tính của mác thép sau khi nhiệt luyện tra trong sổ tay nhiệt luyện. Trong thực tế nếu có phòng thí nghiệm để kiểm tra độ cứng trên máy đo độ cứng hoặc độ bền, độ dẻo trên máy đo độ bền kéo... nếu chưa đạt yêu cầu phải tìm nguyên nhân để sửa chữa các sai hỏng do thực hiện quy trình gây ra.

Ví dụ: Búa tay làm bằng thép cacbon có %C = 0,7% đem đi tôi. Tra sổ nhiệt luyện mác thép CD70. Sau khi tôi phải đạt  $62 \div 64\text{HRC}$ . Nhưng thực tế kiểm tra độ cứng chỉ đạt  $54 \div 56\text{HRC}$ , tìm nguyên nhân do nhiệt độ tôi chưa đạt, thấp hơn quy định  $790 \div 810^\circ\text{C}$  nên tổ chức sau khi tôi không đạt độ cứng, vì vậy phải tôi lại theo đúng nhiệt độ tôi đã quy định...

- Sau khi chọn nhiệt độ ram cho các nhóm sản phẩm cơ khí khác nhau, cần phải xác định nhiệt độ cụ thể (được phép chênh nhau  $20^\circ\text{C}$ ) trong sổ tay nhiệt luyện để phù hợp với điều kiện làm việc cụ thể của từng sản phẩm cơ khí này. Trên nguyên tắc nhiệt độ ram càng cao độ cứng, độ bền giảm, độ dẻo, độ dai tăng. Dựa vào số liệu độ cứng ở các nhiệt độ ram khác nhau trong sổ tay có thể suy ra độ bền và độ dai va đập. Nếu sản phẩm cơ khí làm việc chịu tải tĩnh lớn lấy giới hạn dưới để có độ cứng cao, sẽ có độ bền lớn, nếu làm việc chịu tải động lớn lấy giới hạn trên để có độ cứng thấp hơn sẽ có độ dai va đập cao...

### **3. Các phương pháp nhiệt luyện kết thúc (tôi và ram) đặc biệt và công dụng của nó**

Ngoài các phương pháp nhiệt luyện kết thúc thông thường được trình bày ở trên còn có một số phương pháp tôi và ram khác được ứng dụng trong các trường hợp cụ thể khi các sản phẩm cơ khí đòi hỏi chất lượng cao hơn, độ tin cậy làm việc lớn hơn trong các điều kiện quy định của nó, ví dụ cùng một sản



phẩm cơ khí cần cơ tính khác nhau giữa bề mặt và lõi, giữa phần lưỡi và cán hay các loại dao cắt có năng suất cắt cao nên lưỡi dao làm việc ở nhiệt độ rất cao hoặc các sản phẩm có hình dáng phức tạp dễ bị cong vênh khi tôi. Vì vậy để đảm bảo chất lượng tốt cho các loại sản phẩm cơ khí này chúng ta cần biết cách áp dụng các phương pháp tôi và ram sau và tạm gọi nó là các phương pháp nhiệt luyện kết thúc đặc biệt bao gồm:

### 3.1. Tôi bề mặt (nung bề mặt)

**3.1.1. Công dụng:** Phương pháp tôi bề mặt áp dụng cho các loại sản phẩm cơ khí làm việc trong điều kiện cần độ cứng và tính chống mài mòn cao ở bề mặt còn trong lõi vẫn có độ dẻo dai cao để làm việc trong điều kiện tải trọng động khi truyền động đồng thời chịu mài mòn bề mặt do phải cọ sát lớn với bề mặt của vật khác.

Ví dụ: Gồm các loại bánh răng, bánh ma sát, các loại trục chịu mài mòn bề mặt...

**3.1.2. Nguyên lý chung các phương pháp tôi bề mặt:** Là nung nóng nhanh bề mặt đến nhiệt độ tôi (do nung nhanh nên chỉ có bề mặt được nung mà trong lõi chưa được nung). Sau đó làm nguội trong môi trường tôi thích hợp để nhận được  $M_1$ .

*Chú ý:*

- Các sản phẩm qua tôi bề mặt còn nâng cao được độ bền mỏi.
- Các sản phẩm cơ khí trên muốn có tuổi thọ tốt thì sau khi tôi bề mặt xong cần phải ram thấp tiếp theo.
- Muốn thực hiện để nung nhanh bề mặt, có hai cách thực hiện như sau:
  - + Nung nhanh bằng thiết bị lò cao tần (dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ để nung nhanh bề mặt đến nhiệt độ tôi trong vài giây) gọi là phương pháp tôi tần số.
  - + Nung nhanh bằng thiết bị mỏ hàn axetylen (nhiệt độ ngọn lửa đạt tới  $3600^\circ$  để nung nhanh bề mặt đến nhiệt độ tôi trong vài phút) gọi là phương pháp tôi bằng ngọn lửa mỏ hàn.

### 3.2. Tôi cục bộ

**3.2.1. Công dụng:** Áp dụng cho các sản phẩm cơ khí làm việc trong điều kiện phần cần cứng (dùng để cắt gọt) và phần cần mềm (để có độ dẻo, dai cao chịu các lực va đập).

Ví dụ: Dụng cụ đục trong nghề nghiệp, các loại dao cắt khác...

**3.2.2. Nguyên lý chung của các phương pháp tôi cục bộ:** Là tôi phần cần tôi cứng để nhận được  $M_1$ .

Chú ý:

Thường có hai cách tiến hành:

- Cách 1: Nung phần cần cứng đến nhiệt độ tôi, giữ nhiệt một thời gian cần thiết sau đó làm nguội trong môi trường tôi để nhận  $M_1$ . Sau đó đem đi ram thấp.

- Cách 2: Nung nóng toàn bộ sản phẩm đến nhiệt độ tôi giữ nhiệt một thời gian cần thiết sau đó làm nguội trong môi trường phần cần tôi cứng để nhận  $M_1$ .

Cách này chỉ áp dụng sản phẩm đơn chiếc có thể tự ram thấp bằng cách dùng nhiệt thừa của phần đã nung mà chưa tôi truyền nhiệt vào phần đã tôi đến nhiệt độ ram thấp bằng cách xem màu lớp ôxyt bề mặt của nó (màu trắng ánh vàng rơm  $\approx 180 \div 200^\circ\text{C}$ ). Khống chế nhiệt độ của nó bằng cách nhúng toàn bộ sản phẩm vào môi trường làm nguội.

### 3.3. Tôi hai môi trường (nguội trong hai môi trường)

**3.3.1. Công dụng:** Áp dụng cho sản phẩm có hình dáng phức tạp hoặc làm bằng thép có thành phần cacbon và hợp kim cao để hạn chế cong vênh nứt vỡ sản phẩm khi làm nguội.

**3.3.2. Nguyên lý chung:** Chọn các môi trường nguội thứ nhất để nhận được độ thấm tôi cao (đảm bảo sau khi tôi có  $M_1$ ). Còn môi trường nguội thứ hai phải có tốc độ nguội chậm hơn làm giảm ứng suất bên trong đến mức nhỏ nhất để tránh cong vênh nứt vỡ sản phẩm.

Chú ý:

- Nhiệt độ chuyển giữa hai môi trường có giá trị bằng  $M_d$  (gọi là nhiệt độ bắt đầu chuyển biến  $\gamma$  thành  $M$ ) cộng thêm  $100^\circ\text{C}$ .

- Nhiệt độ chuyển phải đảm bảo cho đúng, nếu sai thì sẽ mất tác dụng của phương pháp tôi. Vì vậy nó phụ thuộc vào tay nghề của người thợ.

### 3.4. Tôi phân cấp

**3.4.1. Công dụng:** Cũng áp dụng cho các sản phẩm có hình dáng phức tạp hoặc làm bằng thép có thành phần cacbon và hợp kim cao để hạn chế cong vênh nứt vỡ sản phẩm khi làm nguội.

**3.4.2. Nguyên lý chung:** Làm nguội sản phẩm tôi trong môi trường có sẵn nhiệt độ  $M_d + 100^\circ\text{C}$  giữ nhiệt sao cho nhiệt độ sản phẩm bằng nhiệt độ của môi trường làm nguội rồi nhấc ra ngoài không khí.

*Chú ý:*

- Môi trường làm nguội là hỗn hợp muối nóng chảy ở nhiệt độ  $M_d + 100^\circ\text{C}$ .
- Phương pháp tôi phân cấp đảm bảo chất lượng hơn nhiều so phương pháp tôi 2 môi trường.

### 3.5. Ram cao đặc biệt

Khi ram cao các loại thép thường tổ chức sẽ nhận được  $X_r$  có cơ tính tổng hợp cao. Nhưng nếu đem ram cao các loại thép “dụng cụ hợp kim đặc biệt” tổ chức của thép này nhận được lại là  $M_r$ . Vì vậy để phân biệt các phương pháp ram cao trên tạm gọi là “Ram cao đặc biệt”.

**3.5.1. Công dụng:** Áp dụng cho các dụng cụ cơ khí làm bằng thép hợp kim có tổng lượng nguyên tố hợp kim  $\geq 15\%$  (thép có hiệu ứng độ cứng thứ hai là những loại thép do chứa nhiều nguyên tố hợp kim và khả năng tạo ra các bít mạnh, nên khi nung thép để tôi ở nhiệt độ cao, sau khi nguội sẽ nhận được Mactenxit giàu nguyên tố hợp kim và lượng  $\gamma$  dư lớn. Do đó khi ram độ cứng của thép được tăng lên nhờ tăng số lượng  $M_r$  từ  $\gamma_d$  và hình thành các bít hợp kim ở nhiệt độ ram này, điển hình là thép gió). Để đảm bảo tính cứng nóng và tính bền nóng của dụng cụ khi làm việc.

**3.5.2. Nguyên lý chung:** Tại nhiệt độ ram cao, tổ chức của thép trên vẫn nhận được  $M_r$ , đồng thời có thêm các bít hợp kim. Nhờ các tổ chức này sau khi ram cao sẽ có độ cứng cao hơn tôi và duy trì độ cứng, độ bền cao ở nhiệt độ làm việc cao.

## II. HOÁ NHIỆT LUYỆN

### 1. Khái niệm

#### 1.1. Định nghĩa

Là phương pháp nung nóng thép ở nhiệt độ cao để thấm bão hoà bề mặt thép một số các nguyên tố, làm thay đổi thành phần hoá học của lớp bề mặt, do đó làm thay đổi tổ chức và tính chất theo ý muốn.

## 1.2. Công dụng

Dù tác dụng trực tiếp hay gián tiếp thì hoá nhiệt luyện làm tăng tính chất bề mặt:

- Tăng độ cứng và tính chống mài mòn.
- Tăng tính chịu mỏi.
- Có thể có khả năng tăng tính chống oxy hoá bề mặt.

## 2. Phương pháp thấm cacbon

### 2.1. Định nghĩa

Là phương pháp hoá nhiệt luyện bằng cách nung nóng thép có thành phần cacbon thấp  $\%C \leq 0,25\%$  đến nhiệt độ cao để cho thêm vào bề mặt của thép nguyên tố cacbon làm thay đổi thành phần hoá học cacbon ở lớp bề mặt đến giá trị bão hoà lên tới  $1 \div 1,2\%$ .

### 2.2. Công dụng của phương pháp thấm cacbon

Áp dụng cho các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu tải trọng động khi chuyển động và cọ sát bề mặt lớn. Muốn vậy bề mặt của nó cần độ cứng và tính chống mài mòn cao còn trong lõi vẫn có độ dẻo dai tốt để chịu tải trọng động khi truyền động.

Ví dụ: Như các loại bánh răng, các loại trục chịu cọ sát bề mặt hoặc các chi tiết máy khác làm việc phải chịu tải trọng động và cọ sát bề mặt.

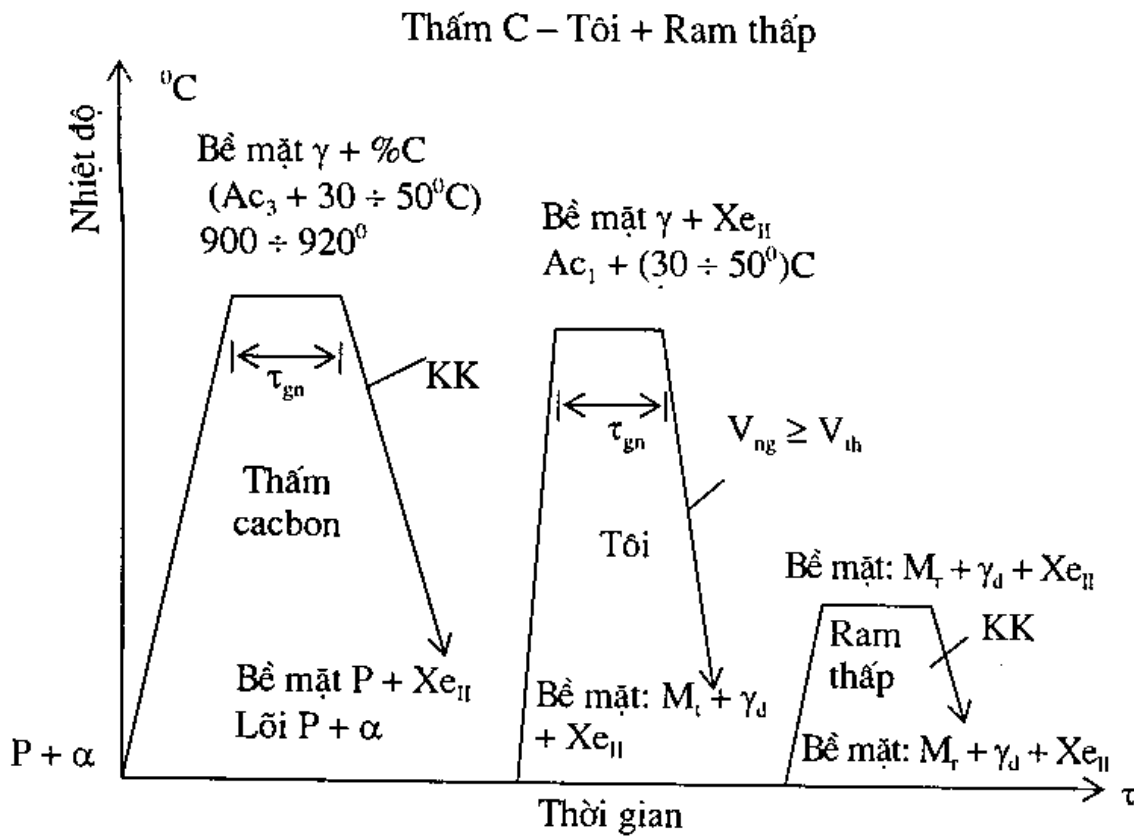
*Chú ý:*

Sau khi thấm cacbon thì thành phần cacbon bề mặt của thép được tăng lên  $1 \div 1,2\%$ . Có tổ chức là thép sau cùng tích  $\Rightarrow$  tác dụng gián tiếp của hoá nhiệt luyện (thấm cacbon xong thành phần hoá học lớp bề mặt thay đổi dẫn đến tổ chức cũng thay đổi nhưng chưa đạt được cơ tính mong muốn của hoá nhiệt luyện). Muốn đạt được công dụng của thấm cacbon thì sau đó phải *Tôi và Ram thấp*.

Ví dụ:

Bánh răng làm bằng thép cacbon có thành phần cacbon  $\%C < 0,3\%$ .

Muốn bánh răng làm việc được thì phải thấm cacbon, sau đó tôi và ram thấp: Quy trình thấm cacbon thể rắn và các phương pháp nhiệt luyện sau đó (Hình 19).



*Hình 19: Quy trình thấm cacbon của thép có hàm lượng cacbon %C < 0,3%*

- Căn cứ vào trạng thái chất thấm cacbon chia ra 3 phương pháp: thấm cacbon thể rắn, thể khí và thể lỏng.
- Giá thành thấm cacbon cao do thời gian giữ nhiệt khi thấm dài, ví dụ thấm cacbon thể rắn thời gian giữ nhiệt  $\tau_{gn} = 0,1\text{mm}/1\text{h}$ . Vậy lớp thấm 1mm phải mất 10 giờ.

### 2.3. Giới thiệu các phương pháp hoá nhiệt luyện khác

#### 2.3.1. Thấm nitơ

- *Định nghĩa và mục đích:*

Là phương pháp hoá nhiệt luyện bằng cách nung nóng thép đến nhiệt độ  $500 \div 650^\circ\text{C}$  để thấm bão hoà vào bề mặt của thép nguyên tố nitơ nhằm mục đích nâng cao bề mặt độ cứng và tính chống mài mòn, tính chịu mỏi hơn hẳn thấm cacbon ( $65 \div 70\text{HRC}$ ) và tính chống oxy hoá.

- *Công dụng:* Áp dụng chủ yếu các chi tiết máy cần độ cứng tính chống mài mòn rất cao ở bề mặt làm việc ở nhiệt độ cao hơn  $500^\circ\text{C}$ , hoặc cần độ

tin cậy khi làm việc cao. Ví dụ: Trục, bánh răng, sợi mi trong máy bay, dụng cụ cắt...

- *Chú ý:*

- Đây là phương pháp hoá nhiệt luyện có tác dụng trực tiếp ngay sau khi thấm đã có được cơ tính như trên ở bề mặt. Muốn nâng cao độ bền của lõi, trước khi thấm phải tôi và ram cao.

- Lớp thấm khá mỏng  $0,2 \div 0,4\text{mm}$ . Nếu thấm  $t^0 = 520^0\text{C}$ ;  $0,4\text{mm}$  phải giữ nhiệt 48 giờ nên giá thành rất cao và trước khi thấm sản phẩm đã có độ chính xác cao về hình dáng kích thước theo yêu cầu kỹ thuật.

### 2.3.2. Thấm xianua (thấm cacbon - nitơ)

- *Định nghĩa:*

Là phương pháp hoá nhiệt luyện bằng cách nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định để thấm bão hoà vào bề mặt của thép đồng thời hai nguyên tố cacbon và nitơ nhằm mục đích chủ yếu nâng cao bề mặt có độ cứng, tính chống mài mòn, tính chịu mỏi... cao hơn thấm cacbon và thấp hơn thấm nitơ.

- *Các phương pháp:*

Có hai phương pháp cơ bản:

- Thấm xianua ở nhiệt độ cao  $750 \div 900^0\text{C}$ , phương pháp này giống như công dụng của phương pháp thấm cacbon.

- Thấm xianua ở nhiệt độ thấp  $540 \div 560^0\text{C}$ , phương pháp này giống như công dụng của phương pháp thấm nitơ.

### 2.3.3. Thấm kim loại

- *Định nghĩa:*

Thấm kim loại là phương pháp hoá nhiệt luyện bằng cách nung nóng đến nhiệt độ nhất định để thấm bão hoà vào bề mặt thép một hoặc một số nguyên tố kim loại khác nhau như crôm, nhôm, silic... Mục đích chủ yếu để tăng tính chịu nóng, tính chống ăn mòn, độ cứng và tính chống mài mòn, tính chịu mỏi bề mặt của thép.

- *Các phương pháp:*

- Thấm nhôm:

Công dụng chủ yếu nâng cao tuổi thọ do nâng cao tính ổn định nóng và điện trở của chi tiết máy thực hiện ở nhiệt độ  $900 \div 1000^0\text{C}$  hoặc phun lên bề mặt chi tiết một lớp nhôm.



- Thấm crôm:

Công dụng chủ yếu nâng cao tuổi thọ của các chi tiết máy do nâng cao tính ổn định nóng, tính chống ăn mòn trong môi trường không khí, nước, nước biển và axit-nitric. Ngoài ra còn tăng độ cứng, tính chống mài mòn, tính chịu mỏi ở lớp bề mặt. Được thực hiện ở nhiệt độ  $950 \div 1100^{\circ}\text{C}$  hoặc phủ bằng mạ...

- Thấm silíc:

Thực hiện ở nhiệt độ  $950 \div 1200^{\circ}\text{C}$ . Công dụng chủ yếu là tăng khả năng chống ăn mòn của chi tiết trong môi trường axit.

- Thấm Bo:

Công dụng chủ yếu tăng tính chống mài mòn và tính chống ăn mòn trong các môi trường khác nhau của các chi tiết máy. Được thực hiện tại nhiệt độ  $800 \div 1000^{\circ}\text{C}$ .

### III. BÀI TẬP ỨNG DỤNG

*Hướng dẫn làm bài tập:*

Muốn làm bài tập tốt, sau khi đọc kỹ đầu bài cần tiến hành các bước sau:

#### 1. Xác định được các phương pháp nhiệt luyện cho các nhóm nhiệt luyện

Chọn nhóm nhiệt luyện sơ bộ hay kết thúc, sau đó xác định các phương pháp cụ thể (xem mục 2.2 trang 60 và 3 trang 62).

#### 2. Sau khi xác định được phương pháp nhiệt luyện rồi thì tiến hành lập quy trình nhiệt luyện cụ thể (xem mục 2.2 trang 60) gồm các thông số sau

- Xác định  $t^{\circ}$  nung của các phương pháp.

- Xác định môi trường làm nguội.

- Tìm các tổ chức ở  $t^{\circ}$  ban đầu là X,  $t^{\circ}$  nung là Y và sau khi làm nguội là Z.

Căn cứ vào tổ chức sau khi làm nguội của phương pháp nhiệt luyện đó để kết luận cơ tính có đạt yêu cầu của sản phẩm (bán sản phẩm) không?

Ví dụ:

Các sản phẩm cơ khí làm bằng thép cacbon có  $\%C > 0,8\%$  làm việc trong điều kiện cần độ cứng và tính chống mài mòn cao (lưỡi cưa, mũi khoan...). Hãy chọn phương pháp nhiệt luyện và lập quy trình nhiệt luyện.

Bài làm:

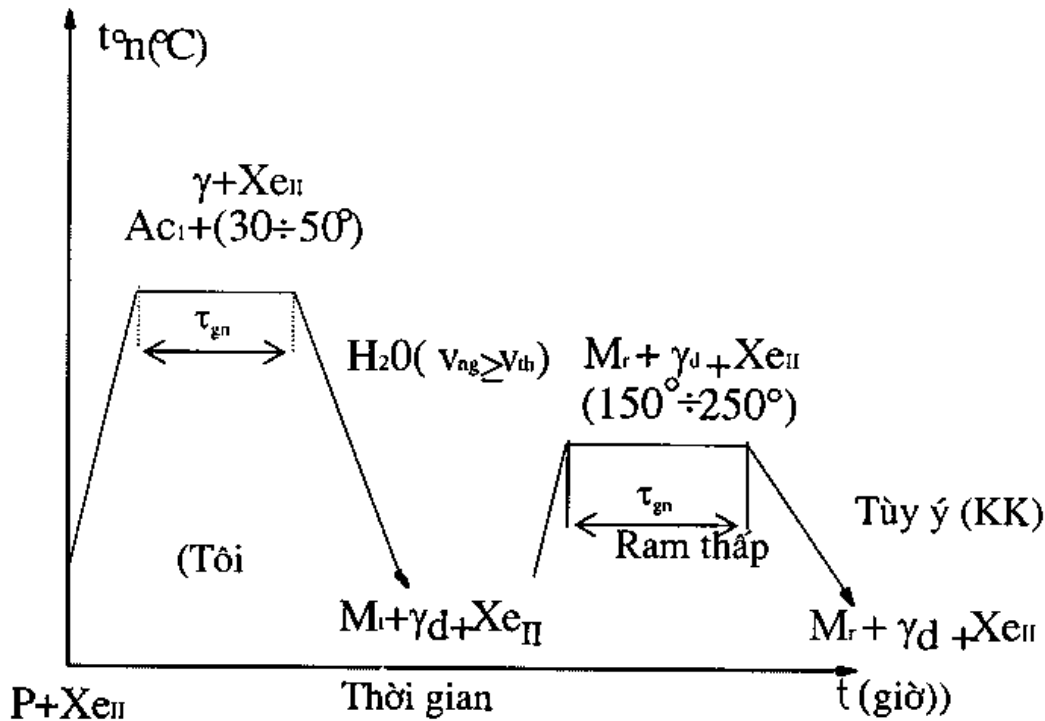
- Bước 1: Chọn nhóm nhiệt luyện kết thúc gồm tôi và ram thấp ( $150^{\circ} \div 250^{\circ}\text{C}$ )

Lý do: Xem mục 2.2.1. trang 61.

- Bước 2: Lập quy trình nhiệt luyện cụ thể của phương pháp nhiệt luyện: (hình sau)

- Giải thích:

+ Lý do chọn các thông số nhiệt độ nung  $t_n^0$  và môi trường làm nguội của sản phẩm của từng phương pháp (xem mục 2.2.2 trang 60).



+ Tìm tổ chức X,Y,Z của từng phương pháp xem lại: “Chuyển biến cấu tạo” của các phương pháp tại mục 1.3 trang 51÷55. Căn cứ vào tổ chức Z sau khi làm nguội của phương pháp nhiệt luyện đó đã đáp ứng được yêu cầu cơ tính trong điều kiện sử dụng lâu dài của sản phẩm chưa? (Tại sao tôi xong lại phải ram thấp?).

Cụ thể trong quy trình nhiệt luyện trên, tổ chức nhận được sau khi tôi  $M_1+\gamma_d+Xe_{II}$  có độ cứng cao nhất, tính chống mài mòn tốt nhất và đáp ứng được yêu cầu cơ tính của sản phẩm nhưng do tôi xong ứng suất dư vẫn tồn tại trong nó nên khi sử dụng lâu dài sản phẩm này dễ bị cong vênh nứt vỡ. Muốn hạn chế hiện tượng cong vênh nứt vỡ sau này phải tiến hành ram thấp để giảm

được ứng suất dư  $\sigma_d$  đến mức thấp nhất ( $M_r \Rightarrow M_r$  và  $\gamma_d \Rightarrow M_r$ ) mà vẫn đảm bảo cơ tính sau khi tôi (sau ram thường giảm  $1 \div 2$  HRC so với tôi).

**Kết luận:** Sau khi tôi và ram thấp, sản phẩm nhận tổ chức  $M_r + \gamma_d + Xe_{II}$  có độ cứng và tính chống mài mòn tốt, đồng thời đáp ứng được yêu cầu sử dụng lâu dài của sản phẩm trong các điều kiện quy định.

### Bài tập

1. Hãy chọn phương pháp nhiệt luyện và lập quy trình cụ thể để tăng tính gia công cắt cho các phôi thép có thành phần cacbon  $\%C = 1\%C$  và  $0,2\%C$ .
2. Phôi thép có thành phần cacbon =  $0,4\%C$ . Sau khi rèn làm biến cứng bề mặt nên khó cắt gọt. Muốn cắt gọt dễ dàng phải chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể.
3. Phôi thép có thành phần cacbon =  $1,2\%C$  sau khi đúc làm cho kích thước hạt tinh thể lớn. Muốn có kích thước hạt tinh thể nhỏ hơn phải chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể.
4. Dũa kim loại làm bằng thép cacbon có thành phần cacbon =  $0,9\%C$ . Muốn làm việc được chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể và có giải thích.
5. Lò xo giảm xóc của xe máy làm bằng thép hợp kim có thành phần cacbon =  $0,6\%C$ . Muốn làm việc được chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể và có giải thích.
6. Trục moay-ơ xe đạp làm bằng thép cacbon có thành phần cacbon =  $0,45\%C$ . Muốn làm việc được chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể và có giải thích.
7. Các bánh răng trong hộp giảm tốc máy tiện làm bằng thép hợp kim có thành phần cacbon =  $0,2\%C$ , phải cạo xát bề mặt do có tốc độ vòng quay rất cao và chịu tải trọng động. Muốn làm việc được chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể và có giải thích.
8. Các bánh răng làm bằng thép cacbon có thành phần cacbon =  $0,4\%C$  làm việc trong các điều kiện sau:  
Bề mặt cần độ cứng và tính chống mài mòn cao do có tốc độ vòng quay cao.  
Lỗi:  
- Trường hợp 1: Chịu tải tĩnh nhỏ nhưng cần độ dẻo dai cao để chịu được tải trọng động.

- Trường hợp 2: Chịu tải trọng tĩnh và động lớn (cần cả độ dẻo, độ dai và độ bền cao) cần cơ tính tổng hợp tốt.

Muốn các bánh răng làm việc được lâu dài trong các điều kiện quy định trên chọn phương pháp nhiệt luyện nào? Lập quy trình cụ thể và có giải thích.

### Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Định nghĩa và công dụng của nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện. Từ đó có nhận xét gì để phân biệt nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện.

2. Dùng định nghĩa (để lập quy trình tổng quát) chuyển biến cấu tạo, cơ tính của tổ chức nhận được để phân biệt 4 phương pháp nhiệt luyện: ủ, thường hoá, tôi, ram.

3. Mục đích các phương pháp nhiệt luyện khi nào sử dụng nhóm nhiệt luyện sơ bộ, khi nào sử dụng nhóm nhiệt luyện kết thúc.

4. Một sản phẩm làm bằng thép có kích thước lớn sau khi tôi có thể nhận được các tổ chức nào tính từ bề mặt vào trong lõi?

5. Một sản phẩm làm bằng thép nếu đem tôi trong các môi trường nguội có tốc độ nguội khác nhau thì độ thấm tôi của nó có khác nhau không? Tại sao?

6. Tại sao thép hợp kim có  $V_{th}$  nhỏ, khi nguội trong môi trường tôi nên chọn môi trường dầu mà không chọn nguội nước? Hoặc thép cacbon có  $V_{th}$  lớn khi nguội chọn môi trường tôi bằng nước mà không nên chọn nguội dầu.

7. Hãy tìm các tổ chức trong thép có thành phần hoá học xác định để thép đạt cơ tính mong muốn khác nhau sau khi nhiệt luyện với các phương pháp khác nhau và so sánh cơ tính của chúng.

