

## MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
<b>Chương 1 Nhôm và hợp kim nhôm</b>	6
1.1. Giảm độ nhôm – silic	6
1.2. Đặc điểm của nhôm và hợp kim nhôm	7
1.3. Phân loại hợp kim nhôm	9
1.3.1. Phân loại	9
1.3.2. Ký hiệu	9
1.4. Quan sát tổ chức tế vi của hợp kim nhôm	9
<b>Chương 2 Gang và thép</b>	1
2.1 Giảm độ sắt - các bon	4
2.2 Đặc điểm của sắt và thép	1
2.3 Gang	4
2.4 Thép kết cấu	2
2.5 Thép hợp kim	1
2.6 Quan sát tổ chức tế vi của gang và thép	2
<b>Chương 3 Vật liệu phi kim loại</b>	4
3.1 Chất dẻo	3
3.2 Cao su - amiăng	4
3.3 Vật liệu bôi trơn và làm mát	3
3.4 Nhiên liệu	9
	5
	4
	6
	1
	6
	1
	6
	1
	6
	2
	7
	0

## GIÁO TRÌNH MÔN HỌC VẬT LIỆU HỌC

**Mã số của môn học: MH 10**

### I. Vị trí, tính chất môn học:

- Vị trí của môn học:

Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 07, MH 08, MH 09, MH 11, MH 12, MH13, MH 14, MH 15, MH 16, MĐ 17, MĐ 18, MĐ 19

- Tính chất:

Là môn cơ sở nghề bắt buộc.

### II. Mục tiêu môn học:

- Vẽ và giải thích được: giản đồ nhôm – silic; giản đồ sắt – các bon

- Trình bày được đặc điểm, phân loại và ký hiệu các loại hợp kim nhôm, gang và thép

- Nhận dạng các loại hợp kim nhôm, gang và thép

- Trình bày được công dụng, tính chất, phân loại dầu, mỡ bôi trơn, nước làm mát, của xăng, dầu diesel dùng trên ô tô

- Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về vật liệu học

- Rèn luyện tác phong làm việc nghiêm túc, cẩn thận.

### III. Nội dung môn học:

*Nội dung tổng quát và phân phối thời gian*

Mã bài	Tên chương mục/bài	Loại bài dạy	Địa điểm	Thời lượng			
				Tổng	LT	TH	KT
MH 10- 01	Nhôm và hợp kim nhôm	Lý thuyết Thực hành	Phòng học tổng hợp	5	8	6	1
MH 10- 02	Gang và thép	Lý thuyết Thực hành	Phòng học tổng hợp	21	14	6	1
MH 10- 03	Vật liệu phi kim loại	Lý thuyết	Phòng học	9	8	0	1

### IV. Phương pháp và nội dung đánh giá:

#### 1. Phương pháp kiểm tra, đánh giá khi thực hiện:

Được đánh giá qua bài viết, kiểm tra, vấn đáp hoặc trắc nghiệm, tự luận, thực hành trong quá trình thực hiện các bài học có trong môn học về kiến thức, kỹ năng và thái độ.

#### 2. Nội dung kiểm tra, đánh giá khi thực hiện:

- Về kiến thức:

+ Trình bày đầy đủ các tiêu chuẩn bản vẽ kỹ thuật cơ khí, hình cắt, mặt cắt, hình chiếu và vẽ quy ước.

+ Giải thích đúng các ký hiệu tiêu chuẩn và phương pháp trình bày bản vẽ kỹ thuật cơ khí.

- + Các bài kiểm tra viết hoặc trắc nghiệm đạt yêu cầu 60%.
- + Qua sự đánh giá của giáo viên, quan sát viên và tập thể giáo viên.
- Về kỹ năng:
  - + Lập được các bản vẽ phác và bản vẽ chi tiết, bản vẽ lắp đúng tiêu chuẩn Việt nam.
  - + Đọc được các bản vẽ lắp, bản vẽ sơ đồ động của các cơ cấu hệ thống ô tô.
  - + Sử dụng đúng các dụng cụ, thiết bị để trình bày bản vẽ kỹ thuật đảm bảo đúng, chính xác và an toàn.
  - + Qua sự nhận xét, tự đánh giá của học sinh, của khách hàng và của hội đồng giáo viên.
- + Kết quả bài thực hành đạt yêu cầu 70%.
- Về thái độ:
  - + Chấp hành nghiêm túc các quy định về giờ học và làm đầy đủ các bài tập về nhà.
  - + Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, tác phong công nghiệp.

## CHƯƠNG 1. NHÔM VÀ HỢP KIM CỦA NHÔM

MH 10 - 01

### Mục tiêu:

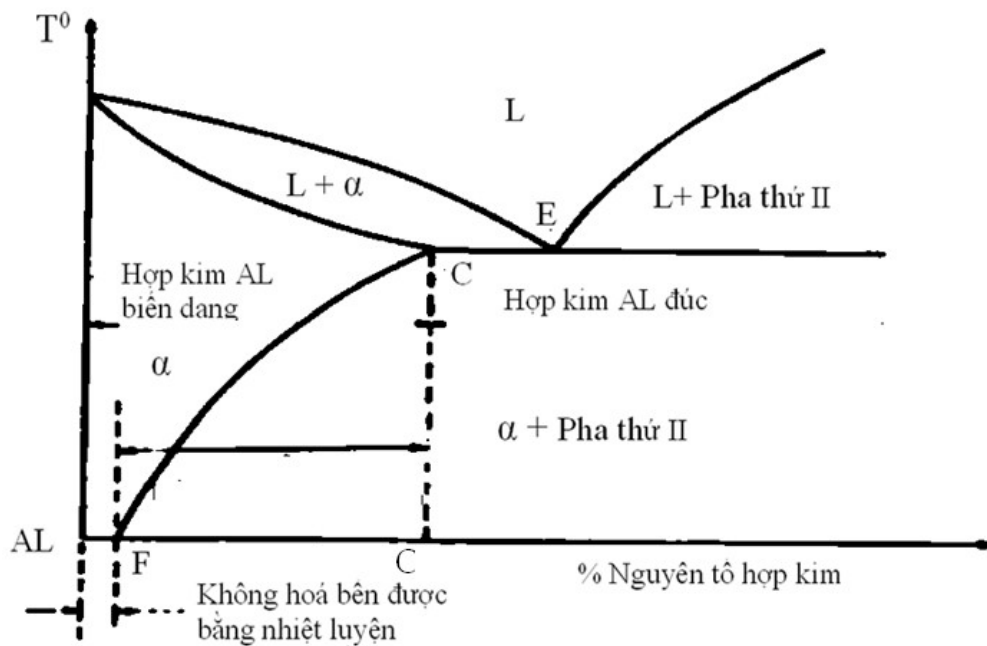
- Vẽ và giải thích được giản đồ nhôm - silic
- Trình bày được đặc điểm, phân loại và ký hiệu các loại hợp kim nhôm
- Nhận dạng hợp kim nhôm
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về vật liệu học.

### Nội dung:

#### 1.1 GIẢN ĐỒ NHÔM - SILIC

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.

## 1.2 ĐẶC ĐIỂM CỦA NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

Nhôm được điện phân từ quặng nhôm (Boxit) năm 1808.

### 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  $\text{Å}^0$  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.

### 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 oxyt nhôm là  $2083^\circ\text{C}$ , nhôm nóng ít thay đổi màu, khi tăng nhiệt độ nhôm dễ bị oxihóa mặt ngoài, dễ bị hydrô 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 nở nhỏ; Chống mài mòn tốt vì thế hợp kim AlSi12Mg1Mn0,6NiĐ dùng đúc piston của động cơ, mặt máy, thân máy động cơ xăng.

- Một số hợp kim nhôm đúc:

<i>Ký hiệu</i>		<i>Thành phần %</i>
<i>TCVN</i>	<i>AA</i>	
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:

<i>Ký hiệu</i>		<i>Thành phần %</i>
<i>TCVN</i>	<i>AA</i>	
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 ÷ 4,5 %; Mg = 0,3 ÷ 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 ÷ 0,12.

Bạc ACM có khe hở giữa trục - bạc là 0,10 ÷ 0,15.

## 1.3. PHÂN LOẠI HỢP KIM NHÔM

### 1.3.1. Phân loại

- Silumi (nhôm đúc).
- Đuara (nhôm biến dạng).
- Hợp kim Nhôm ACM (Al St Mg),...

### 1.3.2. Ký hiệu

- Silumi (nhôm đúc) ký hiệu Al-Si.
- Đuara (nhôm biến dạng) ký hiệu Al 99,00; Al 99,60; AlCu4,4Mg0,5Mn0,8; AlCu4,4Mg1,5Mn0,6,....
- Hợp kim Nhôm ACM (Al St Mg).

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

### 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, của 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<sup>0</sup>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<sup>0</sup> 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 nhưng 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.

#### \* *Tắm 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,...

Tắm 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 tắm 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 tắm 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 tắm 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. Tắm thực bề mặt hạt là loại tắm thực mà bản thân từng hạt ăn mòn khác nhau. Màu sắc hạt sau khi tắm 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?

## CHƯƠNG 2. GANG VÀ THÉP

MH 10 - 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

##### 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 tọa 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.

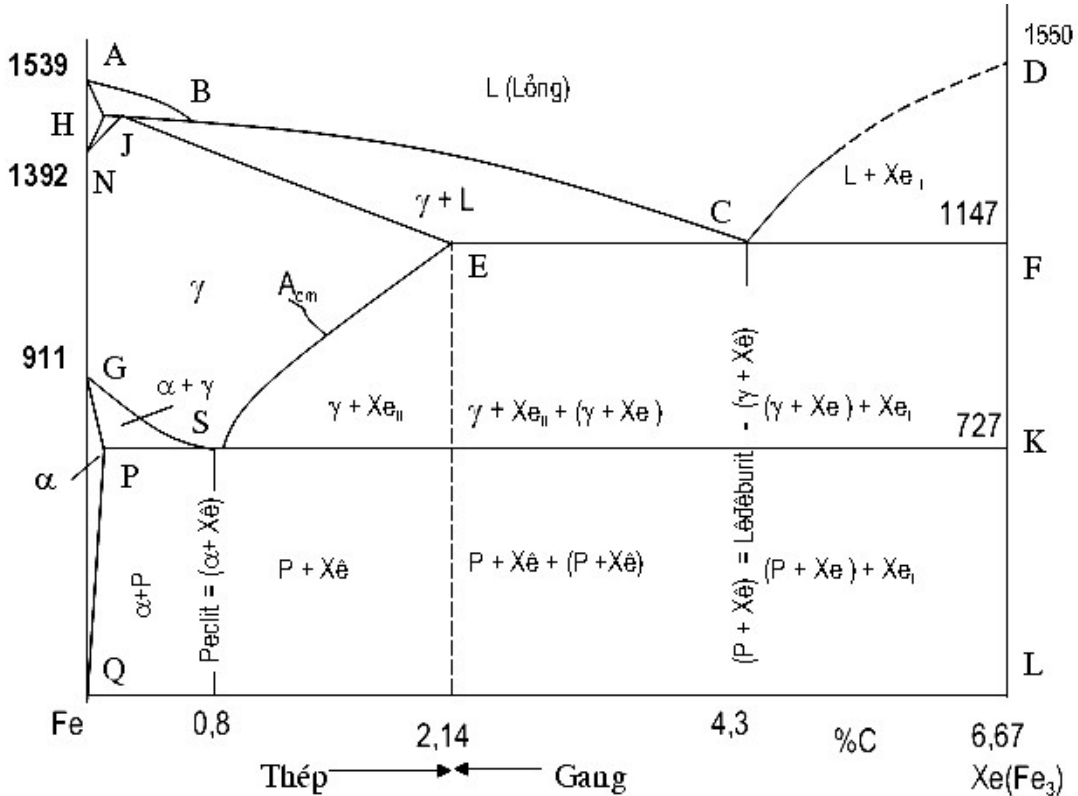
Fe-C có hàm lượng các bon là 6,67 gọi là Xêmentit.

