

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ ĐIỆN XÂY DỰNG VIỆT XÔ  
KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC**

**GIÁO TRÌNH**  
**Môn học: Vật liệu**  
**NGHỀ: CÔNG NGHỆ Ô TÔ**  
**TRÌNH ĐỘ: Trung Cấp**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 979/QĐ-CDVX-DT ngày 12 tháng 12 năm 2019  
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng cơ điện xây dựng Việt Xô*



**TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN:**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo nghề và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

## LỜI GIỚI THIỆU

Để phục vụ cho học viên học nghề và thợ sửa chữa ô tô những kiến thức cơ bản cả về lý thuyết và thực hành bảo dưỡng, sửa chữa các hệ thống trên ô tô. Hoặc học nghề cơ khí. Tôi có biên soạn giáo trình: Vật liệu học với mong muốn giáo trình này sẽ giúp cho học sinh, sinh viên nắm vững hơn kiến thức về ô tô. Cơ ứng dụng được biên soạn, nội dung giáo trình bao gồm ba chương:

Chương 1. Nhôm và hợp kim nhôm

Chương 2. Gang và thép

Chương 3. Vật liệu phi kim loại

Kiến thức trong giáo trình được biên soạn theo chương trình dạy nghề đã được Tổng cục Dạy nghề phê duyệt, sắp xếp logic và cô đọng. Sau mỗi bài học đều có các bài tập đi kèm để sinh viên có thể nâng cao tính thực hành của môn học. Do đó, người đọc có thể hiểu một cách dễ dàng các nội dung trong chương trình.

Mỗi Chương được biên soạn với nội dung gồm: một số các nội dung cơ bản về vật liệu dùng để chế tạo ô tô, và một số nhiên liệu đốt cháy, nhiên liệu bôi trơn được sử dụng trên ô tô.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

*Ninh Bình, ngày.....tháng.... năm 2019*

## MỤC LỤC

| ĐỀ MỤC                                      | TRANG     |
|---------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 1 Nhôm và hợp kim nhôm</b>        | <b>7</b>  |
| 1.1 Giản đồ nhôm                            | 7         |
| 1.2 Đặc điểm của nhôm và hợp kim nhôm       | 10        |
| 1.3 Phân loại hợp kim nhôm                  | 13        |
| 1.4 Quan sát tổ chức tế vi của hợp kim nhôm | 15        |
| <b>Chương 2 Gang và thép</b>                | <b>20</b> |
| 2.1 Giản đồ sắt - các bon                   | 20        |
| 2.2 Đặc điểm của sắt và thép                | 27        |
| 2.3 Gang                                    | 30        |
| 2.4 Thép kết cấu                            | 40        |
| 2.5 Thép hợp kim                            | 44        |
| 2.6 Quan sát tổ chức tế vi của gang và thép | 60        |
| <b>Chương 3 Vật liệu phi kim loại</b>       | <b>66</b> |
| 3.1 Chất dẻo                                | 66        |
| 3.2 Cao su - amiăng                         | 66        |
| 3.3 Vật liệu bôi trơn và làm mát            | 67        |
| 3.4 Nhiên liệu                              | 75        |

## CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

**Tên môn học:** Vật liệu học

**Mã môn học:** MH 08

**Thời gian của môn học:** 15 giờ (Lý thuyết: 14 giờ; ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 0 giờ Kiểm tra: 01 giờ)

### I. Vị trí tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học có thể được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 07, MH09, MH10, MH11...
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở

### II. Mục tiêu môn học:

Học xong môn học này học viên có khả năng:

- + Trình bày được đặc điểm, tính chất, ký hiệu và phạm vi ứng dụng của một số vật liệu thường dùng: gang, thép các bon, thép hợp kim, hợp kim cứng, kim loại màu, vật liệu bôi trơn và làm mát, nhiên liệu dùng cho động cơ ô tô.
- + Nhận biết được vật liệu bằng các giác quan, màu sắc, tỷ trọng, độ nhám mịn, nghe âm thanh khi gõ, đập búa, mài xem tia lửa.

### III. Điều kiện tiên quyết: không

### IV. Nội dung tổng quát và kế hoạch lên lớp:

| STT       | Tên chương mục                             | Thời gian |           |           |          |
|-----------|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|           |                                            | Tổng số   | Lý thuyết | Thực hành | Kiểm tra |
| <b>I</b>  | Kim loại và hợp kim.                       | 03        | 03        |           |          |
|           | - Khái niệm về vật liệu cơ khí.            | 1         | 1         |           |          |
|           | - Cấu tạo của kim loại và hợp kim.         | 1         | 1         |           |          |
|           | - Tính chất chung của kim loại và hợp kim. | 1         | 1         |           |          |
| <b>II</b> | Gang và thép.                              | 6         | 5         |           | 01       |
|           | - Gang và các loại gang thường dùng.       | 1         | 1         |           |          |
|           | - Thép và các loại thép thường dùng.       | 1         | 1         |           |          |
|           | - Thép hợp kim.                            | 1         | 1         |           |          |
|           | - Kim loại màu và hợp kim màu.             | 1         | 1         |           |          |
|           | - Giảm độ trạng thái $f_e - C$ .           | 1         | 1         |           |          |

|            |                                 |    |    |  |   |
|------------|---------------------------------|----|----|--|---|
| <b>III</b> | Vật liệu phi kim loại.          | 6  | 5  |  | 1 |
|            | - Chất dẻo.                     | 1  | 1  |  |   |
|            | - Cao su - amiăng - composit.   | 1  | 1  |  |   |
|            | - Vật liệu bôi trơn và làm mát. | 1  | 1  |  |   |
|            | - Nhiên liệu ô tô.              | 2  | 2  |  |   |
|            | Cộng                            | 15 | 13 |  | 2 |

TaiLieu.vn

## CHƯƠNG 1. NHÔM VÀ HỢP KIM CỦA NHÔM

### Mã số của chương 1: MH 08 - 01

#### Mục tiêu:

- Vẽ và giải thích được giản đồ nhôm - silic
- Trình bày được đặc điểm, phân loại và ký hiệu các loại hợp kim nhôm
- Nhận dạng hợp kim nhôm
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về vật liệu học.