8. Định nghĩa và công dụng của thấm cacbon.

9. Làm lại các bài tập trong phần bài tập ứng dụng (trọng tâm là các bài tập trong nhóm nhiệt luyện kết thúc tôi và ram).

Phần II

**CÁC LOẠI VẬT LIỆU THƯỜNG DÙNG  
TRONG NGÀNH CƠ KHÍ**

---

## Chương 4

### THÉP

(11 tiết)

#### 1. Mục đích

Cung cấp những kiến thức cơ bản về các loại thép để học sinh có thể lựa chọn và sử dụng hợp lý theo yêu cầu sử dụng chúng.

#### 2. Yêu cầu

- Nắm được ký hiệu các loại thép tiêu chuẩn Việt Nam.
- Thông qua ký hiệu thép thường dùng để biết cách phân loại theo công dụng và lựa chọn chúng trong các sản phẩm cơ khí có các yêu cầu sử dụng khác nhau.
- Biết cách tra cứu sổ tay nhiệt luyện cho các sản phẩm cơ khí bằng các loại thép có các ký hiệu khác nhau.

### NỘI DUNG

#### I. KHÁI NIỆM

##### 1. Định nghĩa các loại thép

##### 1.1. Thép cacbon

Là hợp kim của Fe-C trong đó thành phần cacbon nhỏ hơn 2,14%. Thường dùng nhỏ hơn 1,4%C. Ngoài ra (do điều kiện luyện kim) còn có các tạp chất Mn, Si, P, S. Vậy thành phần các tạp chất trong mọi loại thép:  $Mn \leq 0,8\%$ ;  $Si \leq 0,4\%$ ;  $P \leq 0,05\%$ ;  $S \leq 0,05\%$ .

##### 1.2. Thép hợp kim

Là loại thép trong thành phần hoá học của nó ngoài thành phần các bon ra còn có các nguyên tố hợp kim với thành phần thích hợp mà ta cố tình cho vào để làm tăng tính chất của thép theo ý muốn.



## 2. Ảnh hưởng của thành phần hoá học đến tính chất của thép

### 2.1. Ảnh hưởng cacbon và tạp chất đến tính chất thép

**2.1.1. Cacbon:** Là nguyên tố quan trọng nhất quyết định đến tính chất của thép.

- Khi thành phần cacbon trong thép thay đổi thì tỷ lệ thành phần hai pha  $\alpha$  + Xe trong tổ chức của thép thay đổi theo (mục 2 trang 45), do đó cơ tính của nó cũng thay đổi khi thành phần C tăng, lượng  $\alpha$  giảm, lượng pha Xe tăng, do đó độ cứng tăng, độ dẻo và độ dai va chạm giảm, còn độ bền tăng khi  $\%C = 0,8-1\%$ , sau đó có xu hướng giảm.

Về mặt định lượng cứ tăng  $0,1\%C$  thì độ cứng của thép tăng thêm 20 đơn vị, còn các cơ tính khác mức tăng và giảm theo quy luật chậm dần, cụ thể:

Trong trường hợp  $\%C < 0,5\%$ , cứ tăng  $0,1\%C$  thì độ dẻo giảm  $2 \div 4\%$ ,  $a_k = 200KJ/m^2 \div 300KJ/m^2$ , độ bền tăng khoảng  $70 \div 90 MPa$ . Ở trong khoảng  $\%C = 0,6 \div 0,8\%$  cứ tăng  $0,1\%C$  thì độ dẻo và độ dai ở mức thấp hơn độ bền  $\sigma_b$  tăng chậm hơn khoảng  $40 \div 50 MPa$ , nếu  $\%C = 0,8 \div 1\%$ , độ bền  $\sigma_b$  đạt giá trị cực đại, độ dẻo dai rất thấp. Vì thế khi  $\%C$  tăng quá giới hạn này độ bền có xu hướng giảm, tuy nhiên nó vẫn đạt giá trị cao cho tới thành phần C nằm trong thép đạt giới hạn  $1,4\%$ .

Ngoài ra khi thành phần cacbon tăng làm giảm tính dẫn nhiệt, dẫn điện, tính chống oxy hoá, tính hàn của thép.

*Vai trò của cacbon với cơ tính của thép. Công dụng của thép theo thành phần cacbon:*

Do ảnh hưởng lớn đến cơ tính như vậy, các thép có thành phần cacbon khác nhau có công dụng khác nhau. Vậy muốn dùng *thép thường\** vào việc gì trước hết cần phải xem thành phần cacbon của nó sau khi xét đến các nguyên tố hợp kim. Theo những hàm lượng cacbon trong thép có thể chia ra bốn nhóm:

+ Thép với lượng cacbon thấp ( $\%C \leq 0,25\%C$ ) có ưu điểm độ dẻo và độ dai rất cao nhưng độ cứng và độ bền rất thấp nên hiệu quả tôi và ram không cao, do đó được dùng làm các kết cấu xây dựng, thép lá và thép tấm để dập nguội. Nếu muốn nâng cao độ bền, độ cứng và tính chống mài mòn bề mặt cao của các sản phẩm cơ khí làm bằng các loại thép này đạt hiệu quả thì trước khi tôi và ram phải qua thấm cacbon.

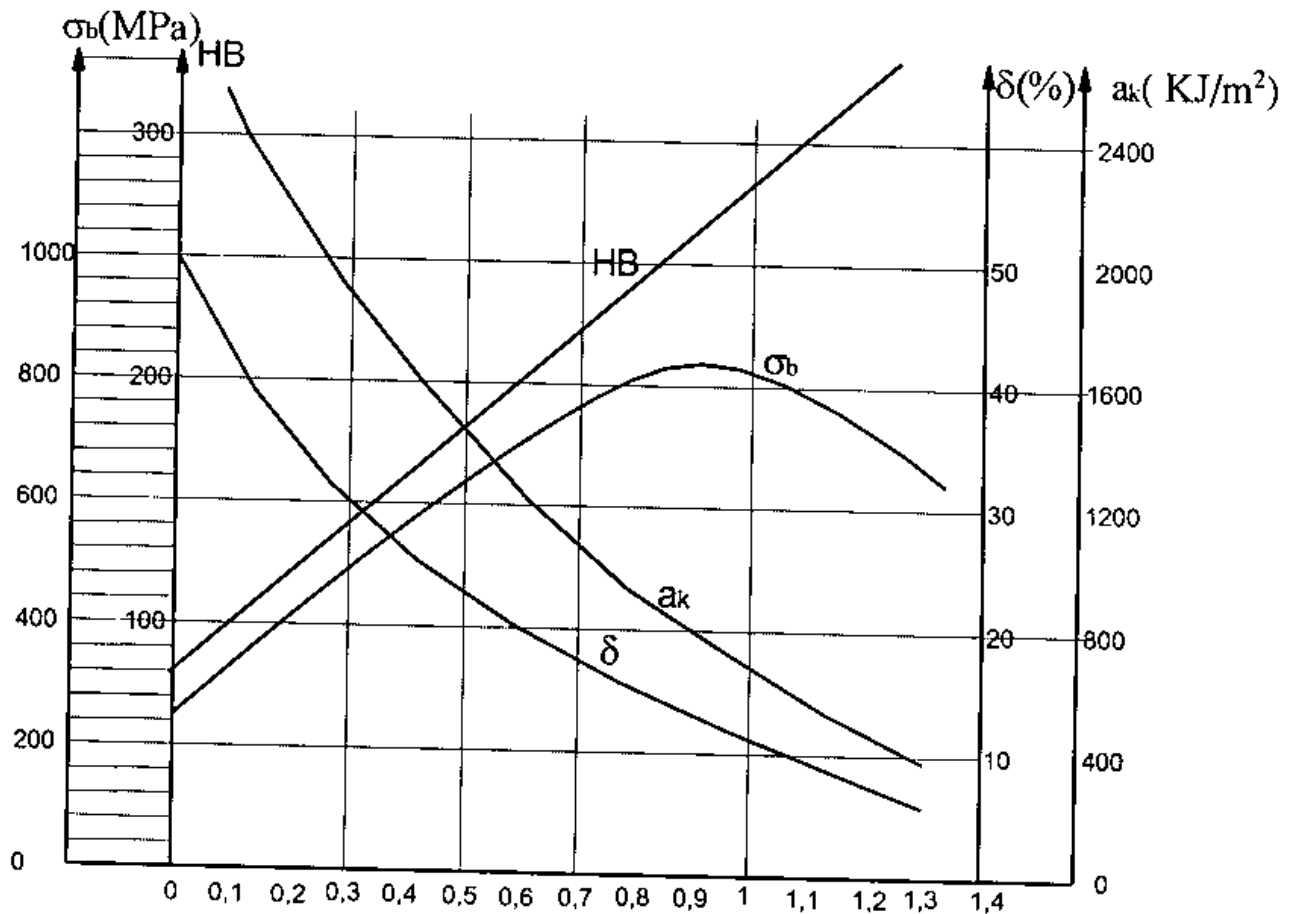
+ Thép với lượng cacbon trung bình ( $0,3 \div 0,5\%$ ) có ưu điểm độ cứng, độ bền, độ dẻo, độ dai đều cao (cơ tính tổng hợp cao hơn các thép khác), được

dùng chế tạo các chi tiết máy tham gia truyền động trong các điều kiện chịu tải khác nhau và chịu ma sát và không chịu ma sát bề mặt.

+ Thép với lượng cacbon tương đối cao (0,5 - 0,7%C) có ưu điểm độ cứng, độ bền tương đối cao, độ dẻo và độ dai không quá thấp (có giới hạn đàn hồi cao nhất so với các thép khác) thường dùng làm các chi tiết cần tính đàn hồi cao như: Lò xo, nhíp...

+ Thép với lượng cacbon cao ( $\geq 0,7\%C$ ) có ưu điểm độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất thường dùng làm dụng cụ cơ khí như dao cắt, khuôn dập nguội, dụng cụ đo.

\* *Thép thường*: có thể coi thép thường là những thép thường dùng trong ngành cơ khí, nó phải đảm bảo chất lượng sử dụng cũng như giá thành về nguyên liệu và công nghệ, do đó thường là các loại thép cacbon, thép hợp kim thấp (số lượng các nguyên tố hợp kim  $\leq 3\%$ ), hoặc thép hợp kim trung bình (số lượng các nguyên tố hợp kim  $> 3\%$  đến  $10\%$  chứa không nhiều các nguyên tố đất, hiếm).



Ảnh hưởng của cacbon đến cơ tính của thép cacbon

### **2.1.2. Tạp chất Mn, Si, P, S**

- P, S là tạp chất có hại đến cơ tính của thép vì P có trong thép làm giảm mạnh  $a_k$  của pha  $\alpha$  (do hoà tan vào  $\alpha$ ) làm xô lệch mạng tinh thể này gây cho thép bị giòn nguội, còn S có trong thép tác dụng hoá học với Fe tạo ra FeS nằm ở biên giới hạt tinh thể thép có nhiệt độ nóng chảy thấp ( $988^\circ\text{C}$ ) gây cho thép bị bở nóng. Vậy khi gia công nguội lưu ý P là nguyên tố gây giòn nguội, còn khi gia công nóng thép lưu ý S là nguyên tố gây bở nóng.

Tuy vậy P, S trong gia công cắt gọt là những nguyên tố làm tăng tính gia công cắt (làm cho phoi dễ gãy vụn). Đối với những sản phẩm không cần cơ tính cao nên chọn các loại thép có chứa P, S nhiều làm tăng tính gia công cắt, nâng cao sản lượng chế tạo và hạ giá thành.

- Mn, Si là tạp chất có lợi cho cơ tính của thép. Khi có Mn, Si các tạp chất này có khả năng hoà tan vào  $\alpha$  làm tăng cơ tính của pha này (tăng ( $\text{HB} + \sigma_b$ ) và giảm ( $\delta + a_k$ )), do vậy làm tăng cơ tính của thép nhưng thành phần thép nằm trong giới hạn  $0,5 \div 0,8\% \text{Mn}$ ;  $0,2 \div 0,4\% \text{Si}$  nên ảnh hưởng này không quan trọng.

Trong quá trình nấu luyện thép: Mn, Si cho vào thép dưới dạng ferô man gan FeMn và ferô silic FeSi để khử ôxy trong thép ở trạng thái lỏng (nằm dưới dạng FeO rất có hại cho thép), trong đó FeSi có tác dụng khử triệt để hơn. Riêng Mn (nằm dưới dạng FeMn) loại trừ được S (nằm dưới dạng FeS có hại cho cơ tính thép) để tạo thành MnS.

### **2.2. Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến tính chất của thép hợp kim**

Như ta đã biết ở trên thành phần hoá học của thép hợp kim ngoài thành phần cacbon và tạp chất ra còn có các thành phần hợp kim với thành phần thích hợp mà người ta cố tình cho vào, vậy cần phải biết một số ảnh hưởng cơ bản của nó đến tính chất của thép này.

#### **2.2.1. Ảnh hưởng đến cơ tính của pha cơ sở**

Pha cơ sở ở đây là các tổ chức của thép ở nhiệt độ thường mà người ta sử dụng nó.

Đối với thép cacbon pha cơ sở của nó là các loại dung dịch rắn bão hoà và quá bão hoà của cacbon hoà tan trong Fe và hợp chất hoá học của sắt tác dụng với cacbon để tạo  $\text{Fe}_3\text{C}$  (gọi là các bít sắt xem phần sau).

Đối với thép hợp kim pha cơ sở của nó cũng như thép cacbon, chỉ khác là các nguyên tố hợp kim có trong thép sẽ cùng với cacbon hoà tan vào  $Fe_\alpha$  và tác dụng hoá học với nhau để tạo thành các bit hợp kim, do tác dụng này làm cho thép hợp kim có cơ tính cao hơn thép cacbon khi có thành phần cacbon như nhau tuy nhiên giá thành của thép sẽ lớn hơn. Vì vậy khi chọn thép để chế tạo các sản phẩm cơ khí cần phải xem xét hiệu quả sử dụng của nó về chất lượng cũng như giá thành, do đó cần phải biết ảnh hưởng này đến pha cơ sở của “thép thường”.

- Tác dụng cùng với cacbon hoà tan vào sắt thành dung dịch rắn

Phần lớn các nguyên tố hợp kim đều có tác dụng này, điển hình nhất và thường gặp nhất là Mn, Si, Cr, Ni khi hoà tan cùng cacbon vào  $Fe_\alpha$  (cacbon hoà tan vào  $Fe_\alpha$  nằm ở các vị trí lỗ hổng của mạng tinh thể  $Fe_\alpha$  còn nguyên tố hợp kim nằm thay thế vị trí nguyên tử Fe trong mạng tinh thể  $Fe_\alpha$ ) làm cho mạng tinh thể bị xô lệch lớn (sai khác với kích thước thông số mạng ban đầu), do đó làm tăng độ cứng độ bền nhưng làm giảm độ dẻo độ dai, đặc biệt Mn, Si ảnh hưởng này đáng kể, nên khi dùng trong thép số lượng thường hạn chế  $\approx 2\%$  để ít ảnh hưởng đến độ dai, mặc dù là các nguyên tố dễ kiếm và rẻ. Tuy nhiên các nguyên tố hợp kim khác còn có tác dụng làm nhỏ hạt tinh thể của các pha này nên mức độ giảm độ dẻo và độ dai sẽ hạn chế. Đặc biệt Cr, Ni có khả năng làm tăng độ dẻo và độ dai nhưng thép sẽ có giá thành cao hơn, thường chọn thép chứa Cr, Ni cao để chế tạo các chi tiết máy đòi hỏi độ tin cậy lớn.

Tóm lại khi có các nguyên tố hợp kim hoà tan trong  $Fe_\alpha$  với thành phần thích hợp sẽ làm tăng cơ tính của thép, đặc biệt tăng độ bền. Hiệu quả tăng độ bền của pha cơ sở  $\alpha$  thấp (là các tổ chức thép chưa tôi) nhưng các hiệu quả này sẽ cao hơn nhiều đối với pha cơ sở là  $\alpha$  quá bão hoà (tổ chức Máctenxít của thép đã tôi).

Để đạt hiệu quả dùng thép hợp kim chỉ nên dùng cho các sản phẩm thép buộc phải qua nhiệt luyện kết thúc có cơ tính cao.

- Tác dụng hoá học với cacbon để tạo thành “Các bit(\*) hợp kim”

Các nguyên tố hợp kim có tác dụng hoá học với cacbon mạnh hơn Fe, vì vậy khi có mặt các nguyên tố Ti, V, Mo, W, Cr, Mn, Fe... chúng dễ dàng cùng với Fe (nếu chưa đủ mạnh) hoặc đẩy Fe (nếu đủ mạnh) tác dụng với C để tạo các hợp chất hoá học  $Me_mC_n$ : (*Me dùng để ký hiệu nguyên tố hợp kim*) hoặc  $(Fe, Me)_mC_m$  theo thứ tự tác dụng từ mạnh đến yếu, đây là liên kết cộng hoá trị

(\*) Các bit là hợp chất hóa học của cacbon với các nguyên tố khác.

rất bền vững nên tính bền vững của nó rất cao thể hiện độ cứng, tính chống mài mòn cao, nhiệt độ nóng chảy cao, tính phân huỷ ở nhiệt độ cao, giữ độ cứng ở  $t^0$  cao hơn các bít sắt  $Fe_3C$  ở các mức độ khác nhau tùy thuộc vào loại các bít hợp kim hình thành. Cụ thể:

Mn, Cr là các nguyên tố tạo thành các bít trung bình.

Mo, W là các nguyên tố tạo thành các bít khá mạnh.

V là các nguyên tố tạo thành các bít mạnh.

Ti là các nguyên tố tạo thành các bít rất mạnh.

Chúng có khả năng tạo thành các loại các bít  $(Fe, Me)_3C$ , trong các loại thép thường (có tổng lượng nguyên tố hợp kim  $\leq 3\%$ ) nên độ cứng, tính chống mài mòn, tính cứng nóng, bền nóng cao hơn một chút so với thép cacbon cùng thành phần cacbon.

Trong các loại thép có tổng lượng nguyên tố hợp kim trung bình từ 3% ÷ 10% và chứa Me là các nguyên tố tạo các bít khá mạnh sẽ có tính cứng nóng hoặc bền nóng tốt.

Chúng có khả năng tạo thành loại các bít  $Me_6C$  trong các loại thép có tổng lượng nguyên tố hợp kim cao  $> 10\%$  và chứa Me là các nguyên tố tạo ra các bít mạnh và khá mạnh sẽ cho thép tính cứng nóng cao.

Ngoài ra các nguyên tố hợp kim còn làm cho hạt nhỏ (trừ Mn) nhất là các các bít mạnh, vì thế thép đỡ giòn làm thay đổi nhiệt độ tới hạn (thường nhiệt độ tới hạn cao hơn thép cacbon cùng loại).

Tóm lại trong thép hợp kim khi có nguyên tố hợp kim tạo các bít thì độ cứng và tính chống mài mòn cao hơn, ít giòn hơn. Có thể có cả tính cứng nóng tốt (phụ thuộc vào loại các bít và số lượng các bít được tạo thành).

### ***2.2.2. Ảnh hưởng đến quá trình nhiệt luyện***

Các nguyên tố hợp kim có ảnh hưởng lớn đến quá trình nhiệt luyện đặc biệt tôi và ram do đó ảnh hưởng đến quy trình nhiệt luyện của nó và tổ chức hình thành trong thép.

Dưới đây xét những ảnh hưởng quan trọng nhất:

- **Tôi:**

Ảnh hưởng cơ bản nhất đối với nhiệt luyện là độ thấm tôi: Khi nhiệt luyện nếu nung thép đến vùng tổ chức  $\gamma$  mà các nguyên tố hợp kim hoà tan vào nó càng nhiều thì khi tôi thép đạt được độ thấm tôi càng cao. Do làm dày đường cong chữ C sang phải nên giá trị  $V_{th}$  nhỏ đi: nếu  $V_{th}$  nhỏ hơn tốc độ nguội  $V_{ng}$  của lõi thép đem tôi thì toàn bộ sản phẩm thép có tổ chức  $M_1$  đây là trường hợp tôi thấu, nếu  $V_{th}$  nhỏ quá đến mức không lớn hơn tốc độ nguội  $V_{ng}$  không khí



của thép thường hoá thì tổ chức nhận được là  $M_1$ , đây là trường hợp tự tôi hay tôi trong gió (gọi thép này là thép gió).

Tóm lại sản phẩm cơ khí làm bằng thép hợp kim có khả năng làm việc chịu tải lớn hơn mà vẫn đảm bảo yêu cầu sử dụng vì có độ thấm tôi cao hơn so với thép cacbon. Những sản phẩm có kích thước lớn (tiết diện  $\phi > 20\text{mm}$ ...) tính chất này đạt được hiệu quả càng cao:

+ Thép có độ thấm tôi càng cao thì mức độ hoá bền (chiều dày  $M_1$  lớn) của thép càng lớn. Khi sử dụng các sản phẩm này tuổi thọ sử dụng càng được lâu dài hoặc khả năng chịu lực khi làm việc càng cao.

+ Khi tôi sản phẩm làm bằng thép hợp kim dùng môi trường nguội chậm như dầu, sẽ hạn chế cong vênh nứt vỡ của các sản phẩm cơ khí đặc biệt có hình dáng phức tạp hoặc kích thước lớn.

*Chú ý:*

- Nếu các nguyên tố hợp kim nằm ở dạng các bít mà không hoà tan vào  $\gamma$  sẽ làm giảm độ thấm tôi.

- Nếu thép có độ thấm tôi càng cao làm hạ thấp  $M_d - M_k$  dẫn đến lượng  $\gamma_d$  càng nhiều (trừ Co, Al, Si) cũng làm giảm độ cứng của nó sau khi tôi.

**- Ram:**

Các nguyên tố hợp kim có trong Máctenxít tôi sẽ làm chậm quá trình chuyển biến của nó thành các tổ chức khác, vì vậy nhiệt độ ram để hình thành các tổ chức này sẽ cao hơn thép cacbon có cùng thành phần cacbon. Đặc biệt đối với những thép hợp kim chứa nguyên tố hợp kim tạo các bít mạnh với số lượng nhiều (thép gió) còn làm chậm quá trình chuyển biến khi ram đến nhiệt độ  $550 - 570^\circ\text{C}$  (tương đương với ram cao) mà vẫn nhận được  $M_1$  và còn có các bít hình thành tại đây sẽ sinh ra độ cứng thứ hai (độ cứng cao so sau khi tôi) và sau đó duy trì độ cứng, độ bền khi phải làm việc ở nhiệt độ cao  $550 - 570^\circ\text{C}$  (gọi là tính cứng nóng hoặc bền nóng cao).

## II. PHÂN LOẠI VÀ KÝ HIỆU

### 1. Phân loại theo công dụng

Có nhiều cách phân loại thép. Đối với ngành cơ khí cần quan tâm đến cách phân loại theo công dụng. Cách phân loại này cho phép chúng ta biết khả năng sử dụng thép một cách hợp lý khi chế tạo sản phẩm bằng thép.

#### 1.1. Thép xây dựng (thép cán nóng thông dụng)

Là vật liệu thường dùng trong ngành xây dựng: cầu, nhà, khung, tháp (có chất lượng luyện kim thường  $P, S > 0,04\%$ ).



## 1.2. Thép kết cấu (thép chế tạo máy)

Là vật liệu thường dùng chế tạo các chi tiết máy và kết cấu xây dựng quan trọng (có chất lượng luyện kim cao P, S < 0,04%).

## 1.3. Thép dụng cụ

Là vật liệu thường dùng chế tạo các loại dụng cụ trong ngành cơ khí (có chất lượng luyện kim thường P, S < 0,04%).

## 1.4. Thép có công dụng riêng và tính chất đặc biệt

- Thép có công dụng riêng là những thép chuyên dùng vào một công việc nào đó hoặc một sản phẩm nhất định. Ví dụ: Thép dễ cắt, thép ổ lăn, thép đường ray, dây thép các loại...

- Thép có tính chất đặc biệt là các thép có tính chất cơ lý hoá đặc biệt như thép không gỉ, thép làm việc ở nhiệt độ cao, thép có hệ số giãn nở nhiệt đặc biệt, thép chống mài mòn cao... thường lượng hợp kim rất cao (> 13%) với lượng carbon rất thấp hoặc rất cao.

## 2. Ký hiệu thép theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN):

### 2.1. Ký hiệu các loại thép carbon

Theo TCVN 1765 - 75 bằng hệ thống chữ và số:

**2.1.1. Thép xây dựng carbon:** Bằng hai chữ CT kèm theo số chỉ độ bền kéo tối thiểu tính bằng KG/mm<sup>2</sup>.

Ví dụ: CT31, CT33, CT34, CT38, CT42, CT51, CCT51, CT61: Quy định cơ tính  $\sigma_{bk}$  (tối thiểu) KG/mm<sup>2</sup>.

*Chú ý:*

Thép xây dựng carbon được chia thành ba nhóm:

+ Nhóm A quy định về cơ tính ký hiệu như trên.

+ Nhóm B quy định về thành phần hoá học, ký hiệu thêm chữ B ở trước ký hiệu:

Ví dụ: BCT31, BCT33, BCT34, BCT38, BCT42, BCT51, BCT61: Quy định về thành phần hoá học (có bảng tra cụ thể) được tuân theo các ký hiệu tương ứng.

Phân tích ký hiệu CT38: Chữ CT chỉ thép xây dựng carbon nhóm A có

$$\sigma_{bk} \leq 38 \text{ KG/mm}^2.$$

+ Nhóm C quy định cả cơ tính và thành phần hóa học, ký hiệu kèm thêm chữ C ở đằng trước ký hiệu.

Ví dụ: CCT38 có cơ tính như CT38, còn thành phần hóa học như BCT38.

### 2.1.2. Thép kết cấu cacbon

Ký hiệu bằng chữ C kèm theo số chỉ phần vạn cacbon trung bình.

Ví dụ: C20, C45, C65...

Phân tích ký hiệu C20: Chữ C chỉ thép kết cấu cacbon trong đó có 0,2%C.

### 2.1.3. Thép dụng cụ cacbon

Ký hiệu bằng hai chữ CD kèm theo số chỉ phần vạn cacbon trung bình.

Ví dụ: CD70, CD80, CD100...

Phân tích ký hiệu CD100: Chữ CD chỉ thép dụng cụ cacbon trong đó có 1%C.

*Chú ý:* Khi phân tích ký hiệu thành phần cacbon phải quy đổi về phần trăm, số phần trăm còn lại trong thép chủ yếu là Fe và một ít tạp chất Mn, Si, P, S...

## 2.2. Ký hiệu các loại thép hợp kim

Theo TCVN 1765 - 75 bằng hệ thống chữ và số:

### 2.2.1. Hệ thống chữ

Dùng để ký hiệu các nguyên tố hợp kim (NTHK) có trong thép bằng chính các ký hiệu hoá học của nó:

Phiên âm	Ký hiệu hoá học	Ký hiệu trong thép
Crôm	Cr	Cr
Mangan	Mn	Mn
Silíc	Si	Si
Titan	Ti	Ti
Vanadi	V	V
Vônfram	W	W
Môlípden	Mo	Mo
Niken	Ni	Ni

### 2.2.2. Hệ thống số

Dùng để chỉ thành phần hoá học của nguyên tố cacbon và nguyên tố hợp kim có trong ký hiệu thép.

• *Thành phần cacbon:*

- Các số ở đầu ký hiệu chỉ phần vạn cacbon trung bình có trong thép.

Ví dụ: 60 Si 2

Số ở đầu ký hiệu chỉ phần vạn  $C_{TB} = 60/10.000 = 0,6\%C$ .

• *Thành phần nguyên tố hợp kim:*

Tìm số sau chữ chỉ nguyên tố hợp kim đó nếu:

- Có số sau chữ đó chỉ phần trăm nguyên tố đó: 60Si2 (sau Si có số 2 → 2%Si).

- Không có số sau chữ chỉ thành phần nguyên tố đó  $\approx 1\%$ : 40Cr (sau Cr không có số  $\approx 1\%$  Cr).

### 2.3. Chú ý

- Thép chuyên dùng (thép có công dụng riêng) có ký hiệu riêng. Cụ thể thép chuyên làm ổ lăn đăng trước ký hiệu có chữ OL sau đó theo quy định chung.

Ví dụ: OL100Cr → Phân tích ký hiệu: Chữ OL chỉ thép chuyên làm ổ lăn, số 100 chỉ phần vạn cacbon quy về phần trăm 1%C.

- Sau ký hiệu có chữ:

+ Nếu có chữ s chỉ thép sôi (là thép khi luyện kim chưa khử hết oxy, nên khi rót kim loại lỏng vào khuôn, khí CO bay lên làm bề mặt chuyển động như bị sôi, loại này chất lượng kém). Nếu không có chữ s chỉ thép lặng (thép đã khử oxy triệt để). Ví dụ: CT33 s.

+ Nếu có chữ A chỉ thép có chất lượng (luyện kim) tốt là có P, S < 0,03% mỗi một nguyên tố.

Ví dụ: CD120A, 12Cr2NiA.

- Thép kết cấu và thép dụng cụ hợp kim thường có thể nhận biết sau khi xác định thành phần cacbon có trong thép.

+ Thép kết cấu hợp kim %C < 0,7%.

+ Thép dụng cụ hợp kim %C > 0,7%.

Ví dụ: 60Si2 thép kết cấu hợp kim.

90 MnSiW thép dụng cụ hợp kim thường.

- Do nước ta chưa sản xuất được nhiều thép nhất là thép hợp kim nên chủ yếu dùng thép nhập khẩu. Mỗi nước có cách phân loại và ký hiệu riêng của họ. Để tiện cho việc tra cứu, so sánh hoặc chuyển đổi tương đương phân phụ lục trang 140÷145 có bổ sung kiến thức này của một số nước.