Ferit là dung dịch rắn của C trong Fe<sub>α</sub>, mềm, có từ tính, độ bền thấp, độ dẻo và dai cao, độ cứng 80HB.

Austenit là dung dịch rắn của C trong Fe $\gamma$ , mềm, chịu dai và chống mài mòn tốt, không có từ tính, độ cứng (170÷220) HB.

Xêmentit là hợp chất của Fe-C với hàm lượng C là 6,67%, có độ cứng rất cao 800 HB, khả năng chống mài mòn tốt, giòn.

Peclit là hỗn hợp cơ học của Ferit và Xe, có dạng hạt tròn, độ cứng thấp và ổn định (190÷255) HB.

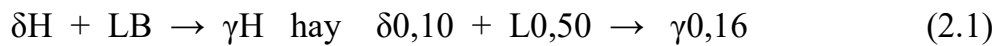


Hình 2.1 Giản đồ pha Fe - C (Fe - Fe<sub>3</sub>C).

**2.1.2 Các chuyển biến khi làm nguội chậm**

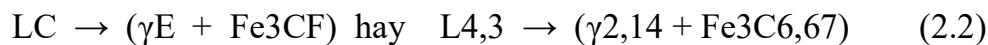
Như đã nói, trong giản đồ này có khá đầy đủ các chuyển biến đã khảo sát ở trên.

- Chuyển biến bao tinh xảy ra ở 1499<sup>0</sup>C trong các hợp kim có (0,10 - 0,50)%C (đường HJB)

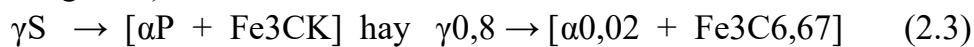


song người ta thường không để ý đến phản ứng này vì xảy ra ở nhiệt độ quá cao và không có ảnh hưởng gì đến tổ chức của thép khi gia công và sử dụng.

- Chuyển biến cùng tinh xảy ra ở 1147<sup>0</sup>C trong các hợp kim có > 2,14%C (đường ECF).



- Chuyển biến cùng tích xảy ra ở 727°C hầu như với mọi hợp kim thuộc (đường PSK).



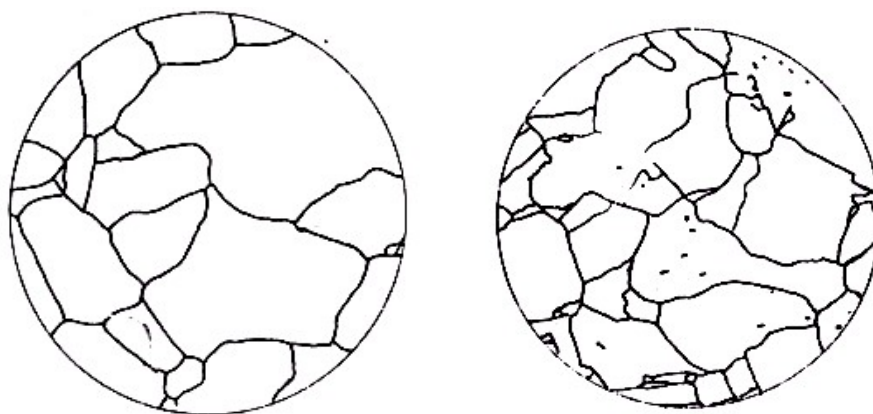
- Sự tiết pha Fe<sub>3</sub>C dư ra khỏi dung dịch rắn của cacbon trong các dung dịch rắn: trong Fe<sub>γ</sub> theo đường ES và trong Fe<sub>α</sub> theo đường PQ.

### 2.1.3 Các tổ chức một pha

Ở trạng thái rắn có thể gặp bốn pha sau.

Ferit (có thể ký hiệu bằng α hay F hay Fe<sub>α</sub>) là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon trong Fe<sub>α</sub> với mạng lập phương tâm khối (a = 0,286 ÷ 0,291mm) song do lượng hòa tan quá nhỏ (lớn nhất là 0,02%C ở 727°C điểm P, ở nhiệt độ thường thấp nhất chỉ còn 0,006%C điểm Q) nên có thể coi nó là Fe<sub>α</sub> (theo tính toán lý thuyết, cacbon không thể chui vào lỗ hổng của Fe<sub>α</sub>, lượng cacbon hòa tan không đáng kể này là nằm ở các khuyết tật mạng, chủ yếu là ở vùng biên giới hạt). Ferit có tính sắt từ nhưng chỉ đến 768°C. Trên giản đồ nó tồn tại trong vùng GPQ (tiếp giáp với Fe<sub>α</sub> trên trục sắt). Do không chứa cacbon nên cơ tính của ferit chính là của sắt nguyên chất: dẻo, dai, mềm và kém bền.

Trong thực tế ferit có thể hòa tan Si, Mn, P, Cr,... nên sẽ cứng và bền hơn song cũng kém dẻo dai đi. Ferit là một trong hai pha tồn tại ở nhiệt độ thường và khi sử dụng (< 727°C), song với tỷ lệ cao nhất (trên dưới 90%), nên nó đóng góp một tỷ lệ quan trọng trong cơ tính của hợp kim Fe - C. Tổ chức tế vi của ferit trình bày ở hình 2.2a có dạng các hạt sáng, đa cạnh.



a)

b)

**Hình 2.2** Tổ chức tế vi của ferit (a) và austenit (b) (x500).

Austenit có thể ký hiệu bằng  $\gamma$ , A,  $Fe\gamma(C)$  là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon trong  $Fe\gamma$  với mạng lập phương tâm mặt ( $a \approx 0,364\text{nm}$ ) với lượng hòa tan đáng kể cacbon (cao nhất tới 2,14% hay khoảng 8,5% về số nguyên tử ở  $1147^{\circ}\text{C}$  điểm E, tức tối đa tính bình quân cứ ba bốn ô cơ sở mới có thể cho phép một nguyên tử cacbon định vị vào một lỗ hổng tám mặt trong chúng, ở  $727^{\circ}\text{C}$  chỉ còn 0,80%C điểm S). Khác với ferit, austenit không có tính sắt từ mà có tính thuận từ, nó chỉ tồn tại ở nhiệt độ cao ( $> 727^{\circ}\text{C}$ ) trong vùng NJESG (tiếp giáp với  $Fe\gamma$  trên trục sắt) nên không có quan hệ trực tiếp nào đến khả năng sử dụng của hợp kim nhưng lại có vai trò quyết định trong biến dạng nóng và nhiệt luyện.

Với tính dẻo rất cao (là đặc điểm của mạng A1) và rất mềm ở nhiệt độ cao nên biến dạng nóng (dạng chủ yếu để tạo phôi và bán thành phẩm) thép bao giờ cũng được thực hiện ở trạng thái austenit đồng nhất (thường ở trên dưới  $1000^{\circ}\text{C}$ ). Vì thế có thể tiến hành biến dạng nóng mọi hợp kim Fe - C với  $C < 2,14\%$  dù cho ở nhiệt độ thường thể hiện độ cứng và tính giòn khá cao. Làm nguội austenit với tốc độ khác nhau sẽ nhận được hỗn hợp ferit - xêmentit với độ nhỏ mịn khác nhau hay được mactenxit với cơ tính cao và đa dạng, đáp ứng rộng rãi các yêu cầu sử dụng và gia công. Tổ chức tế vi của austenit trình bày ở hình 2.2b có các hạt sáng, có thể với màu đậm nhạt khác nhau đôi chút (do định hướng khi tẩm thực) và các đường song tinh (song song) cắt ngang hạt (thể hiện tính dẻo cao)

Xêmentit (có thể ký hiệu bằng  $Xe$ ,  $Fe_3C$ ) là pha xen kẽ với kiểu mạng phức tạp có công thức  $Fe_3C$  và thành phần 6,67%C, ứng với đường thẳng đứng DFKL trên giản đồ. Đặc tính của xêmentit là cứng và giòn, cùng với ferit nó tạo nên các tổ chức khác nhau của hợp kim Fe - C. Người ta phân biệt bốn loại xêmentit:

- Xêmentit thứ nhất ( $Xe_I$ ) được tạo thành do giảm nồng độ cacbon trong hợp kim lỏng theo đường DC khi hạ nhiệt độ, chỉ có ở hợp kim có  $> 4,3\%$ C. Do tạo thành ở nhiệt độ cao ( $> 1147^{\circ}\text{C}$ ) nên xêmentit thứ nhất có dạng thẳng, thô to đôi khi có thể thấy được bằng mắt thường.

- Xêmentit thứ hai ( $Xe_{II}$ ) được tạo thành do giảm nồng độ cacbon trong austenit theo đường ES khi hạ nhiệt độ, thường thấy rất rõ ở hợp kim có  $> 0,80$  cho tới 2,14%C. Do tạo thành ở nhiệt độ tương đối cao ( $> 727^{\circ}\text{C}$ ) tạo điều kiện cho sự tập trung ở biên giới hạt, nên khi xêmentit thứ hai với lượng đủ lớn sẽ tạo thành lưới liên tục bao quanh các hạt austenit (peclit), tức tạo ra khung giòn, làm giảm mạnh tính dẻo và dai của hợp kim.

- Xêmentit thứ ba ( $Xe_{III}$ ) được tạo thành do giảm nồng độ cacbon trong ferit theo đường PQ khi hạ nhiệt độ, với số lượng (tỷ lệ) rất nhỏ (nhiều nhất

cũng chỉ là 2‰) nên rất khó phát hiện trên tổ chức tế vi và thường được bỏ qua.

- Xêmentit cùng tích được tạo thành do chuyển biến cùng tích austenit → peclit. Loại xêmentit này có vai trò rất quan trọng, được trình bày ở mục tiếp theo.

Grafit chỉ được tạo thành trong hợp kim Fe - C cao và chứa lượng đáng kể silic, là pha quan trọng trong tổ chức của gang.

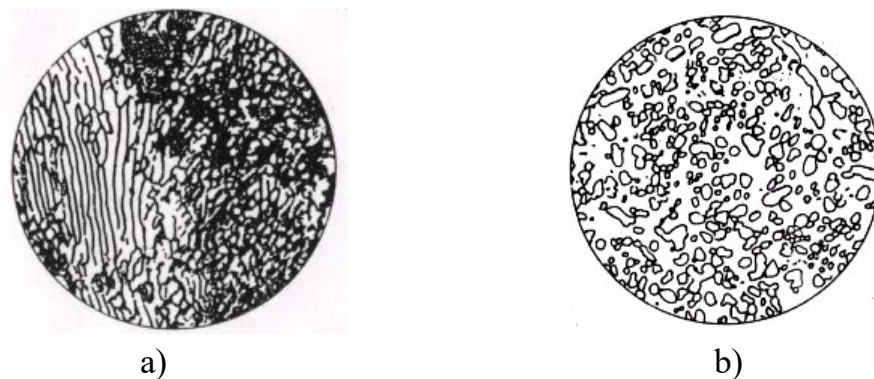
#### 2.1.4 Các tổ chức hai pha

Peclit (có thể ký hiệu bằng P,  $[Fe\alpha + Fe_3C]$ ).