#### Nội dung:

### 1.1 GIẢN ĐỒ NHÔM

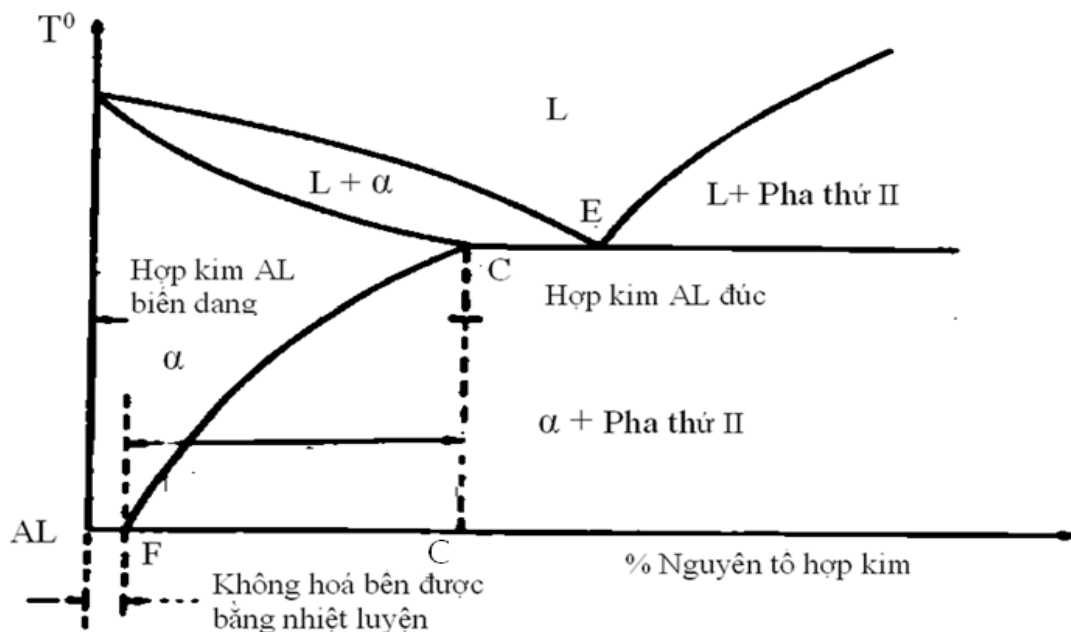
#### Mục tiêu:

- Vẽ và giải thích được giản đồ nhôm - silic

#### 1.1.1 Giản đồ nhôm – nguyên tố hợp kim

Để có độ bền cao người ta phải hợp kim hóa nhôm và tiến hành nhiệt luyện, vì thế hợp kim nhôm có vị trí khá quan trọng trong chế tạo cơ khí và xây dựng.

Khi đưa nguyên tố hợp kim vào nhôm (ở trạng thái lỏng) thường tạo nên giản đồ pha Al - nguyên tố hợp kim như biểu thị ở hình 1.1, trong đó thoát tiên (khi lượng ít) nguyên tố hợp kim sẽ hòa tan vào Al tạo nên dung dịch rắn thay thế  $\alpha$  nền Al, khi vượt quá giới hạn hòa tan (đường CF) sẽ tạo thêm pha thứ hai (thường là hợp chất hóa học của hai nguyên tố), sau đó khi vượt quá giới hạn hòa tan cao nhất (điểm C hay C') tạo ra cùng tinh của dung dịch rắn và pha thứ hai kể trên. Do vậy dựa vào giản đồ pha như vậy bất cứ hệ hợp kim nhôm nào cũng có thể được phân thành hai nhóm lớn là biến dạng và đúc.



Hình 1.1 Góc nhôm của giản đồ pha Al - nguyên tố hợp kim.

- Hợp kim nhôm biến dạng là hợp kim với hàm lượng thấp nguyên tố hợp kim (bên trái điểm C, C') tùy thuộc nhiệt độ có tổ chức hoàn toàn là dung dịch rắn nền nhôm nên có tính dẻo tốt, dễ dàng biến dạng nguội hay nóng. Trong loại này còn chia ra hai phân nhóm là không và có hóa bền được bằng nhiệt luyện.

+ Phân nhóm không hóa bền được bằng nhiệt luyện là loại chứa ít hợp kim hơn (bên trái F), ở mọi nhiệt độ chỉ có tổ chức là dung dịch rắn, không có chuyển biến pha nên không thể hóa bền được bằng nhiệt luyện, chỉ có thể hóa bền bằng biến dạng nguội mà thôi.

+ Phân nhóm hóa bền được bằng nhiệt luyện là loại chứa nhiều hợp kim hơn (từ điểm F đến C hay C'), ở nhiệt độ thường có tổ chức hai pha (dung dịch rắn + pha thứ hai), nhưng ở nhiệt độ cao pha thứ hai hòa tan hết vào dung dịch rắn, tức có chuyển pha, nên ngoài biến dạng nguội có thể hóa bền thêm bằng nhiệt luyện. Như vậy chỉ hệ hợp kim với độ hòa tan trong nhôm biến đổi mạnh theo nhiệt độ mới có thể có đặc tính này.

- Hợp kim nhôm đúc là hợp kim với nhiều hợp kim hơn (bên phải điểm C, C'), có nhiệt độ chảy thấp hơn, trong tổ chức có cùng tinh nên tính đúc cao. Do có nhiều pha thứ hai (thường là hợp chất hóa học) hợp kim giòn hơn, không thể biến dạng dẻo được. Khả năng hóa bền bằng nhiệt luyện của nhóm này nếu có cũng không cao vì không có biến đổi mạnh của tổ chức khi nung nóng.

Ngoài các hợp kim sản xuất theo các phương pháp truyền thống như trên còn có các hợp kim nhôm được chế tạo theo các phương pháp không truyền thống, đó là các hợp kim bột (hay siêu kết) và hợp kim nguội nhanh.