Nga: ГOCT; Trung Quốc: GB; Nhật: JIS; Pháp: AFNOR; Đức: DIN; Anh: BS. Riêng Mỹ rất nhiều hệ thống tiêu chuẩn nên phức tạp song có ảnh hưởng lớn đối với thế giới, các hệ thống tiêu chuẩn thường được sử dụng nhiều nhất đối với từng loại vật liệu kim loại:

+ Thép cán nóng thông dụng ASTM.

+ Thép kết cấu AISI/SAE.

+ Thép dụng cụ AISI.

Tiêu chuẩn ký hiệu dùng chung cho nước Mỹ trên cơ sở của những ký hiệu truyền thống: UNS

### **Bài tập ứng dụng**

a. Cho một số ký hiệu thép:

- Thép cacbon: C40, C45, CD80.

- Thép hợp kim: 40CrMnSi, 90CrWSi.

- Hãy phân tích ký hiệu (thành phần hoá học).

b. Hướng dẫn:

- Nhận biết ký hiệu thuộc nhóm thép cacbon hay thép hợp kim.

- Phân tích thành phần cacbon:

+ Theo quy định ký hiệu thép cacbon.

+ Theo quy định số ở đầu ký hiệu thép hợp kim.

Phân tích thành phần nguyên tố hợp kim: Trong ký hiệu thép hợp kim theo quy định số ở sau chữ chỉ thành phần hoá học nguyên tố đó.

## **III. CÁC LOẠI THÉP VÀ CÔNG DỤNG TRONG NGÀNH CƠ KHÍ**

### **1. Thép xây dựng (thép cán nóng thường)**

#### **1.1. Công dụng và yêu cầu sử dụng**

- Công dụng: Là vật liệu chủ yếu dùng trong xây dựng (được cung cấp dưới dạng thành phẩm cán nóng: tấm, thanh, dây, ống, thép hình), trong cơ khí thường làm vỏ máy...

- Yêu cầu sử dụng thép xây dựng:

+ Cần đảm bảo độ bền đặc biệt là giới hạn chảy  $\sigma_c$  để các kết cấu xây dựng chống lại biến dạng khi làm việc và gọn nhẹ.

+ Cần độ dẻo tốt để qua gia công dập uốn, dập thành hình sản phẩm  $\delta = 18 \div 20\%$  (đối với vỏ ô tô  $\delta = 25 \div 30\%$ ).

+ Cần có tính hàn tốt vì phần lớn phải qua gia công hàn.

+ Có khả năng chống ăn mòn khí quyển tốt khi phải làm việc ngoài trời.

#### **1.2. Đặc điểm và thành phần hoá học**

Để đảm bảo các nhu cầu sử dụng trên khi chế tạo thép ở nhà máy luyện kim nhóm thép này phải đảm bảo đặc điểm thành phần hoá học sau:

- Thành phần cacbon nhỏ hơn 0,4%C đối với thép cacbon, nhỏ hơn 0,2%C đối với thép hợp kim.

- Thành phần nguyên tố hợp kim trong thép hợp kim có tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 2% ( $\Sigma$  NTHK  $\leq$  2%) chủ yếu nguyên tố Mn, Si.

*Chú ý:*

+ Chất lượng luyện kim của thép xây dựng không cao: P, S > 0,04% mỗi một nguyên tố nên giá thành hạ và thường không qua nhiệt luyện kết thúc.

+ Căn cứ đặc điểm thành phần hoá học này để nhận biết về ký hiệu của thép xây dựng.

### **1.3. Các loại thép thường dùng và ứng dụng**

#### **1.3.1. Thép xây dựng cacbon**

- Nhóm A: Là loại phổ biến trong mọi ngành kinh tế kỹ thuật ở dạng các bán thành phẩm dài cán nóng để làm các kết cấu và chi tiết không phải qua biến dạng nóng, hàn và nhiệt luyện. Nếu qua hàn chỉ được phép hàn chảy cho thép lạnh.

Thường làm các kết cấu xây dựng đơn giản (CT33, CT34, CT38), riêng CT51 thường được cán thành thép vằn để làm cốt bê tông. CT38s, CT38 ở dạng tròn trơn. CT51 ở dạng thép vằn.

- Nhóm B làm các kết cấu hàn, nhóm C thì làm các kết cấu hàn chịu lực như làm cầu, đóng tàu, chi tiết qua đập nguội.

#### **1.3.2. Thép xây dựng hợp kim (thép hợp kim thấp có độ bền cao HSLA)**

Do có các nguyên tố hợp kim sẽ làm tăng giới hạn chảy và giới hạn bền, tính ăn mòn mà tính hàn vẫn đảm bảo, giá thành thì tăng không đáng kể, do đó nâng cao được khả năng chịu tải hoặc giảm nhẹ khối lượng kết cấu xây dựng nên rất có lợi cho xây dựng cầu, khung toa xe ô tô tải...

19Mn, 09Mn2, 14Mn2 có tính hàn cao:

19Mn dùng làm đường ống dẫn dầu và khí đốt dưới áp lực cao.

14Mn2 dùng làm vỏ lò cao, thiết bị lọc bụi.

17MnSi làm kết cấu chịu lực trong vận tải như làm dầm ô tô, đóng toa xe.

Ngoài ra còn một số thép hợp kim xây dựng đặc biệt có nhiều nguyên tố hợp kim dùng làm kết cấu xây dựng dân dụng, làm cốt bê-tông cường độ cao, kết cấu kim loại ở các công trình khu công nghiệp (vùng khí hậu băng giá, biển), giao thông vận tải (kết cấu ô tô).

## 2. Thép kết cấu

### 2.1. Công dụng chung và yêu cầu sử dụng

- Công dụng: Là loại thép chủ yếu để chế tạo các chi tiết máy nên còn gọi là thép chế tạo máy, nó là loại thép dùng nhiều nhất.

- Yêu cầu sử dụng thép để chế tạo các chi tiết máy:

+ Cần độ bền đủ cao để chịu tải trọng tĩnh khi làm việc hoặc giới hạn chảy cao để các chi tiết máy lắp ghép trong cỗ máy không được biến dạng.

+ Cần độ dai va chạm đủ cao để chịu tải trọng động khi làm việc và tránh gãy vỡ đột ngột vì khi vận hành máy các chi tiết dễ va đập vào nhau, đặc biệt lúc khởi động hoặc dừng máy đột ngột.

+ Có tính công nghệ tốt ở trạng thái gia công (đặc biệt là gia công cắt gọt và gia công áp lực) và giá thành hạ.

*Chú ý:* Ngoài ra các chi tiết máy làm việc trong các điều kiện sử dụng khác nhau thì cần có thêm các yêu cầu cơ tính riêng.

### 2.2. Đặc điểm thành phần hoá học

- Cacbon là nguyên tố quan trọng nhất quyết định đến tính chất của thép. Dựa vào yêu cầu cơ tính chung của các chi tiết máy người ta thấy thành phần cacbon thích hợp nhất trong thép kết cấu không nên lớn hơn 0,7% C ( $< 0,7\% \text{ C}$ ).

- Thành phần nguyên tố hợp kim trong thép hợp kim kết cấu:

Nguyên tố hợp kim có thành phần thích hợp trong thép sẽ làm tăng cơ tính theo ý muốn (xem mục 2.2 trang 78). Để đảm bảo nâng cao yêu cầu cơ tính của các chi tiết máy, đặc biệt là độ bền, giới hạn chảy, tuổi thọ và giá thành các chi tiết máy, người ta đã hợp kim hoá các nguyên tố chính trong thép kết cấu, thường là Mn, Si, Cr, Ni với tổng số lượng không nên quá 3% ( $\leq 3\% \text{ NTHK}$ ), ngoài ra còn có một số lượng nhỏ các nguyên tố hợp kim nhằm khắc phục các nhược điểm của nguyên tố hợp kim chính gây ra.

Ví dụ: Thép có Mn để làm cho hạt lớn tại nhiệt độ nung, muốn vậy cần có Ti để hạt tinh thể nhỏ đi.

### 2.3. Phân loại thép kết cấu

Các chi tiết máy do điều kiện làm việc của chúng rất khác nhau nên việc chọn thép cũng ảnh hưởng lớn đến chất lượng làm việc của các chi tiết máy. Việc chọn thép cho các nhóm chi tiết máy khác nhau người ta dựa vào thành



phần cacbon trong thép để chế tạo phù hợp với yêu cầu sử dụng của nó (xem mục 2.1 trang 76)

### **2.3.1. Nhóm thép thấm cacbon**

- Định nghĩa và công dụng: Là loại thép kết cấu có lượng cacbon thấp < 0,3%C (thường từ 0,1 - 0,25%) dùng để chế tạo các chi tiết truyền chuyển động và chịu cọ xát bề mặt cao. Ví dụ: bánh răng, cam, chốt xích, đĩa ma sát, trục...

- Yêu cầu sử dụng thép để chế tạo các chi tiết máy:

+ Bề mặt cần độ cứng cao và tính chống mài mòn để chịu cọ xát bề mặt cao.

+ Lõi có độ dẻo, dai cao để trong trường hợp truyền chuyển động tránh hiện tượng gãy, vỡ đột ngột khi làm việc trong điều kiện chịu tải trọng động.

- Đặc điểm nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện: Muốn có yêu cầu sử dụng trên cho các nhóm chi tiết máy này thì trước hết phải tiến hành thấm cacbon + tôi + ram thấp (xem mục 2.1 trang 76).

- *Chú ý:*

+ Chọn thép này để chế tạo cần lưu ý đến ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến tính chất của thép (xem mục 2.2 trang 78). Sau đó xét đến cơ tính nhận được tổ chức ở bề mặt và lõi của chi tiết (xét hình dáng, kích thước) sau khi tôi và ram. Tiếp đó căn cứ vào điều kiện làm việc cụ thể của các chi tiết đó để lựa chọn theo nguyên tắc sau:

Nếu thép nào đạt tổ chức bề mặt có độ cứng và tính chống mài mòn càng cao nên chọn chế tạo các chi tiết máy truyền động với tốc độ vòng quay càng lớn tức bị cọ xát bề mặt càng lớn.

Nếu thép nào đạt tổ chức lõi có độ bền càng cao nên chọn chế tạo các chi tiết máy truyền động trong điều kiện chịu tải tĩnh lớn, tuy nhiên phải xét cả độ dai và đập trong lõi để đảm bảo độ tin cậy khi làm việc.

Ví dụ: thép cacbon: C18, C20 làm các chi tiết máy nhỏ, chịu lực không cao bị cọ xát bề mặt lớn. Thép hợp kim: 20Cr, 18CrMnTi, 25CrMnTi, 12CrNi2A, 20CrNi dùng để sản xuất hàng loạt các chi tiết chịu lực cao và bị cọ xát bề mặt như bánh răng hộp số, bánh răng cầu sau, các trục quan trọng của ô tô máy kéo (thường làm các chi tiết hình dáng phức tạp hoặc kích thước lớn).

+ Ngoài ra còn căn cứ vào tuổi thọ và giá thành để lựa chọn cho phù hợp vì chi tiết thép qua thấm cacbon giá thành cao hơn nhiều so với phương pháp tôi

bề mặt (khoảng 3 lần). Đối với các chi tiết rẽ tiền mau hỏng không nên dùng thép thấm cacbon, đặc biệt các chi tiết đơn lẻ. Thông thường để đạt hiệu quả cao khi sử dụng nên chọn thép thấm cacbon hợp kim.

### 2.3.2. Thép hoá tốt

- Định nghĩa và công dụng: Là loại thép kết cấu có lượng cacbon trung bình  $C_{TB} = 0,3 \div 0,5\%$  để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng và va đập cao.

- Yêu cầu sử dụng thép để chế tạo và đặc điểm nhiệt luyện của chúng:

Căn cứ vào điều kiện sử dụng loại thép này để đề ra yêu cầu sử dụng và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo:

+ Điều kiện sử dụng chính dùng để chế tạo các chi tiết máy chịu cả tải trọng động và tải tĩnh lớn, không hoặc ít bị cọ xát bề mặt nên cần cơ tính tổng hợp tốt. Ví dụ: các trục truyền chuyển động, tay quay, trục treo... thì đặc điểm nhiệt luyện kèm theo tôi và ram cao.

+ Điều kiện sử dụng khác:

- Các chi tiết máy trên vừa phải chịu mài mòn cao do làm việc cọ xát bề mặt lớn (bánh răng, trục, cam, chốt) do đó đặc điểm nhiệt luyện kèm theo tôi và ram cao, tiếp theo tôi bề mặt và ram thấp.

- Khi chế tạo các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu tải trọng động, chịu mài mòn bề mặt cao nhưng chịu tải tĩnh nhỏ để giảm giá thành, do đó đặc điểm nhiệt luyện kèm theo: Tôi bề mặt và ram thấp.

- *Chú ý:*

Chọn thép này để chế tạo các chi tiết máy cũng cần lưu ý như thép thấm cacbon (xem phần chú ý mục 2.3.1 trang 88).

Ngoài ra thép hoá tốt sau khi tôi và ram, độ cứng và tính chống mài bề mặt không cao bằng thép thấm cacbon nên các chi tiết máy làm việc bị cọ xát bề mặt quá lớn không đạt yêu cầu như thép thấm cacbon (tuy nhiên nếu thép này sau khi tôi và ram đem đi thấm nitơ hoặc thấm xianua ở nhiệt độ thấp sẽ đạt yêu cầu độ cứng và tính chống mài mòn bề mặt cao hơn nhiều so với thép thấm cacbon nhưng giá thành sẽ rất cao nên chỉ áp dụng cho các chi tiết máy cần độ tin cậy rất cao).

Ví dụ các loại thép thường dùng và ứng dụng:

+ Thép cacbon:

C35, C40, C45, C50... Nếu làm trục truyền phải cọ xát bề mặt, các chi tiết máy truyền chuyển động như bánh răng, trục vít, cam... khi làm việc trong

điều kiện có tốc độ vòng quay lớn, khi chịu lực nhỏ thì tôi bề mặt và ram thấp, còn khi chịu lực lớn thì tôi và ram cao sau đó tôi bề mặt và ram thấp.

+ Thép hợp kim:

35Cr, 40Cr, 45Cr công dụng như trên cho các chi tiết máy có kích thước lớn hơn và hình dáng phức tạp hoặc kết cấu nhỏ gọn hơn.

40CrNi, 45CrNi, 40CrNiMn làm cho các chi tiết máy truyền động khi chịu lực lớn và chịu va đập cao, yêu cầu độ tin cậy cao như: trục vít của hệ thống lái ô tô, máy công cụ có công suất cao, máy thủy lực, máy bay.

### 2.3.3. Thép đàn hồi

- Định nghĩa và công dụng: Là loại thép kết cấu có lượng cacbon tương đối cao ( $0,5 \div 0,7\%C$ ) được dùng chủ yếu để chế tạo các chi tiết máy, cần tính đàn hồi tốt. Ví dụ như lò xo, nhíp ô tô, dây cốt đồng hồ... các loại.

- Yêu cầu sử dụng thép để chế tạo: Căn cứ điều kiện sử dụng thép chế tạo chi tiết cần tính đàn hồi cao. Khi sử dụng yêu cầu không được biến dạng sau khi làm việc nên việc chọn thép phải căn cứ vào tải trọng tĩnh và lực va đập.

- Đặc điểm nhiệt luyện kèm theo tôi và ram trung bình để đạt tính đàn hồi cao.

- Chú ý:

Chọn thép này để chế tạo cũng cần lưu ý đến ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến tính chất của thép. Sau đó xét đến cơ tính tổ chức nhận được sau khi tôi và nhiệt độ ram trung bình cụ thể đối với kích thước của chi tiết máy và khả năng chịu tải của nó. Ngoài ra còn xét đến cả điều kiện nhiệt độ môi trường của chi tiết khi làm việc để chọn thép cho phù hợp.

Ví dụ các loại thép thường dùng và ứng dụng:

Thép cacbon: C60, C65; thép hợp kim 65Mn, 60Mn dùng để chế tạo các loại lò xo thường.

55Si2, 60Si2, 60SiMn chế tạo lò xo có kích thước lớn (chiều dày tối đa là 18mm), sử dụng trong ô tô, máy kéo, xe lửa, tàu biển...

60Si2CrA, 60Si2NiA chế tạo lò xo nhíp lớn chịu tải trọng nặng.

50CrV, 50CrMnV chế tạo lò xo nhỏ chịu được nhiệt tới  $300^{\circ}C$  như lò xo supap xả.

### Bài tập ứng dụng cơ bản cho các loại thép kết cấu

- Cho các ký hiệu thép:

Thép cacbon: C18, C45, C65.

Thép hợp kim: 18 CrMnTi, 40Cr, 65Mn.

Yêu cầu chọn thép để chế tạo các chi tiết máy làm việc trong điều kiện sau:

- + Độ cứng và độ chống mài mòn bề mặt cao còn lõi có độ dẻo dai cao.
- + Cần cơ tính tổng hợp.
- + Cần tính đàn hồi

### **3. Thép dụng cụ**

#### **3.1. Thép dụng cụ thường**

Là loại thép thường được chế tạo các nhóm dụng cụ cơ khí thường dùng nhiều nhất và khi sử dụng chúng có các yêu cầu cơ bản giống nhau, mà cacbon là nguyên tố quan trọng quyết định đến cơ tính của thép ở nhiệt độ thường, do đó chúng thường có chung đặc điểm về thành phần hoá học và nhiệt luyện. Vì vậy để phân chia các loại dụng cụ này không có ranh giới rõ nét về thành phần cacbon như các loại chi tiết máy của thép kết cấu. Khi gọi tên các loại thép dụng cụ thường có thể gọi tên chung hoặc tên riêng cũng được nhưng phải kèm theo công dụng của từng loại. Dưới đây chúng ta cần biết các kiến thức sau để lựa chọn các ký hiệu thép cho các loại dụng cụ này.

##### **3.1.1. Công dụng và yêu cầu sử dụng chung**

- Công dụng: Là vật liệu dùng chủ yếu để chế tạo các dụng cụ thường dùng trong ngành cơ khí. Đó là các loại dụng cụ làm dao cắt có năng suất làm việc thấp, dụng cụ biến dạng nguội, dụng cụ đo.

- Yêu cầu cơ tính các loại dụng cụ thường:

Muốn các dụng cụ làm việc được và đảm bảo tuổi thọ khi sử dụng (độ chính xác của dụng cụ, khuôn và thước đo) thì yêu cầu sử dụng chung phải đạt được:

- + Độ cứng cao  $\geq 56$  HRC để dụng cụ làm việc được.
- + Tính chống mài mòn tốt để đảm bảo tuổi thọ và tính chính xác khi gia công vật liệu trong quá trình làm việc.

*Chú ý:* Khi sử dụng các loại dụng cụ khác nhau cần có các yêu cầu khác nhau. Cụ thể dao cắt cần tính cứng nóng, khả năng duy trì độ cứng  $\geq 58$  HRC ở nhiệt độ cao khi làm việc. Căn cứ tính cứng nóng đạt được để quyết định tốc độ cắt tối đa. Khuôn dập nguội cần độ dai và dập đảm bảo để chịu va đập khi làm việc nhưng độ cứng không được thấp hơn 56 HRC.

### 3.1.2. Đặc điểm các loại thép dụng cụ thường

- Đặc điểm thành phần hoá học:

- Căn cứ yêu cầu cơ tính trên của các dụng cụ thường (xem mục 2.1.1 trang 76) thì thành phần cacbon thích hợp  $\geq 0,7\%$ .

Đối với thép dụng cụ thường hợp kim để tăng khả năng làm việc của các dụng cụ và tuổi thọ của nó và hạ giá thành chế tạo thì các nguyên tố hợp kim hoá trong thép là những nguyên tố hợp kim chính: Mn, Si, Cr, W với lượng thường không quá 3% (cá biệt lên đến 7%) trong thép ngoài tác dụng tăng độ thấm tôi còn tạo được các các bit hợp kim để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn có thể tăng tính cứng nóng cho các loại dao cắt. Ngoài ra còn có một số nguyên tố hợp kim có tác dụng khắc phục nhược điểm của nguyên tố hợp kim chính gây ra.

Ví dụ: Các loại thép thường dùng: CD70... CD120A, (100CrSi, 90CrMnSi, 100CrWMn, 110Cr, 140CrMn.

*Chú ý:*

- Chất lượng luyện kim thép cao: P, S  $\leq 0,04$  mỗi nguyên tố.
- Dựa vào đặc điểm này để nhận biết ký hiệu thép thường dùng.
- Muốn dụng cụ làm việc được lâu dài bắt buộc phải nhiệt luyện kết thúc.

- Đặc điểm nhiệt luyện:

Để đáp ứng được hai yêu cầu cơ tính chung của các dụng cụ này, đặc điểm nhiệt luyện: Tôi và Ram thấp.

### 3.1.3. Các loại thép dụng cụ thường dùng và công dụng

- Thép dao cắt có năng suất  $V_c$  thấp:

- Dùng để chế tạo các loại dao cắt có tốc độ cắt  $V_c$  thấp, thường độ cứng lớn hơn  $58 \div 60\text{HRC}$  và tính chống mài mòn tốt. Ngoài ra còn cần đến tính cứng nóng (quyết định tốc độ cắt khi làm việc).

+ Đối với thép dao cắt cacbon có tốc độ cắt  $V_c$  thường  $< 4 \div 5$  m/phút. Do tính cứng nóng thấp là  $200^\circ\text{C}$  nên thường dùng chế tạo các loại dao cắt nhỏ có năng suất thấp làm bằng tay, có hình dạng đơn giản như giũa, khoan, cưa, tarô, bàn ren...

+ Đối với thép dao cắt hợp kim có tốc độ cắt thường là  $< 15\text{m/phút}$ . Do tính cứng nóng cao hơn thép cacbon ở nhiệt độ  $\leq 250^\circ\text{C}$  nên thường dùng chế tạo dao cắt nhỏ có hình dáng phức tạp hơn hoặc dao cắt lớn hơn với tốc độ cắt cao hơn (bằng máy - bán tự động hoá) như: Dao doa, dao khoét, tarô máy nhỏ, cưa máy, dao cạo rà kim loại, mũi khoan, bàn ren.



- *Thép làm dụng cụ biến dạng nguội*: Dùng để chế tạo các loại dụng cụ gia công áp lực để biến dạng kim loại ở trạng thái nguội cần độ cứng  $\geq 56\text{HRC}$ , ngoài ra còn cần có độ dai và đập đủ để tránh vỡ, mẻ khuôn khi gia công.

- Đối với thép dụng cụ biến dạng nguội cacbon do có độ thấm tôi thấp thường chế tạo các dụng cụ có kích thước nhỏ (chiều dày khoảng  $30 \div 40\text{mm}$ ), hình dáng đơn giản hoặc độ chính xác gia công không cao.

Ví dụ: Búa, đe tay, khuôn dập sản phẩm nhỏ làm bằng vật liệu có độ cứng thấp (làm khuôn dập kim loại mẫu, hộp kim đồng, hộp kim nhôm...).

- Đối với thép dụng cụ biến dạng nguội hợp kim do có độ thấm tôi cao hơn thường chế tạo các dụng cụ có kích thước lớn hơn, kích thước trung bình  $75 \div 100\text{mm}$ , hình dáng phức tạp và có độ chính xác gia công cao hơn.

Ví dụ: Các khuôn dập để cắt dập các vật liệu có độ cứng không cao, có chiều dày không lớn (thép lá dày  $< 3\text{mm}$ , các tấm kim loại màu: hợp kim nhôm, hợp kim đồng...)

- *Thép làm dụng cụ đo*:

Dùng để chế tạo các loại dụng cụ đo cơ khí cấp chính xác khác nhau: Parme, thước cặp, thước đo độ dài, đo góc, dưỡng, calíp... Chúng thường xuyên cọ xát với chi tiết cần đo nên dễ mài mòn ảnh hưởng đến độ chính xác kết quả đo. Vì vậy khi sử dụng thì yêu cầu cần độ cứng rất cao lớn hơn  $62\text{HRC}$ . Ngoài ra cần kích thước không thay đổi trong suốt thời gian làm việc lâu dài (hệ số giãn nở nhiệt nhỏ và ổn định tổ chức trong phạm vi nhiệt độ làm việc).

#### **3.1.4. Chú ý**

① Đối với các loại khuôn chịu tải trọng và đập lớn: Búa hơi cắt thép tấm dày  $3 - 4\text{ mm}$ , tán mũ đỉnh, chôn nguội, khuôn dập kích thước lớn có chiều dày  $200 \div 300\text{mm}$ , chịu tải nặng và tính chống mài mòn rất cao để dập cắt các thép cứng (thép kỹ thuật điện làm lõi máy biến áp) và dụng cụ đo cấp chính xác thấp, thành phần hoá học của thép có khác một chút nên không giới thiệu trong giáo trình này.

② Ký hiệu nhóm thép dụng cụ này thường có thể dùng chung cho các loại dụng cụ là:

Thép cacbon: CD70... CD130A

Thép hợp kim: 90CrMnSi, 100CrWMn, 100CrMnSi, 90CrSi...



③ Nếu chọn cùng một loại thép để chế tạo (cùng ký hiệu vật liệu) cần chú ý: Đối với các loại dụng cụ biến dạng nguội chịu trọng tải nhỏ (trung bình) thường chỉ cần đạt độ cứng  $56 \div 60\text{HRC}$  để chịu va đập trong quá trình làm việc. Do vậy khi ram thấp nên lấy giới hạn nhiệt độ trên, còn dao cắt cần độ cứng cao hơn khi ram thấp nên lấy giới hạn nhiệt độ dưới, hoặc khác loại thép (có nhiều ký hiệu vật liệu) cùng chế độ nhiệt luyện thì dụng cụ biến dạng nguội nên chọn ký hiệu thép có %C thấp hơn thép dao cắt để đảm bảo độ dai và đập  $a_k$ .

④ Chọn thép chế tạo cần căn cứ vào mức độ yêu cầu sử dụng cụ thể của từng loại dụng cụ cũng như hình dáng và kích thước của nó để lựa chọn trên nguyên tắc:

+ Căn cứ vào vật liệu gia công để chọn độ cứng của thép chế tạo dụng cụ đó.

+ Căn cứ vào tốc độ cắt chọn tính cứng nóng của thép chế tạo.

+ Căn cứ mức độ cọ xát bề mặt khi làm việc để chọn tính chống mài mòn của thép chế tạo.

+ Căn cứ hình dáng, kích thước chọn thép và môi trường nguội khi tôi để đảm bảo hình dáng và chất lượng của dụng cụ (xem mục 2.2.2 trang 60, 3.3, 3.4 tr. 64).

Vậy muốn chọn thép đạt được mức độ yêu cầu cơ tính ở trên cần xét đến cơ tính tổ chức nhận được của nó sau khi tôi và ram thấp là Mactenxit ram và các bít (xem mục 2.2.1 trang 78) và độ thấm tôi của thép đạt được (xem mục 2.2.2 tr 80).

**Ví dụ ứng dụng:**

*Đề bài:*

Có các ký hiệu thép sau: CD90, CD120, 90CrSi, 100CrWMn, C60, 40Cr. Hãy chọn vật liệu để chế tạo dũa đạt được độ cứng làm việc  $61 \div 63 \text{HRC}$ .

*Làm bài:*

Để chọn vật liệu đạt hiệu quả cao khi sử dụng cần tiến hành phân tích các bước:

- Dũa là loại dụng cụ thường, căn cứ đặc điểm thành phần hoá học (xem mục 3.1.2 trang 92) xét thấy các ký hiệu có %C > 0,7% và tổng lượng nguyên

tổ hợp kim  $\leq 3\%$ , các ký hiệu vật liệu có thể chế tạo được dũa là: CD90, CD120, 90CrSi, 100CrWMn.

- Độ cứng yêu cầu làm việc  $61 \div 63$  HRC. Xét thấy tất cả các ký hiệu trên sau khi tôi và ram thấp đều nhận được tổ chức  $M_r + \gamma_d$  + các bít có độ cứng  $\geq 61 \div 63$  HRC. (Tra sổ tay nhiệt luyện các ký hiệu trên) nhưng do hình dáng dũa đơn giản kích thước nhỏ có thể tôi trong môi trường nguội nhanh nước và tốc độ cắt thấp nên chọn thép cacbon để hạ giá thành mà vẫn đảm bảo chất lượng nên chọn những ký hiệu CD90, CD120.

- Tính chống mài mòn rất cao vì khi làm việc phải chịu lực cọ xát bề mặt lớn mà răng dũa rất nhỏ, muốn tuổi thọ dùng lâu dài cần chọn thép có tính chống mài mòn cao. Xét hai ký hiệu thấy CD120 do có %C cao sau khi tôi có lượng các bít sắt  $Fe_3C$  nhiều hơn CD90.

- Kết luận chọn CD120 làm dũa là tốt hơn. Sau đó tra trong sổ tay nhiệt luyện để xác định chế độ nhiệt luyện (bảng phụ lục 5 trang 149).

$t^0_i = 770 \div 790^\circ C$ ;  $t^0_r = 180 \div 200^\circ C$ ; độ cứng đạt  $61 \div 63$  HRC.

Sở dĩ có các số liệu ở trên trong sổ tay nhiệt luyện cũng trên cơ sở cơ tính tổ chức nhận được bằng cách chọn và lập quy trình nhiệt luyện kết thúc tôi và ram thấp (xem mục 2.2 trang 60).

### 3.2. Thép dụng cụ hợp kim đặc biệt

Là loại thép dùng để chế tạo các dụng cụ làm việc ở nhiệt độ cao nhưng vẫn giữ được cơ tính làm việc tại nhiệt độ đó. Vì vậy chỉ có một số loại thép hợp kim làm được dụng cụ này. Để phân biệt với nhóm dụng cụ trên tạm gọi tên “thép dụng cụ hợp kim đặc biệt”.