Peclit là hỗn hợp cùng tích của ferit và xêmentit được tạo thành từ austenit với 0,80%C và ở 727°C như phản ứng (2.3). Trong peclit có 88% ferit và 12% xêmentit phân bố đều trong nhau, nhờ kết hợp giữa một lượng lớn pha dẻo với lượng nhất định pha cứng, peclit là tổ chức khá bền, cứng nhưng cũng đủ dẻo, dai đáp ứng rất tốt các yêu cầu của vật liệu kết cấu và công cụ. Peclit và các biến thể của nó (xoocbit, trôxtit, bainit) có mặt trong hầu hết các hợp kim Fe-C. Người ta phân biệt hai loại peclit tấm và peclit hạt.

Peclit tấm (hình 2.3a) thường gặp hơn cả, có cấu trúc tấm (lớp hoặc phiến), tức là hai pha này đều ở dạng tấm nằm đan xen đều nhau, nên trên mặt cắt ngang để lại các vạch theo cùng một hướng hay đa hướng, trong đó các vạch tối mỏng (với lượng ít hơn) là xêmentit, vạch sáng dày (với lượng nhiều hơn, gọi là nền) là ferit nên tổng thể có dạng vân.

Peclit hạt (hình 2.3b) ít gặp hơn, có cấu trúc hạt tức xêmentit ở dạng thu gọn nhất (bề mặt ít nhất) hạt xêmentit phân bố đều trên nền ferit. Giữa hai loại này có sự khác biệt nhỏ về cơ tính: so với peclit hạt, peclit tấm có độ bền, độ cứng cao hơn, độ dẻo, độ dai thấp hơn đôi chút. Austenit đồng nhất dễ tạo thành peclit tấm, còn austenit kém đồng nhất dễ tạo thành peclit hạt. Peclit hạt ổn định hơn peclit tấm nên khi nung lâu ở nhiệt độ tương đối cao, ví dụ (600



**Hình 2.3. Tổ chức tế vi của peclit tấm (a) và peclit hạt (b) (x500).**

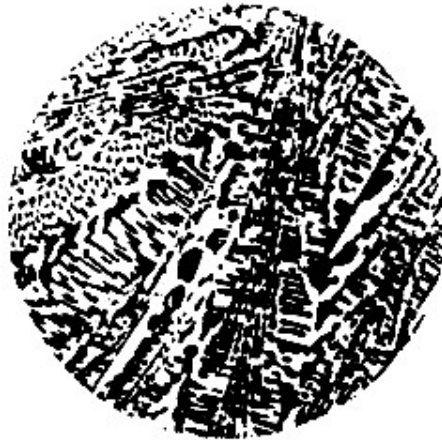
÷ 700)°C, peclit tấm có xu hướng chuyển thành peclit hạt.



Lêđêburit có thể ký hiệu bằng Le, hay ( $\gamma + \text{Xe}$ ) hay ( $\text{P} + \text{Xe}$ ).

Lêđêburit là hỗn hợp cùng tinh của austenit và xêmentit tạo thành từ pha lỏng với 4,3%C ở 1147<sup>0</sup>C nhờ phản ứng (2.2), tuy nhiên khi làm nguội tiếp tục lại có phản ứng cùng tích (2.3) để austenit chuyển biến thành peclit nên tổ chức tế vi cuối cùng quan sát được (hình 2.4) là hỗn hợp của peclit tằm (các hạt tối nhỏ) trên nền xêmentit sáng. Lêđêburit cứng và giòn (vì có quá nhiều, tới 2/3, là xêmentit) và chỉ có trong hợp kim Fe-C ở dạng gang trắng, ít gặp.

Các tên gọi pha và tổ chức kể trên với các nghĩa và xuất xứ như sau: để kỷ niệm các nhà khoa học lỗi lạc trong ngành là Robert Austen (người Anh) cho austenit, Ledebur (người Đức) cho lêđêburit; từ bản chất hay đặc trưng tính chất là ferrum (sắt, tiếng latin) cho ferit, pearl (vân) cho peclit, cementit



Hình 2.4 . Tổ chức tế vi của lêđêburit - ( $\text{P}+\text{Xe}$ ) (x500).

## 2.1.5 Quá trình kết tinh của hợp kim Fe - C

### 2.1.5.1 Phần dưới của giản đồ

Phần dưới của giản đồ ứng với những chuyển biến ở trạng thái rắn. Có ba pha chuyển biến đáng chú ý sau đây xuất phát từ ôstenit. Sự tiết ra xêmentit thứ hai từ ôstenit.

Các hợp kim có thành phần cacbon lớn hơn 0,8% khi làm nguội từ 1147<sup>0</sup>C đến 727<sup>0</sup>C, ôstenit của nó bị giảm thành phần cacbon theo đường ES, do vậy, sẽ tiết ra xêmentit mà ta gọi là xêmentit thứ hai. Cuối cùng ở 727<sup>0</sup>C, ôstenit có thành phần cacbon 0,8% ứng với điểm S. Sự tiết ra ferit từ ôstenit.

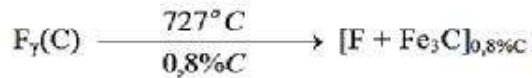
Các hợp kim có thành phần cacbon nhỏ hơn 0,8% khi làm nguội từ 911<sup>0</sup>C ở 727<sup>0</sup>C, ôstenit của nó sẽ tiết ra ferit là pha ít cacbon, do vậy ôstenit

còn lại giàu cacbon theo đường GS. Cuối cùng ở  $727^{\circ}\text{C}$  hợp kim gồm hai pha là ferit ứng với điểm P (0,02%C) và ôstenit ứng với điểm S (0,8%C).

Như vậy khi làm nguội tới  $727^{\circ}\text{C}$  trong tổ chức của mọi hợp kim Fe -C đều chứa ôstenit với 0,8%C (ứng với điểm S).

Chuyển biến cùng tích: ôstenit thành peclit.

Tại  $727^{\circ}\text{C}$  ôstenit có thành phần 0,8%C sẽ chuyển biến thành peclit là hỗn hợp của hai pha ferit và xêmentit.



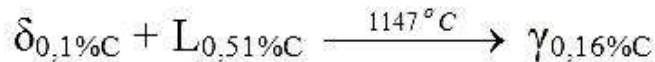
Như đã nói ở trên, chuyển biến này có ở trong mọi hợp kim Fe-C.

Phần trên của giản đồ trạng thái Fe-C ứng với sự kết tinh từ trạng thái lỏng thấy có ba khu vực rõ rệt ứng với ba khoảng thành phần cacbon khác nhau.

Khu vực có thành phần (0,1 ÷ 0,51)%C.

Tất cả các hợp kim có thành phần cacbon (0,1 ÷ 0,51)%C khi kết tinh sẽ xảy ra phản ứng bao tinh:  $\delta\text{H} + \text{B} \rightarrow \gamma\text{J}$ .

Lúc đầu, khi làm nguội đến đường lỏng AB, hợp kim lỏng sẽ kết tinh ra dung dịch rắn trước. Khi nhiệt độ hạ xuống tới  $1499^{\circ}\text{C}$  (ứng với đường HB), hợp kim có hai pha là dung dịch rắn  $\delta$  chứa 0,10%C và dung dịch rắn ôstenit chứa 0,16%C:



Các hợp kim có (0,1 ÷ 0,16)%C sau phản ứng bao tinh còn thừa pha  $\delta$  và khi làm nguội tiếp, pha này tiếp tục chuyển biến thành pha  $\gamma$ .

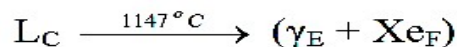
Các hợp kim có (0,16 ÷ 0,51)%C sau phản ứng bao tinh còn thừa pha lỏng L, và sau khi làm nguội tiếp theo pha lỏng tiếp tục chuyển biến thành pha  $\gamma$ . Như vậy, cuối cùng hợp kim (0,10 ÷ 0,51)%C khi làm nguội xuống dưới đường NJE chỉ có tổ chức một pha ôstenit.

Khu vực có thành phần (0,51 ÷ 2,14)%C kết thúc kết tinh bằng sự tạo thành dịch dung rắn ôstenit.

Hợp kim thành phần (2,14 ÷ 4,3)%C: khi làm nguội hợp kim tới đường lỏng BC nó sẽ kết tinh ra ôstenit. Làm nguội tiếp tục, ôstenit có thành phần thay đổi theo đường JE, hợp kim lỏng còn lại thay đổi theo đường BC. Khu vực có thành phần (0,51 ÷ 2,14)%C kết thúc kết tinh bằng sự tạo thành dung dịch rắn ôstenit.

Hợp kim có thành phần (2,14 ÷ 4,3)%C, kết thúc kết tinh bằng sự kết

tinh của dung dịch lỏng có thành phần ứng với điểm C ra hai pha: ôstenit có thành phần ứng với điểm E và xêmentit ở  $1147^{\circ}\text{C}$ .



Hỗn hợp cùng tinh lêđêburit. Sau khi kết tinh xong hợp kim này có tổ chức ôstenit + lêđêburit ( $\gamma + X_e$ ).

Khu vực có thành phần  $(4,3 \div 6,67)\%C$  (kết tinh ra xêmentit thứ nhất).

Phần hợp kim  $(4,3 \div 6,67)\%C$ , khi hợp kim được làm nguội tới đường lỏng DC nó kết tinh ra xêmentit và gọi là xêmentit thứ nhất. Khi làm nguội tiếp tục sẽ phản ứng tạo nên cùng tinh lêđêburit xảy ra ở  $1147^{\circ}\text{C}$ . Sau khi kết tinh xong, hợp kim này có tổ chức xêmentit thứ nhất + lêđêburit ( $\gamma + X_e$ ).

Tóm lại: khi kết tinh từ pha lỏng, trong hợp kim Fe-C có xảy ra các quá trình sau: kết tinh ra  $\delta (< 0,51\%C)$  và phản ứng cùng tinh  $(2,14 \div 6,67\%C)$ .

## 2.2 ĐẶC ĐIỂM CỦA SẮT VÀ THÉP

### 2.2.1 Thép hợp kim

Thép hợp kim là thép mà ngoài sắt, các bon và các tạp chất ra có pha thêm các nguyên tố đặc biệt khác với một hàm lượng nhất định để làm thay đổi tổ chức và tính chất của thép cho hợp với yêu cầu sử dụng.

Các nguyên tố hợp kim thường gặp là: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Cu, B, N, ... và ranh giới về lượng để phân biệt tạp chất và nguyên tố hợp kim như sau:

Mn:  $0,8 \div 1,0\%$ ;                      Si:  $0,5 \div 0,8\%$ ;                      Ni:  $0,2 \div 0,6\%$ ;  
W:  $0,1 \div 0,6\%$ ;                      Mo:  $0,05 \div 0,2\%$ ;                      Ti, V, Nb, Cr, Cu  $> 0,1\%$ ;  
B  $> 0,002\%$ .