### **1.1.2 Giảm độ hợp kim nhôm - mangan**

Theo giản đồ pha Al - Mn, giới hạn hòa tan cao nhất của Mn trong Al (dung dịch rắn  $\alpha$ ) là 1,8% ở 659°C và giảm nhanh theo nhiệt độ, khi vượt quá giới hạn hòa tan hai nguyên tố trên kết hợp với nhau thành Al<sub>6</sub>Mn. Với thành phần  $\alpha$  như vậy và khi dùng với (1,0 ÷ 1,6)%Mn đáng lẽ nó phải thuộc hệ hóa bền được bằng nhiệt luyện, song trong thực tế do các tạp chất thường có Fe, Si độ hòa tan của Mn trong  $\alpha$  giảm rất nhanh (ví dụ với 0,1%Fe và 0,65%Si ở 500°C nhôm chỉ hòa tan được 0,05%Mn), hầu như không có biến đổi giới hạn hòa tan mangan theo nhiệt độ, nên hệ này chỉ có thể hóa bền được bằng biến dạng nguội.

Về cơ tính, hợp kim biến dạng hệ Al - Mn rất nhạy cảm với biến dạng nguội (giới hạn chảy tăng 2 ÷ 4 lần) và có nhiệt độ kết tinh lại tăng lên, còn là do hình thành pha  $\alpha$  ở dạng nhỏ mịn, phân tán. Hợp kim Al - Mn dễ biến dạng dẻo, được cung cấp dưới dạng các bán thành phẩm khác nhau (lá mỏng, thanh, dây, hình, ống,...) chống ăn mòn tốt trong khí quyển và dễ hàn, được dùng để thay thế các mác AA 1xxx khi yêu cầu cơ tính cao hơn.



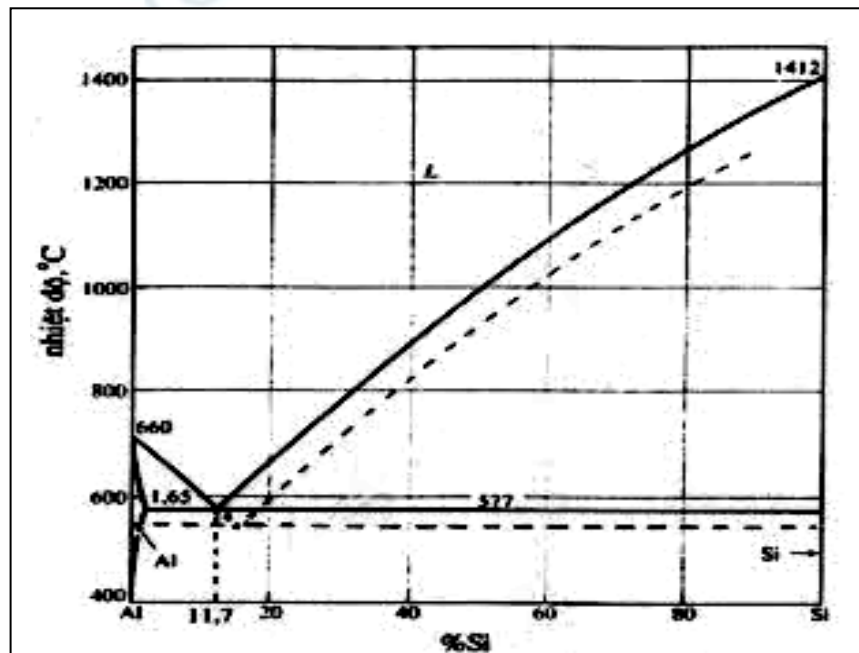
### 1.1.3 Giản đồ hợp kim nhôm – magiê

Như đã thấy từ giản đồ pha Al - Mg, giới hạn hòa tan của Mg trong Al thay đổi mạnh theo nhiệt độ: 15% ở 451°C, không đáng kể ở nhiệt độ thường, khi vượt quá giới hạn hòa tan hai nguyên tố này kết hợp với nhau thành  $Mg_2Al_3$  (pha  $\beta$  trên giản đồ) song lại phân bố ở biên hạt với dạng liên tục, tác hại mạnh đến tính chống ăn mòn (gây ăn mòn tinh giới và ăn mòn dưới ứng suất). Vì vậy sau khi biến dạng nguội hợp kim được ủ ổn định hóa ở trên dưới 300°C để tránh sự kết tụ của hợp chất trên tại biên giới.

Để tránh tạo nên lưới  $Mg_2Al_3$  người ta thường chỉ dùng < 4%Mg, trong một số trường hợp đặc biệt có thể lên tới (6 ÷ 7)% tuy đạt độ bền cao hơn nhưng dễ bị ăn mòn hơn, với các mác điển hình AA 5050, AA 5052, AA 5454.

### 1.1.4 Giản đồ hợp kim nhôm - silic

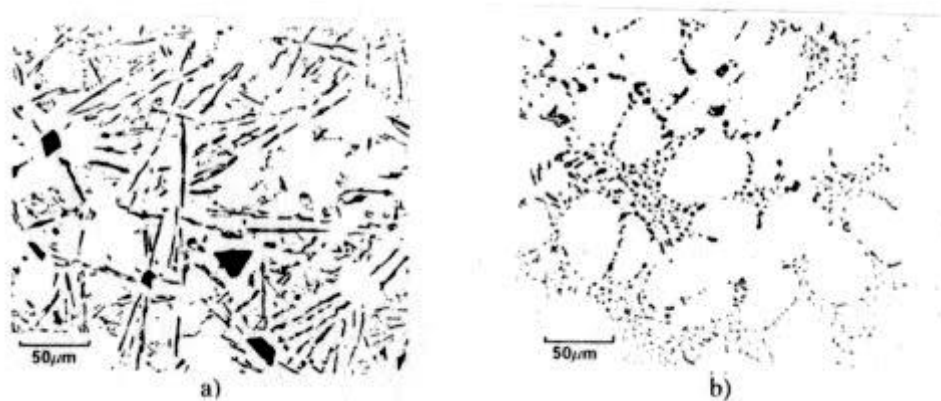
Hợp kim nhôm - silic đúc đơn giản chỉ gồm hai cấu tử với 10 - 13%Si (AA 423.0 hay AA2). Theo giản đồ pha Al - Si (hình 1.2) với thành phần như vậy hợp kim có nhiệt độ chảy thấp nhất, tổ chức hầu như là cùng tinh với tính