#### 3.2.1. Thép gió làm dao cắt có năng suất cắt cao

- Công dụng yêu cầu cơ tính khi sử dụng làm dao:

Thép gió là thép dụng cụ hợp kim cao dùng chủ yếu để làm dụng cụ cắt với năng suất cắt cao.  $V_c = 25 \div 35$  m/phút. Đạt được nhiệt độ làm việc của dao tới  $600^\circ C$ .

Để đáp ứng điều kiện làm việc trên thép phải đạt được các yêu cầu sử dụng sau:

- + Độ cứng cao và tính chống mài mòn tốt.
- + Tính cứng nóng cao (nhiệt độ  $600^\circ C$ ).

- Đặc điểm thép làm dao cắt có năng suất cắt cao:

+ Thành phần hoá học:  $C > 0,7\%$ ; nguyên tố hợp kim gồm có W, Cr, V, Mo với tổng lượng nguyên tố hợp kim trong thép  $\geq 15\%$ .

Ví dụ: 80W18Cr4V2, 90W9Cr4V2Mo, 90W18Cr4V2Mo, 90W18Cr4V2.

+ Đặc điểm về nhiệt luyện: Muốn đạt được độ cứng, tính chống mài mòn đặc biệt tính cứng nóng cao (xem mục 3.5 trang 65) nên đặc điểm nhiệt luyện của thép gió làm dao phải tôi và ram cao đặc biệt ba lần ở nhiệt độ  $550 \div 570^{\circ}\text{C}$ .

*Chú ý:*

- Ý nghĩa tên gọi “thép gió” do có độ thấm rôi bất kỳ nên có thể tự tôi trong gió (làm nguội ngoài không khí) và sau khi dao cắt đem đi tôi và ram cao đặc biệt sẽ có tính cứng nóng cao nên có tốc độ cắt nhanh như gió.

- Sở dĩ ram nhiều lần vì sau khi tôi còn nhiều  $\gamma_d$  thì sau mỗi lần ram sẽ làm tăng độ cứng do giảm được  $\gamma_d$ . Vì vậy thép gió là loại thép có hiệu ứng độ cứng thứ hai (sau khi ram độ cứng cao hơn tôi).

### ***3.2.2. Thép làm dụng cụ biến dạng nóng***

- Công dụng và yêu cầu sử dụng:

Là thép dụng cụ hợp kim đặc biệt chủ yếu để chế tạo khuôn dập biến dạng kim loại ở trạng thái nóng. Ví dụ như khuôn rèn trong máy dập nóng.

Để đáp ứng được những điều kiện làm việc của khuôn dập nóng thì phải đạt được các yêu cầu sử dụng sau:

+ Độ cứng cao hơn vật liệu gia công ( $\geq 40\text{HRC}$  để biến dạng kim loại ở trạng thái nóng).

+ Tính chống mài mòn tốt để đảm bảo độ chính xác của khuôn khi gia công.

+ Độ dai va đập cao để chịu các lực va đập lớn vì phôi gia công có kích thước lớn và dày (không phải là tấm kim loại như phôi gia công của khuôn dập nguội).

+ Phải có độ bền khi làm việc ở nhiệt độ gia công (độ bền nóng cao).

+ Phải có tính chịu mỏi nhiệt tốt tức là chống lại hiện tượng các bề mặt của khuôn do làm việc trong điều kiện chịu nhiệt thay đổi theo chu kỳ làm việc.

- Đặc điểm của thép làm khuôn dập nóng:

• Đặc điểm thành phần hoá học:

+ Thành phần cacbon để đáp ứng cùng một lúc ba yêu cầu đầu thì vật liệu chế tạo khuôn có thành phần C thích hợp là 0,3-0,5% để có cơ tính tổng hợp.

+ Thành phần nguyên tố hợp kim để có được tính bền nóng và tính chịu mỏi nhiệt tốt trong thành phần nguyên tố hợp kim có ở thép  $\geq 3\%$  thường là các nguyên tố tạo cacbít khá mạnh: W, Mo, Cr... và Mn, Si để tăng độ thấm tôi, Ni tăng tính chịu nhiệt, làm khuôn chôn ép chịu nhiệt độ cao do tiếp xúc lâu với phôi thép nóng trên  $1000^{\circ}\text{C}$ .

+ Ví dụ các ký hiệu thường dùng: 40Cr3W2V2Mo2, 40Cr5W2VSi, 40CrW5VMo, 30Cr2W8V, 40Cr8W2..., làm khuôn rèn kích thước thường lớn hơn, chịu va đập mạnh hơn do tiếp xúc ít hơn với phôi nóng nên dùng các ký hiệu 50CrNiMo, 50CrNiW, 50CrSiNiW.

• Đặc điểm nhiệt luyện:

Để đạt các yêu cầu cơ tính khi nhiệt luyện khuôn dập nóng phải nhiệt luyện thích hợp với từng loại thép chế tạo bao gồm: Tôi + Ram cao (Ram trung bình).

## 4. Thép làm ổ lăn

### 4.1. Công dụng và yêu cầu sử dụng

- Công dụng: là vật liệu chủ yếu để chế tạo các loại bi, vòng bi... trong các ổ lăn (ổ bi, ổ đĩa).

- Yêu cầu khi sử dụng các viên bi thì cần phải có độ cứng cao  $> 62$  HRC và tính chống mài mòn tốt đồng thời trên viên bi không được phép có điểm mềm để khi tiếp xúc không tạo ra các vết rỗ làm mất khả năng làm việc của ổ lăn.

### 4.2. Đặc điểm của thép làm ổ lăn

#### 4.2.1. Đặc điểm thành phần hoá học

- Thành phần cacbon  $\geq 1\%$ .

- Thành phần nguyên tố hợp kim Cr  $< 1,65\%$  và các nguyên tố hợp kim khác...

- Tạp chất P, S phải rất nhỏ < 0,02% mỗi một nguyên tố, đây là đặc điểm quyết định đến chất lượng của viên bi.

Ví dụ các ký hiệu: OL100Cr, ...

#### **4.2.2. Đặc điểm nhiệt luyện**

Để đáp ứng được yêu cầu cơ tính thì đặc điểm nhiệt luyện: Tôi và ram thấp.

### **IV. PHẦN ỨNG DỤNG**

**1. Thông qua các ký hiệu thép đã cho để nhận biết loại thép (phân theo công dụng ở mức nhỏ nhất) và cách sử dụng chúng đạt hiệu quả cao**

Làm bài tập ứng dụng phân câu hỏi ôn tập cuối chương

**2. Chọn phương pháp nhiệt luyện và xác định loại thép chế tạo sản phẩm cơ khí có các yêu cầu sử dụng khác nhau**

**2.1. Các sản phẩm cần độ cứng và tính chống mài mòn cao**

Bao gồm các dụng cụ cơ khí thường (dao cắt Vc thấp, khuôn dập nguội, dụng cụ đo) các loại bi trong ổ lăn và một số chi tiết máy...

#### **2.1.1. Đặc điểm nhiệt luyện**

Tôi và ram thấp nhận được tổ chức M<sub>r</sub> vẫn có HB và tính chống mài mòn cao sau khi tôi mà còn tránh được hư hỏng sau này.

#### **2.1.2. Chọn thép**

- Thép dụng cụ thường dùng để chế tạo các dụng cụ cơ khí thường bao gồm:

Thép cacbon: CD70... CD130A nên chế tạo các dụng cụ nguội có kích thước nhỏ, hình dáng đơn giản, dụng cụ tay cầm và dao cắt có tốc độ < 5m/phút.

Thép hợp kim: 90CrMnSi, 100CrWMn, 100CrMnSi chế tạo các loại dụng cụ hình dáng phức tạp, làm dao cắt có tốc độ cắt < 15m/phút.

- Thép kết cấu dùng để chế tạo các chi tiết máy, không tham gia chuyển động nhưng bị cọ xát bề mặt. Ví dụ: Nồi xe đạp, ốc vít, bulông...

Nên dùng thép kết cấu có thành phần %C tương đối cao như thép lò xo: thép cacbon hoặc hợp kim C65, 65Mn, 60Si2... hoặc thép hóa tốt C40, 40Cr...

- Thép ổ lăn để chế tạo các loại bi: OL100Cr, OL100Cr2.

## **2.2. Các sản phẩm cần tính đàn hồi tốt**

Thường là các chi tiết máy làm việc trong điều kiện cần tính đàn hồi: lò xo, nhíp, dây cốt...

### **2.2.1. Đặc điểm nhiệt luyện**

Tôi và ram trung bình nhận được tổ chức Troxtit ram ( $T_r$ ) có tính đàn hồi tốt phù hợp với điều kiện làm việc của máy.

### **2.2.2. Chọn thép:** Thép kết cấu loại thép đàn hồi

Thép đàn hồi cacbon: C60, C65...

Thép đàn hồi hợp kim: 60Si2, 60Mn... Nên chế tạo các chi tiết có kích thước lớn làm việc trong điều kiện chịu tải trọng trung bình hoặc cao.

## **2.3. Các sản phẩm cần cơ tính tổng hợp cao**

Thường là các chi tiết máy làm việc trong điều kiện truyền chuyển động cần cơ tính tổng hợp. Ví dụ các loại trục làm việc không cần độ cứng bề mặt: Trục vítme, trục moay-ơ, tay biên tay quay, thanh truyền.

### **2.3.1. Đặc điểm nhiệt luyện**

Tôi + ram cao nhận được tổ chức xooc bit ram  $X_r$  có cơ tính tổng hợp tốt.

### **2.3.2. Chọn thép kết cấu loại thép hoá tốt**

+ Thép hoá tốt cacbon: C40, C45...

+ Thép hoá tốt hợp kim: 40Cr, 40CrMnSi,...

## **2.4. Các chi tiết máy truyền chuyển động có ma sát lớn yêu cầu sử dụng cần cơ tính**

- Bề mặt: Có độ cứng và tính chống mài mòn cao...

- Lõi: Cần đảm bảo độ dai va đập cao.

+ Trường hợp 1: Chịu lực lớn lõi cần có cơ tính tổng hợp cao.

+ Trường hợp 2: Chịu lực nhỏ lõi chỉ cần có độ dẻo, dai cao.

### **2.4.1. Chọn thép và đặc điểm nhiệt luyện (trường hợp 1)**

Thông thường các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu mài mòn bề mặt và truyền chuyển động với tải trọng tĩnh lớn. Ví dụ: Trục khuỷu, bánh răng trục, con lăn ổ trượt, ổ lăn... cho các động cơ lớn...

- Chọn thép kết cấu loại thép hoá tốt đặc điểm nhiệt luyện kèm theo:

Tôi + ram cao + tôi bề mặt + ram thấp. Tổ chức sẽ nhận được bề mặt có  $M_r$  còn trong lõi có  $X_r$  đáp ứng được yêu cầu làm việc.



- Chọn thép thấm cacbon hợp kim: 18CrMnTi, 12Cr2NiA đặc điểm nhiệt luyện thấm cacbon + tôi + ram thấp vì có độ thấm tôi cao nên độ bền của lõi cao có thể chịu được lực lớn do lõi đạt được cơ tính tổng hợp cao.

- Chú ý: Thép thấm cacbon đạt được độ cứng bề mặt cao hơn thép hoá tốt nên chọn chế tạo các chi tiết máy bị cọ xát bề mặt lớn hơn.

#### **2.4.2. Chọn thép và đặc điểm nhiệt luyện (trường hợp 2)**

Thông thường các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu mài mòn bề mặt và truyền chuyển động với tải trọng tĩnh không lớn: Trục giữa xe đạp, trục khuỷu và bánh răng cho các động cơ nhỏ... các loại trục có lắp ổ trượt hoặc ổ lăn...

Nên chọn thép kết cấu: Loại thép thấm cacbon của thép cacbon hoặc thép hoá tốt cacbon.

• Nếu là thép thấm cacbon thì bao gồm:

Thép cacbon: C15, C18, C20.

Đặc điểm nhiệt luyện kèm theo: Muốn đạt được độ cứng và tính chống mài mòn bề mặt còn lõi vẫn có độ dẻo dai cao thì trước khi tôi và ram thấp phải thấm cacbon.

Thấm cacbon sau đó tôi và ram thấp.

Tổ chức sẽ nhận được bề mặt có Mr với %C hoà tan  $1 \div 1,2\%$ . Còn trong lõi có Mr với phần trăm C thấp hơn  $0,3\%$  vì độ thấm tôi thấp nên còn có các tổ chức khác nên lõi có độ bền thấp, độ dẻo dai cao.

• Nếu chọn thép hoá tốt các bon: C40, C45... thì để đạt được độ cứng và tính chống mài mòn bề mặt còn lõi có độ dẻo dai cao thì đặc điểm nhiệt luyện: Tôi bề mặt và ram thấp để nhận được tổ chức bề mặt có Mr còn lõi P +  $\alpha$ .

Chú ý: Nếu hình dáng phức tạp hoặc kích thước lớn phải chọn sang thép hợp kim.

### **2.5. Các loại dụng cụ cơ khí làm việc trong điều kiện đặc biệt**

**2.5.1. Dụng cụ cắt có năng suất cắt cao:** (dao: máy tiện, bào, khoan... có  $V_c = 25 - 35\text{m/phút}$ ).

- Chọn thép gió: 90W90Cr4V2, 80W18Cr4V2...

- Đặc điểm nhiệt luyện: Tôi và ram cao 3 lần nhận được Mr và các bit hợp kim đạt được độ cứng, tính chống mài mòn cao, tính cứng nóng tốt ở nhiệt độ khoảng  $600^\circ\text{C}$ .

**2.5.2. Dụng cụ biến dạng kim loại ở trạng thái nóng**, ví dụ các loại khuôn dập nóng (khuôn rèn, khuôn chôn ép...)

- Chọn thép làm dụng cụ biến dạng nóng: 40Cr3W2V2Mo2, 30Cr4NiMo...

- Đặc điểm nhiệt luyện: Tôi và ram trung bình (ram cao) nhận được cơ tính tổng hợp có độ bền nóng tốt, khả năng chịu mỏi nhiệt tốt... để làm việc được.

### **3. Chú ý khi lựa chọn thép để chế tạo sản phẩm cơ khí**

- Căn cứ vào sản phẩm để chọn loại thép.

- Căn cứ vào điều kiện làm việc cụ thể của sản phẩm cơ khí, từ đó xác định yêu cầu cơ tính chung của loại sản phẩm đó.

- Chọn phương pháp nhiệt luyện kết thúc để đạt được yêu cầu cơ tính trên.

- Lập được quy trình nhiệt luyện để biết được tổ chức nhận được loại thép đó.

- Căn cứ cơ tính của tổ chức nhận được để quyết định chọn ký hiệu thép cụ thể đạt được hiệu quả cao.

- Cách phân loại thép theo công dụng ở lý thuyết phần trên chỉ là tương đối, trong thực tế khi lựa chọn sử dụng cần căn cứ vào các chú ý nêu ở trên để đạt hiệu quả cao về chất lượng và giá thành.

Ví dụ: Thép ổ lăn ở một số nhà máy còn dùng làm trục cán nguội, tarô, bàn ren, dụng cụ đo. Đối với ổ đĩa rất lớn (đường kính ổ 0,5 ÷ 2m) dùng thép thấm cacbon loại tốt 20Cr2Ni4A; các ổ lăn làm việc trong môi trường ăn mòn dùng loại thép 90Cr18.

Các loại dụng cụ cầm tay như cờ lê, mỏ lết thường dùng thép hoá tốt hoặc đàn hồi C45, C60 ...

Các khuôn dập nguội làm việc với tốc độ cao có kích thước lớn, chịu tải nặng, độ chính xác gia công cao. Vì vậy cần đến tính chống mài mòn rất cao và độ thấm tôi lớn nên dùng ký hiệu 210Cr12. Ngược lại để chế tạo khuôn dùng để dập vật liệu mềm như hợp kim màu lại dùng các ký hiệu 40CrSi, 60CrSi.

Cần phân biệt thép khuôn dập nóng và thép hóa tốt hợp kim theo TCVN khi có mặt 3 nguyên tố hợp kim  $\approx 3\%$ . Nếu trong ký hiệu có các nguyên tố đất hiếm như Ni, Cr và nguyên tố tạo các bit mạnh Mo hoặc W,

tổng lượng 3% nguyên tố để tạo khả năng chịu nhiệt cho thép, có thể xác định là ký hiệu của thép làm khuôn rèn (thuộc khuôn dập nóng) không phải thép hóa tốt hợp kim...

Ví dụ 50CrNiW, 50CrNiMo, 40CrNiSi, 40CrNiMn...

Trong 4 ký hiệu trên: 2 ký hiệu đầu của thép khuôn dập nóng, 2 ký hiệu sau của thép hóa tốt.

Sự phân biệt ký hiệu (mác) các nhóm thép này đối với các nước đều có tiêu chuẩn riêng, khi sử dụng không bị lẫn (xem thêm phụ lục ký hiệu các nước trang 140÷145).

- Đối với các sản phẩm hình dáng phức tạp truyền chuyển động dễ biến dạng khi nhiệt luyện và cần độ chính xác cao. Ngoài việc chọn thép, chọn chế độ nhiệt luyện thì trong công nghệ gia công vật liệu có sự thay đổi sau:

+ Tôi và ram cao có cơ tính thích hợp với gia công cắt đạt độ bóng bề mặt cao vì vậy đem gia công cắt tinh. Muốn có độ cứng bề mặt cao khi chịu cọ xát bề mặt thì tiếp tục tôi bề mặt và ram thấp.

+ Hiện nay một số cơ sở trong nước đã có thiết bị chế tạo khuôn bằng tia lửa điện, cho nên có thể tiến hành nhiệt luyện trước cả khối, sau đó dùng tia lửa điện để gia công lòng khuôn.

#### **4. Cách tra bảng trong sổ tay nhiệt luyện**

Khi xác định ký hiệu thép (mác thép) để chế tạo, tiến hành tra cứu sổ tay nhiệt luyện tìm các thông số nhiệt độ tôi và môi trường nguội. Đặc biệt nhiệt độ ram để đạt được cơ tính mong muốn (độ cứng, độ bền, độ dẻo, độ dai).

Ví dụ chọn thép và nhiệt luyện cho chi tiết máy truyền chuyển động có ma sát lớn (bánh răng).

Các loại bánh răng khi tham gia truyền chuyển động trong các kết cấu máy, tùy theo vị trí nhiệm vụ của nó ở trong một cỗ máy hoặc các máy móc khác nhau mà có các vận tốc và chịu tải khác nhau nên yêu cầu cơ tính độ cứng tính chống ăn mòn bề mặt và độ bền trong lõi phải khác nhau. Để có kiến thức cụ thể và chứng minh những lý thuyết cơ bản trình bày trong chương trình cũng như phần ứng dụng này, chúng ta cần tham khảo số liệu tra cứu trong sổ tay nhiệt luyện của các loại thép hoá tốt C45 (45), 40 CrNi (40XH) và thép thấm cacbon C20 (20), 18CrMnTi (18 X Γ Γ), (các ký hiệu trong ngoặc của

Nga là các mác thép theo tiêu chuẩn ГОСТ) có thể chế tạo bánh răng. Để so sánh và rút ra cách lựa chọn vật liệu đạt hiệu quả cao cho các chi tiết máy điển hình là bánh răng.

Bằng phương pháp lập bảng có các kết quả từ số tay tra cứu nhiệt luyện trong các trường hợp lựa chọn sau: (Xem bảng nhiệt luyện và cơ tính của các loại thép chế tạo các loại bánh răng)

BẢNG NHIỆT LUYỆN VÀ CƠ TÍNH CỦA CÁC LOẠI THÉP CHẾ TẠO CÁC LOẠI BÁNH RĂNG

Mác thép và kích thước $\leq 50\text{mm}$	Đặc điểm và chế độ nhiệt luyện	Cơ tính nhận được sau nhiệt luyện					
		Bề mặt		Lõi			
		HRC	$\sigma_b$ (MPa)	$\sigma_b$ (MPa)	$\delta(\%)$	$Q_k(\text{KJ/m}^2)$	HB
C45 (45)	Tôi - Ram cao và Tôi bề mặt - Ram thấp Tổ chức: nhận được Bề mặt $M_r + \gamma_d$ Lõi: Xr...	$t_1^0 = 810 \div 830^\circ\text{C}$ $t_1^0$ bề mặt = $860 \div 880^\circ\text{C}$ Môi trường nguội nước $t_2^0 = 540 \div 560^\circ\text{C}$ và $180 \div 200^\circ\text{C}$	800	580	12	800	230 - 250
40CrNi (40XH)	Tôi - Ram cao và Tôi bề mặt - Ram thấp Tổ chức: nhận được Bề mặt $M_r + \gamma_d$ Lõi: Xr...	$t_1^0 = 810 \div 830^\circ\text{C}$ $t_1^0$ bề mặt = $820 \div 840^\circ\text{C}$ Môi trường nguội dầu $t_2^0 = 540 \div 560^\circ\text{C}$ và $180 \div 200^\circ\text{C}$	870	800	11	700	240 - 280
C45(45)	Tôi bề mặt - Ram thấp Tổ chức: Bề mặt $M_r + \gamma_d$ Lõi: P + $\alpha$	$t_1^0 = 860 \div 880^\circ\text{C}$ $t_1^0$ bề mặt nguội nước $t_2^0 = 180 \div 200^\circ\text{C}$	600	340	16	500	170 - 217
40CrNi (40XH)	Tôi bề mặt - Ram thấp Tổ chức: Bề mặt $M_r + \gamma_d$ Lõi: P + $\alpha$	$t_1^0$ bề mặt = $820 \div 840^\circ\text{C}$ Môi trường nguội dầu $t_2^0 = 180 \div 200^\circ\text{C}$	650	350	18	450	180 - 230
C20(20)	Thấm carbon - Tôi - Ram thấp Tổ chức: Bề mặt $M_r + \gamma_d + \text{các bít.}$ Lõi: $M_r + \dots$	$t_{\text{thấm}}^0 = 900 \div 920^\circ\text{C}$ $t_1^0 = 760 \div 380^\circ\text{C}$ . Ngủi nước $t_2^0 = 180 \div 200^\circ\text{C}$	800	580	12	800	150 - 170
18CrMnTi (18XIT)	$M_r$ là tổ chức có %C cao $\approx 1 \div 1,2\%$	$t_{\text{thấm}}^0 = 910 \div 930^\circ\text{C}$ $t_1^0 = 770 \div 790^\circ\text{C}$ . Ngủi dầu, $t_2^0 = 180 \div 200^\circ\text{C}$	1100	900	10	800	270 - 300

## Câu hỏi ôn tập

1. Định nghĩa thép cacbon và thép hợp kim.
2. Nêu ảnh hưởng của cacbon và tạp chất đến tính chất của thép.
3. Nêu ảnh hưởng cơ bản của nguyên tố hợp kim đến tính chất của thép hợp kim.
4. Ký hiệu thép theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1765 – 75.

5. Có bao nhiêu loại thép được phân loại theo công dụng phân nhóm nhỏ nhất để từ đó biết được công dụng, yêu cầu cơ tính và đặc điểm nhiệt luyện. Căn cứ vào kiến thức nào để nhận biết ký hiệu thép của chúng.

### **6. Bài tập ứng dụng:**

Cho các ký hiệu vật liệu thép: C40, CT38, 80W18Cr4V, CD100, CT33s, C60, CD120A, 90CrMnSi, 60Si2, 12Cr2NiA, 40Cr2NiWSi, 40CrNi, CD70, 65Mn, 100CrNi, OL100Cr...

#### **Yêu cầu:**

- a. Phân tích ký hiệu.
- b. Hãy gọi tên phân nhóm nhỏ nhất theo công dụng của các ký hiệu trên. Từ đó nêu công dụng và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo (nếu có).
- c. Tìm một sản phẩm cơ khí làm bằng thép, sau đó chọn một loại thép có ký hiệu trên để chế tạo và chọn phương pháp nhiệt luyện. Giải thích các phương án đã chọn là tối ưu.

#### **Hướng dẫn làm bài tập.**

Yêu cầu a: Dùng lý thuyết các tiêu chuẩn ký hiệu thép TCVN để phân tích ký hiệu.

Yêu cầu b: Căn cứ vào lý thuyết đặc điểm thành phần hóa học (thành phần cacbon và tổng lượng nguyên tố hợp kim có trong ký hiệu thép) để xác định ký hiệu thuộc nhóm (loại) nào, từ đó nêu công dụng chung của nhóm và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo (có trong lý thuyết). Có thể cho một vài ví dụ về sản phẩm làm bằng loại thép đó.

Ví dụ sau khi phân tích ký hiệu 40CrNi có %C = 0,4%, tổng lượng NTHK = 2% ( $\Sigma Me = 2\%$ ), căn cứ đặc điểm thành phần hóa học của thép kết cấu hóa tốt hợp kim (định nghĩa và công dụng thép hóa tốt trang 89) có %C = 0,3% và  $\Sigma Me = 2\%$  xác định ký hiệu 40CrNi thuộc nhóm thép này. Vì vậy công dụng của nó dùng để chế tạo các chi tiết máy chịu tải trọng và va đập cao:

- Nếu sử dụng chế tạo các chi tiết máy chịu cả tải trọng động và tải trọng tĩnh lớn không hoặc ít bị cọ xát bề mặt. Vậy điều kiện sử dụng của nó cần yêu cầu cơ tính tổng hợp cao (ví dụ các trục lắp ổ lăn, tay biên, trục treo...) đặc điểm nhiệt luyện kèm theo là tôi + ram cao.



- Các trường hợp sử dụng khác (xem lý thuyết mục 2.3.2 trang 89) để tìm đặc điểm nhiệt luyện.

Yêu cầu c: Tìm bất kỳ một chi tiết máy trong các máy công cụ, máy vận chuyển (xe đạp, xe máy, ô tô...) hoặc là các loại dụng cụ cơ khí (dũa, đục, dao tiện, khuôn dập...) làm bằng thép cho phù hợp với một trong các ký hiệu trên và đặt điều kiện làm việc của nó để xác định yêu cầu cơ tính. Từ đó chọn các phương pháp nhiệt luyện để đáp ứng yêu cầu làm việc trên.

Chú ý:

Để giải thích các phương án đã chọn là tối ưu thì cần phải giải thích các vấn đề sau:

Nêu rõ lý do chọn ký hiệu vật liệu đó mà không chọn ký hiệu vật liệu khác.

Lý do chọn phương pháp nhiệt luyện để nhận được tổ chức có cơ tính mong muốn để đáp ứng yêu cầu làm việc của sản phẩm đã chọn.

## Chương 5

### GANG

(3 tiết)

#### 1. Mục đích

Biết cách chọn các sản phẩm cơ khí chế tạo bằng các loại gang grafit.

#### 2. Yêu cầu

- Nắm được các ký hiệu gang grafit thường dùng trong ngành cơ khí theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN.

- Nắm được đặc điểm tính chất và phạm vi ứng dụng các loại gang dùng trong cơ khí.

### NỘI DUNG

#### I. KHÁI NIỆM

##### 1. Định nghĩa các loại gang

Chia làm 2 nhóm:

##### 1.1. Gang trắng

Là hợp kim Fe-C trong đó cacbon có thành phần lớn hơn 2,14% và các tạp chất Mn, Si, P, S (do điều kiện luyện kim). Tổ chức của gang tương ứng với giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C (tất cả C liên kết với Fe để tạo Fe<sub>3</sub>C).

Nhóm gang trắng về mặt tổ chức chia làm 3 loại (Chương 2).

- Gang trắng trước cùng tinh %C < 4,3%.
- Gang trắng cùng tinh %C = 4,3%.
- Gang trắng sau cùng tinh %C < 4,3%.

##### 1.2. Gang grafit

Là hợp kim Fe-C trong đó cacbon có thành phần lớn hơn 2,14% và các tạp chất Mn, Si, P, S (do điều kiện luyện kim). Tổ chức của gang phần lớn cacbon ở dạng tự do grafit, rất ít hoặc là không có Fe<sub>3</sub>C.

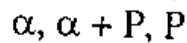
Nhóm gang grafit về mặt tổ chức cũng chia làm 3 loại (xem ảnh 6,7,8 tổ chức tế vi phần phụ lục): Dựa vào hình dạng grafit (Gr) trong gang ta có:

- Gang xám: Gr dạng tấm là dạng tự nhiên của gang grafit.
- Gang cầu: Gr dạng cầu là dạng đã được cầu hoá khi đúc.
- Gang dẻo: Gr dạng cụm bông đã được ủ “grafit hóa” từ gang trắng.

Chú ý:

- Cacbon ở dạng tự do grafit là một pha có kiểu mạng tinh thể lục giác xếp lớp, do vậy cơ tính của nó có độ cứng rất thấp, rất giòn, độ bền rất thấp. Vì vậy người ta coi grafit trong gang như những vết rỗng hoặc vết nứt.

- Nền cơ bản của gang là các tổ chức tương đương với tổ chức thép:



## 2. Cơ tính, tính công nghệ và công dụng các loại gang

### 2.1. Gang trắng

Căn cứ vào tổ chức gang trắng (nhiều pha  $Fe_3C$ ) nên ta biết cơ tính của nó rất cứng và giòn. Vì vậy gang trắng không gia công cắt gọt được do đó nó ít được dùng trong ngành cơ khí, nếu dùng chỉ dùng trong trường hợp đúc ra sản phẩm và đem sử dụng ngay (không qua gia công cắt gọt). Ví dụ: Lưỡi mép cày hoặc lô nghiền đá hoặc cán kim loại.

Phần lớn gang trắng dùng để luyện thành thép, phần còn lại dùng để ủ gang dẻo.

### 2.2. Gang grafit

Căn cứ vào tổ chức gang grafit do có grafit là pha rất mềm nhưng rất giòn, đặc biệt độ bền rất thấp nên Gr trong gang người ta coi như vết rỗng và nứt, tuy vậy nó làm cho gang rất giòn và mềm nên dễ gia công cắt gọt. Hơn nữa tính đúc rất tốt, vì thế gang grafit được dùng rộng rãi trong ngành cơ khí.