Trong thép hợp kim, lượng chứa các tạp chất có hại như P, S và các khí , H, N là rất thấp so với thép các bon.

### 2.2.2 Đặc điểm của các nguyên tố hợp kim

Mn: tăng độ thấm tôi, nhưng tăng tính giòn.

Si: tăng độ ổn định khi ram, tăng giới hạn đàn hồi và chống khả năng ôxi hoá ở nhiệt độ cao.

Ni: tăng độ bền, độ dai va đập và tăng khả năng chống gỉ.

Cr : tạo cho thép có khả năng chịu nhiệt cao, chịu axit, thấm tôi tốt và tăng độ cứng độ bền và nhất là độ mài mòn ở nhiệt độ cao.

Mo: là nguyên tố pha thêm và thép sẽ làm tăng mạnh độ thấm tôi (có thể đạt đến hệ số 3,8).

V: tác dụng gần giống như của Mo làm tăng tính chống ram, tăng tính chống mài mòn, giảm độ thấm tôi và độ cứng của thép.

B: làm tăng độ thấm tôi cho thép lên 2 lần.

S: kết hợp với Mn lẫn trong thép tạo ra MnS, có tác dụng làm gây vụn phoi thép khi gia công.

### 2.2.3 Phân loại thép hợp kim

#### 2.2.3.1 Theo tổ chức tế vi

- Thép trước cùng tích, với tổ chức *ferit* và *peclit*.
- Thép sau cùng tích, với tổ chức ngoài *peclit* còn có cacbit thứ 2.
- Thép lêđêburit với tổ chức có cùng tinh *lêđêburit*.
- Thép austenit với tổ chức thuần *austenit*.
- Thép ferit với tổ chức thuần ferit.

#### 2.2.3.2 Theo các nguyên tố hợp kim

Theo tổng lượng các nguyên tố hợp kim:

- Thép hợp kim thấp, tổng lượng các nguyên tố hợp kim < 2,5% (thường là loại *peclit*).
- Thép hợp kim trung bình, tổng lượng các nguyên tố hợp kim từ 2,5% đến 10% (là loại *peclit - mactenxit*).
- Thép hợp kim cao, tổng lượng các nguyên tố hợp kim > 10% (có thể là thép *mactenxit* hoặc thép *austenit*).

#### 2.2.3.3 Phân loại theo công dụng

- Thép cán nóng thông dụng, dùng trong xây dựng và các công việc thông thường. Khi sử dụng không cần qua nhiệt luyện.
- Thép kết cấu, chủ yếu sử dụng cho chế tạo máy, khi sử dụng thường phải qua nhiệt luyện.
- Thép dụng cụ, là nhóm thép chủ yếu dùng làm dụng cụ, khi sử dụng nhất thiết phải qua nhiệt luyện.
- Thép hợp kim đặc biệt, là nhóm thép có tính chất đặc biệt. ví dụ: không gỉ, có tính chống mài mòn cao,...

#### 2.2.3.4 Ký hiệu thép hợp kim

Thép hợp kim được ký hiệu theo hệ thống chữ và số.

- Chữ ký hiệu nguyên tố hợp kim chính là ký hiệu hóa học của nó.
- Số đầu chỉ lượng các bon trung bình theo phần vạn.
- Số phía sau nguyên tố nào chỉ lượng trung bình của nguyên tố đó theo phần trăm.

- Nếu lượng nguyên tố hợp kim nào < 1% thì không ghi con số sau nó.

*Ví dụ:* 18CrMn3TiA là thép thấm các bon, trong đó: C = 0,18% ;

Cr, Ti < 1%; Mn = 3%; A- chất lượng cao

60Si2 là thép đàn hồi, trong đó: C= 0,6%; Si= 2%

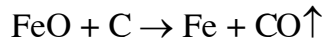
#### 2.2.3.5 Theo chất lượng luyện kim

- Thép có chất lượng thường, có thể chứa tới 0,06%S và 0,07%P.
- Thép có chất lượng tốt, chứa không quá 0,04%S và 0,35%P.
- Thép có chất lượng cao, chứa không quá 0,025% mỗi nguyên tố.
- Thép có chất lượng đặc biệt cao, chứa không quá 0,015%S và 0,025%P.

Chất lượng thép do phương pháp nhiệt luyện quyết định.

#### 2.2.3.6 Theo phương pháp khử oxy

\* Thép sôi: là thép khử oxy không triệt để, chỉ dùng fero-Mn. Do trong thép vẫn còn lẫn FeO, nên nó tác dụng với C trong thép lỏng theo phản ứng sau:



Chính CO bay lên làm cho thép giống như sôi.

\* Thép lặng: thép được khử oxy triệt để, ngoài fero-Mn còn dùng Fero-Si và Al nên còn rất ít FeO, mặt thép phẳng lặng.

\* Thép nửa lặng: là loại trung gian giữa thép sôi và thép lặng, chỉ được khử bằng fero-Mn và Al...

#### 2.2.4 Một số thép hợp kim thông dụng

##### 2.2.4.1 Thép thấm các bon

Lượng C từ (0,1 ÷ 0,25)% (có thể đạt tới 0,3%).

Thành phần nguyên tố hợp kim thường là Cr, Mn, Mo, V, Ti...

Sau khi thấm C tiến hành tôi và ram thấp sẽ có bề mặt cứng vững có thể đạt tới (59 ÷ 63) HR, lõi (30 ÷ 42) HRC, có độ bền đạt đến  $\sigma_b = (600 \div 1200)$  MPa chịu được mài mòn và va đập.

Dùng chế tạo các chi tiết máy truyền lực (bánh răng, cam, chốt xích, ắc piston, đĩa ma sát,...) với yêu cầu trong lõi dẻo dai chịu va đập.

Ví dụ: Thép hợp kim chế tạo chốt piston như 15Cr; 15CrV; 20CrNi; 12CrNi3; 18Cr2Ni4MoA.

Thép hợp kim chế tạo cặp piston - Xi lanh BCA như 25Cr5MoA... với bề mặt được nitơ hóa đạt độ cứng tới (800 ÷ 1000) HR

##### 2.2.4.2 Thép đàn hồi

Lượng C từ (0,5 ÷ 0,7)%.

Các nguyên tố hợp kim thường là Mn, Si với hàm lượng (1 ÷ 2)%, ngoài ra có thêm Cr, Ni, V để tăng độ thấm tôi và ổn định tính đàn hồi.

Sau khi tôi và ram trung bình có thể đạt được giới hạn đàn hồi cao.

Thường được dùng chế tạo các chi tiết đàn hồi như lò xo như nhíp ô tô.

Ví dụ: Thép chế tạo nhíp, lò xo: C50, C65, 65Mn, 60Si, 60SiMn, 60Si2Ni2A

##### 2.2.4.3 Thép chế tạo ổ lăn

Lượng C khoảng 1%, tạp chất thấp (ít hơn 0,02%S; ít hơn 0,027%P), không rỗ xốp, tổ chức của thép phải đồng nhất.

Các nguyên tố hợp kim Cr = (0,6÷1,5)%, đôi khi có cả Mn, Si, Mo để tăng độ thấm tôi bảo đảm cơ tính đồng đều từ ngoài vào.

#### 2.2.4.4 Thép dao cắt

Yêu cầu về độ cứng: phải đạt độ cứng nóng không nhỏ hơn 58 HRC.

a. *Thép dao cắt năng suất thấp*: CD7, CD8,...CD13 (W1, W2 của Mỹ).

Các nguyên tố hợp kim thường dùng.

Cr (1%), Mn(1÷2%), Si(1%), W(4÷5%).

Sau khi tôi và ram chúng có độ cứng > 60 HRC, có khả năng chống mài mòn cao có thể dùng làm các dao cạo các loại.

100Cr2 dùng làm dao tiện năng suất thấp,...

b. *Thép dao cắt năng suất cao (thép gió)*.

Lượng C thay đổi trong phạm vi (0,7-1,5)%.

Các nguyên tố hợp kim thường dùng như Cr, W, V, Mo, Co,...

Tính cứng nóng có thể đạt đến 600<sup>0</sup>C, độ thấm tôi cao.

#### 2.2.4.5 Thép hợp kim Ni

a. *Inra*: là thép 25Ni37 có độ dẫn nở nhỏ, sai số ít, không gỉ, dùng chế tạo các dụng cụ đo như pan me, thước cặp.

b. *Platinin*: là thép 25Ni49 có độ dẫn nở bằng thủy tinh, dùng chế tạo dây tóc bóng đèn.

c. *Inox*: là thép chứa (25÷40)% Ni, không gỉ.

d. *Ni-Cr*: là thép 25Cr12Ni65, có điện trở suất lớn ( $110 \cdot 10^{-8} \Omega m$ ).

### 2.3 GANG

Gang là vật liệu đúc được dùng khá phổ biến để chế tạo máy và xây dựng cơ bản (ống, ghi lò, nắp, hộp,...), tuy nhìn chung có cơ tính tổng hợp kém thép song có nhiều đặc điểm quý cần tận dụng triệt để; đó là nhiệt độ chảy thấp hơn, dễ nấu luyện, tính đúc tốt và dễ gia công cắt. Trong công nghiệp thường chỉ dùng ba loại gang: xám, cầu, dẻo với tổ chức có grafit (làm cho gang có màu xám, tối), không có lêđêburit, khá mềm, dễ gia công cắt. Riêng gang trắng với tổ chức có lêđêburit, không có grafit (nên gang có màu sáng như thép).

#### 2.3.1 Đặc điểm chung

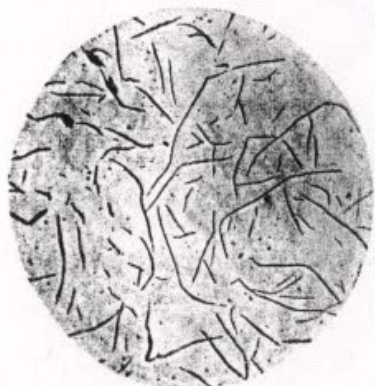
##### 2.3.1.1 Thành phần hóa học và cách chế tạo

Để có được grafit và gang với các dạng khác nhau, mỗi gang phải có những đặc điểm riêng về thành phần hóa học và cách chế tạo.

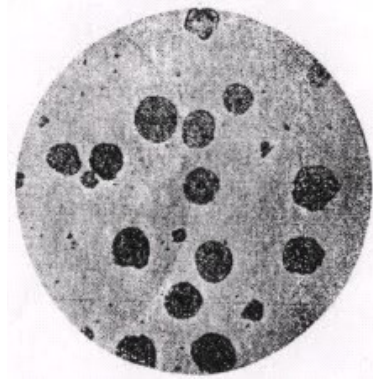
Trong gang cacbon có thể tồn tại ở cả hai dạng: tự do và liên kết, vậy điều kiện tạo thành chúng ra sao.