**Hình 1.2 Góc Al của giản đồ Al – Si**  
(đường chấm chấm ứng với khi biến tính)

đúc tốt nhất. Tuy vậy khi đúc thông thường dễ bị tổ chức cùng tinh thô và tinh thể silic thứ nhất (trước cùng tinh) như biểu thị ở hình 1.3a, trong đó Si thứ nhất thô to và Si cùng tinh ở dạng kim như là vết nứt bên trong trong lòng dung dịch rắn  $\alpha$  (thực chất là nhôm nguyên chất với cơ tính rất thấp,  $\sigma_b = 130\text{MPa}$ ,  $\delta = 3\%$ ). Nếu qua biến tính bằng muối Na ( $2/3\text{NaF} + 1/3\text{NaCl}$ ) với

tỷ lệ  $(0,05 \div 0,08)\%$ , điêm cùng tinh sẽ hạ thấp xuống khoảng  $(10 \div 20)^\circ\text{C}$  và dịch sang phải, như vậy hợp kim luôn luôn là trước cùng tinh với tổ chức  $\alpha$  và cùng tinh ( $\alpha + \text{Si}$ ), trong đó nhờ kết tinh với độ quá nguội lớn hơn nên Si trong cùng tinh rất nhỏ mịn (hạt tròn, nhỏ) như biểu thị ở hình 1.3b, làm cải thiện mạnh cơ tính,  $\sigma_b = 180\text{MPa}$ ,  $\delta = 8\%$ . Tuy nhiên ngay với cơ tính như vậy cũng không đáp ứng được yêu cầu thực tế nên thường ít sử dụng. Trong thực tế thường sử dụng các silumin phức tạp tức ngoài Si ra còn có thêm Mg hoặc Cu.



**Hình 1.3 Tổ chức tế vi của hợp kim Al -  $(10 \div 13)\%\text{Si}$ :**  
a. không biến tính, b. có qua biến tính

#### Các hợp kim Al - Si - Mg(Cu)

Là các hợp kim với khoảng Si rộng hơn  $(5 \div 20)\%$  và có thêm Mg  $(0,3 \div 0,5)\%$  để tạo ra pha hóa bền  $\text{Mg}_2\text{Si}$  nên hệ Al-Si-Mg (ví dụ mác AA 356.0) phải qua nhiệt luyện hóa bền. Cho thêm Cu  $(3 \div 5)\%$  vào hệ Al-Si-Mg kể trên cải thiện thêm cơ tính và có tính đúc tốt (do có thành phần gần với cùng tinh Al-Si-Cu) nên được dùng nhiều trong đúc piston (AA 390.0, AJI26), nắp máy (AJI4) của động cơ đốt trong.

Hợp kim nhôm còn được dùng làm ổ trượt. Trong những năm gần đây đã bắt đầu đưa vào sử dụng hợp kim nguội nhanh và hợp kim bột thiêu kết.

## 1.2 ĐẶC ĐIỂM CỦA NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

### Mục tiêu:

- Trình bày được đặc điểm các loại hợp kim nhôm.

#### 1.2.1 Nhôm

Là kim loại màu có ánh kim (ánh bạc), khối lượng riêng là  $2,7\text{g/cm}^3$  nhẹ hơn sắt 3 lần vì vậy thường được sử dụng trong công nghệ hàng không hoặc vận tải điện năng đi xa,...

##### 1.2.1.1 Đặc tính chủ yếu

- Dẫn điện tốt, độ dẫn điện của nhôm bằng 62% của đồng tuy nhiên khối lượng riêng của đồng gấp 3,3 lần của nhôm vì thế để có đặc tính dẫn

điện như nhau thì khối lượng dây dẫn bằng nhôm chỉ bằng 1 nửa của dây dẫn đồng.

- Có tính dẫn nhiệt tốt, thường dùng chế tạo mặt máy động cơ xăng nó tăng khả năng dẫn nhiệt, tăng được tỷ số nén và giảm hiện tượng kích nổ.

- Có tính chống ăn mòn tốt nhờ lớp oxit nhôm  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mỏng (khoảng vài  $\text{\AA}$  bao trên bề mặt trơ với không khí. Ngày nay bằng kỹ thuật anot hóa có thể tạo được lớp oxit nhôm dày hơn có khả năng bảo vệ cao hơn, dùng chế tạo tấm ốp, khung cửa..

- Độ dẫn nở dài lớn (3%), khi đúc nhôm độ co ngót của sản phẩm lớn, khi sử dụng nhôm hợp kim chế tạo pistong của động cơ cần có rãnh chống bó kẹt.

- Độ bền của nhôm thấp, độ dẻo cao, khi vận bu lông mặt máy cần xiết với mô men xiết thấp hơn.

- Tính dẻo rất cao, do kiểu mạng A1 rất dễ biến dạng dẻo nhất là khi kéo sợi, dây và cán mỏng thành tấm, lá, băng, màng (foil), ép chảy thành các thanh dài với các biên dạng (profile) phức tạp rất khác nhau.

Ngoài các ưu việt kể trên nó cũng có những đặc tính khác cần phải để ý.

- Nhiệt độ chảy tương đối thấp ( $660^\circ\text{C}$ ) một mặt làm dễ dàng cho nấu chảy khi đúc, nhưng cũng làm nhôm và hợp kim không sử dụng được ở nhiệt độ cao hơn ( $300 - 400^\circ\text{C}$ ).

- Độ bền, độ cứng thấp, ở trạng thái ủ  $\sigma_b = 60\text{MPa}$ ,  $\sigma_{0,2} = 20\text{MPa}$ , HB 25. Tuy nhiên do có kiểu mạng A1 nó có hiệu ứng hóa bền biến dạng lớn, nên đối với nhôm và hợp kim nhôm, biến dạng nguội với lượng ép khác nhau là biện pháp hóa bền thường dùng.