## II. CÁC LOẠI GANG DÙNG TRONG NGÀNH CƠ KHÍ

Nhóm gang grafit được dùng chủ yếu trong ngành cơ khí. Vậy các loại gang dùng trong cơ khí là *các loại gang grafit: Gang xám, gang cầu, gang dẻo.*

### 1. Gang xám

#### 1.1. Ký hiệu

Theo TCVN 1659 – 75 bằng hệ thống chữ và số:

Chữ GX kèm theo hai số lần lượt chỉ độ bền kéo và độ bền uốn tối thiểu tính bằng  $KG/mm^2$ .

Ví dụ: GX18-36: Gang xám có  $\sigma_{bk} \leq 18 \text{ KG/mm}^2$ ,  $\sigma_{bu} \leq 36 \text{ KG/mm}^2$ .

GX21-40: Gang xám có  $\sigma_{bk} \leq 21 \text{ KG/mm}^2$ ,  $\sigma_{bu} \leq 40 \text{ KG/mm}^2$ .

## 1.2. Định nghĩa và cách chế tạo

### 1.2.1. Định nghĩa

Là loại gang grafit có grafit hình dạng là hình tấm (dạng tự nhiên có được sau khi đúc gang grafit).

### 1.2.2. Cách chế tạo<sup>(\*)</sup>

Khi có điều kiện bên trong (thành phần hoá học) và điều kiện bên ngoài (tốc độ làm nguội...) trong quá trình nấu luyện gang grafit thì sau khi đúc ra sản phẩm sẽ nhận được gang grafit có hình dáng tự nhiên là dạng tấm và mặt gãy có màu xám (màu của grafit nền) thì gọi là gang xám.

## 1.3. Tính chất (chủ yếu cơ tính)

Do grafit là dạng tấm nên tác hại của grafit trong gang càng lớn đặc biệt là độ bền kéo, khi chịu lực kéo đầu nhọn của các tấm là nơi tập trung ứng suất rất lớn dễ gây ra phá huỷ giòn gang. Vì thế độ bền kéo gang rất thấp  $\approx 1/4 \div 1/2 \sigma_{bk}$  của thép. Cũng do grafit dạng tấm làm độ dẻo của gang rất kém, cụ thể độ giãn dài tương đối  $\delta \approx 0,5\%$ . Gang xám có độ bền nén cao nhất.

## 1.4. Công dụng

Gang xám là vật liệu gang được dùng nhiều nhất trong ngành cơ khí, mặc dù cơ tính kém nhất nhưng do dễ chế tạo và giá thành rẻ. Tuy vậy khi *chọn sản phẩm chế tạo* bằng vật liệu gang xám phải căn cứ vào cơ tính của nó để *thoả mãn* 3 điều kiện sử dụng sau:

- Làm việc trong điều kiện ít chịu kéo.
- Làm việc trong điều kiện ít chịu va đập.
- Làm việc trong điều kiện chịu nén.

---

(\*) Khi đúc gang người ta dựa vào các yếu tố bên trong và yếu tố bên ngoài để có thể tạo ra gang trắng hoặc gang grafit mặc dù đặc điểm thành phần hoá học cơ bản giống nhau nhưng thực tế thành phần hoá học cụ thể trong gang khác nhau sẽ tạo ra các loại gang có tổ chức khác hẳn nhau nếu trong gang có %C và %Si càng nhiều (khoảng 3%C và 1,5%Si) và %Mn và %S càng ít càng dễ tạo ra gang grafit. Ngoài ra khi làm nguội vật đúc cũng ảnh hưởng đến sự tạo thành gang, nếu nguội càng chậm càng dễ tạo thành gang grafit, nguội nhanh dễ tạo ra gang trắng.

Ví dụ: Các bệ và thân máy, các loại ống dẫn chịu tác dụng...

*Chú ý:*

- Trong gang xám cũng có những mức độ cơ tính khác nhau do tổ chức của nó có số lượng grafit khác nhau tạo ra các nền cơ bản của gang: Ferit, ferit-peclit, peclit (cơ tính tăng dần do lượng grafit trong gang giảm dần) nên khi sử dụng cũng khác nhau.

- Tổ chức trên này cũng có tương tự trong gang cầu và gang dẻo.

- Cơ tính các tổ chức gang sẽ cao hơn nếu hạt tinh thể khi đúc nhỏ mịn và được nhiệt luyện làm tăng cơ tính của nền cơ bản.

## 2. Gang cầu

### 2.1. Ký hiệu

Theo TCVN-1659-75 bằng hệ thống chữ và số:

Chữ: GC kèm theo 2 số lần lượt chỉ độ bền kéo tối thiểu tính bằng  $\text{KG/mm}^2$ , độ giãn dài tương đối tính bằng %.

Ví dụ:

GC 45-5: Gang cầu có  $\sigma_{bk} \leq 45 \text{ KG/mm}^2$ ,  $\delta = 5\%$ .

### 2.2. Định nghĩa và cách chế tạo

Định nghĩa: Là loại gang grafit trong đó có hình dạng grafit là hình cầu (dạng thu gọn nhất).

Cách chế tạo: Khi đúc gang grafit phải có điều kiện đặc biệt là cho thêm chất biến tính, ví dụ Mg với hàm lượng rất nhỏ trong phạm vi hẹp (0,04 - 0,08%) có trong gang lỏng để cầu hoá gang ( $G_l \rightarrow G_{cầu}$ ), nếu ít hơn thì không đủ sức cầu hoá, nếu nhiều quá thì làm gang hoá trắng. Tính toán lượng chất biến tính đưa vào gang lỏng rất khó vì Mg bị tổn hao lớn do thăng hoa, bay hơi phản ứng mãnh liệt với oxy và lưu huỳnh; phần còn lại mới đi vào gang sau cho đúng giới hạn thành phần quy định.

### 2.3. Tính chất (cơ tính)

Do grafit ở dạng hình cầu là dạng thu gọn nhất nên làm giảm mạnh tác hại cơ tính của grafit trong gang. Đặc biệt là khi chịu kéo ứng suất được dàn đều lên diện tích bề mặt cầu nên tác hại grafit không đáng kể. Vì thế gang cầu có độ bền kéo cao nhất trong các loại gang và gần bằng độ bền kéo của các loại thép cacbon thông thường (C20 ÷ C45).

Cũng do grafit ở dạng cầu thu gọn nhất nên độ dẻo và độ dai khá cao, cụ thể  $\delta = 5 \div 15\%$ ,  $a_k = 300 \div 600 \text{ KJ/m}^2$  (cao hơn gang xám rất nhiều và kém thép một chút) đảm bảo cho gang ít có khả năng bị phá huỷ giòn.

## 2.4. Công dụng

Gang cầu ít sử dụng hơn gang xám mặc dù cơ tính tổng hợp khá cao do khó chế tạo (thợ phải có kinh nghiệm). Vì vậy, khi chế tạo sản phẩm làm bằng gang cầu phải căn cứ vào tính công nghệ và cơ tính của nó sao cho thoả mãn 3 điều kiện sử dụng sau:

- Làm việc trong điều kiện chịu kéo.
- Làm việc trong điều kiện chịu va đập.
- Phải có hình dáng sản phẩm phức tạp (lợi dụng tính đúc tốt của gang).

Thường gang cầu thay cho thép khi hình dáng của sản phẩm phức tạp, đặc biệt nhất là trục khuỷu của các động cơ nhẹ. Do đó giảm được hao phí nguyên vật liệu mà vẫn đảm bảo được cơ tính làm việc.

## 3. Gang dẻo

### 3.1. Ký hiệu

Theo TCVN-1659-75 bằng hệ thống chữ và số:

Chữ: GZ kèm theo 2 số lần lượt chỉ độ bền kéo tối thiểu tính bằng  $\text{KG/mm}^2$ , độ giãn dài tương đối tính bằng %.

Ví dụ: GZ 45-6: Gang dẻo có  $\sigma_{bk} \leq 45 \text{ KG/mm}^2$ ,  $\delta = 6\%$ .

### 3.2. Định nghĩa và cách chế tạo

Định nghĩa: Là loại gang grafit trong đó có hình dạng grafit là cụm bông hoặc dạng hoa tuyết ( $G_{cum}$ ).

Cách chế tạo: Đúc sản phẩm thành gang trắng hoàn toàn (toàn bộ thể tích phải là gang trắng) sau đó đem đi ủ grafit hoá (ủ để tách cacbon grafit ra khỏi  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) theo chế độ quy định sẽ nhận được ( $G_{cum}$ ).

### 3.3. Tính chất (cơ tính)

Do grafit là dạng cụm bông tương đối thu gọn, đồng thời lượng grafit trong gang dẻo ít hơn các loại gang trên nên cơ tính của gang dẻo đạt được độ bền kéo tương đối cao (thấp hơn gang cầu nhưng cao hơn nhiều so với gang xám), đặc biệt là độ dẻo độ dai cao.



### 3.4. Công dụng

Gang dẻo ít sử dụng hơn gang xám mặc dù cơ tính tổng hợp cao nhưng giá thành cao do ủ grafit với thời gian dài và chế tạo phức tạp, vì thế nó chỉ chế tạo các sản phẩm thoả mãn 3 điều kiện sử dụng sau:

- Chịu va đập và chịu kéo.
- Hình dáng phức tạp (lợi dụng tính đúc tốt của gang).
- Tiết diện thành vật đúc mỏng (thường là 20 - 30mm, dày nhất là 40 - 50mm) để đảm bảo chất lượng chế tạo.

Ví dụ: Làm các chi tiết trong ô tô như: trục khuỷu (bơm dầu khí), guốc phanh máy dẹt...

Nếu thiếu một trong ba điều kiện trên thì chế tạo bằng vật liệu khác. Tùy điều kiện cụ thể thay bằng thép, gang cầu, gang xám...

#### **Bài đọc thêm công dụng các mác gang dùng trong cơ khí ở các nước:**

1. Các mác gang được tiêu chuẩn hoá ký hiệu theo các nước:

- Nga: ГОСТ1411-85 gồm hai chữ C (gang xám), B (gang cầu), K (gang dẻo) kèm theo nhóm số chỉ độ bền kéo tối thiểu, nếu có nhóm số thứ hai (gang cầu, gang dẻo) chỉ độ giãn dài tương đối  $\delta$  (độ dẻo).

- Nhật: JIS gồm các chữ FC (gang xám), FCD (gang cầu), FCMB (gang dẻo) kèm theo số chỉ độ bền kéo tối thiểu tính bằng MPa. VD: FC100.

- Mỹ: SAE gồm các chữ G (gang xám), D (gang cầu), M (gang dẻo). Nếu kèm theo 4 số (gang cầu và gang dẻo), hai số đầu chỉ độ bền kéo tối thiểu tính bằng đơn vị kSi, hai số sau chỉ  $\delta$  theo (%). Còn đối với gang xám số kèm theo chỉ độ bền kéo đơn vị 10pSi.

Ví dụ: G3000 ( $\sigma_b = 30\text{kSi}$ ), D4018 ( $\sigma_b = 40\text{ kSi}$ ,  $\delta = 18\%$ ), M3210 ( $\sigma_b = 32\text{kSi}$ ,  $\delta = 10\%$ ).

2. Công dụng các mác gang: (Tiêu chuẩn ГОСТ)

- Gang xám:

+ C410, C415: Làm vỏ, nắp không chịu lực.

+ C425, C420: Làm chi tiết chịu tải trọng nhẹ như vỏ hộp giảm tốc, thân máy, bích, ống nước, máng trượt, xilanh.

Đặc biệt nếu thay đổi công nghệ bằng cách dùng chất biến tính làm nhỏ hạt tinh thể và được nhiệt luyện sẽ đạt được độ bền, độ dẻo và độ dai tốt là các mác gang sau:

+ C430... làm chi tiết chịu tải tương đối cao như bánh răng bị động có tốc độ chậm bánh đà, sơ mi, séc măng, thân máy quan trọng.

+ C435... làm các chi tiết máy chịu tải cao chịu mài mòn như bánh răng chữ V, trục chính, vỏ bơm thủy lực.

- Gang cầu:

B450 làm các chi tiết máy thông thường có hình dáng phức tạp thay cho thép nói chung.

B460 làm trục khuỷu, trục cán thay cho thép 45 (cổ trục khuỷu tôi bề mặt).

B470, B480 đã được tôi đẳng nhiệt làm các chi tiết máy quan trọng.

### **III. BÀI TẬP ỨNG DỤNG**

Cho các ký hiệu gang sau: GX18-36, GC60-10, GZ45-5...

Yêu cầu:

1. Phân tích ký hiệu trên.
2. Phân loại gang dùng trong cơ khí, sau đó nêu công dụng cơ bản của chúng.
3. Tìm một sản phẩm cơ khí được chế tạo bằng vật liệu gang có ký hiệu trên. Sau đó chứng minh việc lựa chọn vật liệu trên là tối ưu.
4. Nếu sản phẩm có hình dáng đơn giản làm việc trong điều kiện chịu kéo, chịu va đập. Ví dụ: trục trơn nên chọn loại vật liệu nào tối ưu?

### **Câu hỏi ôn tập**

1. Định nghĩa gang trắng, gang grafit.
2. Hãy phân biệt các loại gang dùng trong cơ khí gang xám, gang cầu, gang dẻo: Tổ chức gang, cơ tính, ký hiệu, công dụng.
3. Làm lại bài tập ứng dụng.

## Chương 6

# HỢP KIM CỨNG VÀ HỢP KIM MÀU

(3,5 tiết)

### 1. Mục đích

Biết phạm vi ứng dụng của hợp kim cứng và các loại hợp kim màu thường dùng trong ngành cơ khí.

### 2. Yêu cầu

- Nắm được ký hiệu, tính chất, công dụng của các loại hợp kim cứng thường dùng trong ngành cơ khí cắt gọt.

- Biết ký hiệu, công dụng của một số hợp kim màu thông dụng dùng trong ngành cơ khí.

## NỘI DUNG

### I. HỢP KIM CỨNG

#### 1. Khái niệm

##### 1.1. Định nghĩa

Hợp kim cứng là hợp kim được chế tạo bằng phương pháp luyện kim bột mà thành phần chủ yếu của nó là những các bít vonfram WC, các bít titan TiC hoặc các bít khác ở dạng hạt rất nhỏ được dính kết với nhau bằng nguyên tố coban.

##### 1.2. Tính chất

Căn cứ định nghĩa biết được cấu tạo chủ yếu của hợp kim cứng là những các bít mạnh. Do đó ngay sau khi chế tạo bằng phương pháp luyện kim bột nó đã có tính chất sau:

- Tính cứng nóng cao  $800 \div 1000^{\circ}\text{C}$ .

- Độ cứng rất cao  $70 \div 75 \text{ HRC}$  ( $82 \div 90 \text{ HRA}$ ).

- Tính chống mài mòn rất tốt.

- Rất giòn.

Chú ý: Các tính chất này còn phụ thuộc vào các loại các bit theo thứ tự WC, TiC... có độ cứng, tính chống mài mòn, tính cứng nóng tăng dần.

### 1.3. Công dụng

Nhờ tính chất trên của hợp kim cứng nên nó là vật liệu chủ yếu dùng để chế tạo lưỡi dao cắt có tốc độ cắt rất cao, hàng trăm m/phút, nhiệt độ làm việc của dao đạt đến  $800 \div 1000^{\circ}\text{C}$ .

Chú ý:

- Hiệu quả sử dụng hợp kim cứng trong cắt gọt cao hơn hẳn thép gió có thể gấp 10 lần nhưng không thể thay thế hoàn toàn được thép gió vì hợp kim cứng giòn hơn và không thể chế tạo các loại lưỡi dao có hình dáng phức tạp, thường để chế tạo các loại dao 1 lưỡi, điển hình là dao tiện.

- Hiện nay hợp kim cứng đang được sử dụng rộng rãi. Ngoài làm dao cắt còn làm các khuôn kéo sợi, khuôn dập và chi tiết máy, nhưng khi chọn các hợp kim cứng cho các sản phẩm này, cần lưu ý thành phần cấu tạo của nó quyết định đến cơ tính cụ thể:

Thành phần Co càng lớn ký hiệu (mác) hợp kim đó sẽ dẻo dai hơn nên chịu va đập tốt hơn. Loại các bit trong ký hiệu có cùng thành phần Co, nếu chứa nhiều WC thì có độ bền tốt hơn do dẻo, dai hơn nhưng độ cứng và tính cứng nóng kém hơn. Ngoài ra các cỡ hạt tinh thể trong hợp kim cứng càng nhỏ mịn thì độ bền cũng tốt hơn do độ dai và đập cao hơn mà không ảnh hưởng đến độ cứng và tính cứng nóng.

## 2. Phân loại, ký hiệu, công dụng các loại hợp kim cứng thường dùng

Hợp kim cứng được chia ra nhiều nhóm, trong đó có 2 nhóm thường dùng ký hiệu sau:

### 2.1. Nhóm hợp kim cứng loại một cacbit vonfram WC

Là hợp kim cứng có thành phần chủ yếu là các bit WC nhỏ mịn được dính kết bằng nguyên tố coban Co, có tính cứng nóng  $\approx 800^{\circ}\text{C}$ .

Theo tiêu chuẩn Nga được ký hiệu bằng chữ BK và số đằng sau chỉ phần trăm nguyên tố Co. Ví dụ: BK2 (2% Co, còn lại 98% WC).

Theo tiêu chuẩn TCVN được ký hiệu bằng ký hiệu hoá học WC Co kèm theo số chỉ % Co. Ví dụ: WC Co 8  $\approx$  BK 8.

Nhóm này chủ yếu được dùng làm lưỡi dao cắt tốc độ cao cho các vật liệu dễ cắt như gang grafit, hợp kim màu, thép có thành phần cacbon trung bình. Ngoài ra, còn căn cứ vào điều kiện cắt để chọn các ký hiệu dao cho thích hợp, cụ thể nếu cắt thô thì chọn những ký hiệu hợp kim cứng có nhiều nguyên tố Co, còn nếu cắt tinh thì ngược lại.

## 2.2. Nhóm loại hai các bit vonfram WC và các bit titan TiC

Là hợp kim cứng có thành phần chủ yếu là hai loại các bit WC và TiC dạng hạt nhỏ mịn dính kết bằng nguyên tố Co, có tính cứng nóng khoảng  $900 \div 1000^{\circ}\text{C}$ .

Ký hiệu theo tiêu chuẩn Nga bằng hai chữ TK và số ở sau mỗi chữ chỉ lần lượt phần trăm các bit TiC và phần trăm nguyên tố Co. Ví dụ: T15K6 (15% TiC và 6% Co, còn lại 79%WC).

Theo tiêu chuẩn TCVN được ký hiệu bằng ký hiệu hoá học WC TiC (số chỉ % TiC), Co (số chỉ % Co). Ví dụ: WC TiC 15 K 6  $\approx$  T15 K 6.

Công dụng của nhóm loại hai các bit thì chủ yếu dùng để chế tạo lưỡi dao cắt tốc độ cao cho các loại vật liệu khó cắt như thép có thành phần cacbon quá thấp hoặc quá cao... Ngoài ra, còn căn cứ vào điều kiện cắt để chọn ký hiệu dao cho thích hợp, cụ thể khi cắt thô nên chọn các ký hiệu có ít các bit TiC, còn khi cắt tinh thì ngược lại.

## 2.3. Giới thiệu nhóm hợp kim cứng loại ba các bit

Là hợp kim cứng có ba loại các bit: TaC, TiC, WC được ký hiệu theo tiêu chuẩn Nga ГОСТ: Bằng các chữ TTK kèm theo số sau chữ TT chỉ phần trăm của TiC + TaC và sau chữ K chỉ phần trăm của Co.

Ví dụ: TT10K8: 10% (TiC + TaC) 8% Co.

Theo tiêu chuẩn TCVN được ký hiệu bằng ký hiệu hoá học WC TiC (số chỉ % TiC), TaC (số chỉ % TaC), Co (số chỉ % Co). Ví dụ: WCTiC4TaC3Co12  $\approx$  TT7K12.

Công dụng loại này do chịu được va đập hơn (có TaC) các loại trên nên thường dùng làm lưỡi dao để gia công phá các thỏi đúc.

## II. NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

### 1. Nhôm nguyên chất

#### 1.1. Tính chất

- Nhôm là kim loại chỉ có một dạng thù hình cấu tạo là kiểu mạng lập phương tâm mặt với thông số mạng  $a = 4,04\text{Å}$ .

- Có trọng lượng riêng nhỏ  $\gamma = 2,7 \text{ g/cm}^3$ .
- Nhiệt độ nóng chảy thấp,  $T_{nc} = 657^\circ\text{C}$  nhưng tính đúc kém vì nhôm có độ co ngót lớn.

- Cơ tính thấp  $\sigma_b = 60\text{KG/mm}^2$ .  $HB = 25$ ,  $\delta = 40\%$ , do đó rất dễ biến dạng. Tính gia công cắt thấp.

- Tính chống ăn mòn cao vì có màng oxit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  rất chặt bảo vệ.
- Tính dẫn nhiệt và tính dẫn điện tốt, đặc biệt hệ số giãn nở nhiệt nhỏ.

## 1.2. Ký hiệu

Nhôm nguyên chất được ký hiệu theo TCVN 1695-75 là Al và chỉ số sau biểu thị cấp loại theo độ sạch của Al.

Al 1A nhôm có chứa 99,99% Al

Al 2A nhôm có chứa 99,95% Al

Al 3A nhôm có chứa 99,90% Al

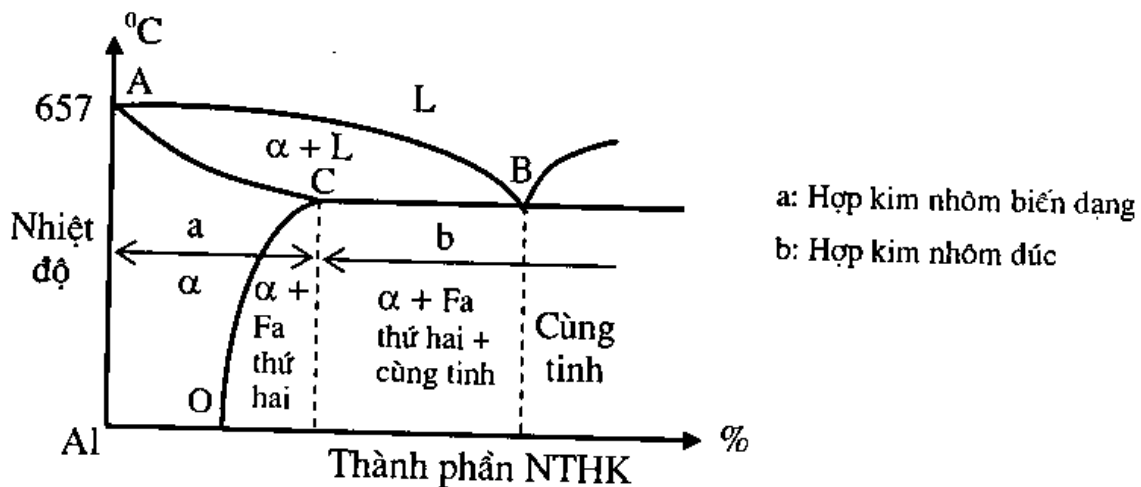
A: Ký hiệu độ sạch cao.

## 2. Hợp kim nhôm

Theo công nghệ chế tạo người ta chia hợp kim thành hai nhóm:

- Hợp kim nhôm biến dạng.
- Hợp kim nhôm đúc.

Sự phân chia này được biểu thị trên giản đồ trạng thái Al – NTHK.



Hình 16: Giản đồ trạng thái hợp kim Al - NTHKT

Các hợp kim nhôm được sử dụng nhiều và đa dạng nhưng trong phạm vi giáo trình này chúng ta chỉ giới thiệu 2 nhóm điển hình.



## 2.1. Đura

Là hợp kim nhôm biến dạng điển hình được dùng rộng rãi trong kỹ thuật hàng không.

### 2.1.1. Thành phần - tính chất

- Thành phần:

Là hợp kim chủ yếu của 3 nguyên tố Al - Cu - Mg với lượng Cu  $\leq 5\%$ , Mg  $\leq 2\%$ . Ngoài ra, trong thành phần còn có Fe, Si, Mn. Mg có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả nhiệt luyện của hợp kim.

- Tính chất:

+ Nói chung đura có độ bền khá cao, nhất là sau khi nhiệt luyện,  $\sigma_b = 42 \div 47 \text{ KG/mm}^2$ .

+ Do có độ bền tương đối tốt và trọng lượng riêng nhỏ ( $\gamma = 2,8 \text{ g/cm}^3$ ) nên đura có độ bền riêng rất lớn. Độ bền riêng được xác định dựa vào tỷ số:  $\sigma_b / \gamma$ , độ bền riêng của đura là  $15 \div 16$ ; trong khi đó thép CT 51 là  $6,0 \div 6,5$  còn gang là  $1,5 \div 6$ .

+ Nhược điểm cơ bản của đura là tính chống ăn mòn kém (thường khắc phục bằng phủ nhôm nguyên chất).

### 2.1.2. Ký hiệu - công dụng

- Ký hiệu:

TCVN 1659 – 75 ký hiệu hợp kim bởi hệ thống chữ và số:

Các chữ là ký hiệu hoá học của các nguyên tố có trong thành phần hợp kim.

Các số sau nguyên tố chỉ lượng nguyên tố đó tính theo phần trăm (còn lại số phần trăm của Al).

Ví dụ: Al Cu 4 Mg là hợp kim đura có 4% Cu, 1% Mg, 95% Al.

- Công dụng:

Do có độ bền, nhất là có độ bền riêng cao ( $\sigma_b / \gamma$ ) nên đura được sử dụng làm các sản phẩm phổ biến trong ngành hàng không (kết cấu máy bay, tàu vũ trụ...), giao thông vận tải (dầm chịu lực xe tải, sườn tàu biển..), dụng cụ thể thao và xây dựng...

Chú ý: Có thể nhiệt luyện được để làm tăng cơ tính của sản phẩm.

## 2.2. Silumin

Là hợp kim nhôm đúc được sử dụng rộng rãi nhất. Nó là hợp kim được tạo nên trên cơ sở hệ hợp kim Al – Si. Ngoài ra trong thành phần của hợp kim còn có thể có các nguyên tố như Mg, Mn, Cu, Zn...

Theo thành phần, người ta chia silumin thành 2 nhóm:

### 2.2.1. Silumin đơn giản

Silumin đơn giản là silumin mà trong thành phần chỉ có Al và silic.

VD: Ký hiệu Al Si 13 (13% Si, còn lại 87% Al). Silumin đơn giản có tính đúc tốt nhưng cơ tính thấp nên được dùng để đúc các chi tiết có hình dáng phức tạp nhưng chịu tải trọng nhẹ.

### 2.2.2. Silumin phức tạp

Là hợp kim nhôm với 4 ÷ 10% Si, ngoài ra còn thêm các nguyên tố như Cu, Mg, Zn, Mn...

Do có thêm các nguyên tố hợp kim nên cơ tính của hợp kim, nhất là sau khi nhiệt luyện được tăng lên nhiều.

Thường dùng các hợp kim: AlSi8Mg, AlSi6MgMnCu7, AlSi5MnCu3,... để làm các chi tiết tương đối quan trọng trong động cơ ô tô như mặt bích, bộ ly hợp, pittông...

## III. ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

### 1. Đồng nguyên chất

#### 1.1. Tính chất

Đồng là kim loại có một dạng thù hình, có mạng lập phương tâm mặt với thông số mạng,  $a = 3,6\text{Å}$ . Tính chất của nó như sau:

- Có khối lượng riêng lớn  $\gamma = 8,94 \text{ g/cm}^3$ .
- Tính dẫn nhiệt, dẫn điện rất cao.
- Tính chống ăn mòn tốt.
- Nhiệt độ chảy tương đối cao.  $T_{nc} = 1083^\circ\text{C}$ .
- Có độ bền thấp  $\sigma = 16\text{KG/mm}^2$ . HB = 40 nhưng độ bền tăng mạnh khi biến dạng nguội ( $\sigma_n = 45\text{KG/mm}^2$ . HB = 125). Do vậy một trong những biện pháp hoá bền đồng là biến dạng nguội. Mặc dù độ cứng không cao nhưng đồng có khả năng chống mài mòn tốt.
- Có tính công nghệ tốt, dễ dát mỏng, kéo sợi tuy vậy tính gia công cắt kém.

#### 1.2. Ký hiệu

Đồng nguyên chất theo TCVN 1695 - 75 được ký hiệu bằng chữ Cu kèm theo số chỉ mức độ tạp chất.

Cu 1 (99,9% Cu)

Cu 2 (99,7% Cu)

Cu 3 (99,5% Cu)

## 2. Hợp kim đồng

Có nhiều cách phân loại các hợp kim của đồng nhưng dùng phổ biến nhất là cách phân loại theo thành phần hoá học.

Theo thành phần hoá học, hợp kim của đồng được chia thành 2 loại

### 2.1. Latông

Là hợp kim của đồng mà thành phần chính là Cu và Zn. Latông còn gọi là đồng thau (đồng vàng).

Ngoài ra trong thành phần của hợp kim còn có các nguyên tố khác như Pb, Sn, Ni,...

Latông theo TCVN 1695 - 75 được ký hiệu bằng chữ L sau đó là các chữ ký hiệu tên nguyên tố hoá học và chỉ số thành phần của nó. Latông được chia thành 2 nhóm

#### 2.1.1. Latông đơn giản

Là hợp kim trong thành phần chỉ có 2 nguyên tố Cu và Zn. Hợp kim này có độ dẻo cao, độ bền và độ cứng phụ thuộc vào lượng Zn, khi % Zn tăng  $\sigma_b$ , HB tăng.