Trước tiên phải nói rằng grafit là pha ổn định nhất, còn xêmentit kém ổn định hơn (giả ổn định), song sự tạo thành grafit lại khó khăn hơn do so với xêmentit thành phần cacbon (%C) và cấu trúc của grafit sai khác quá nhiều với pha lỏng và (như về %C của Xê, G,  $\gamma$  và pha lỏng lần lượt là 6,67; 100; 2,14 và 3,0 ÷ 4,0 austenit %C). Tuy nhiên nhờ có ảnh hưởng của thành phần hóa học và chế độ làm nguội khi đúc, sự tạo thành grafit của gang có thể trở nên dễ dàng hơn.

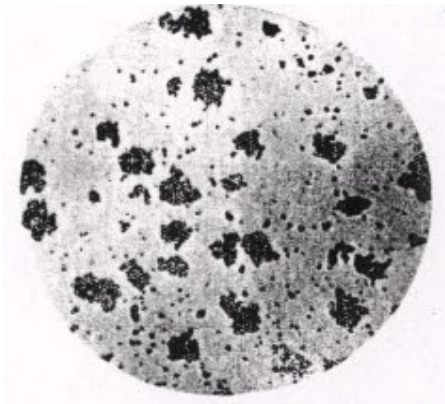
Bản thân cacbon cũng là yếu tố thúc đẩy sự tạo thành grafit. Trong số các nguyên tố trong gang, nguyên tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến sự tạo thành grafit (grafit hóa) là silic. Silic càng nhiều hay đúng hơn tổng lượng  $\%(C+Si)$  càng cao sự grafit hóa càng mạnh, càng hoàn toàn, cacbon liên kết (xêmentit) càng ít, thậm chí không có. Vì vậy về cơ bản người ta coi gang là hợp kim ba cấu tử Fe-C-Si.



a)



b)



c)

Sự tạo thành grafit hay grafit hóa.

**Hình 2.5 Các dạng grafit trên tổ chức tế vi gang xám (a), gang cầu (b), gang dẻo (c).**

Trong các điều kiện khác như nhau, khi giảm  $\%(C + Si)$  sự grafit hóa giảm dần.

$(C + Si)$  lớn, khoảng  $\geq 6\%$ , sự tạo thành grafit là mạnh nhất với nền ferit (không có cacbon liên kết).

$(C + Si)$  tương đối cao, khoảng  $(5,0 \div 6,0)\%$ , có nền ferit - peclit  $(0,1 \div 0,50)\%C$  liên kết).

Để có được grafit và grafit với các dạng khác nhau, mỗi gang phải có những đặc điểm riêng về thành phần hóa học và cách chế tạo.

### 2.3.1.2 Tổ chức tế vi

Đặc điểm về tổ chức tế vi quan trọng nhất chi phối các đặc điểm khác là phần lớn hay toàn bộ cacbon trong các gang chế tạo máy ở dạng tự do hay grafit (như vậy rất ít hay không có cacbon ở dạng liên kết hay cacbit). Tổ chức tế vi của gang được chia thành hai phần: phần phi kim loại là grafit hay cacbon tự do và phần còn lại là nền kim loại với các tổ chức khác nhau:

- Ferit khi toàn bộ C ở dạng tự do (nên không còn cacbon để kết hợp với Fe hay các kim loại để tạo thành xêmentit hay cacbit), không có cacbon liên kết.

- Ferit - peclit hay peclit khi phần lớn C ở dạng tự do và rất ít ( $< 0,80\%$ ) ở dạng liên kết, các gang khác nhau chỉ là ở dạng của grafit như phân biệt trên tổ chức tế vi của các mẫu chưa tẩm thực (grafit không phản xạ ánh sáng có màu tối và nền kim loại chưa biết).

- + Gang xám: grafit có dạng tấm (phiên, lá,...), là dạng tự nhiên khi đúc.

- + Gang cầu: grafit có dạng quả cầu tròn, phải qua biến tính đặc biệt.

- + Gang dẻo: grafit có dạng cụm (tụ tập thành đám), qua phân hóa từ xêmentit.

Có thể xem gang chế tạo máy là thép (ferit, ferit - peclit, peclit) có lẫn grafit. Chính sự khác nhau của dạng grafit mà gang có cơ tính và công dụng khác nhau

### 2.3.2 Gang xám (hình 2.6)

#### a. Cơ tính.

Tuy dễ chế tạo, rẻ nhưng cơ tính kém.

- Độ bền thấp, giới hạn bền kéo  $< (350 \div 400)MPa$  (thường trong khoảng  $(150 \div 350)MPa$ ), chỉ bằng nửa của thép thông dụng,  $(1/3 \div 1/5)$  của thép hợp kim.

- Độ dẻo và độ dai thấp ( $\delta \approx 0,5\%$ ;  $a_K < 100kJ/m^2$ ), có thể xem như vật liệu giòn.



Nguyên nhân cơ tính thấp của gang xám là do có tổ chức grafit tằm với độ bền rất thấp (có thể coi bằng không), có dạng bề mặt lớn, coi như vết nứt, rỗng chia cắt rất mạnh nền kim loại (thép) và sự tập trung ứng suất ở các đầu



**Hình 2.6 Gang xám.**

nhọn của tằm grafit làm giảm rất mạnh độ bền kéo. Tuy nhiên cấu trúc này ít làm hại độ bền nén (giới hạn bền nén của gang xám không kém thép).

Grafit nói chung và grafit tằm nói riêng cũng có những mặt có lợi.

+ Grafit mềm (HB 2) và giòn, làm gang có độ cứng thấp (<< gang trắng) và phoi dễ gãy nên dễ gia công cắt.

+ Grafit có tính bôi trơn nên làm tăng tính chống mài mòn, với cùng độ cứng như nhau (hay thấp hơn chút ít) gang có tính chống mài mòn cao hơn thép là vì lý do này.

+ Grafit có khả năng làm tắt dao động nên gang xám thường được dùng làm đế, bệ máy (và cũng là để tận dụng khả năng chịu nén tốt).

*b. Phương pháp nâng cao cơ tính.*

Cải thiện tổ chức sẽ dẫn đến nâng cao cơ tính chủ yếu là giới hạn bền kéo.

- Làm giảm lượng grafit tức giảm số lượng vết nứt, rỗng. Muốn vậy trước hết phải làm giảm lượng cacbon (tổng) của gang (vì  $C_{\text{tổng}} = C_{\text{tự do}} + C_{\text{lk}}$ ). Để nấu chảy gang cacbon thấp (< 3%) do nhiệt độ chảy tăng phải dùng lò điện (thay cho lò đứng chạy than) hay pha thép vào gang.

- Làm nhỏ mịn (làm ngắn) grafit, tức giảm kích thước vết nứt rỗng. Muốn vậy phải biến tính gang lỏng bằng ferô mangan, ferô silic. Grafit trong gang được chia thành tám cấp (theo ASTM) từ 1 đến 8, trong đó chiều dài trung bình của cấp 8 là < 0,015mm, cấp 1 là > 1mm.

Bảng 2.1 Cơ tính của các loại gang xám.

Nền kim loại	$\sigma_b, MPa$	$\sigma_{b\text{ nền}}, MPa$	HB	$\delta, \%$
ferit	<150	<500	150	~0,5
ferit - peclit	150-200	500-700	200	~0,5
peclit	210-350	900-1200	220-250	~0,5

- Tạo nền kim loại có độ bền cao hơn. Có thể coi cơ tính của gang là sự kết hợp giữa cơ tính của nền kim loại và grafit, do đó nền có độ bền cao giúp gang có độ bền cao hơn và ngược lại. Như thấy ở bảng 2.1 lượng cacbon liên kết có ảnh hưởng tốt đến độ bền, độ cứng.

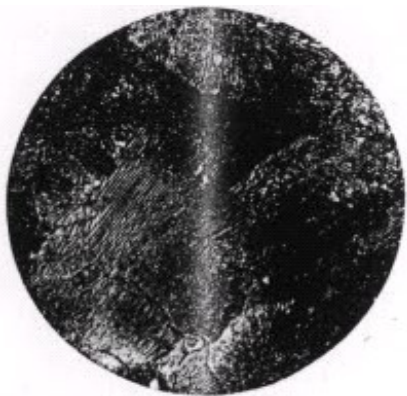
Tổ chức tế vi của ba loại gang xám trên được biểu thị ở hình 2.7.



a)



b)



c)

**Hình 2.7 Tổ chức tế vi của các loại gang xám.**

*a. ferit, b. ferit - peclit, c. peclit*

Như vậy sau khi đúc, gang xám tốt nhất là loại có grafit nhỏ mịn và nền kim loại peclit.

Để làm tăng hơn nữa độ bền, độ cứng, gang xám được hợp kim hóa và tiến hành tôi + ram.

- Hợp kim hóa có tác dụng chủ yếu là hóa bền nền kim loại (tạo peclit phân tán nhỏ mịn dạng xoocbit), nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn, tính chịu nhiệt và hiệu quả đối với nhiệt luyện.

- Tôi + ram. Khi tôi + ram, grafit là pha ổn định nên không có biến đổi gì về tỷ lệ, hình dạng, kích thước và sự phân bố. Khi nung nóng (ở cao hơn 850°C) để tôi, nền kim loại chuyển biến như thép đứng riêng rẽ: ferit thành  $Fey$ , ferit - Peclit thành austenit ít cacbon, peclit thành austenit với  $(0,6 \div 0,8)\%C$ , khi làm nguội nhanh austenit chuyển biến thành mactenxit (với độ cứng cao khác nhau) + grafit tẩm và tùy thuộc vào nhiệt độ ram có mactenxit ram hay troxit ram hay xoocbit ram + grafit tẩm.

Các nước đều đánh số các mác gang theo giới hạn bền kéo tối thiểu theo  $kG/mm^2$  (xx) hoặc MPa (xxx), riêng Mỹ theo ksi (xxx). TCVN 1659-75 quy định ký hiệu các mác gang là GX xx-xx, trong đó hai nhóm số lần lượt chỉ giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn tối thiểu tính theo  $kG/mm^2$  giống như ГОСТ 1412-70 là CЧxx-xx. Nhưng theo ГОСТ 1412-85 các mác gang xám gồm có: CЧ10, CЧ15, CЧ20, CЧ25, CЧ30 và CЧ35 (chỉ ký hiệu giới hạn bền).

*c. Các mác gang và công dụng.*

Ở Hoa Kỳ thường dùng hai tiêu chuẩn SAE và ASTM. Tiêu chuẩn SAE J431 có các mác: G1800, G2500, G3000, G3500, G4000, trong đó số chỉ giới hạn bền tối thiểu tính theo đơn vị 10psi, ví dụ G3000 có  $\sigma_b \geq 30000psi$  hay 30ksi. Tiêu chuẩn ASTM có các class: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 chỉ giới hạn bền theo đơn vị ksi.

JIS có các mác gang xám sau: FC100, FC150, FC200, FC250, FC300, FC350, trong đó số chỉ giới hạn bền tối thiểu tính theo đơn vị MPa.

- Các mác gang có độ bền thấp,  $\sigma_b \leq 150MPa$ , với nền ferit + grafit tẩm thô như: CЧ10, CЧ15 được dùng làm các vỏ, nắp không chịu lực (chỉ để che chắn).

- Các mác gang có độ bền trung bình,  $\sigma_b = (150 \div 200) MPa$ , với nền ferit - peclit tẩm tương đối thô như CЧ 20, CЧ25 được dùng làm các chi tiết chịu tải trọng nhẹ, ít chịu mài mòn như vỏ hộp giảm tốc, thân máy, bích, cacte, ống nước.