Để ký hiệu mức độ biến cứng đơn thuần (tăng bền nhờ biến dạng nguội) ở Hoa Kỳ, Nhật và các nước Tây Âu thường dùng các ký hiệu H1x, trong đó x là số chỉ mức tăng thêm độ bền nhờ biến dạng dẻo (x/8): 8 - mức tăng toàn phần (8/8 hay 100%), ứng với mức độ biến dạng rất lớn ( $\epsilon = 75\%$ ). 1 - mức tăng ít nhất (1/8 hay 12,5% so với mức toàn phần, ứng với mức độ biến dạng nhỏ. 2, 4, 6 - mức tăng trung gian (2/8, 4/8, 6/8 hay 25%, 50%, 75% so với mức toàn phần), ứng với mức độ biến dạng tương đối nhỏ, trung bình, lớn. 9 - mức tăng tối đa (bền, cứng nhất) ứng với mức độ biến dạng  $\epsilon > 75\%$ .

Như thế cơ tính của nhôm và hợp kim ở dạng bán thành phẩm phụ thuộc rất nhiều vào trạng thái biến dạng này.

Trong sản xuất cơ khí thường dùng các hợp kim nhôm qua nhiệt luyện và biến dạng dẻo có độ bền không thua kém gì thép cacbon. Do vậy trong công nghiệp, nhôm nguyên chất được sử dụng chủ yếu để truyền tải điện nhất là ở các đường trục chính, để tăng độ bền trong dây dẫn người ta thường ghép thêm dây

thép để chịu lực (được gọi là cấp nhôm). Nhôm nguyên chất cũng được sử dụng nhiều làm đồ gia dụng.

### 1.2.1.2 Nhược điểm của nhôm

- Độ bền cơ học không cao  $\delta_b = 60\text{MPa} = 6\text{KG/mm}^2$
- Nhiệt độ nóng chảy  $660^\circ\text{C}$ , của oxit nhôm là  $2083^\circ\text{C}$ , nhôm nóng ít thay đổi màu, khi tăng nhiệt độ nhôm dễ bị oxihoá mặt ngoài, dễ bị hydro xâm nhập khi nóng chảy.
- Nhôm là vật liệu khó hàn.

## 1.2.2 Hợp kim nhôm

### 1.2.2.1 Silumi (nhôm đúc)

- Là hợp kim nhôm với silic (Al-Si) với một số nguyên tố khác.
- Khối lượng riêng bằng 1/3 thép, có độ bền gần bằng thép; Dễ đúc.
- Ở nhiệt độ thường và nhiệt độ tương đối cao Silumi có cơ tính cao; độ bền hóa học tốt khi nhiệt luyện, độ dẫn nhiệt nhỏ, chống mài mòn tốt vì thế hợp kim  $\text{AlSi}_{12}\text{Mg}_1\text{Mn}_{0,6}\text{Ni}$  dùng đúc piston của động cơ, mặt máy, thân máy động cơ xăng.
- Một số hợp kim nhôm đúc:

| <b>Ký hiệu</b>       |           | <b>Thành phần<br/>%</b>        |
|----------------------|-----------|--------------------------------|
| <b>TCVN</b>          | <b>AA</b> |                                |
| AlCu4,5Đ             | 295,0     | 4,5Cu-1Si                      |
| AlSi5,5Cu4,5Đ        | 308,0     | 5,5Si-4,5Cu                    |
| AlSi7Mg0,3Đ          | 356,0     | 7Si-0,3Mg                      |
| AlSi12Mg1,3Cu4Mn0,6Đ |           | 12Si-1,3Mg-2Cu-0,6mn-1Ni-0,2Ti |

AA : Aluminum Association (hiệp hội nhôm)

### 1.2.2.2 Đuara (nhôm biến dạng)

- Là hợp kim nhôm, đồng và một số nguyên tố khác
- Đuara bền, nhẹ chịu gia công áp lực và chống ăn mòn tốt, ứng dụng rộng rãi trong ngành hàng không, trên ô tô máy kéo.
- Thường dùng phủ lên bề mặt kim loại khác để chống ăn mòn.
- Một số Đuara thông dụng:

| <b>Ký hiệu</b> |           | <b>Thành phần<br/>%</b> |
|----------------|-----------|-------------------------|
| <b>TCVN</b>    | <b>AA</b> |                         |

|                   |      |                   |
|-------------------|------|-------------------|
| Al99,00           | 1100 | 99,0Al            |
| Al99,60           | 1060 | 99,6Al            |
| AlCu4,4Mg0,5Mn0,8 | 2014 | 4,4Cu-0,5Mg-0,8Mn |
| AlCu4,4Mg1,5Mn0,6 | 2024 | 4,4Cu-1,5Mg-0,6Mn |

### 1.2.2.3 Hợp kim Nhôm ACM (Al St Mg)

Stibi = Angtimoan = C =  $3,5 \div 4,5$  %; Mg =  $0,3 \div 0,7$  %; Al

ACM có hệ số dẫn nở nhiệt lớn hơn của Brông vì thế khe hở giữa bạc - cổ trục là lớn hơn để tránh bó kẹt khi động cơ làm việc, rẻ tiền hơn và dùng phổ biến hơn, dễ bị ăn mòn hóa học hơn.

ACM dùng chế tạo ổ trục của các động cơ xăng cũng như động cơ Diesel

Ví dụ: khi sử dụng trên động cơ D50.

Bạc BCuPb30 có khe hở giữa trục - bạc là  $0,08 \div 0,12$ .

Bạc ACM có khe hở giữa trục - bạc là  $0,10 \div 0,15$ .

## 1.3 PHÂN LOẠI HỢP KIM NHÔM

### Mục tiêu:

- Trình bày được cách phân loại và ký hiệu các loại hợp kim nhôm.

### 1.3.1 Phân loại

- Silumi (nhôm đúc):

Độ bền hóa học tốt khi nhiệt luyện, độ dẫn nở nhỏ, chống mài mòn tốt trong điều kiện nhiệt độ bình thường và nhiệt độ tương đối cao.

- Đuara (nhôm biến dạng):

Loại này bền, nhẹ chịu gia công áp lực và chống ăn mòn tốt, ứng dụng rộng rãi.

- Hợp kim Nhôm ACM (Al St Mg):

re tiền hơn và dùng phổ biến hơn, dễ bị ăn mòn hóa học hơn.

- Hợp kim nhôm - mangan:

Với thành phần  $\alpha$  như vậy và khi dùng với  $(1,0 \div 1,6)\%$ Mn đáng lẽ nó phải thuộc hệ hóa bền được bằng nhiệt luyện, song trong thực tế do các tạp chất thường có Fe, Si độ hòa tan của Mn trong  $\alpha$  giảm rất nhanh.