Thường dùng L<sub>Cu</sub>90Zn<sub>10</sub>, L<sub>Cu</sub>70Zn<sub>30</sub> làm các ống tản nhiệt, ống dẫn và các chi tiết dập sâu (vì có tính dẻo cao).

#### 2.1.2. Latông phức tạp

Là hợp kim trong đó ngoài Cu và Zn còn đưa thêm một số nguyên tố Pb, Sn, Al, Ni,... để cải thiện tính chất của hợp kim.

VD: Pb làm tăng tính cắt gọt; Sn làm tăng tính chống ăn mòn; Al, Ni làm tăng cơ tính có các ký hiệu: L<sub>Cu</sub>Zn<sub>29</sub>Sn<sub>1</sub>, L<sub>Cu</sub>Zn<sub>40</sub>Pb<sub>1</sub>.

## 2.2. Brông

Là hợp kim của đồng với các nguyên tố khác trừ Zn (nếu trong thành phần của hợp kim có Zn thì nó đóng vai trò nguyên tố hợp kim phụ), brông còn gọi là đồng thanh.

Brông được ký hiệu bằng chữ B. Tên gọi của brông được phân biệt theo nguyên tố hợp kim chính. VD: brông thiếc, brông nhôm.

### 2.2.1. Brông thiếc

Là hợp kim của Cu với nguyên tố hợp kim chính là Sn.

Brông thiếc có độ bền cao, tính dẻo tốt, tính chống ăn mòn tốt, thường dùng B Cu Sn 10 Pb 1; B Cu Sn 5 Zn 2 Pb 5 để làm ổ trượt, bánh răng, lò xo...

### **2.2.2. Brông nhôm**

Là hợp kim của Cu với nguyên tố hợp kim chính là Sn. Brông nhôm có độ bền cao hơn brông thiếc, tính chống ăn mòn tốt nhưng có nhược điểm là khó đúc.

Thường dùng thay brông thiếc vì rẻ tiền.

Thường dùng BCuAl9Fe4; BCuAl10Fe4Ni4.

### **2.2.3. Brông berili**

Brông berili là hợp kim của Cu với nguyên tố hợp kim chính là Be, còn gọi là đồng đàn hồi. Hợp kim có độ cứng cao, tính đàn hồi rất cao, tính chống ăn mòn và độ dẫn điện tốt thường dùng làm lò xo trong các thiết bị đo điện.

Thường dùng với ký hiệu BCuBe2.

## **IV. CHÌ, THIẾC VÀ HỢP KIM CỦA CHÚNG**

### **1. Chì, thiếc nguyên chất**

#### **1.1. Tính chất**

- Có nhiệt độ nóng chảy khá thấp: 232<sup>0</sup>C đối với thiếc và 527<sup>0</sup>C đối với chì.

- Tính chống ăn mòn rất tốt trong nhiều môi trường.

- Có tính rất mềm.

#### **1.2. Công dụng**

- Thiếc dùng để mạ thép, được sử dụng rộng rãi trong công nghệ đồ hộp, bảo quản thực phẩm.

- Chì dùng để làm cầu chì.

Hợp kim trên cơ sở chì và thiếc gồm nhiều chủng loại khác nhau, được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau.

### **2. Hợp kim trên cơ sở chì và thiếc**

#### **2.1. Các hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp**

Là hợp kim trên cơ sở chì và thiếc với thành phần thích hợp để dễ chảy.

Công dụng: Thường dùng hợp kim có 3 nguyên tố Pb – Sn – Bi có nhiệt độ nóng chảy  $T_{nc} = 96^{\circ}\text{C}$ ... Các hợp kim này được sử dụng trong kỹ thuật tự động và trong y tế.

## 2.2. Các hợp kim hàn

Là hợp kim trên cơ sở chì và thiếc với thành phần thích hợp để có độ chảy loãng cao liên kết tốt với vật liệu cơ sở, đảm bảo độ bền mối hàn lớn.

Công dụng: Được sử dụng để hàn đồng latông, tráng lên tấm thép.

## 2.3. Các hợp kim bạc bít

Là hợp kim trên cơ sở thiếc, chì với thành phần thích hợp để tổ chức của chúng có các phân tử pha rắn phân bố trên nền mềm.

Công dụng: Thường dùng để làm hợp kim ổ trượt có chất lượng cao.

# V. HỢP KIM LÀM Ổ TRƯỢT

## 1. Công dụng

Hợp kim ổ trượt là hợp kim dùng để chế tạo lót trục của ổ trục (còn gọi là bạc lót).

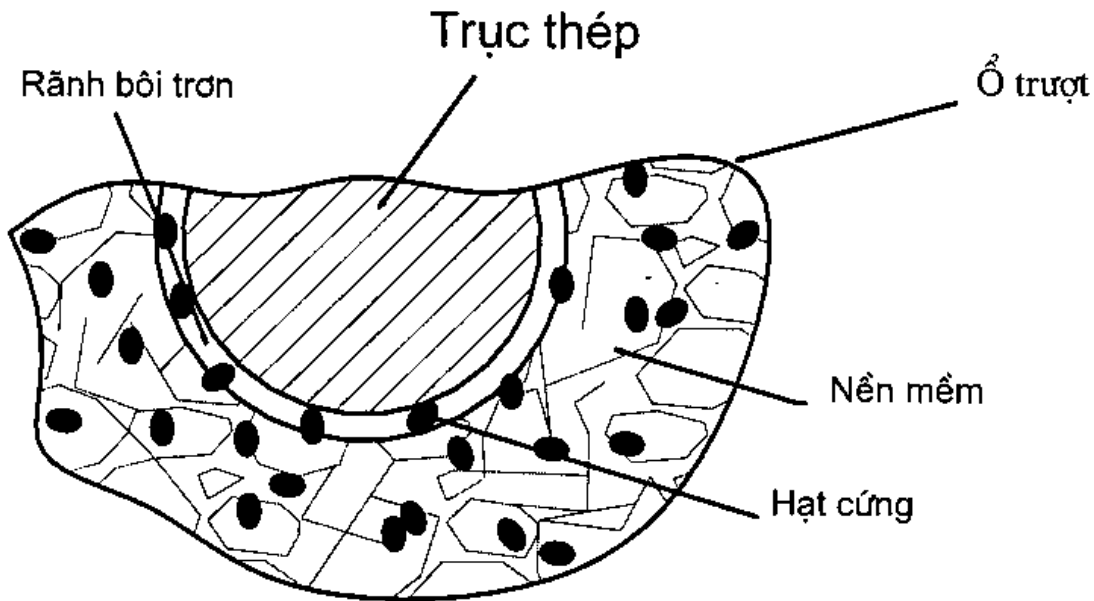
Mặc dầu ngày nay ổ lăn dùng càng nhiều nhưng các ổ trượt vẫn chiếm vị trí quan trọng vì có ưu điểm sau: dễ chế tạo, dễ thay thế, giá thành rẻ, bôi trơn dễ và trong nhiều trường hợp không thể dùng ổ lăn được như lót trục ở cổ biên của trục khuỷu.

## 2. Yêu cầu đối với hợp kim làm ổ trượt

### 2.1. Phải có hệ số ma sát nhỏ với bề mặt trục thép

Đây là yêu cầu quan trọng nhất và liên quan đến chọn vật liệu có tổ chức kim loại gồm hai phần cơ tính: Phần cứng (tốt nhất là hạt cứng) và phần mềm (tốt nhất là nền mềm). Có được như vậy thì khi ổ trượt bắt đầu làm việc, phần mềm sẽ mòn đi tạo rãnh chứa dầu để bôi trơn, còn phần cứng nhô ra đỡ lấy cổ trục làm cho tiết diện tiếp xúc nhỏ, do đó giảm mạnh hệ số ma sát khi tiếp xúc với bề mặt trục.

Ví dụ: Hợp kim thiếc làm ổ trượt sẽ có tổ chức hạt cứng là hợp chất hoá học Sn Sb,  $\text{Cu}_3\text{Sn}$ , nền mềm là dung dịch rắn pha  $\beta'$  (Hình 17).



Hình 17: Tổ chức của hợp kim thiếc làm ổ trượt

## 2.2. Ít làm mòn trục thép và chịu áp lực cao

Muốn trục thép không bị mòn khi làm việc thì vật liệu ổ trượt phải làm bằng các hợp kim mềm là hợp kim màu, song cũng phải có độ bền nhất định để chịu áp lực cao. Nếu cần nâng cao khả năng chịu áp lực của các ổ trượt phải chế tạo bằng hợp kim ghép: ngoài là thép, trong là hợp kim màu.

## 2.3. Tính công nghệ tốt và giá thành hạ

Hợp kim có tính đúc cao, nếu chế tạo được hợp kim ghép phải có khả năng bám dính vào vỏ thép (ngoài thép, trong là HK màu).

Chú ý: Khó có vật liệu nào thoả mãn tất cả các yêu cầu trên của hợp kim làm ổ trượt.

## 3. Các loại hợp kim ổ trượt thường dùng

### 3.1. Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ nóng chảy cao

Là hợp kim ổ trượt trên cơ sở của kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao. Ví dụ: Fe hoặc Cu.

#### 3.1.1. Gang xám (gang cầu, gang dẻo)

Dùng các loại gang có tổ chức nền peclít P nhỏ mịn (nền cứng) và grafit (hạt mềm).

Công dụng: Dùng làm ổ trượt cho các loại trục có tốc độ vòng quay chậm nhưng chịu được áp lực cao.



### 3.1.2. Đồng thanh thiếc (brông thiếc)

Hợp kim đồng - thiếc tổ chức nền mềm là dung dịch rắn Cu(Sn) và hạt cứng là cùng tích ( $\alpha + \delta$ ).

Công dụng: Dùng để chế tạo ổ trượt chịu được áp lực cho các loại trục có tốc độ vòng quay chậm hoặc trung bình.

### 3.2. Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ nóng chảy thấp

Là hợp kim ổ trượt trên cơ sở của kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp, ví dụ: thiếc, chì, nhôm, kẽm... có tên chung là babít (tên bác học người Anh là Babbit tìm ra) gồm có:

#### 3.2.1. Babít thiếc (Sn - Sb - Sn)

Ký hiệu của Nga Б83, Б89 trong đó có 83% (89%) Sn, còn lại là Cu và Sb.

Công dụng: Dùng làm các ổ trượt quan trọng có tốc độ vòng quay cao và trung bình: Tuốc bin, động cơ diezen.

#### 3.2.2. Babít chì (Pb - Sb - Sn)

Ký hiệu của Nga Б06, Б16 trong đó có 6% (16%) Sb, còn 6% (16%) Sn, còn lại là Pb.

Công dụng:

- Б16 dùng để thay thế cho babít thiếc trong điều kiện không va đập.
- Б06 dùng để thay thế cho phần lớn các loại ổ trượt ô tô. Ngoài ra còn dùng làm ổ trượt trong động cơ xăng.

#### 3.2.3. Babít nhôm (Al - Sn), (Al - Sb - Mg)

Công dụng: Loại này có triển vọng hơn cả do có hệ số ma sát nhỏ, nhẹ, dẫn nhiệt cao, chống ăn mòn cao trong dầu, cơ tính cao, giá thành hạ nhưng công nghệ kém (khó dính bám) nên nó đang được thay thế cho babít thiếc.

### Câu hỏi ôn tập

1. Định nghĩa, công dụng, tính chất của hợp kim cứng.
2. Tại sao hợp kim cứng khi dùng làm dao cắt có tốc độ cắt cao không phải nhiệt luyện như dao làm bằng thép gió?
3. Phân biệt cấu tạo, tính chất, công dụng của hợp kim cứng loại một các bit và hai các bit.

4. Cho các ký hiệu vật liệu: T15K6, T30K6, BK8, BK2. Hãy phân tích ký hiệu và nêu công dụng của chúng.
5. Các yêu cầu của hợp kim ổ trượt, trong đó yêu cầu nào có liên quan đến chọn tổ chức của hợp kim.
6. Cho vài ví dụ hợp kim ổ trượt thường dùng. Căn cứ vào các điều kiện làm việc nào của ổ trượt để chọn vật liệu lót trục.

## Chương 7

# CÁC VẬT LIỆU KHÁC VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN VẬT LIỆU NGÀY NAY

(2 tiết)

### 1. Mục đích

- Giới thiệu cho học sinh những tính chất và công dụng của những vật liệu phi kim loại và các vật liệu thường dùng trong ngành cơ khí.
- Giới thiệu một số công dụng của vật liệu mới.

### 2. Yêu cầu

- Biết được các tính chất và công dụng của các vật liệu phi kim loại thường dùng.
- Có khái niệm về vật liệu mới và xu thế phát triển vật liệu hiện nay trên thế giới.

## NỘI DUNG

### I. VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI THƯỜNG DÙNG

#### 1. Bột mài, amiăng, chất dẻo

##### 1.1. Bột mài

##### *1.1.1. Tính chất*

Bột mài là loại vật liệu vô cơ ceramic dùng để đánh bóng các loại vật liệu khác, do vậy nó có các tính chất sau:

- Có độ cứng cao hơn các vật liệu khác.
- Có bề mặt nhọn sắc để mài các chi tiết gia công.
- Có khả năng dính kết thành khối theo yêu cầu công nghệ.

##### *1.1.2. Công dụng*

- Làm đá mài.

- Làm giấy ráp, vải ráp.
- Ở dạng bột để đánh bóng các chi tiết cân độ bóng cao.

## **1.2. Amiăng**

Amiăng là nhóm sợi khoáng thiên nhiên được lấy từ quặng mỏ có chứa canxi, silic cát và magiê.

### **1.2.1. Tính chất**

- Amiăng có màu trắng, mịn, thớ nhỏ, có tính chịu lửa cao, khả năng dẫn nhiệt thấp.
- Có độ bền cơ học lớn, có khả năng chịu axit, kiềm.
- Các tính chất của amiăng không thay đổi ở  $t^0 < 500^0\text{C}$ .
- Ví dụ cát trắng  $\text{SiO}_2$ , êmêri (hỗn hợp tự nhiên của  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiC}$ ,... kim cương).

### **1.2.2. Công dụng**

- Sợi amiăng dùng làm đệm cách nhiệt.
- Giấy amiăng để cách nhiệt, cách điện hoặc làm vật liệu lót ống hơi, ống nước khi nó làm việc ở  $t^0 < 450^0\text{C}$ .
- Amiăng dạng ép làm cơ cấu hãm máy ( $t_{lv} = 280^0\text{C}$ ).

Ngoài ra vải amiăng còn dùng chế tạo găng tay, quần áo chịu nhiệt cho thợ lò, lính cứu hoả.

Nhược điểm lớn nhất amiăng là vật liệu có tính chất độc hại, khi sử dụng cần chú ý, vì thế hiện nay ít được sử dụng.

## **1.3. Chất dẻo**

Là vật liệu polyme có thể biến dạng mà không bị phá huỷ và có thể định hình với áp lực rất thấp.

### **1.3.1. Tính chất**

- Có trọng lượng riêng nhỏ.
- Có cơ tính tương đối tốt, có khả năng chịu ăn mòn.
- Có tính công nghệ tốt.

Nhược điểm lớn nhất của chất dẻo là bị hoá già theo thời gian (bị lão hoá).

### **1.3.2. Phân loại - công dụng**

- Phân loại:

Trong công nghiệp người ta thường dùng 2 loại chất dẻo:

- Chất dẻo nhiệt dẻo:

+ Có đặc điểm là luôn có thể nóng chảy và tạo hình lại được.

+ Dùng phổ biến là polyetylen (PE), polyeste (PET), acrylic (PMMA), polyamid (PA)...

+ Chất dẻo nhiệt cứng:

Là loại chất dẻo mà sau lần nóng chảy và tạo hình đầu tiên nó không thể nóng chảy và tạo hình lại được nữa.

Dùng phổ biến là loại phenol có độ bền cơ học khá cao, không bị ăn mòn bởi axit, kiềm.

- Công dụng:

Chất dẻo ngày càng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và đời sống.

+ Nó thích hợp để chế tạo các chi tiết yêu cầu độ bền vừa phải, nhẹ, không bị ăn mòn.

+ Được dùng làm bình chứa, cánh quạt, bánh răng, các chi tiết của cơ cấu phanh.

+ Phổ biến nhất là phủ lên bề mặt kim loại để bảo vệ cho nó khỏi bị ăn mòn.

+ Chất dẻo còn dùng để thay thế cho một số loại vật liệu nhằm giảm sự hao phí nguyên liệu và tăng năng suất lao động.

## **2. Dầu - mỡ**

### **2.1. Dầu**

#### **2.1.1. Tính chất**

Khi sử dụng dầu cần chú ý một số đặc tính sau:

- Độ nhớt: Đặc trưng cho độ loãng của dầu. Độ nhớt thay đổi theo nhiệt độ. Nhiệt độ càng cao dầu càng loãng.

- Nhiệt độ bắt lửa là nhiệt độ mà ở đó hơi dầu bốc cháy khi gặp lửa. Đối với dầu máy dùng trong cơ khí  $t_{bl}^0 > 160^0C$ .

- Nhiệt độ đông đặc là nhiệt độ mà ở đó dầu đặc lại (với các thiết bị dùng ở nhiệt độ thấp phải chú ý nhiệt độ này).

#### **2.1.2. Công dụng**

Công dụng chủ yếu của dầu là bôi trơn làm giảm ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc của các chi tiết máy.

- Bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn.

- Làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong...

## 2.2. Mỡ

### 2.2.1. Tính chất

- Có trọng lượng riêng nhỏ:  $0,8 \div 1 \text{ g/cm}^3$ .
- Ở thể đặc có màu vàng hoặc nâu.
- Có khả năng chống rỉ và bôi trơn tốt.

### 2.2.2. Công dụng

Dùng chủ yếu để bảo vệ các dụng cụ, chi tiết máy khi bảo quản vận chuyển. Mỡ còn dùng để bôi trơn ở các bộ phận khó giữ dầu (như cấp của cần trục) hoặc những bộ phận lâu mới cần tra chất bôi trơn.

## 3. Dung dịch làm nguội

Các dung dịch làm nguội nêu dưới đây là các dung dịch có tác dụng làm nguội bề mặt chi tiết và dao trong quá trình cắt gọt. Vì khi cắt gọt do ma sát giữa bề mặt dao và chi tiết gia công nên ở vị trí tiếp xúc nhiệt độ lên rất cao làm giảm tuổi thọ của dao. Do đó dung dịch làm nguội sẽ làm nguội chi tiết gia công khi cắt làm tăng tuổi thọ của dao.

### 3.1. Tác dụng

Công dụng của dung dịch làm nguội có các tác dụng sau:

- Làm nguội: Dung dịch hấp thụ nhiệt độ ma sát sinh ra do đó làm dao không bị giảm độ cứng, tăng được tốc độ cắt, giảm hiện tượng giãn nở nhiệt độ, tăng độ chính xác gia công.
- Bôi trơn: Tạo màng nhờn có tác dụng bôi trơn trên bề mặt chi tiết làm giảm ma sát do đó giảm được lực cắt.
- Bảo vệ: Tạo màng oxit bảo vệ kim loại.
- Rửa: Rửa sạch phoi vụn làm bề mặt trơn láng và đẩy phoi khỏi khu vực cắt gọt.

### 3.2. Các chất làm nguội thường dùng

- Emunxi: Là hỗn hợp của nước và dầu khoáng vật, ngoài ra trong emunxi còn có nước xà phòng và  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
- Dung dịch nước: Gồm nước pha với  $\text{NaNO}_3$  và  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
- Dung dịch dầu: Gồm dầu lưu hoá pha với  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaNO}_3$  và  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Việc lựa chọn dung dịch làm nguội phụ thuộc vào công nghệ cắt gọt, loại máy, dao và vật liệu cắt gọt.



## II. XU THẾ PHÁT TRIỂN VẬT LIỆU HIỆN NAY

Sản xuất các vật liệu cơ bản trên thế giới hiện nay nhìn chung đã đáp ứng nhu cầu về số lượng, do đó vấn đề chất lượng và giá thành đã nổi lên hàng đầu làm tăng thêm sự cạnh tranh giữa các loại vật liệu trong mỗi lĩnh vực sử dụng chúng. Tuy vậy vật liệu kim loại trước hết là thép vẫn giữ vai trò then chốt trong phát triển công nghiệp, đặc biệt nó vẫn giữ độc quyền trong nhiều lĩnh vực xây dựng các nhịp cầu dài, công trình trên biển, khung nhà xưởng, nhiều loại máy móc và thiết bị...

Theo công nghệ chế tạo, có thể nêu hai xu thế phát triển vật liệu như sau:

- Phát triển vật liệu theo công nghệ truyền thống.
- Phát triển vật liệu theo công nghệ mới.

Các khái niệm “công nghệ truyền thống” và “công nghệ mới” mang tính quy ước vì các công nghệ truyền thống luôn được hoàn thiện và đổi mới. Còn công nghệ mới lại được phát triển trên cơ sở công nghệ đã có.

### 1. Phát triển vật liệu theo công nghệ truyền thống

#### 1.1. Thép xây dựng

Điển hình là thép xây dựng hợp kim vi lượng.

Đây là nhóm thép được phát triển trên cơ sở thép xây dựng hợp kim nhưng hợp kim hoá nhiều loại nguyên tố với lượng thành phần rất nhỏ (dưới vài phần nghìn) sẽ đạt các yêu cầu sử dụng cần thiết cho kết cấu xây dựng, đặc biệt là độ bền cao hơn 2 ÷ 3 lần thép xây dựng thông thường mà vẫn được đảm bảo tính cứng và tính chống ăn mòn tốt trong các môi trường, do đó làm tăng khả năng chịu tải hoặc giảm nhẹ khối lượng kết cấu. Điều này đặc biệt có lợi trong xây dựng cầu, khung toa xe ô tô tải... đã tiết kiệm hàng chục triệu tấn thép trong 1 năm.

#### 1.2. Thép chế tạo máy

##### 1.2.1. Thép kết cấu có độ cứng thứ hai

Đây là nhóm thép được phát triển trên cơ sở thép kết cấu loại hoá tốt với lượng chứa cacbon 0,3 ÷ 0,4%C và hợp kim hoá đa nguyên tố với tổng lượng chứa khoảng 5 - 8%, do đó khi ram cao đặc biệt ở nhiệt độ 550 ÷ 600°C tạo ra cac bít phân tán làm tăng độ cứng cao hơn sau khi tôi như thép gió, do đó đạt độ bền cao đồng thời vẫn đảm bảo tính dẻo tốt ( $\delta > 10\%$ ) nên cơ tính tổng hợp đạt được rất cao.

Công dụng: Dùng để chế tạo các chi tiết máy làm việc đạt cơ tính tổng hợp rất cao khả năng đạt  $\sigma_b \geq 2000\text{MPa}$  (các loại thép hoá tốt khác chỉ đạt  $\sigma_b = 600 \div 1200\text{MPa}$ ) và  $\delta > 10\%$ .

### 1.2.2. Thép nitơ

Đây là nhóm thép được phát triển trên cơ sở hợp chất hoá học là sắt nitrit  $Fe_4N$  hoặc  $Fe_2N$ ... do nitơ trong thép cao hơn  $1\div 1,5\%$  thay cho  $Fe_3C$  trong thép nên có độ cứng cao hơn mà lại có độ bền rất tốt. Đồng thời cùng với Cr trong thép tạo thành CrN liền mang với Mactenxit khó tích tụ ở nhiệt độ cao nên thép giữ được cơ tính ở nhiệt độ cao.

Công dụng: Thường dùng để chế tạo các chi tiết máy làm việc trong điều kiện mài mòn cao và nhiệt độ cao, Ví dụ: Ổ bi tốc độ cao, khuôn dập nóng... khả năng đạt  $\sigma_b > 2000MPa$ .

## 2. Phát triển vật liệu theo công nghệ mới

### 2.1. Công nghệ luyện kim bột

Công nghệ luyện kim bột gồm tạo bột, tạo hình sản phẩm và thiêu kết, tuy đã sử dụng từ lâu nhưng trước đây chỉ ứng dụng cho các loại sản phẩm có thành phần và tính chất không thể chế tạo bằng phương pháp luyện kim bình thường, ví dụ như hợp kim cứng.

Trong những thập kỷ gần đây, nhờ tiến bộ khoa học kỹ thuật, “phương pháp luyện kim bột” được ứng dụng rộng rãi để chế tạo nhiều sản phẩm khác nhau cho hầu hết các loại hợp kim. Nhờ công nghệ mới này đạt được các ưu điểm cơ bản sau:

- Chế tạo được các hợp kim với thành phần phức tạp và phương pháp luyện kim bình thường không thể làm được.

- Chế tạo vật liệu đảm bảo cấu tạo bên trong có hai thành phần tổ chức khác biệt về độ cứng theo yêu cầu rất thích hợp để chế tạo các chi tiết chống mài mòn, chống ma sát hoặc ma sát.

- Hệ số sử dụng kim loại hữu ích cao và giá thành hạ do dùng ít năng lượng và nhân lực.

- Có thể chế tạo những sản phẩm với hình dáng phức tạp và với độ chính xác kích thước cao như: Bánh răng, cam, tay đòn, bạc lót...

- Có thể chế tạo sản phẩm cơ khí ghép từ nhiều loại vật liệu khác nhau.

*Chú ý:* Các sản phẩm cơ khí thép làm bằng “phương pháp luyện kim bột” muốn có cơ tính làm việc phải nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện thì mới đạt được hiệu quả tốt.

### 2.2. Vật liệu kết hợp (compozit)

Compozit là kiểu vật liệu lai tạo giữa hai hay nhiều loại vật liệu sao cho tính chất của chúng hỗ trợ cho nhau.

Công nghệ chế tạo trên cơ sở luyện kim bột cũng có cấu tạo nhiều pha nhưng có cấu trúc đã thiết kế xác định, trong đó pha liên tục toàn khối gọi là nền, còn pha phân bố gián đoạn được liên kết bởi nền gọi là cốt.

Nhiệm vụ chính của nền là liên kết cốt thành khối để tạo hình, bảo vệ và che phủ khỏi các tác động cơ học và hoá học của môi trường.

Nhiệm vụ chính của cốt là chịu tải.

*Chú ý:* Tính chất của composit do bản chất của các pha và cấu trúc đã thiết kế xác định khác hẳn với tính chất của các pha cốt và nền (liên hệ kiến thức: Dạng cấu tạo hỗn hợp cơ học trong chương I).

Căn cứ cấu trúc đã thiết kế xác định, có thể chia composit làm 3 loại:

### **2.2.1. Composit hạt**

Composit hạt chứa các phần cốt ở dạng hạt. Ví dụ:

- Hợp kim cứng: Nền là nguyên tố Co, còn cốt hạt là những các bit WC, TiC,... là vật liệu dùng để làm dụng cụ cắt.

- Bê tông: Nền là xi măng, cốt là những hạt cát và sỏi... là vật liệu dùng trong xây dựng.

- Composit nền kim loại gồm bột đồng, sắt hoặc thép, còn cốt thì dạng hạt các bit, nitrit... là vật liệu dùng để chế tạo các dụng cụ cắt với tốc độ cắt cao, ổ đỡ chịu nhiệt độ cao hoặc các chi tiết máy có tính năng sử dụng cao.

### **2.2.2. Composit sợi**

Composit sợi là loại kết cấu quan trọng nhất vì nó có độ bền riêng và môđun đàn hồi cao.

Composit sợi chứa các phần cốt ở dạng sợi gồm có các loại phổ biến hiện nay :

- Composit nền polyme cốt sợi thuỷ tinh vừa bền, vừa nhẹ, chống ăn mòn tốt, chống va đập tốt, cách điện tốt, công nghệ chế tạo đơn giản, giá thành hạ nên được dùng nhiều để chế tạo vỏ xuồng và ca nô tốc độ cao, các tấm áp tường trong máy bay, toa xe, các phòng tắm, phòng vệ sinh, bể bơi, vỏ thân xe hơi, tàu biển, ống dẫn, container chứa hàng... Đặc biệt trong công nghiệp ô tô, nó có sức cạnh tranh nhờ giảm được khối lượng và tiêu hao nhiên liệu ít nhất khi làm việc.

- Composit nền polyme cốt sợi bo hoặc sợi cacbon, có độ bền cao hơn 4 ÷ 5 lần so với thuỷ tinh, là vật liệu nhẹ, có độ bền cao, chịu được nhiệt độ, ăn mòn cao, đàn hồi và chống rung tốt, chịu mỏi cao, phù hợp để chế tạo những

chi tiết máy cần có cơ tính tổng hợp cao và nhẹ như cánh quạt máy bay lên thẳng, cánh thẳng bằng, cánh quạt máy nén khí, các kết cấu trong tàu vũ trụ, tàu biển, dụng cụ thể thao. Loại composit này có sức cạnh tranh trong sản xuất máy bay do giảm nhẹ được khối lượng nên nhiên liệu tiêu hao ít (giảm 20% ÷ 30%) so với dùng kim loại.

*Chú ý:* Dùng sợi bo đất hơn sợi cacbon nên ít dùng hơn.

- Composit nền kim loại cốt sợi: Loại phổ biến nhất, có triển vọng nhất là nền nhôm - sợi bo có phủ các bit silic vì có khả năng làm việc ở nhiệt độ cao hơn nhiều so với nền polymer mà trọng lượng riêng nhỏ hơn nên có độ bền riêng tốt.

### 2.2.3. Composit cấu trúc (composit tấm ghép)

Composit cấu trúc là các bán thành phẩm dạng lớp, dạng 3 lớp được kết hợp các vật liệu đồng nhất với vật liệu composit theo những kết cấu hình học khác nhau tạo ra nhiều loại vật liệu composit có tính năng sử dụng cao trong các lĩnh vực vận tải, hàng không, công trình xây dựng kiến trúc...