- Các mác gang có độ bền tương đối cao,  $\sigma_b = (200 \div 300)MPa$ , với nền peclit + grafit tẩm nhỏ mịn qua biến tính như CЧ25, CЧ30 được dùng làm các chi tiết chịu tải trọng tương đối cao như bánh răng (bị động, tốc độ chậm), bánh đà, somi, xecmăng, thân máy quan trọng.

- Các mác gang có độ bền cao,  $\sigma_b \geq 300\text{MPa}$ , với nền peclit nhỏ mịn và grafit tấm rất nhỏ mịn qua biến tính cẩn thận như C430, C435 được dùng làm các chi tiết chịu tải cao, chịu mài mòn như bánh răng chữ V, trục chính, vỏ bơm thủy lực.

Ngoài ra còn có gang xám hợp kim.

#### *d. Gang xám biến trắng.*

Trong sản xuất cơ khí hầu như không dùng gang trắng do quá cứng, không thể gia công cắt được, và giòn, song có sử dụng gang xám biến trắng (ở bề mặt) có tính chống mài mòn cao (với bề mặt có HB 400 ÷ 600), như để làm bi, trục nghiền, trục xay sát. Muốn vậy khi đúc gang xám thay cho làm nguội thông thường người ta làm nguội nhanh những phần, bề mặt cần cứng (như đúc trong khuôn kim loại hay bằng cách đặt kim loại dẫn nhiệt nhanh trong phần khuôn cát tiếp giáp để tạo ra gang trắng).

Đôi khi dù không mong muốn, khi đúc vẫn nhận được gang xám biến trắng (do đúc trong khuôn kim loại, ly tâm, áp lực, ở các thành mỏng,...). Để dễ gia công cắt phải đem ủ ở  $(700 \div 750)^\circ\text{C}$ , xêmentit bị phân hóa thành ferit và grafit nhờ đó độ cứng giảm đi. Nếu ủ ở  $(600 \div 650)^\circ\text{C}$  chỉ có khả năng làm mất ứng suất bên trong do làm nguội không đều khi đúc gây ra.

### **2.3.3 Gang cầu (hình 2.8).**



**Hình 2.8 Gang cầu.**

#### **2.3.3.1 Cơ tính**

Do grafit ở dạng thu gọn nhất (quả cầu tròn), ít chia cắt nền kim loại nhất, hầu như không có đầu nhọn để tập trung ứng suất, nên nó làm giảm rất ít cơ tính của nền, vì vậy gang cầu duy trì được  $(70 \div 90)\%$  độ bền của nền kim loại (thép), tức không thua kém thép bao nhiêu và có thể thay thế nó.

Các đặc điểm về cơ tính của gang cầu là:

- Giới hạn bền kéo và giới hạn chảy khá cao ( $\sigma_b = 400 \div 800\text{MPa}$ ,  $\sigma_{0,2} = 250 \div 600\text{MPa}$ ), tức là tương đương với thép cacbon chế tạo máy.

- Độ dẻo và độ dai nhất định ( $\delta = 2 \text{ Ở } 15\%$ ,  $a_K = 300 \text{ Ở } 600\text{kJ/m}^2$ ), tuy có kém thép song cao hơn gang xám rất nhiều.

### 2.3.3.2 Đặc điểm chế tạo

Về phối liệu, gang cầu được chế tạo bằng cách biến tính gang xám (lông) nên về cơ bản thành phần của chúng giống nhau (C + Si cao) song cũng có nét khác biệt để làm cho biến tính tạo ra grafit cầu được thuận lợi:

- (C + Si) cao hơn.

- P, đặc biệt là S thấp hơn ( $< 0,03\%$ ) do S kết hợp với Mg thành MgS làm xấu cơ tính và tổn hao chất biến tính.

- Không có hay có rất ít nguyên tố cản trở cầu hóa như Ti, Al, Sn, Zn, Bi.

- Hợp kim hóa bằng Ni ( $< 2\%$ ), Mn ( $< 1\%$ ) để nâng cao hiệu quả của tôi + ram.

Về biến tính:

- Gang lông có nhiệt độ cao hơn bình thường khoảng  $50 - 80^\circ\text{C}$  (tức khoảng  $1450^\circ\text{C}$ ).

- Biến tính (đặc biệt) cầu hóa: đưa Mg hay Ce (xêri) vào gang lỏng để phần còn lại trong thành phần gang phải trong giá trị nhỏ xác định (ví dụ đối với Mg là  $0,04 - 0,08\%$ ).

- Biến tính grafit hóa bằng ferô silic, silicô canxi để chống biến trắng.

### 2.3.3.3 Các mức gang và công dụng

Các nước đều đánh số các mức gang cầu theo giới hạn bền kéo tối thiểu theo  $\text{kg/mm}^2$  (xx) hay MPa (xxx), riêng Hoa kỳ theo ksi (xxx), cũng có khi còn thêm chỉ tiêu cơ tính thứ hai là giới hạn chảy tối thiểu và nếu có chỉ tiêu thứ ba là độ giãn dài ( $\delta\%$ ) tối thiểu thì thứ tự là  $\sigma_b - \sigma_{0,2} - \delta$ . TCVN 1659-75 có quy định ký hiệu gang cầu bằng GC xx-xx (trong đó các nhóm số lần lượt là giới hạn bền tối thiểu tính theo đơn vị  $\text{KG/mm}^2$  và độ giãn dài tối thiểu tính theo %) giống như của ГОСТ 7393-70 là BЧxx-xx. Nhưng theo ГОСТ 7393-85 có các mức BЧ40, BЧ50, BЧ60, BЧ70, BЧ80 (chỉ ký hiệu giới hạn bền).

Theo tiêu chuẩn SAE J434c có các mức D4018, D4512, D5506, D7003, trong đó hai chữ số đầu chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị ksi, hai chữ số sau chỉ  $\delta$  (min) theo %, ví dụ: D4512 có  $\sigma_b \geq 45\text{ksi}$  và  $\delta \geq 12\%$ . Tiêu chuẩn ASTM có các class: 60-40-18, 65-45-12, 80-60-03, 100-70-03, 120-90-02, ba cặp số đó lần lượt chỉ giá trị tối thiểu của  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$  (ksi),  $\delta$  (%).

JIS có các mức FCD370, FCD400, FCD450, FCD500, FCD600, FCD700, FCD800, trong đó số chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị MPa.

Mác gang cầu ferit BЧ40 với độ bền thấp,  $\sigma_b \leq 400\text{MPa}$ , độ dẻo khá cao ( $\delta = 15\%$ ) ít được dùng.

Mác gang cầu ferit - peclit BЧ50 với  $\sigma_b$  trong khoảng  $(450 \div 500)\text{MPa}$ , có độ dẻo trung bình,  $\delta = (5 \div 10)\%$ , được dùng làm các chi tiết thông thường thay thép nói chung.

Mác gang cầu peclit BЧ60 với  $\sigma_b$  trong khoảng  $(550 \div 600)\text{MPa}$  có độ dẻo nhất định,  $\delta = 2\%$ , được dùng làm trục khuỷu, trục cán.

Các mác gang cầu BЧ70, BЧ80 với  $\sigma_b \geq 600\text{MPa}$  là loại gang cầu tôi đẳng nhiệt ra bainit, được dùng làm các chi tiết quan trọng.

Công dụng chủ yếu của gang cầu là dùng làm các chi tiết vừa chịu tải trọng kéo và va đập cao (như thép) đồng thời lại dễ tạo hình bằng phương pháp đúc. Chi tiết quan trọng điển hình làm bằng gang cầu là trục khuỷu. Đó là chi tiết có hình dạng phức tạp, chịu tải trọng lớn và va đập, chịu mài mòn khi làm bằng thép (ví dụ C45) phải dùng các phôi thép lớn qua rèn ép trên các máy ép lớn tạo ra phôi gia công với lượng dư lớn, tốn công cắt, nếu thay bằng gang cầu thiết bị sử dụng có phần đơn giản hơn tạo ra được vật đúc gần với thành phẩm hơn do đó chi phí gia công thấp hơn. Hơn nữa sau khi cùng tôi bề mặt, cổ trục khuỷu gang cầu có tính chống mài mòn cao hơn so với thép. Các hãng xe hơi nổi tiếng đã dùng gang cầu trong động cơ xe du lịch và tải nhỏ.

Trong thời gian gần đây gang cầu với sản lượng khá lớn được dùng để chế tạo ống nước (đường kính lớn) dùng trong xây dựng cơ bản vì nó có ưu điểm hơn so với các vật liệu thường dùng trước đây là gang xám và thép. Tuy gang xám dễ chế tạo (nấu chảy, đúc, rèn) song do cơ tính thấp không chịu đựng được áp suất nước trong ống dẫn cao tới hàng chục at trong thời gian dài (lúc đó nước thẩm thấu qua grafit tẩm dài với bề mặt lớn dễ đánh thủng phần nền kim loại mỏng xen giữa các tẩm, gây rò rỉ, phá hủy). Còn thép khó đúc hơn do nhiệt độ chảy cao, co ngót lớn).

#### 2.3.4 Gang dẻo (hình 2.9).



Hình 2.9 Gang dẻo

##### 2.3.4.1 Cơ tính

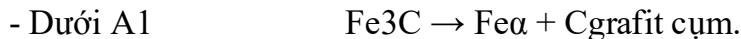
Do grafit ở dạng cụm (grafit tấm tụ thành từng đám còn gọi là cacbon ủ) và lượng cacbon của gang rất thấp nên gang dẻo có độ bền gần như gang cầu song hơn hẳn gang xám  $\sigma_b = (300 \div 600)\text{MPa}$ ,  $\sigma_{0,2} = (200 \div 450)\text{MPa}$ , song độ dẻo cao như gang cầu  $\delta = (3 \div 15)\%$ .

#### 2.3.4.2 Đặc điểm chế tạo

Về phối liệu, gang dẻo được chế tạo bằng cách ủ từ gang trắng nên về cơ bản thành phần hóa học của chúng giống nhau: (C + Si) thấp, song cũng có nét khác biệt để khi đúc vừa tạo ra gang hoàn toàn trắng song cũng để để grafit hóa khi ủ sau đó nên khi lấy C thấp đi thì Si lấy cao hơn.

Về lựa chọn sản phẩm. Sản phẩm đúc bằng gang dẻo phải có thành mỏng, không cho phép có thành nào dày quá 40mm, thường chỉ cho phép dưới (20 ÷ 30)mm, để bảo đảm nguội nhanh tạo ra gang hoàn toàn trắng.

Về ủ grafit hóa. Đây là giai đoạn dài nhất (2 ÷ 3) ngày, chiếm tỷ lệ cao trong giá thành. Gang trắng được ủ trong khoảng (1000 ÷ 700)<sup>0</sup>C với sự grafit hóa của xêmentit như sau:



Tùy thuộc vào cách tiến hành có thể có các loại gang dẻo sau:

- Gang dẻo lõi trắng, là loại quá trình ủ xảy ra trong môi trường ôxy hóa làm thoát cacbon mạnh (thường dùng môi trường là quặng sắt) nên cacbon ủ (grafit) bị giảm mạnh nên mặt gãy có màu sáng.