Ví dụ với 0,1%Fe và 0,65%Si ở  $500^{\circ}\text{C}$  nhôm chỉ hòa tan được 0,05%Mn, hầu như không có biến đổi giới hạn hòa tan mangan theo nhiệt độ, nên hệ này chỉ có thể hóa bền được bằng biến dạng nguội.

- Hợp kim nhôm - magiê:

Để tránh tạo nên lưới  $\text{Mg}_2\text{Al}_3$  người ta thường chỉ dùng  $< 4\%$ Mg, trong một số trường hợp đặc biệt có thể lên tới  $(6 \div 7)\%$  tuy đạt độ bền cao hơn nhưng dễ bị ăn mòn hơn, với các mác điển hình AA 5050, AA 5052, AA 5454.

- Hợp kim nhôm - silic:

Loại này đúc đơn giản chỉ gồm hai cấu tử với  $(10 \div 13)\%Si$  (AA 423.0 hay AA2). Theo giản đồ pha Al - Si với thành phần như vậy hợp kim có nhiệt độ chảy thấp nhất, tổ chức hầu như là cùng tinh

### 1.3.2 Ký hiệu

- Silumi (nhôm đúc) ký hiệu Al-Si.

- Đuara (nhôm biến dạng) ký hiệu Al 99,00; Al 99,60;

AlCu<sub>4,4</sub>Mg<sub>0,5</sub>Mn<sub>0,8</sub>; AlCu<sub>4,4</sub>Mg<sub>1,5</sub>Mn<sub>0,6</sub>,....

- Hợp kim Nhôm ACM (Al St Mg).

- Hợp kim nhôm - mangan:

- Hợp kim nhôm - magiê:

- Hợp kim nhôm - silic:

Để ký hiệu các hợp kim nhôm người ta thường dùng hệ thống đánh số theo AA (Aluminum Association) của Hoa kỳ bằng xxxx cho loại biến dạng và xxx.x cho loại đúc, trong đó:

+ Số đầu tiên có các ý nghĩa sau.

| Loại biến dạng                          | Loại đúc                            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1xxx - nhôm sạch ( $\geq 99,0\%$ ),     | 1xx.x - nhôm thỏi sạch thương phẩm, |
| 2xxx - Al - Cu, Al - Cu - Mg,           | 2xx.x - Al - Cu,                    |
| 3xxx - Al - Mn,                         | 3xx.x - Al - Si - Mg, Al - Si - Cu, |
| 4xxx - Al - Si,                         | 4xx.x - Al - Si,                    |
| 5xxx - Al - Mg,                         | 5xx.x - Al - Mg,                    |
| 6xxx - Al - Mg - Si,                    | 6xx.x - không có,                   |
| 7xxx - Al - Zn - Mg, Al - Zn - Mg - Cu, | 7xx.x - Al - Zn,                    |
| 8xxx - Al - các nguyên tố khác          | 8xx.x - Al - Sn.                    |

- Ba số tiếp theo được tra theo bảng trong các tiêu chuẩn cụ thể.

Để ký hiệu trạng thái gia công và hóa bền, các nước phương Tây thường dùng các ký hiệu sau.

F: trạng thái phôi thô,

O: ủ và kết tinh lại,

H: hóa bền bằng biến dạng nguội, trong đó

H1x (x từ 1 đến 9): thuần túy biến dạng nguội với mức độ khác nhau,

H2x (x từ 2 đến 9): biến dạng nguội rồi ủ hồi phục,

H3x (x từ 2 đến 9): biến dạng nguội rồi ổn định hóa,

T: hóa bền bằng tôi + hóa già, trong đó

T1: biến dạng nóng, tôi, hóa già tự nhiên,

T3: tôi, biến dạng nguội, hóa già tự nhiên,



T4: tôi, hóa già tự nhiên (giống đoạn đầu và cuối của T3),

T5: biến dạng nóng, tôi, hóa già nhân tạo (hai đoạn đầu giống T1),

T6: tôi, hóa già nhân tạo (đoạn đầu giống T4),

T7: tôi, quá hóa già,

T8: tôi, biến dạng nguội, hóa già nhân tạo (hai đoạn đầu giống T3),

T9: tôi, hóa già nhân tạo, biến dạng nguội (hai đoạn đầu giống T6).

(ngoài ra còn Txx, Txxx, Txxxx).

TCVN 1659-75 có quy định cách ký hiệu hợp kim nhôm được bắt đầu bằng Al và tiếp theo lần lượt từng ký hiệu hóa học của nguyên tố hợp kim cùng chỉ số % của nó, nếu là hợp kim đúc sau cùng có chữ Đ. Ví dụ AlCu<sub>4</sub>Mg là hợp kim nhôm chứa ~4%Cu, ~1%Mg. Với nhôm sạch bằng Al và số chỉ phần trăm của nó, ví dụ Al99, Al99,5.

- Nhôm sạch hay chính xác hơn là nhôm thương phẩm có ít nhất 99,0%Al với hai mác điển hình AA1060 và AA1100. ở trạng thái ủ có độ bền thấp, mềm nhưng rất dẻo, dễ biến dạng nguội, nhờ đó giới hạn chảy tăng lên rất mạnh (2 đến 4 lần) và cứng lên nhiều. Nhờ có tính chống ăn mòn nhất định (do độ sạch cao), chúng được dùng trong công nghiệp hóa học, thực phẩm, đông lạnh, làm thùng chứa (1060), tấm ốp trong xây dựng. Để làm dây (trần, bọc) hay cáp điện dung AA1350.

Tạp chất có hại của nhôm nguyên chất là Fe và Si (khi có mặt cùng với Fe) do tạo nên các pha giòn FeAl<sub>3</sub>, các pha  $\alpha$ ,  $\beta$  là hợp chất giữa Fe, Si (với công thức khác nhau).

#### **1.4 QUAN SÁT TỔ CHỨC TẾ VI CỦA HỢP KIM NHÔM**

##### **Mục tiêu:**

- Trình bày được cách nhận dạng hợp kim nhôm qua quan sát tổ chức tế vi.