Các loại composit cấu trúc:

- Composit cấu trúc dạng lớp: Được tạo thành từ các lớp cơ sở gồm 2 loại:

+ Các lớp có vật liệu đồng nhất đóng vai trò liên kết, ví dụ: Polyme.

+ Các lớp composit cốt sợi đóng vai trò chịu lực, ví dụ: Lớp gỗ hoặc cốt, vải sợi thủy tinh (sợi cacbon), tấm vải bông...

Hai loại các lớp này được sắp xếp lần lượt lên nhau theo yêu cầu thiết kế xác định (đổi hướng lớp nền composit cốt sợi) rồi ép dính với nhau.

- Composit cấu trúc dạng 3 lớp bao gồm:

+ Hai lớp mặt đóng vai trò chịu lực cao, chịu nhiệt, chịu ăn mòn.

+ Lớp lõi: Có tổ chức xốp bột, tổ ong để tạo khoảng cách giữa hai tấm cách nhiệt, cách âm, chống ăn mòn...

## 2.3. Công nghệ nguội nhanh

Theo công nghệ chế tạo truyền thống tổ chức của vật liệu được hình thành trong quá trình làm nguội từ trạng thái lỏng hoặc rắn với tốc độ nguội lớn nhất vài chục độ/giây. Tốc độ nguội chậm dẫn đến hạn chế về tổ chức, từ đó hạn chế về tính chất.

Công nghệ nguội nhanh là phương pháp nguội nhanh từ pha lỏng tới tốc độ hàng trăm, hàng tỷ độ/giây để nhận được tổ chức vật liệu rất nhỏ

mịn (vi tinh thể). Khi tốc độ nguội quá lớn hơn giá trị xác định tạo ra trạng thái vô định hình.

Hiện nay công nghệ nguội nhanh đang được sử dụng phổ biến như đúc vật mỏng, kéo sợi trong khuôn kim loại, tạo băng, tạo hạt. Sau đó có thể sử dụng ngay hoặc là bán thành phẩm để tiếp tục qua luyện kim bột tạo thành sản phẩm.

Trong tương lai, công nghệ nguội nhanh có triển vọng rất lớn có thể chế tạo các vật liệu có tính năng sử dụng cao cho các kết cấu máy có độ bền cao để thay thế hợp kim titan đắt tiền trong công nghiệp.

Công dụng hiện nay trên thế giới:

- Chế tạo dụng cụ hợp kim như thép gió có tính năng cắt gọt và tuổi thọ cao hơn nhiều lần so với phương pháp chế tạo truyền thống.

- Chế tạo vật liệu từ có vật liệu từ mềm là các băng vi tinh thể hoặc băng vô định hình... cũng như vật liệu từ cứng làm nam châm vĩnh cửu. Chúng có các chỉ tiêu từ tính rất cao, đặc biệt tổn hao công suất thấp. Có vật liệu từ cứng cho năng lượng từ kỷ lục cao gấp nhiều lần so với vật liệu truyền thống.

### **3. Phát triển vật liệu với tính năng đặc biệt**

#### **3.1. Vật liệu siêu dẻo**

Siêu dẻo là khả năng biến dạng dẻo rất lớn, có thể đến 2000%.

Ứng dụng: Nhờ tính năng siêu dẻo này mà các công nghệ biến dạng tạo phôi như: rèn, dập, cán có thể tiến hành dễ dàng trên thiết bị đơn giản mà đảm bảo năng suất cao, chất lượng cao, chi phí thấp. Vì vậy, trong tương lai nó thực sự đóng góp to lớn cho công nghiệp tạo hình bằng phương pháp gia công áp lực.

Vật liệu siêu dẻo được phát hiện từ lâu nhưng đến năm 1960 mới bắt đầu nhận thức được ý nghĩa to lớn của nó trong kỹ thuật. Số lượng các hợp kim có tính siêu dẻo được nghiên cứu và đưa vào ứng dụng ngày càng nhiều và được phân ra làm 3 nhóm: Siêu dẻo nhiệt độ phòng, siêu dẻo nhiệt độ trung bình ( $200 \div 500^{\circ}\text{C}$ ), siêu dẻo nhiệt độ cao (lớn hơn  $500^{\circ}\text{C}$ ). Hiện nay đang sử dụng rộng rãi nhóm thứ hai, nhất là trong lĩnh vực các vật liệu làm khuôn chịu nhiệt độ cao. Trong tương lai gần cần nghiên cứu chế tạo các loại khuôn dập mới có thể làm việc lâu dài ở nhiệt độ cao với lực dập lớn.



### 3.2. Vật liệu siêu dẫn

Siêu dẫn là hiện tượng giảm điện trở xuống trị số bằng 0 ở nhiệt độ thấp, do đó có thể chịu được dòng điện với mật độ rất lớn  $10^5 \div 10^6$  A/cm<sup>2</sup>. Đây là vật liệu đầy tiềm năng, gần đây khám phá loại siêu dẫn nhiệt độ cao được nhiều nhà khoa học chú ý đến vì nó có khả năng tạo ra những biến đổi hết sức quan trọng trong kỹ thuật hiện đại.

Siêu dẫn nhiệt độ cao được ứng dụng trọng thực tiễn khác nhau, ví dụ: Các tuyến tải điện siêu cao áp và siêu công suất, các tàu siêu tốc, các máy gia tốc siêu công suất, các bộ tích trữ điện năng công suất siêu cao, các vi mạch trong các máy tính cực mạnh thế hệ mới.

### 3.3. Vật liệu nhớ hình

Hiệu ứng nhớ hình là khả năng của vật liệu phục hồi lại hình dáng đã tạo ra trước đó.

Đây là loại vật liệu có triển vọng phát triển trong tương lai, hiện nay chỉ mới bắt đầu nghiên cứu.

Một số hướng sử dụng có triển vọng như:

- Các chi tiết nối dạng đinh tán ống nối... trong ghép nối xương, các cơ quan nội tạng nhân tạo khi phẫu thuật, các ghép nối trong môi trường độc hại...

- Các bộ điều khiển hành trình hoặc chức năng dưới tác dụng của ứng suất, nhiệt độ trong các hệ thống điều khiển tự động: người máy, đóng mở chóp nhà cao tầng, đóng mở đèn chiếu trên ô tô theo nhiệt độ môi trường.

- Các động cơ “vĩnh cửu” dưới tác dụng của hai môi trường nóng lạnh khác nhau.

*Chú ý:* Nhớ hình là kết quả của biến dạng dẻo thuận nghịch của vật liệu do đó chuyển biến thuận nghịch Austenit ↔ Martenxit có điều kiện của ứng suất hoặc nhiệt độ.

### Câu hỏi ôn tập chương

1. Hãy kể các loại vật liệu phi kim loại dùng trong ngành cơ khí. Đối với nghề cắt gọt muốn tăng năng suất cắt và tăng tuổi thọ sử dụng của dao cần quan tâm đến loại vật liệu nào ở trên? Tại sao?

2. Hãy cho biết xu thế phát triển vật liệu hiện nay nghề cơ khí cần quan tâm đến nhóm vật liệu nào nhất (liên hệ ngành đào tạo).



## ÔN TẬP CHƯƠNG TRÌNH (1,5 tiết)

### PHẦN 1: CÂU HỎI ÔN TẬP TRỌNG TÂM CHƯƠNG TRÌNH

#### Câu hỏi

1. Cơ tính là gì, hãy nêu các loại cơ tính của vật liệu (định nghĩa, ký hiệu, đơn vị của chúng).
2. Hãy nêu ý nghĩa các loại cơ tính vật liệu và mối quan hệ giữa các đặc trưng cơ tính của vật liệu thép?
3. Liệt kê các dạng cấu tạo hợp kim, trình bày định nghĩa, cấu tạo, cơ tính chung của chúng; sau đó lấy các ví dụ về cấu tạo của hợp kim Fe-Fe<sub>3</sub>C có thành phần xác định (0,8%C, 6,67%C) để chứng minh các dạng cấu tạo trên.
4. Định nghĩa và công dụng giản đồ trạng thái? Tại sao phải học giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C của hợp kim Fe-C.
5. Định nghĩa và công dụng của nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện? Từ đó có nhận xét gì để phân biệt chúng?
6. Tại sao lại nói cơ sở của nhiệt luyện hợp kim là giản đồ trạng thái? Hãy chứng minh cơ sở nhiệt luyện thép là giản đồ trạng thái Fe-Fe<sub>3</sub>C phần thép ở trạng thái rắn (vẽ giản đồ trạng thái Fe-C phần thép ở trạng thái rắn).
7. Trình bày định nghĩa và mục đích các phương pháp nhiệt luyện.
8. Hãy nêu công dụng và nguyên lý chung của phương pháp tôi bề mặt?
9. Nêu định nghĩa và công dụng của phương pháp thấm C?
10. Hãy tìm các tổ chức trong “thép thường” có thành phần xác định để thép đạt được cơ tính mong muốn khác nhau sau khi nhiệt luyện với các phương pháp khác nhau và so sánh cơ tính của chúng (ủ, thường hoá, tôi, tôi và ram thấp, tôi và ram trung bình, tôi và ram cao).
11. Hãy phân biệt các loại thép (xây dựng, kết cấu, dụng cụ) về các mặt công dụng, đặc điểm, ký hiệu...

12. Định nghĩa các loại vật liệu sau: Thép cacbon, thép hợp kim, gang trắng (gang luyện kim), gang grafit (gang chế tạo máy), hợp kim cứng?

13. Hãy phân loại các loại thép và cho biết tên gọi của nó trong các trường hợp sau:

- Theo tổ chức trên giản đồ trạng thái.
- Theo phương pháp luyện kim:
  - + Mức độ khử oxy.
  - + Mức độ khử tạp chất có hại (P,S).
- Theo thành phần hoá học.
- Theo công dụng.

Hãy cho biết cách phân loại nào quan trọng nhất đối với ngành cơ khí?

14. Hãy nêu ảnh hưởng của cacbon và tạp chất đến tính chất của thép?

15. Trình bày vai trò của cacbon đến công dụng của thép thường.

16. Hãy nêu ảnh hưởng cơ bản của nguyên tố hợp kim đến cơ tính của pha cơ sở và nhiệt luyện.

17. Hãy phân biệt tổ chức, cơ tính, công dụng, ký hiệu các loại gang dùng trong ngành cơ khí (gang xám, gang cầu, gang dẻo)?

18. Định nghĩa, công dụng, tính chất của hợp kim cứng?

19. Nêu các yêu cầu của hợp kim làm ổ trượt? Căn cứ vào điều kiện làm việc nào của ổ trượt để chọn vật liệu lót trục?

20. Thế nào là vật liệu composit, hợp kim cứng có phải là vật liệu composit không? Tại sao?

21. Hãy cho biết xu thế phát triển của vật liệu hiện nay? Ngành cơ khí cần quan tâm đến nhóm vật liệu nào nhất (liên hệ ngành đào tạo)?

## **PHẦN 2: BÀI TẬP TRỌNG TÂM CHƯƠNG TRÌNH**

### **Bài tập**

Cho các ký hiệu vật liệu thép: C40, CT38, 80W18Cr4V, CD100, CT33s, C60, CD120A, 90CrMnSi, 60Si2, 12Cr2NiA, 40Cr2NiWSi, 40CrNi, CD70, 65Mn, 100CrNi, OL100Cr, GX18-36, GX 12-28, GC 60-2, GZ 45-7, BK8, BK2, T15K6...

Yêu cầu:

- a. Phân tích ký hiệu trên.

b. Hãy gọi tên phân nhóm nhỏ nhất theo công dụng của các ký hiệu trên. Từ đó nêu công dụng và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo (nếu có).

c. Tìm một sản phẩm cơ khí làm bằng thép, sau đó chọn một loại thép có ký hiệu trên để chế tạo. Hãy chọn phương pháp nhiệt luyện để đáp ứng làm việc lâu dài trong các điều kiện quy định của nó và lập quy trình nhiệt luyện cụ thể, giải thích các phương án đã chọn là tối ưu.

### Hướng dẫn làm bài tập

-Yêu cầu a:

Ôn tập lý thuyết các mục sau để trả lời: 2 tr 82 , 1.1 tr. 108 , 2.1 tr. 110 , 3.1. tr. 111 , 2 tr. 115

- Yêu cầu b:

Ôn tập lý thuyết các mục sau để trả lời: III tr. 85, II tr. 108 , I tr. 114, cụ thể:

- Nhận biết ký hiệu để phân nhóm nhỏ nhất theo công dụng dựa vào đặc điểm và thành phần hoá học:

- + Thép xây dựng cacbon nhóm A mục 1.3.1 tr. 86.
- + Thép kết cấu thám cac bon mục 2.3.1 tr. 88.
- + Thép kết cấu hoá tốt mục 2.3.2 tr. 89.
- + Thép kết cấu đàn hồi mục 2.3.3 tr. 90.
- + Thép dụng cụ thường mục 3.1.2 tr. 92.
- + Thép dụng cụ làm dao cắt có tốc độ cắt cao mục 3.2.1 tr. 95.
- + Thép làm dụng cụ biến dạng nóng mục 3.2.2 tr. 96.
- + Thép ổ lăn mục 4.2.1 tr. 97.
- + Gang xám mục 1 tr 108.
- + Gang cầu mục 2 tr 110.
- + Gang dẻo mục 3 tr 111.
- + Hợp kim cứng loại 1 các bit mục 2.1 tr 115.
- + Hợp kim cứng loại 2 các bit mục 2.2 tr 116.

Sau khi nhận biết phân nhóm nhỏ nhất của các ký hiệu trên, xem lý thuyết của nó để nêu *công dụng chung* của từng phân nhóm và đặc điểm nhiệt luyện kèm theo (nếu có).

- Yêu cầu c:

Tìm bất kỳ một chi tiết máy trong các máy công cụ (bánh răng, trục, then...), máy vận chuyển (phụ tùng xe đạp, xe máy, ô tô...) hoặc các loại dụng cụ cơ khí (dũa, đục, dao tiện, khuôn dập...) làm bằng thép cho phù hợp với một

trong các ký hiệu trên và đặt điều kiện làm việc của nó để xác định yêu cầu cơ tính. Từ đó chọn các phương pháp nhiệt luyện để đáp ứng yêu cầu làm việc trên và lập quy trình cụ thể.

*Chú ý:*

Để giải thích các phương án đã chọn là tối ưu thì cần phải giải thích các vấn đề sau:

- Nêu rõ lý do chọn ký hiệu vật liệu đó mà không chọn ký hiệu vật liệu khác.
- Lý do chọn phương pháp nhiệt luyện để nhận được tổ chức có cơ tính mong muốn để đáp ứng yêu cầu làm việc của sản phẩm đã chọn.
- Giải thích các thông số chọn trong quy trình nhiệt luyện cụ thể để nhận được tổ chức có cơ tính tối ưu.

## PHỤ LỤC

Nước ta chưa sản xuất được nhiều thép, nhất là thép hợp kim nên chủ yếu dùng thép nhập khẩu. Mỗi nước có cách phân loại và ký hiệu (mác) riêng của họ. Để tiện cho việc tra cứu, so sánh hoặc chuyển đổi tương đương ký hiệu tiêu chuẩn các nước với TCVN, chúng tôi giới thiệu cách phân loại và ký hiệu riêng của một số nước phát triển.

Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO (International Standard Organization) tuy có đưa ra các tiêu chuẩn, song quá muộn đối với các nước công nghiệp phát triển vì họ đã có hệ thống ký hiệu từ trước và đã quen dùng, không dễ gì sửa đổi, vì thế chỉ có tác dụng với các nước đang phát triển, đang xây dựng các tiêu chuẩn.

Trước tiên cần biết và cần nhớ các tiêu chuẩn

Nga: ГОСТ.                      Pháp: AFNOR

Trung Quốc: GB                Đức: DIN

Nhật: JIC                        Anh: BS

Riêng Mỹ rất nhiều hệ thống tiêu chuẩn, các hệ thống tiêu chuẩn thường sử dụng nhiều nhất thế giới đến với từng loại vật liệu:

AISI: Bao quát nhiều lĩnh vực gang, thép (chủ yếu).

SAE: Dùng rộng rãi, đặc biệt cơ khí, ô tô và thép xây dựng hợp kim, gang.

AISI/SAE: Hai tiêu chuẩn AISI và SAE trùng nhau khi quy định ký hiệu thép kết cấu.

ASTM: Ký hiệu các loại gang, thép, hợp kim màu.

AA: Ký hiệu chuyên về nhôm và hợp kim nhôm.

UNS: Dùng chung cho nước Mỹ trên cơ sở những ký hiệu truyền thống.

Giới thiệu các quy định tiêu chuẩn ký hiệu các mác của vật liệu cơ khí thường dùng của các nước (chú ý so với tiêu chuẩn ký hiệu Việt Nam).

## 1. Thép cac bon: thường dùng hệ thống chữ và số

### 1.1. Thép xây dựng cacbon nhóm A (chỉ quy định về cơ tính)

Tiêu chuẩn KH	Chữ (chỉ loại thép)	Số (chỉ quy định về cơ tính)	Ví dụ
ГОСТ	CT	Từ 0 ... 6 cơ tính tăng dần	CT3
GB	A	Từ 1 ... 7 cơ tính tăng dần	A3
JIS	SS	chỉ $\geq \sigma_{bk}$ ; $\sigma_c$ (MPa; KG/mm <sup>2</sup> )	SS330
AFNOR, DIN	Fe	chỉ $\geq \sigma_{bk}$ (MPa)	Fe360
BS	Fe	chỉ $\geq \sigma_{bk}$ (MPa)	Fe360
ASTM		chỉ $\geq \sigma_c$ (KSi)	36

### 1.2. Thép kết cấu cacbon

Tiêu chuẩn KH	Chữ (số) chỉ loại thép	Số (chỉ quy định về cơ tính)	Ví dụ
ГОСТ, GB		2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	45
JIS	S x x C	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	S45C
AFNOS	C hoặc XC	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	XC45
DIN	C hoặc CK	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	CK45
BS	060A	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	060A45
AISI/SAE	10	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	1045

### 1.3. Thép dụng cụ cacbon

Tiêu chuẩn KH	Chữ (số) chỉ loại thép	Số (chỉ quy định về cơ tính)	Ví dụ
ГОСТ	Y	Chỉ phần nghìn $C_{TB}$	Y7
GB	T	Chỉ phần nghìn $C_{TB}$	T7
JIS	SK	Số từ 1 ... 7 (quy định %C giảm dần từ 1,4 ÷ 0,7%)	SK4
AFNOR	Y1 hoặc Y2	2 số (Y1), 3 số (Y2) chỉ phần vạn $C_{TB}$	Y190, Y2120



DIN	C (x x) W1	2 số, 3 số (x) chỉ phần vạn $C_{TB}$	C90W1, C120W1
AISI, SAE	W1, W2,...	Số chỉ phần vạn $C_{TB}$	W109, W112, W209, W210

## 2. Thép hợp kim

### 2.1. Tiêu chuẩn ký hiệu ГОСТ, GB, DIN, AFNOR

Hệ thống chữ:

Ký hiệu Tiêu chuẩn	Chữ dùng chỉ nguyên tố hợp kim chính có trong ký hiệu							
	Cr	Mn	Ti	V	W	$M_0$	Ni	Si
ГОСТ	X	Г	T	Φ	B	M	H	C
GB	Cr	Mn	Ti	V	W	$M_0$	Ni	Si
DIN	Cr	Mn	Ti	V	W	$M_0$	Ni	Si
AFNOR	C	M	T	V	W	D	N	S

Hệ thống số:

Ký hiệu tiêu chuẩn	Số chỉ thành phần hoá học		Ví dụ
	Số sau chữ chỉ % (NTHK)	Số ở đầu ký hiệu chỉ thành phần cacbon	
ГОСТ GB	Chỉ phần trăm (%) nguyên tố đó ** đúng trước	2 số (x x) phần vạn 1 số (x) phần nghìn 0 số chỉ $\geq 1\%C$	60C2 $\approx$ 60Si2 9XC $\approx$ 90CrSi XCr $\approx$ CrMnSi
DIN	Chỉ % NTHK khi có Z (AFNOR) và X (DIN) ở đầu ký hiệu	Z (X), 2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	Z20C13 $\approx$ X20Cr13 0,2% C 13% Cr
AFNOR	Chỉ % NTHK nhân với 4 hoặc với 10	2 số (x x) phần vạn $C_{TB}$	34CD4 $\approx$ 34Cr $M_0$ 4 0,34% C; 1% Cr; 0,1% $M_0$

### 2.2. Tiêu chuẩn ký hiệu các nước khác

AISI/SAE (AISI và SAE cùng chung tiêu chuẩn ký hiệu) tiêu chuẩn ký hiệu cho thép hợp kim với bốn số trong đó hai số đầu chỉ loại thép, các số cuối cùng chỉ phần vạn cacbon trung bình  $C_{TB}$ .

13 x x thép mangan

2 x x x thép niken

3 x x x thép Ni-Cr

9 x x x thép Si - Mn

4 x x x thép mô lip đen

5 x x x thép crom

6 x x x thép Cr-V

7 x x x thép W-Cr

Muốn biết thành phần phải tra bảng.

- Riêng AISI dùng rộng rãi cho thép dụng cụ được ký hiệu: Bằng một chữ cái đầu ký hiệu chỉ đặc điểm công dụng của thép và số thứ tự quy ước (muốn biết thành phần cụ thể phải tra bảng).

• Thép dụng cụ có công dụng riêng hợp kim thấp L.

• Thép khuôn dập nguội tôi dầu O

• Thép làm khuôn dập nóng H

• Thép gió vonfram T

• Thép gió molipden M

- JIC: được quy định như sau:

• Đầu ký hiệu có chữ:

S Cr: Thép crom, SMn thép mangan

S N C thép niken – crom.

S C M thép Cr – M<sub>n</sub>.

S Mn C thép Mn – Cr.

S N C M thép Ni – Cr – M<sub>n</sub>.

• Tiếp theo là ba số trong đó hai số cuối cùng chỉ phần vạn cacbon trung bình.

• Thép dụng cụ: Biến dạng nguội SKS, SKD và số thứ tự.

### 2.3. Thép có công dụng riêng

- Thép gió:

• GOCT: Coi là thép chuyên dùng được ký hiệu riêng: Chữ P tiếp theo số chỉ phần trăm W tiếp theo là quy định chung của thép hợp kim.

Ví dụ: P18Cr4V (18%W, 4%Cr, 1%V) có 0,8%C.

• JIC ký hiệu thép gió bằng chữ SKH với các số thứ tự, ví dụ: SKH2, SKH3, SKH4, SKH10. (Muốn biết phải tra bảng thành phần)

• AFNOR ký hiệu thép gió bằng chữ Z. Tiếp theo như quy định chung của thép hợp kim. Ví dụ: Z80WCV18-04-01 (0,8%C; 4%Cr; 1%V)

• DIN ký hiệu bằng chữ S tiếp theo như quy định chung (trừ Cr luôn bằng 4%).

- Thép ổ lăn:

- GOST: Ký hiệu bắt đầu bằng chữ ШX và số tiếp theo chỉ phần nghìn nguyên tố Crôm trung bình.

Ví dụ: ШX 9, ШX 15.

- GB: bắt đầu bằng chữ GCr và số chỉ crôm trung bình tính theo phần nghìn.

Ví dụ: GCr15.

- JIS ký hiệu bằng chữ SUJ và số thứ tự từ 1 ÷ 5.

- AISI/SAE quy định mác ổ lăn:

Ví dụ: 5159, 50100, 51100, 52100.

**Bảng phụ lục 1: Đối chiếu một số mác thép, gang của các nước.**

TCVN	GOST	GB	UNS	AISI/SE	JIS	AFNOR	DIN	BS
C45	45	45	G10450	1045	S45C	XC45	C45	060A45
40Cr	40X	40Cr	G51400	5140	SCr440	42C4	41Cr4	530A40
OL100Cr2	ШX 15	GCr15	G52986	42100	SUJ2	100Cr6	100Cr6	535A99
20Cr13	20X13	2X13	S42000	420	SUS420J1	Z20Cr13	X20Cr13	420S29
90CrSi	9XC	9CrSi				90CS44	90CrSi44	
CD100	Y10	T10	TT2301	W109	SK4	Y1105	C105W1	
210Cr12	X12	Cr12		D3	SKD1	Z200C12	X210Cr12	BD3
80W18Cr4V	P18	W18Cr4V		T <sub>1</sub>	SKH2	Z80WCV 18-04-01	S18-0-1	BT1
				ASTM				
CT34	Cr <sub>2</sub>	A2		36	SS330	F3360	Fe360	Fe360
GX28-48B	C430	HT300	F12803	No40	FC300	FGL300	GG30	260
GC50-2	B4 50	QT500-7	F33800	8055-06	FCD500	FGS500-7	GGG50	B500/7

**Bảng phụ lục 2: Một số loại thép dụng cụ chính của Mỹ (tiêu chuẩn SAE/AISI)**

Loại thép, ký hiệu	Thành phần các nguyên tố %								Công dụng
	C	Mn	Cr	V	W	Mo	Co	Nguyên tố khác	
<b>W - Thép tôi nước:</b>									Dụng cụ gia công, dụng cụ cầm tay, dụng cụ chịu va đập ở nhiệt độ thường....
- W1	0,6-1,4	-	-	-	-	-	-	-	
- W2	0,6-1,4	-	-	0,25	-	-	-	-	
<b>S - Thép chịu va đập:</b>									Dụng cụ thủy lực, kéo, khuôn dũa, ...
- S1	0,5	-	1,5	2,5	-	-	-	-	
- S2	0,55	0,8	-	-	-	-	0,4	2Si	
<b>Thép làm việc ở nhiệt độ thấp (O, A, D):</b>									
<b>O - Thép tôi dầu:</b>									Dụng cụ cắt, dũa, khuôn đập nguội
- O1	0,9	1,0	0,5	-	-	-	-	-	
- O2	0,9	1,6	-	-	-	-	-	-	
<b>A - Thép tôi trong không khí:</b>									Lỗ kéo sợi, trục cán nhỏ,...
- A2	1,0	-	5,0	-	-	1,0	-	-	
- A4	1,0	2,0	1,0	-	-	1,0	-	-	
<b>D - Thép cacbon và crôm</b>									Trục cán, khuôn đập nguội, calip,...
- D2	1,5	-	12,0	-	1,0	1,0	-	-	
- D3	2,25	-	12,0	-	-	1,0	-	-	
<b>H - Thép làm việc ở nhiệt độ cao</b>									Khuôn ép kim loại (Al, Mg), khuôn đúc, khuôn rèn, đập, ...
- H10	0,40	-	3,25	0,4	-	2,5	-	-	
- H21	0,35	-	3,5	-	0,9	-	-	-	
- H42	0,60	-	4,0	2,0	-	8,0	-	-	
<b>T - Thép gió họ wolfram</b>									Dao tiện, phay, bào, mũi khoan,...
- T1	0,75	-	4,0	1,0	18,0	-	-	-	
- T6	0,80	-	4,5	1,5	20,0	-	12	-	
<b>M - Thép gió họ W và Mo</b>									Dụng cụ cắt nhanh, có tính chống mài mòn rất cao.
- M1	0,80	-	4,1	1,0	1,5	8,0	-	-	
- M2	0,90	-	4,0	2,0	6,0	5,0	-	-	
- M30	0,80	-	2,0	1,25	2,0	0,8	5,0	-	
<b>P - Thép làm khuôn ép polyme</b>									Dụng cụ dũa ép nhựa, ...
- P1	0,17	-	2,0	-	-	0,2	-	0,5Ni	
- P2	0,10	-	2,6	-	-	-	-	1,25Ni	

**Bảng phụ lục 3: Chế độ nhiệt luyện bánh răng ô tô của Mỹ**

Tên gọi chi tiết	Số hiệu thép	Thành phần hoá học (%)			Chế độ nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện	Độ cứng (HRC)	
		C	Mn	Nguyên tố khác		Bề mặt	Lõi
Bánh răng truyền động và trục ô tô vận tải	4820	0,18 - 0,23	0,5 - 0,70	3,25 - 3,75 Ni 0,2 - 0,3 Mo	TC <sub>1</sub> (0,85 - 0,95% C), 0,6 - 1,2mm T <sub>r</sub> , 200°, làm nguội ngoài không khí, R	≥ 58	-
Bánh răng hộp vi sai của ô tô vận tải	8620	0,18 - 0,23	0,7 - 0,90	0,4 - 0,6 Cr	TC <sub>1</sub> , 1,0 - 1,27mm T, d 40-50°, R, 180 - 190°.	≥ 58	38 - 53
Bánh răng hành tinh truyền động của hộp số tự động xe du lịch	1330 - H	0,27 - 0,23	1,45 - 2,05	-	TCN <sub>1</sub> , 0,18 - 0,3mm; T, d, 165°; R, 205°	53 - 60	38 - 46
	4028	0,25 - 0,30	0,7 - 0,9	0,2 - 0,3 Mo	TCN <sub>1</sub> , 0,5 - 0,75mm; T, d, 85°; R, 205°	> 58	32 - 40
	5120	0,17 - 0,22	0,7 - 0,9	0,7 - 0,9 Cr	TCN <sub>1</sub> , 0,4 - 0,5mm; T, d, 50 - 70°; R 160°	59 - 62	40 - 45
	1024	0,19 - 0,25	1,35 - 1,65	-	TC <sub>1</sub> , 0,6 - 0,75mm; T, d, 55°; R, 180°	58 - 60	25 - 0
Bánh răng bị động và chủ động hộp giảm tốc của cầu sau ô tô du lịch	4620	0,17 - 0,22	0,45 - 0,65	1,65 - 2,0 Ni 0,20 - 0,3 Mo	TC <sub>1</sub> , 1,14 - 1,4mm; T, d, 45°; R, 190° R, 190°		-
	8617 - H	0,15 - 0,2	0,60 - 0,95	0,35 - 0,65 Cr 0,35 - 0,75 Ni	TC <sub>1</sub> , 1,0 - 1,14mm; T, d, 45°; R, 160°		-
	8620	Xem phần trên		0,15 - 0,25 Mo	TC <sub>1</sub> , 1,0 - 1,20mm; T, d, 43°; R, 220° (bị động); R, 150°.	≥ 58	-
	4028	Xem phần trên			TC <sub>1</sub> , 1,0 - 1,20 (1,14 - 1,4mm chủ động), T, d, 54 - 60°, R, 180°.		-
	1024	Xem phần trên			TC <sub>1</sub> , 0,6 - 1,0mm; T, d, 54 - 60°; R, 180°		-