- Gang dẻo lõi đen, là loại quá trình ủ xảy ra trong môi trường trung tính hay không bị ôxy hóa mạnh, cacbon ủ vẫn còn nhiều nên mặt gãy vẫn có màu tối (trừ viền mép ngoài bị thoát cacbon gây trắng). Loại này chỉ có ở Hoa Kỳ.

Tùy thuộc vào nền kim loại, quá trình ủ grafit hóa có triệt để hay không, như:

+ Gang dẻo ferit: grafit hóa triệt để, không có cacbit, xêmentit, thời gian ủ dài (khoảng hai ÷ ba ngày) ở 1000 và 700<sup>0</sup>C.

+ Gang dẻo peclit: grafit hóa vừa phải, nên kim loại còn khoảng 0,6 đến 0,8%C ở dạng cacbit, xêmentit, thời gian ủ tương đối ngắn (chưa đến hai ngày) chỉ ở 1000<sup>0</sup>C.

+ Gang dẻo ferit - peclit: trung gian giữa hai loại trên (thời gian ủ ở 700<sup>0</sup>C ngắn hơn so với khi ủ gang dẻo ferit.

#### 2.3.4.3 Các mức gang và công dụng

Các nước thường đánh số các mức gang dẻo theo giới hạn bền kéo tối thiểu và độ giãn dài tương đối.

TCVN 1659-75 có quy định ký hiệu các mác gang dẻo bằng GZ xx-xx giống như ГОСТ 1215-79 là KЧxx-xx, trong đó cặp số đầu chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị kG/mm<sup>2</sup>, cặp số sau chỉ  $\delta$  (min) theo %. Theo tiêu chuẩn này có các mác:

KЧ30-6, KЧ33-8, KЧ35-10, KЧ37-12 (gang dẻo ferit).

KЧ45-7, KЧ50-5, KЧ55-4, KЧ60-3, KЧ63-3 (gang dẻo peclit).

ASTM có các class: 32510, 35018, 40010..., trong đó ba chữ số đầu chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị ksi, hai chữ số sau chỉ  $\delta$  (min) theo %. SAE có các mác:

M 3210, M 4504, M 5003, M 5503, M 7002, M 8501, trong đó hai số đầu chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị 10psi, hai số sau chỉ  $\delta$  (min) theo %.

JIS có các mác: gang dẻo lõi đen FCMB 270, FCMB 310, FCMB 340, FCMB 360; gang dẻo lõi trắng FCMW 330, FCMW 370, FCMWP 440,

FCMWP 490, FCMWP 540, trong đó số chỉ  $\sigma_b$  (min) theo đơn vị MPa.

Những chi tiết làm bằng gang dẻo phải thỏa mãn đồng thời ba yêu cầu là: hình dạng phức tạp, thành mỏng, chịu va đập. Chi cần không thỏa mãn một trong các yêu cầu trên việc chế tạo bằng gang dẻo hoặc là không thể được hoặc là không kinh tế, lúc đó làm bằng vật liệu khác rẻ hơn (ví dụ nếu không chịu va đập làm bằng gang xám, nếu hình dạng đơn giản làm bằng thép hàn,...).

## 2.4 THÉP KẾT CẤU

Nhóm thép này có ứng dụng rộng rãi trong chế tạo máy, được dùng vào các mục đích chuyên dùng.

### 2.4.1 Thép lá để dập nguội sâu

Dập nguội là phương pháp gia công cơ khí có năng suất rất cao, không tạo ra phoi, trong nhiều trường hợp tiết kiệm kim loại cao. Thép để dập nguội phải được cung cấp ở dạng lá mỏng hoặc tấm với yêu cầu cơ tính chủ yếu là phải có tính dẻo cao, đặc biệt khi dập sâu. Để bảo đảm tính dẻo cao thép phải có thành phần hóa học và tổ chức tế vi như sau:

- Cacbon thấp  $\leq 0,20\%$ , thường dùng  $\leq 0,10\%$  với tổ chức chủ yếu là ferit (có thể có một lượng không đáng kể peclit); như vậy ferit sẽ quyết định các đặc tính của thép.

- Silic rất thấp, vì như đã biết trong thép nguyên tố này chỉ hòa tan vào ferit, làm tăng rất mạnh độ cứng, tính giòn. Để bảo đảm tính dẻo cao lượng silic phải  $\leq (0,05 \div 0,07)\%$ , như vậy phải bằng thép sôi.

- Hạt nhỏ và đều. Thường yêu cầu cấp 6 ÷ 8 vì như đã biết hạt nhỏ có độ dẻo, độ dai cao hơn, các nứt thường xuất hiện ở những hạt lớn và khi cấp hạt chênh lệch nhau.



Các mác thép để dập sâu và dập các chi tiết phức tạp là C5s, C8s, C10s, C15s, song phổ biến hơn cả là C8S (mác 08K II của ГОСТ).

Để dập nguội nói chung, tùy theo yêu cầu cơ tính và hình dạng sản phẩm, có thể dùng các thép cacbon và hợp kim thấp có lượng cacbon và hợp kim với lượng cacbon không quá 0,20%.

Các thép lá mỏng dùng trong công nghiệp có thể được tráng thiếc (gọi là sắt tây) dùng trong công nghiệp thực phẩm làm đồ hộp, hoặc tráng kẽm hay kẽm - nhôm (gọi là tôn lợp) để làm tăng tính chống ăn mòn trong khí quyển.

## 2.4.2 Thép dễ cắt

### 2.4.2.1 Khái niệm về tính dễ cắt

Khả năng chịu gia công cắt bằng dao cắt (gọi tắt là tính gia công cắt) được xác định bằng nhiều yếu tố gồm tốc độ cắt cho phép, lực cắt, độ bóng bề mặt, tuổi bền của dao. Về bản chất của thép, tính gia công cắt phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Độ cứng và độ bền. Nói chung khi độ bền và độ cứng càng cao, tính gia công cắt càng kém vì lực và công cần thiết để tách phoi càng lớn, dao càng chóng mòn. Tuy nhiên độ cứng quá thấp đi kèm với độ dẻo cao cũng không tốt vì phoi dẻo, khó gãy, quấn lấy dao, làm bề mặt sản phẩm, nên tính gia công cắt xấu đi. Đối với thép peclit độ cứng thích hợp để gia công cắt ở trong khoảng HB 150 ÷ 200. Các thép austenit tuy có độ cứng không cao (HB < 200 ÷ 250) song khó gia công cắt là do độ bền cao và dễ bị biến cứng khi cắt.

- Tính dẫn nhiệt. Nhiệt sinh ra do ma sát khi cắt tập trung chủ yếu ở phần lưỡi cắt nên làm nóng (ram) và làm giảm độ cứng, làm dao cắt mất khả năng cắt. Nếu phôi thép có tính dẫn nhiệt kém, nhiệt sẽ tập trung ở vùng lưỡi cắt, mau chóng làm giảm độ cứng, gây "cùn" dao. Thép cacbon có tính dẫn nhiệt cao hơn thép hợp kim.

Trong chế tạo máy có sử dụng một loại thép có tính gia công cắt rất cao (gấp hơn hai lần các thép cacbon thường) được gọi là thép dễ cắt.

Thành phần hóa học và tổ chức tế vi của thép dễ cắt.

Lượng cacbon của thép trong giới hạn (0,10 ÷ 0,40)% để bảo đảm có độ cứng thấp vừa phải, dễ cắt gọt với tổ chức phần lớn là ferit và một phần peclit. Đặc điểm quan trọng nhất về tổ chức của thép dễ cắt là phải tạo ra các pha có tính giòn nhất định làm cho phoi dễ gãy và cũng nhờ đó mà bề mặt gia công nhẵn, bóng hơn. Muốn vậy phải có thêm các thành phần sau:

- Trước hết là photpho và đặc biệt là lưu huỳnh phải cao hơn mức bình thường: P trong khoảng (0,08 ÷ 0,15)%, còn S trong khoảng (0,15 ÷ 0,35)%. Song để tránh ảnh hưởng có hại của lưu huỳnh, lượng mangan trong thép phải ở giới hạn trên, (0,80 ÷ 1,00)%. Như đã biết, trong thép S sẽ kết hợp với Mn

thành pha MnS, pha này tương đối dẻo khi nung nóng và bị kéo dài ra theo phương biến dạng khi cán, nhờ đó làm giảm tính liên tục và độ bền theo phương vuông góc với thớ, làm phoi dễ gãy vụn. Còn P hòa tan vào ferit nâng cao độ giòn của pha này nhờ đó dễ tách và làm vụn phoi. Cả MnS lẫn dung dịch rắn của P trong ferit đều tránh được hiện tượng dính kim loại lên dao cắt, nhờ đó tạo ra bề mặt nhẵn bóng, chỉ tiêu rất quan trọng đối với chi tiết có ren nhỏ. Sự tạo nên phoi vụn như vậy sẽ làm giảm ma sát, nâng cao tuổi bền của dụng cụ. Thép dễ cắt thường chứa P, S có tính gia công cắt cao gấp đôi so với thép cacbon cùng loại hay tương đương. Rõ ràng là hai nguyên tố này trong khi cải thiện tính gia công cắt lại làm xấu chất lượng thép: giảm độ dai, độ dẻo, độ bền theo phương ngang thớ cũng như tính chống ăn mòn của thép.

- Để nâng cao hơn nữa tính gia công cắt người ta còn đưa thêm vào thép dễ cắt một lượng nhỏ ( $0,15 \div 0,30$ )%Pb (chì). Thép dễ cắt đặc biệt có chứa đồng thời cả P, S lẫn Pb có tính gia công cắt cao gấp đôi thép dễ cắt cùng loại chỉ chứa P, S. Như đã biết, Pb không hòa tan vào ferit mà ở dạng các phần tử nhỏ, phân tán do đó ít làm giảm (hay không làm giảm mạnh) độ bền của thép ở nhiệt độ thường. Trong quá trình cắt với năng suất cao, dao và phoi đều bị nóng lên đến ( $400 \div 600$ )<sup>0</sup>C làm cho các phần tử Pb bị chảy ra (nhiệt độ chảy của Pb là 327<sup>0</sup>C) làm cho phoi rất dễ gãy vụn, giảm lực ma sát và dao không bị nóng lên cao hơn nữa. Loại thép dễ cắt có Pb là loại thép dễ cắt tốt nhất và có thể được hợp kim hóa để tăng độ bền.

Người ta đánh giá tính gia công cắt của các mác thép bằng so sánh tốc độ cắt lớn nhất cho phép trong những điều kiện gia công giống nhau về vật liệu, hình dạng và tuổi bền của dao (khoảng 1h) với thép chuẩn quy định (ГОСТ dùng mác 45, AISI dùng mác 1212).

#### 2.4.2.2 Các mác thép và công dụng

TCVN chưa quy định các mác thép dễ cắt, song đã có quy định ký hiệu bằng xxS, trong đó xx là số chỉ phần vạn cacbon trung bình của thép, S chỉ là thép chứa S và P cao (ví dụ 12S).

ГОСТ ký hiệu thép dễ cắt bắt đầu bằng chữ A hay AC và số tiếp theo chỉ phần vạn cacbon trung bình, có các mác thép dễ cắt sau:

- Loại thường chứa P, S gồm các mác điển hình như A12, A20, A30 và A40Г.