##### **1.4.1 Lý thuyết**

\* Phương pháp hiển vi quang học: Là phương pháp dùng kính hiển vi quang học để xem hình ảnh, tổ chức bề mặt của mẫu vật liệu trong một vùng diện tích nhỏ với độ phóng đại từ 50, 100, 200, 500, 1000, và 1500 lần.

\* Nhờ kính hiển vi quang học ta có thể quan sát được cấu trúc của vật liệu nói chung, tổ chức kim loại và hợp kim nói riêng.

\* Phương pháp dùng kính quang học (kính hiển vi kim tương) để đánh giá phân tích tổ chức tế vi kim loại và hợp kim gọi là phương pháp phân tích kim tương (phương pháp kim tương học).

\* Nhờ kính hiển vi kim tương ta có thể xác định được chủng loại của vật liệu (thép, gang, nhôm, đồng,...) quan sát được tổ chức các pha, sự phân bố các

pha, hình dáng và kích thước của các pha. Ví dụ với gang ta có thể xác định được hình dáng, kích thước của grafit. Ngoài ra, ta còn thấy được khuyết tật của vật liệu như vết nứt tế vi, rỗ khí, tạp chất, bề dày lớp thấm, lớp mạ, kích thước hạt trong các pha, nhờ đó ta có thể đánh giá tính chất, phân tích được tổ chức của vật liệu. Phương pháp này gọi là phương pháp kim tương định lượng, phân tích kim tương định lượng có vai trò quan trọng khi xác định cơ tính của kim loại vì ta có thể đo được kích thước hạt của kim loại và hợp kim. Kích thước hạt càng thô thì độ dẻo và độ cứng càng thấp và ngược lại hạt càng mịn thì độ dẻo và độ cứng càng cao.

#### **1.4.2 Cách chuẩn bị mẫu để xem tổ chức tế vi của kim loại**

Chuẩn bị mẫu để xem tổ chức của kim loại và hợp kim thực hiện theo các bước sau:

##### **\* Chọn và cắt mẫu**

Việc lấy mẫu phải phục vụ cho mục đích nghiên cứu. Ví dụ : khi muốn quan sát sự thay đổi tổ chức từ bề mặt vào lõi, ta phải cắt theo tiết diện ngang, còn muốn nghiên cứu tổ chức dạng thớ, sợi, ta phải cắt theo dọc trục,...

Khi cắt mẫu, có thể dùng máy cắt kim loại như máy tiện, phay,... của máy, cưa tay,... các mẫu quá cứng có thể dùng đá mài để cắt, với thép đã tôi, gang trắng, hợp kim cứng khi cắt bằng đá mài phải chú ý làm nguội trong quá trình cắt (nhiệt độ khi cắt không quá  $100^{\circ}\text{C}$ ) nếu không sẽ làm thay đổi tổ chức bên trong của nó.

##### **\* Mài mẫu**

Mẫu sau khi cắt xong được mài thô trên đá mài hoặc giấy nhám từ thô đến mịn. Giấy nhám thường được đánh số từ nhỏ đến lớn.

Gang, thép sử dụng giấy mài: 120-240-400-600-800-1000-1200

Kim loại màu và hợp kim màu: 120-240-400-600-800-1000-1200-1500-2000

Số càng lớn thường độ hạt càng mịn. Để tránh rách giấy nhám khi mài, ta thường vạt mép mẫu.

Giấy nhám phải được đặt lên bề mặt thật phẳng hoặc mặt tấm kính dày. Bề mặt mẫu phải áp sát vào giấy. Khi mài tiến hành theo một chiều. Khi bề mặt mẫu tương đối phẳng, các vết xước song song vào đều nhau. Sau đó, ta quay mẫu đi  $90^{\circ}$  và lại mài tiếp, cho đến khi tạo ra bề mặt phẳng mới, các vết xước mới xóa đi các vết xước cũ. Mỗi loại giấy nhám, ta mài như thế tới 3 ÷ 5 lần, và lặp lại với các giấy nhám càng mịn hơn cho đến tờ giấy nhám mịn nhất.

##### **\* Đánh bóng mẫu**

Để đánh bóng mẫu, ta tiến hành trên máy đánh bóng. Máy đánh bóng mẫu cũng giống như máy mài mẫu, thay vì dán tờ giấy nhám lên đĩa, người ta



gắn miếng ni lên trên, khi đánh bóng ta phải cho dung dịch mài mẫu lên trên miếng ni tránh để miếng ni quá khô làm mẫu bị cháy; (dung dịch đánh bóng mẫu thường dùng là  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , Parafin,...). Chú ý khi vật liệu cứng nên dùng vải dày, nếu vật liệu mềm nên dùng ni mịn. Trong khi đánh bóng mẫu nên thường xuyên quay mẫu  $90^\circ$  như khi mài mẫu và tốc độ quay chậm để mẫu bóng đều. Đánh bóng mẫu cho đến khi thấy không còn vết xước trên bề mặt mẫu, không nên đánh mẫu quá lâu, nếu đánh mẫu quá lâu sẽ làm bong các tổ chức mềm, hoặc hiện tượng nổi các hạt cứng sẽ làm khó khăn khi quan sát và chụp ảnh. Với những kim loại rất mềm (chì, thiếc, kẽm ...) thường đánh cuối cùng bằng tay trên vải nhung hoặc dùng máy đánh bóng phải điều chỉnh tốc độ chậm. Để tránh bị oxyt hóa mẫu, người ta pha vào dung dịch mài các chất thụ động như  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KNO}_2$ ,...

Sau khi đánh bóng mẫu ta phải rửa thật nhanh và sạch bột mài, rồi đem sấy thật khô mẫu.

Ngoài phương pháp đánh bóng mẫu thông dụng, để đánh bóng mẫu đạt chất lượng cao ta dùng phương pháp đánh bóng điện phân, nguyên tắc của đánh bóng điện phân là hòa tan anod trong dung dịch điện phân dưới tác dụng của dòng điện một chiều. Đánh bóng điện phân còn có ưu điểm là rất bóng, tránh được hiện tượng biến dạng dẻo bề mặt và thời gian nhanh hơn.