**Bảng phụ lục 4: Chế độ nhiệt luyện các loại thép thông dụng**

Loại thép	Hình thức nhiệt luyện	Nhiệt độ nung °C	Cơ tính					Độ cứng HRC	Kích thước tiết diện chi tiết mm <sup>2</sup>
			$\sigma_b$ MN/m <sup>2</sup>	$\sigma_T$ MN/m <sup>2</sup>	$\delta$ %	$\Psi$ %	$a_k$ KJ/m <sup>2</sup>		
40	Tôi trong nước	830 - 850	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	400 - 500	-	-	-	-	600	30-35	-
	"	300 - 400	-	-	-	-	-	35-40	-
	"	200 - 300	1300	1100	4,00	10-11	300-400	40-45	-
45	Tôi trong nước	800 - 830	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	400 - 500	800-1000	≥ 55	10	45-60	600-	33-40	30
	"	300 - 400	950-1250	90-45	6,0-6,5	30-40	900	40-45	-
	"	200 - 300	≥ 1350	115	3,0	22	400-600	45-50	-
65	Tôi (nước hay dầu)	780 - 810	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	300 - 400	> 1000	800	9	35	-	45-52	-
	"	280 - 300	-	-	-	-	-	50-58	-
40Γ	Tôi trong nước	820 - 860	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	550 - 600	800	-	15	-	-	23-25	-
	"	180 - 200	-	-	-	-	-	50-54	-
65Γ	Tôi trong dầu	790 - 810	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	380 - 430	1530	1280	4,5	10	-	40-45	20
	"	200 - 220	-	-	-	-	-	57-62	-
38X	Tôi trong nước	840 - 860	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	500 - 550	950	800	12	50	900	30-37	25
	"	300 - 400	1200	-	10	-	-	40-45	-
	"	180 - 200	1500	1300	7	25	-	45-50	-
40X	Tôi trong dầu	830 - 850	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	400 - 550	1000	800	9	45	-	38-45	25
	"	300 - 400	-	-	-	-	-	45-50	-
	"	180 - 200	1500	1300	7	20-30	-	50-54	-



40XH	Tôi trong dầu	820-840	-	-	-	-	-	-	-
	Ram	500	900-1100	> 800	12-15	45	700	24-28	25
	"	180-200	1500	> 1100	8	-	-	50-54	-
20	Thấm cacbon	900-920	-	-	-	-	-	-	
	Tôi trong dầu	780-800	-	-	-	-	-	-	
	Ram	180-200	550	320	18	45	-	56-62	
12XH2	Thấm cacbon	900-920	-	-	-	-	-	-	
	Tôi trong dầu	790-810	-	-	-	-	-	-	
	Ram	180-200	800	600	12	35	700	56-62	

**Bảng phụ lục 5: Độ cứng của thép carbon sau khi ram**

Loại thép	Chế độ tôi		Độ cứng sau khi tôi HRC	Độ cứng HRC sau khi ở nhiệt độ °C				
	Nhiệt độ °C	Môi trường nguội		200	300	400	500	600
20	900 - 920	Nước	34 - 40	32 - 36	28 - 32	22 - 26	14 - 18	10 - 15
30	870 - 890		42 - 48	40 - 44	34 - 38	28 - 32	20 - 24	14 - 18
40	840 - 860		48 - 51	45 - 50	40 - 44	32 - 36	24 - 28	20 - 24
50	820 - 860		54 - 60	55 - 56	46 - 50	38 - 42	30 - 34	24 - 28
60	800 - 820		60 - 62	58 - 60	52 - 54	44 - 48	36 - 40	30 - 38
Y 7	790 - 810	Nước chuyển sang dầu	62 - 64	60 - 62	52 - 56	48 - 52	-	-
Y 8	780 - 800		63 - 65	60 - 62	52 - 56	48 - 52	-	-
Y 9	770 - 790		63 - 65	61 - 63	52 - 56	48 - 52	-	-
Y10	770 - 790		62 - 64	61 - 63	54 - 58	48 - 52	-	-
Y11	770 - 790		62 - 64	61 - 63	54 - 58	48 - 52	-	-
Y12	770 - 790		62 - 64	61 - 63	54 - 58	48 - 52	-	-
Y13	770 - 790		62 - 64	61 - 63	54 - 58	48 - 52	-	-

**Bảng phụ lục 6: Bảng đối chiếu các trị số độ cứng xác định bằng các phương pháp khác nhau**

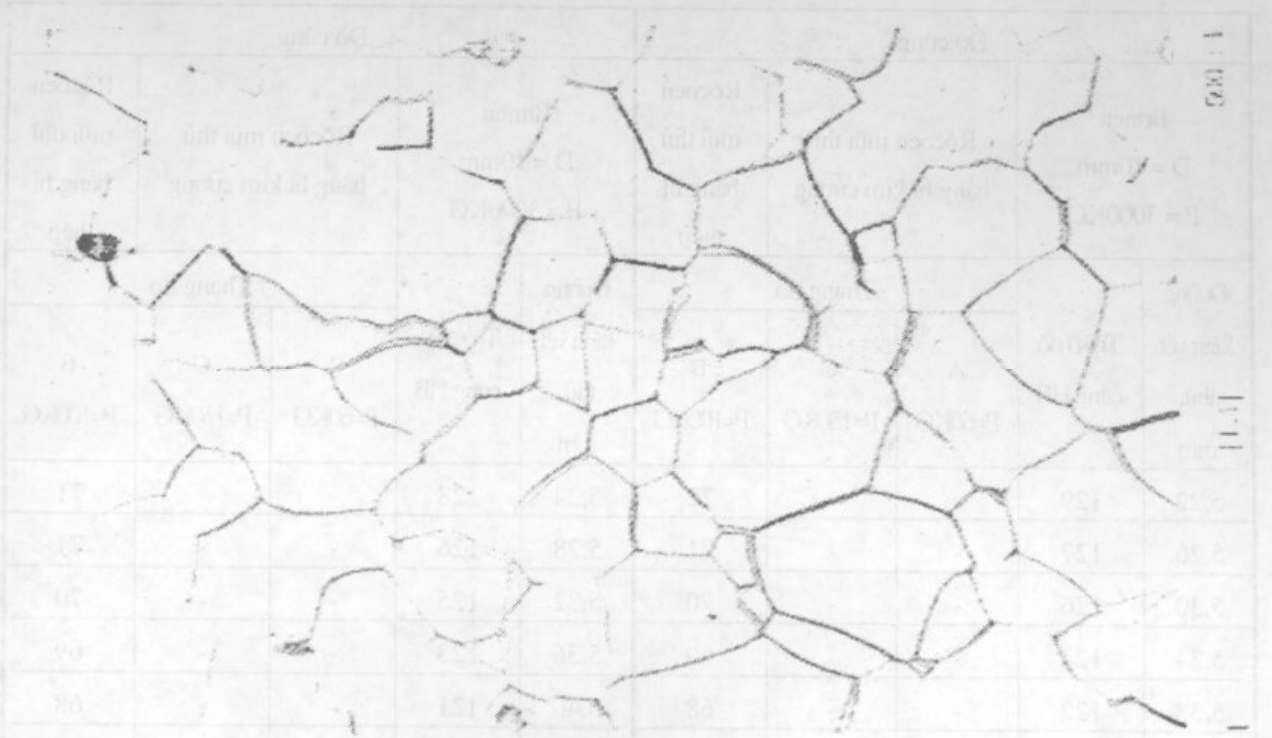
Độ cứng					Độ cứng				
Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép	Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép
Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo			Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo		
		A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG			A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG
2,25	745	83	70	-	2,30	712	82	68	-
2,35	682	81	66	-	2,36	688	84,5	65,0	-
2,37	670	83,5	64,0	-	2,39	659	83,0	63,0	-
2,42	643	82,5	62,0	-	2,44	632	82,5	62,0	-
2,46	621	82,0	61,0	-	2,48	611	81,5	60,0	-
2,50	601	81,0	59,0	-	2,52	502	80,5	59,0	-
2,54	582	80,0	58,0	-	2,56	573	80,0	57,0	-
2,58	564	79,5	56,5	-	2,60	555	79,0	56,0	-
2,62	547	79,0	55,0	-	2,64	538	78,5	55,0	-
2,66	530	78,0	54,0	-	2,68	522	78,0	53,0	-
2,70	514	77,5	52,5	-	2,72	507	77,0	52,0	-
2,74	499	76,0	51,0	-	2,76	492	76,0	50,0	-
2,78	485	76,0	50,0	-	2,80	478	76,0	49,5	-
2,82	470	76,0	49,0	-	2,84	464	75,0	48,0	-
2,86	457	75,0	48,0	-	2,88	451	74,5	47,5	-
2,90	444	74,0	47,0	-	2,92	438	73,5	46,0	-
2,94	432	73,0	45,5	-	2,96	426	73,0	45,0	-
2,98	420	73,0	44,0	-	3,00	415	73,0	44,0	-
3,02	409	72,0	43,0	-	3,04	404	72,0	43,0	-
3,06	398	72,0	42,0	-	3,08	393	72,0	42,0	-
3,10	388	71,0	41,0	-	3,12	383	71,0	41,0	-
3,14	378	71,0	40,0	-	3,16	373	70,5	40,0	-
3,18	368	70,0	39,5	-	3,20	363	70,0	39,0	-

Độ cứng					Độ cứng				
Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép	Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép
Đường kính vết thử mm	Tỷ số độ cứng HB	Thang đo			Đường kính vết thử mm	Tỷ số độ cứng HB	Thang đo		
		A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG			A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG
3,22	359	70,0	39,0	-	3,24	354	69	38,0	-
3,26	350	69,0	38,0	-	3,28	345	69,0	37,5	-
3,30	341	69,0	37,0	-	3,32	337	68,5	36,5	-
3,34	333	68,0	36,0	-	3,36	329	68,0	36,0	-
3,38	325	68,0	35,0	-	3,40	321	68,0	35,0	-
3,42	317	67,5	34,5	-	3,44	313	67,0	34,0	-
3,46	309	67,0	33,5	-	3,48	306	67,0	33,0	-
3,50	302	67,0	33,0	-	3,52	298	67,0	32,0	-
3,54	295	66,0	31,5	-	3,56	292	68,0	36,0	-
3,58	288	66,0	31,0	-	3,60	285	66,0	30,0	-
3,62	282	66,0	30,5	-	3,64	278	66,0	29,0	-
3,66	275	65,0	29,5	-	3,68	272	65,0	28,0	-
3,70	269	65,0	28,0	-	3,72	266	65,0	28,0	-
3,74	263	64,0	27,0	-	3,76	260	64,0	27,0	-
3,78	257	64,0	26,0	-	3,80	255	64,0	26,0	-
3,82	252	63,5	25,5	-	3,84	249	63,0	25,0	-
3,86	246	63,0	25,0	-	3,88	244	63,0	24,5	-
3,90	241	63,0	33,0	-	3,92	239	62,0	32,0	-
3,94	236	62,0	31,5	-	3,96	236	62,0	36,0	-
3,98	231	62,0	31,0	-	4,00	231	62,0	30,0	-
4,02	226	61,5	21,5	-	4,04	224	61,5	21,5	-
4,06	222	61,0	21,0	-	4,08	219	61,0	20,0	-
4,10	217	61,0	20,0	-	4,12	215	61,5	19,5	-
4,14	213	61,0	19,0	-	4,16	211	60,0	19,0	-
4,18	209	60,0	18,5	-	4,20	207	60,0	18,0	-

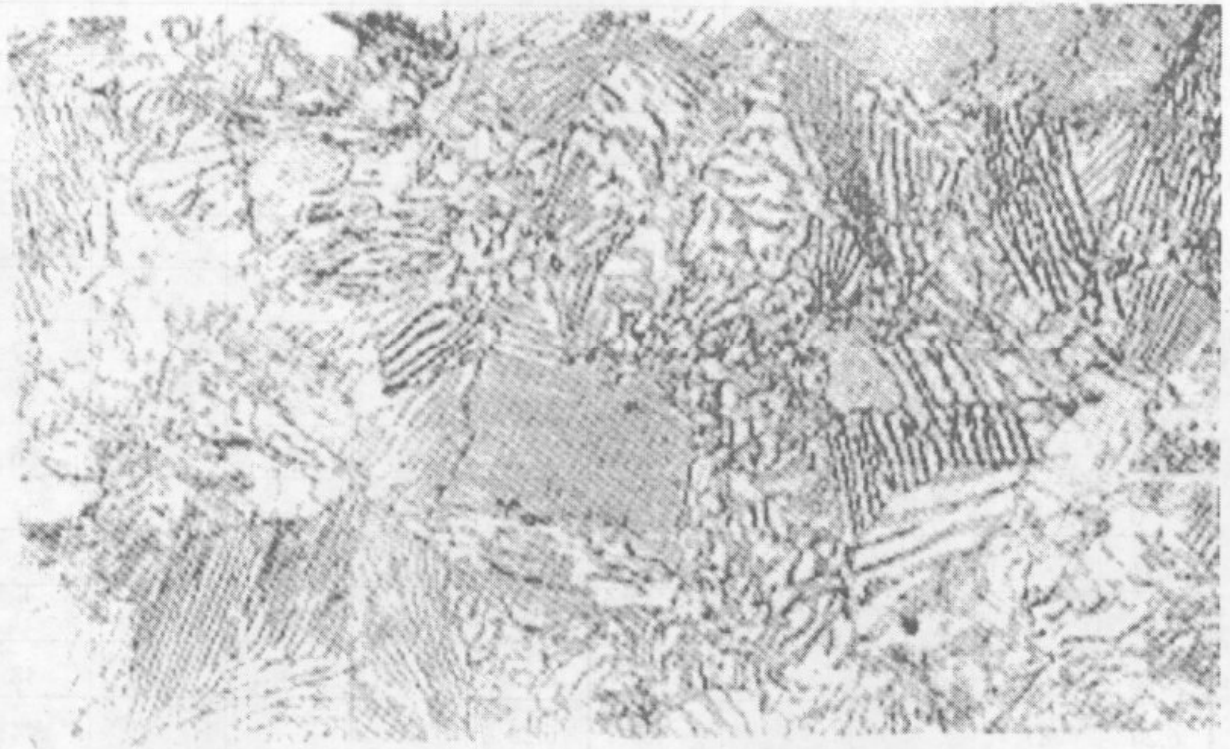
Độ cứng					Độ cứng				
Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép	Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép
Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo			Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo		
		A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG			A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG
4,22	204	60,0	-	94,0	4,24	202	59,0	-	93,0
4,26	200	59,0	-	93,0	4,28	198	58,5	-	93,0
4,30	197	58,0	-	93,0	4,32	195	58,0	-	92,0
4,34	193	58,0	-	92,0	4,36	191	58,0	-	91,0
4,38	189	57,0	-	91,0	4,40	187	57,0	-	91,0
4,42	185	56,5	-	90,5	4,44	184	56,0	-	90,5
4,46	182	56,0	-	89,0	4,48	180	56,0	-	89,0
4,50	179	50,0	-	88,0	4,52	177	56,0	-	88,0
4,54	174	55,0	-	87,0	4,56	173	55,0	-	87,0
4,58	172	55,0	-	87,0	4,60	170	55,0	-	86,0
4,62	169	55,0	-	86,0	4,64	167	55,0	-	85,0
4,66	166	54,0	-	85,0	4,68	164	53,5	-	85,0
4,70	163	53,0	-	84,0	4,72	161	53,0	-	84,0
4,74	159	53,0	-	83,0	4,76	158	53,0	-	83,0
4,78	157	52,0	-	83,0	4,80	156	52,0	-	82,0
4,82	154	52,0	-	81,0	4,84	153	-	-	81,0
4,86	152	52,0	-	81,0	4,88	150	51,0	-	80,0
4,90	149	51,0	-	80,0	4,92	148	51,0	-	79,0
4,94	146	50,0	-	78,0	4,96	145	50,0	-	78,0
4,98	144	50,0	-	78,0	5,00	143	50,0	-	77,0
5,02	141	-	-	77,0	5,04	140	-	-	77,0
5,06	139	-	-	76	5,08	138	-	-	76
5,10	137	-	-	35	5,12	135	-	-	74
5,14	134	-	-	74	5,16	133	-	-	73
5,18	132	-	-	73	5,20	131	-	-	72

Độ cứng					Độ cứng				
Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép	Brinen D = 10mm P = 3000KG		Rôcoen mũi thử bằng bi kim cương		Rôcoen mũi thử bằng bi thép
Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo			Đường kính vết thử, mm	Trị số độ cứng HB	Thang đo		
		A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG			A P=60KG	C P=150KG	B P=100KG
5,22	129	-	-	72	5,24	128	-	-	71
5,26	127	-	-	71	5,28	126	-	-	71
5,30	126	-	-	70	5,32	125	-	-	70
5,34	124	-	-	69	5,36	123	-	-	69
5,38	122	-	-	68	5,40	121	-	-	68
5,42	119	-	-	68	5,44	119	-	-	67
5,46	118	-	-	67	5,48	117	-	-	66
5,50	116	-	-	65	5,52	115	-	-	65
5,54	114	-	-	64	5,56	113	-	-	64
5,58	112	-	-	63	5,60	111	-	-	63
5,62	110	-	-	62	5,64	109	-	-	61
5,66	109	-	-	61	5,68	108	-	-	60
5,70	107	-	-	59	5,72	107	-	-	59
5,74	106	-	-	59	5,76	105	-	-	58
5,78	104	-	-	58	5,80	103	-	-	57
5,82	102	-	-	56	5,84	101	-	-	56
5,86	101	-	-	56	5,88	101	-	-	55
5,90	99	-	-	54	5,92	98	-	-	54
5,94	98	-	-	54	5,96	97	-	-	53
6,00	96	-	-	52	6,05	94	-	-	51
6,10	92	-	-	49	6,15	90	-	-	48
6,20	87	-	-	46	6,25	85	-	-	44
6,30	83	-	-	43	6,40	81	-	-	42
6,50	79	-	-	39	6,60	77	-	-	37





Hình phụ lục 1: Tổ chức tế vi hạt tinh thể pha  $\alpha$  (ferit)



Hình phụ lục 2: Tổ chức tế vi thép cùng tích dạng tấm ( $P_1[\alpha + X_{c1}]$ )



Hình phụ lục 3: Tổ chức tế vi thép cùng tích dạng hạt ( $P_h[\alpha + Xe_h]$ )



Hình phụ lục 4: Tổ chức tế vi thép trước cùng tích ( $P[Xe + \alpha] + \alpha$ )



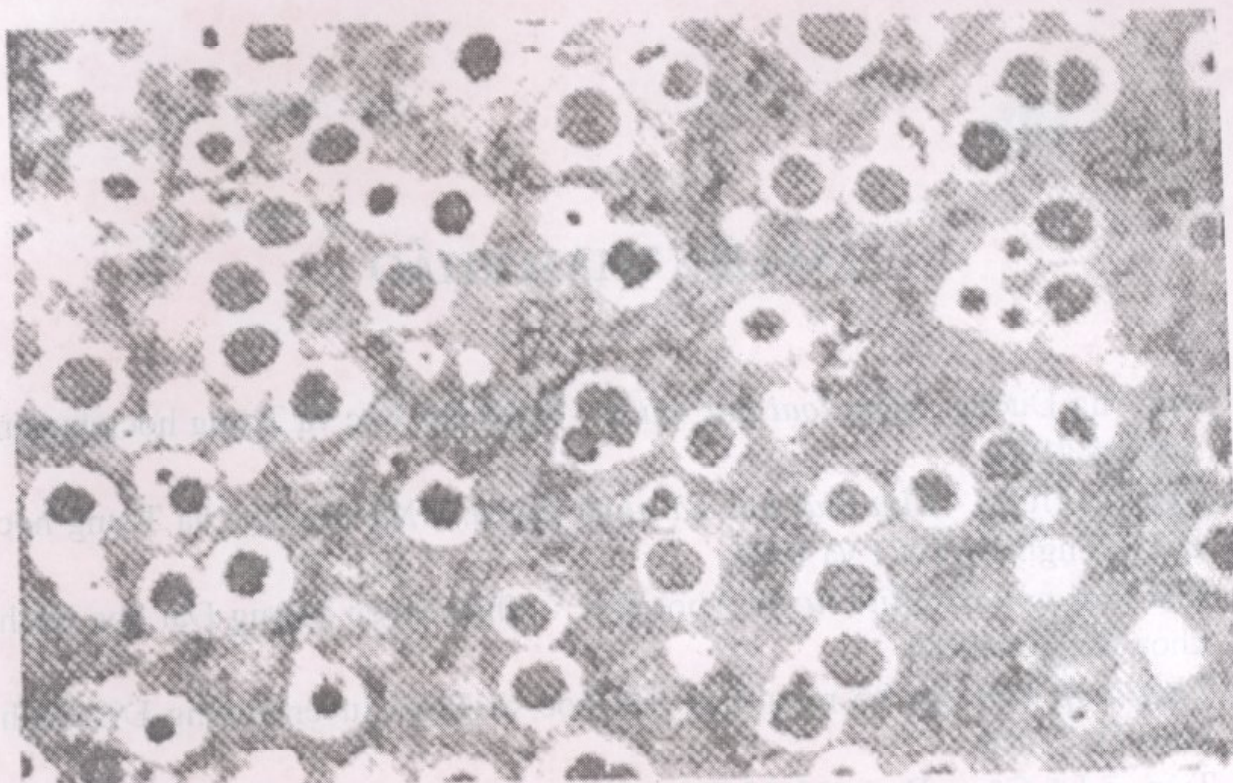


Hình phụ lục 5: Tổ chức tế vi thép sau cùng tích ( $P[Xe+\alpha] + Xe_{II}$ )

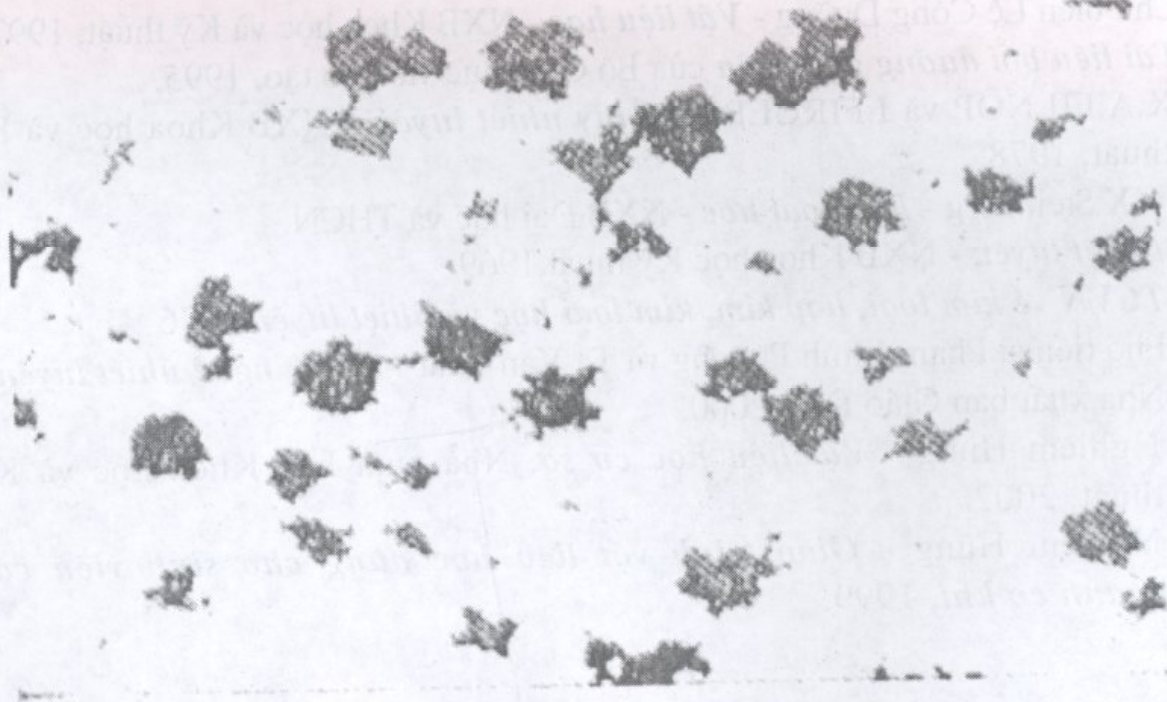


Hình phụ lục 6: Tổ chức tế vi gang xám (grafit dạng tấm và nền cơ bản)





Hình phụ lục 7: Tổ chức tế vi gang cầu (grafit dạng cầu và nền cơ bản)



Hình phụ lục 8: Tổ chức tế vi gang dẻo (grafit dạng cụm và nền cơ bản)

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Công Dưỡng - *Kim loại học vật lý* - NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, 1973.
2. Nghiêm Hùng - *Kim loại học và nhiệt luyện*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, 1971 và 1976.
3. *Kim loại học và nhiệt luyện* Khoa Đức - Nhiệt luyện trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1988
4. *Thép hợp kim* của bộ môn Kim loại học và Nhiệt luyện trường ĐH Bách khoa HN, 1970
5. Tiến sĩ Lê Công Dưỡng K13 bộ môn Kim loại học và Nhiệt luyện - *Bài giảng Kim loại học*.
6. *Hỏi đáp về nhiệt luyện* - NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1977.
7. Chủ biên Lê Công Dưỡng - *Vật liệu học* - NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1997.
8. *Tài liệu bồi dưỡng giáo viên* của Bộ Giáo dục và Đào tạo, 1995.
9. X.A.FILNÔP và I.FIRGER - *Sổ tay nhiệt luyện* - NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1978.
10. XX Steinberg - *Kim loại học* - NXB Đại học và THCN.
11. *Nhiệt luyện* - NXB Khoa học Kỹ thuật, 1969
12. *TCVN về kim loại, hợp kim, kim loại học và nhiệt luyện*, 1976
13. Phó tiến sĩ Phạm Minh Phương và Tạ Văn Thất - *Công nghệ nhiệt luyện* - Nhà xuất bản Giáo Dục, 2000.
14. Nghiêm Hùng - *Vật liệu học cơ sở*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
15. Nghiêm Hùng - *Giáo trình vật liệu học dùng cho sinh viên các ngành cơ khí*, 1999.

## MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i> .....	3
<i>Lời nói đầu</i> .....	5
<i>Chương mở đầu</i> .....	7
<b>Phần 1. VẬT LIỆU HỌC CƠ SỞ</b> .....	11
<b>Chương 1. TÍNH CHẤT VÀ CẤU TẠO BÊN TRONG CỦA VẬT LIỆU</b> .....	13
I. Tính chất của vật liệu.....	13
II. Cấu tạo vật liệu.....	24
III. Bài tập ứng dụng về mối quan hệ giữa cấu tạo và cơ tính của vật liệu.	34
<b>Chương 2. GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI Fe - Fe<sub>3</sub>C (Fe - C)</b> .....	37
I. Khái niệm về giản đồ trạng thái.....	37
II. Giản đồ trạng thái Fe - Fe <sub>3</sub> C (Fe - C*).....	39
<b>Chương 3. NHIỆT LUYỆN VÀ HÓA NHIỆT LUYỆN</b> .....	47
I. Nhiệt luyện.....	47
II. Hóa nhiệt luyện.....	65
III. Bài tập ứng dụng.....	69
<b>Phần 2. CÁC LOẠI VẬT LIỆU THƯỜNG DÙNG TRONG NGÀNH CƠ KHÍ</b> .....	73
<b>Chương 4. THÉP</b> .....	75
I. Khái niệm.....	75
II. Phân loại và ký hiệu.....	81
III. Các loại thép và công dụng trong ngành cơ khí.....	85
IV. Phân ứng dụng.....	98
<b>Chương 5. GANG</b> .....	107
I. Khái niệm.....	107
II. Các loại gang dùng trong ngành cơ khí.....	108
III. Bài tập ứng dụng.....	113



<b>Chương 6. HỢP KIM CỨNG VÀ HỢP KIM MÀU.....</b>	<b>114</b>
I. Hợp kim cứng.....	114
II. Nhôm và hợp kim nhôm.....	116
III. Đồng và hợp kim đồng.....	119
IV. Chì, thiếc và hợp kim của chúng.....	121
V. Hợp kim làm ổ trượt.....	122
<b>Chương 7. CÁC VẬT LIỆU KHÁC VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN VẬT LIỆU           NGÀY NAY.....</b>	<b>126</b>
I. Vật liệu phi kim loại thường dùng.....	126
II. Xu thế phát triển vật liệu hiện nay.....	130
<i>Ôn tập chương trình.....</i>	<i>136</i>
<i>Phụ lục.....</i>	<i>140</i>
<i>Tài liệu tham khảo.....</i>	<i>158</i>

**BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005  
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC CÔNG NGHIỆP**

1. AN TOÀN LAO ĐỘNG CHUNG
2. TIN HỌC ĐẠI CƯƠNG
3. AUTOCAD
4. VẼ KỸ THUẬT
5. VẬT LIỆU CƠ KHÍ
6. ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT
7. CƠ KỸ THUẬT
8. NGUYÊN LÝ CẮT VÀ DỤNG CỤ CẮT

¥509 305

10151947



8 935075 1902718

**Giá: 21.000 đ**