#### *\* Tẩm thực mẫu*

Mẫu sau khi đánh bóng đem rửa sạch, thấm và sấy khô rồi quan trên kính hiển vi. Ta sẽ thấy được các vết xước khi mài và đánh bóng chưa đạt, các vết nứt tế vi, rỗ khí, xỉ, tạp chất, một số tổ chức như carbit, graphit, chì,...

Tẩm thực là quá trình làm hiện tổ chức mẫu, bằng cách dùng hóa chất bôi lên mặt mẫu làm cho bề mặt mẫu bị ăn mòn, tùy theo vật liệu của mẫu quan sát hoặc yêu cầu tổ chức nghiên cứu ta sẽ dùng hóa chất thích hợp. Khi tẩm thực biên giới các pha, các thành phần tổ chức khác nhau thậm chí cùng thành phần tổ chức pha nhưng định hướng tinh thể khác nhau cũng sẽ bị ăn mòn khác nhau.

Ví dụ muốn xem tinh giới hạt ta dùng phương pháp tẩm thực tinh giới (bằng cách dùng hóa chất thích hợp) chủ yếu chỉ ăn mòn biên giới hạt, trong khi bản thân hạt ăn mòn không đáng kể. Khi tẩm thực vùng biên giới hạt sẽ bị lõm sâu hơn ở bản thân hạt, vì ở vùng biên giới hạt bị xô lệch và thường tập trung nhiều tạp chất. Tẩm thực bề mặt hạt là loại tẩm thực mà bản thân từng hạt ăn mòn khác nhau. Màu sắc hạt sau khi tẩm thực phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Những chất có tính oxyt hóa mạnh như  $\text{HNO}_3$ , tạo trên bề mặt tinh thể lớp ô xít hóa dày, mỏng, lớp ô xít càng dày thì màu càng đậm. Sau khi tẩm thực bề mặt mẫu sẽ lồi lõm và màu sáng tối, đậm nhạt khác nhau tương ứng với

các pha và tổ chức. Do đó, có thể nhận biết được hình dáng, kích thước và sự phân bố các pha.

Khi tẩm thực có thể nhúng bề mặt mẫu vào dung dịch tẩm thực, hoặc dùng đĩa thủy tinh có quần bông tẩm dung dịch rồi thoa đều lên mặt mẫu. Thời gian tẩm thực tùy theo tổ chức và tính chất của từng vật liệu, có thể vài giây, vài phút thậm chí vài giờ. Có thể dựa vào kinh nghiệm khi quan sát bề mặt mẫu từ màu sáng sang màu tối thì ta có thể kết thúc tẩm thực. Nếu để lâu quá mẫu sẽ có màu tối đen không quan sát được. Tẩm thực xong ta phải dùng bông rửa thật sạch bề mặt mẫu dưới vòi nước chảy, sau đó có thể rửa lại bằng cồn và thấm khô trên giấy lọc hoặc sấy khô bằng máy sấy.

Nếu sau khi tẩm thực, quan sát thấy các đường biên giới hạt đứt đoạn là thời gian tẩm thực chưa đủ phải tẩm thực lại. Ngược lại đường biên giới quá to đậm, đường tương phản sáng tối không rõ nét là do thời gian tẩm thực quá lâu hoặc nồng độ dung dịch tẩm thực cao, ta phải đánh bóng mẫu và tẩm thực lại.

**Câu hỏi**

**Câu 1.** Phân tích Giản đồ nhôm – silic?

**Câu 2.** Nêu đặc điểm của nhôm và hợp kim nhôm?

**Câu 3.** Phân loại hợp kim nhôm?

**Câu 4.** Quan sát tổ chức tế vi của hợp kim nhôm?

Tailieu.vn

## CHƯƠNG 2. GANG VÀ THÉP

### Mã số của chương 2: MH 08 - 02

#### Mục tiêu:

- Vẽ và giải thích được giản đồ sắt – các bon
- Trình bày được đặc điểm, phân loại và ký hiệu các loại gang và thép
- Nhận dạng các loại gang và thép
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về vật liệu học.

#### Nội dung:

### 2.1 GIẢN ĐỒ SẮT - CÁC BON

#### Mục tiêu:

- Vẽ và giải thích được giản đồ sắt – các bon.

#### 2.1.1 Giản đồ trạng thái Fe – C

Giản đồ pha Fe - C (Fe - Fe<sub>3</sub>C) được trình bày ở hình 2.1 với các ký hiệu các toạ độ (nhiệt độ, °C - thành phần cacbon, %) đã được quốc tế hóa như sau:

A (1539 - 0); B (1499 - 0,5); C (1147 - 4,3); D (~1250 - 6,67);  
E (1147 - 2,14); F (1147 - 6,67); G (911 - 0); H (1499 - 0,10);  
J (1499 - 0,16); K (727 - 6,67); L (0 - 6,67); N (1392 - 0);  
P (727 - 0,02); Q (0 - 0,006); S (727 - 0,80).

Một số đường có ý nghĩa thực tế rất quan trọng như sau:

ABCD là đường lỏng để xác định nhiệt độ chảy lỏng hoàn toàn hay bắt đầu kết tinh.

AHJECF là đường rắn để xác định nhiệt độ bắt đầu chảy hay kết thúc kết tinh.

ECF (1147°C) là đường cùng tinh, xảy ra phản ứng cùng tinh (eutectic).

PSK (727°C) là đường cùng tích, xảy ra phản ứng cùng tích (eutectoid).

ES - giới hạn hòa tan các bon trong Fe<sub>γ</sub>; PQ - giới hạn hòa tan cacbon trong Fe<sub>α</sub>.

Cho biết cấu trúc của hợp kim Fe-C, là cơ sở quyết định các tính chất và mục đích sử dụng hợp kim Fe-C.

ABCD - là đường bắt đầu đông đặc.

ECF- là đường kết thúc đông đặc (đường cùng tinh), dưới đường này hợp kim tồn tại ở thể rắn.

PSK- ứng với nhiệt độ 727°C gọi là đường cùng tích (một pha rắn tạo ra 2 pha rắn trở lên)

Hợp kim có hàm lượng 4,3% C là hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp nhất (1147°C).

Fe nguyên chất có nhiệt độ nóng chảy 1539°C.

Fe-C có hàm lượng các bon là 6,67 gọi là Xêmentit.