- Loại đặc biệt chứa P, S và Pb gồm các mác điển hình AC11, AC12HX, AC40, AC20XГHM.

AISI / SAE ký hiệu các mác thép dễ cắt chứa P, S bằng 11xx hay 12xx, trong đó xx là số chỉ lượng cacbon trung bình theo phần vạn, ví dụ 1110, 1118, 1140, 1151, 1212, 1214; nếu có chứa thêm Pb thì bằng 12Lxx, ví dụ

12L14 có thành phần hệt như 1214 chỉ khác có thêm  $(0,15 \div 0,30)\%Pb$ . JIS ký hiệu các mác thép dễ cắt thường bằng SUMxx, trong đó xx là số thứ tự (11, 12, 21, 22, 23, 25, 31, 32, 41, 42, 43) và một mác chứa P, S và Pb là SUM24L.

Thép dễ cắt được làm các chi tiết không quan trọng (chịu tải trọng nhỏ do nó có cơ tính không cao bằng thép thông thường) nhưng phải qua cắt gọt và yêu cầu bề mặt gia công phải nhẵn. Chúng được gia công trên các máy cắt tự động chuyên dùng với năng suất (tốc độ cắt) rất cao ( $2 \div 4$  lần hay hơn so với thép cacbon cùng loại).

### 2.4.3 Thép ổ lăn

Trong các máy sử dụng rất nhiều ổ lăn (ổ bi, ổ đĩa) vì nó có tuổi bền cao. Để chế tạo nó người ta dùng một loại thép hợp kim thấp và cacbon cao với chất lượng rất cao chuyên dùng.

Điều kiện làm việc và yêu cầu đối với thép ổ lăn.

Các bề mặt làm việc của ổ lăn (gồm các vòng, bi, đĩa) chịu ứng suất tiếp xúc cao với số lượng chu trình rất lớn, do trượt lăn với nhau nên ở từng thời điểm chúng bị mài mòn đi. Để bảo đảm điều kiện làm việc như vậy thép ổ lăn phải đạt được các yêu cầu sau:

- Độ cứng và tính chống mài mòn cao ( $HRC \geq 64$ , cao hơn cả bề mặt thấm cacbon,...).

- Cơ tính phải thật đồng nhất, tức tuyệt đối không có điểm mềm, để tránh mài mòn đi, gây nên rỗ và phải tôi thấu.

- Độ bền mỏi tiếp xúc cao.

Đặc điểm về thành phần hóa học và nhiệt luyện.

Về thành phần hóa học, thép ổ lăn có những đặc điểm sau:

- Để bảo đảm độ cứng và tính chống mài mòn cao thép phải có thành phần cacbon cao tới 1% và qua tôi + ram thấp.

- Để đạt được cơ tính đồng nhất (tôi thấu) thép phải được hợp kim hóa thích hợp để bảo đảm tôi thấu trong dầu. Phụ thuộc vào kích thước của tiết diện chi tiết (bi, đĩa, vòng...) người ta thường dùng crôm với hàm lượng  $(0,50 \div 1,50)\%$ , đôi khi có thêm cả Mn và Si (mỗi nguyên tố 1%).

- Để tránh điểm mềm và nâng cao độ bền mỏi tiếp xúc, thép phải chứa đến mức ít nhất các tạp chất phi kim loại như P, S, khí,... vì như đã biết chúng tạo ra các pha mềm (FeS, MnS) hoặc các phần tử giòn (P thiên tích, ôxyt, nitrit...) dễ bị phá hủy giòn, gây nên rỗ và là nơi tập trung ứng suất làm giảm độ bền mỏi. Do vậy thép ổ lăn tuy thuộc loại hợp kim hóa thấp nhưng có chất lượng đặc biệt cao:  $P \leq 0,02\%$ ,  $S \leq 0,02\%$ , không chứa khí. Muốn đạt được

yêu cầu này thép phải qua tinh luyện bằng điện xỉ và đúc rót trong chân không.

- Do có nhiều cacbon nên thép có cacbit dư. Để có tính chống mài mòn cao nhất, thép phải được biến dạng nóng sao cho các cacbit đó trở nên nhỏ mịn và phân bố đều.

Về nhiệt luyện phải qua các bước sau đây:

- Ở trạng thái ủ thép ỏ lăn phải có tổ chức peclit hạt và cacbit dư nhỏ mịn với độ cứng HB (187 ÷ 205) để bảo đảm tính gia công cắt tốt. Muốn vậy phôi thép phải được ủ không hoàn toàn (cầu hóa).

- Để đạt được độ cứng cao, các chi tiết ỏ lăn đều được nhiệt luyện tôi + ram thấp (tôi trong dầu ở (850 ÷ 860)°C, ram (150 ÷ 180)°C). Người ta cũng có khuynh hướng sử dụng gia công lạnh để khử austenit dư một cách triệt để sau khi tôi, lúc đó có thể đạt tới HRC ≥ 65 với tính chống mài mòn cao nhất.

Cũng có thể dùng thép cacbon thấp qua thấm cacbon cho các ỏ lăn, bi không thật quan trọng.

Các mác thép và công dụng:

- TCVN chưa quy định các mác thép dễ cắt, song đã quy định cách ký hiệu, bắt đầu bằng hai chữ OL và tiếp theo như bình thường, ví dụ OL100Cr1,5 là loại có 1,00%C, 1,5%Cr.

- ГОСТ ký hiệu thép ỏ lăn bắt đầu bằng hai chữ ỉể và số tiếp theo chỉ lượng crôm trung bình theo phần nghìn, thường dùng các mác: IIX6, IIX9, IIX15, IIX15Cr với các cấp tôi thấu từ thấp đến cao, lần lượt là < 10; 10 ÷ 20; 20 ÷ 30 > 30mm.

- AISI / SAE quy định các mác thép ỏ lăn là 5195, 50100, 51100, 52100 (tuy có trùng với các mác thép crôm chế tạo máy nhưng có thành phần P, S cực thấp).

- JIS ký hiệu các mác thép ỏ lăn bằng SUJx, trong đó x là số thứ tự (từ 1 đến 5). Ngoài ra để làm các ỏ lăn không gỉ người ta dùng thép không gỉ crôm (> 13%Cr) nhưng với lượng cacbon cao (~1,00%), như ГОСТ dùng mác 95X18, ASTM dùng 440C và 440MOD.

Hiện cũng có xu hướng chế tạo ỏ lăn bằng phương pháp thấm cacbon. Song để làm ỏ lăn quan trọng, thép cacbon thấp đem thấm ở đây tuy cũng là các mác đã khảo sát ở mục trước nhưng phải có chất lượng rất cao (P, S ≤ 0,02%).

Công dụng: Công dụng chủ yếu của nhóm thép này là làm ỏ lăn ở các nhà máy chuyên môn hóa. Ngoài ra thép ỏ lăn còn được sử dụng ở các nhà máy cơ khí để làm bộ đôi bơm cao áp trong động cơ Diesel và với tính cách như là thép dụng cụ để làm trục cán nguội, tarô, dụng cụ đo.

## 2.5 THÉP HỢP KIM

### 2.5.1 Thành phần hóa học

Khác với thép cacbon, thép hợp kim là loại thép mà người ta cố ý đưa thêm vào (không phải do yêu cầu thông thường của công nghệ luyện kim) các nguyên tố có lợi với lượng đủ lớn để làm thay đổi tổ chức và cải thiện tính chất (cơ, lý, hóa).

Các nguyên tố có lợi được đưa vào một cách đặc biệt với lượng đủ lớn như vậy được gọi là nguyên tố hợp kim, chúng bao gồm các nguyên tố với hàm lượng lớn hơn các giới hạn cho từng nguyên tố (không có giá trị chung cho mọi nguyên tố) như sau:

$$\begin{aligned} \text{Mn} &\geq (0,80 \div 1,00)\%, \text{ Si} \geq (0,50 \div 0,80)\%, \text{ Cr} \geq (0,50 \div 0,80)\%, \\ \text{Ni} &\geq (0,50 \div 0,80)\%, \text{ W} \geq (0,10 \div 0,50)\%, \text{ Mo} \geq (0,05 \div 0,20)\%, \\ \text{Ti} &\geq 0,10\%, \text{ Cu} \geq 0,30, \text{ B} \geq 0,0005\%. \end{aligned}$$

Nhỏ hơn giới hạn dưới kể trên được coi là tạp chất. Tuy nhiên các giới hạn trên cũng chỉ là quy ước và không cứng nhắc một cách quá chặt chẽ. Thép hợp kim là loại có chất lượng từ tốt trở lên nên chứa ít và rất ít các tạp chất có hại.

### 2.5.2 Các đặc tính của thép hợp kim

Ở đây nói kỹ hơn các đặc tính trội hơn hẳn của thép hợp kim so với thép cacbon (thép cacbon tương đương được mang ra đối chứng phải là loại có cùng thành phần cacbon với thép hợp kim đã cho).

#### 2.5.2.1 Cơ tính

Do một số yếu tố mà chủ yếu là do tính thấm tôi cao hơn nên thép hợp kim có độ bền cao hơn hẳn so với thép cacbon, điều này thể hiện đặc biệt rõ ràng ở thép sau khi tôi + ram. Khi hết sức tận dụng ưu điểm này cần chú ý đến các hệ quả sau đây:

- Ở trạng thái không tôi + ram (ví dụ ở trạng thái ủ), độ bền của thép hợp kim không cao hơn thép cacbon bao nhiêu. Cho nên đã dùng thép hợp kim thì phải qua nhiệt luyện tôi + ram. Nếu dùng thép hợp kim ở trạng thái cung cấp (sau cán nóng, gần như thường hóa) hay ủ là sự lãng phí lớn về độ bền.

- Ưu việt về độ bền cao của thép hợp kim càng rõ khi tiết diện của thép càng lớn và lượng hợp kim đủ để bảo đảm tôi thấu. Khi tiết diện nhỏ ( $\leq 20\text{mm}$ ), ưu việt này của thép hợp kim không thể hiện được (vì với tiết diện nhỏ như vậy thép cacbon cũng được tôi thấu).

- Do tính thấm tôi tốt, dùng môi trường tôi chậm (dầu) nên khi tôi ít biến dạng và nứt hơn so với thép cacbon luôn phải tôi nước. Do vậy các

chi tiết có hình dạng phức tạp phải qua tôi (do đòi hỏi về độ bền) đều phải làm bằng thép hợp kim.

- Khi tăng mức độ hợp kim hóa làm tăng được độ thấm tôi làm tăng độ cứng, độ bền song thường làm giảm độ dẻo, độ dai nên lượng hợp kim cần thiết chỉ cần vừa đủ bảo đảm tôi thấu tiết diện đã cho là đủ, không nên dùng thừa (dùng thép hợp kim quá cao vừa đắt vừa khó gia công lại dễ bị phá hủy giòn hơn). Do vậy có nguyên tắc là chọn mức thép hợp kim cao hay thấp là phụ thuộc kích thước (tiết diện).

- Tuy đạt độ bền cao hơn nhưng thường có độ dẻo, độ dai thấp hơn. Do vậy phải chú ý đến mối quan hệ ngược này để có xử lý thích hợp (bằng ram).

Mặc dầu có ưu điểm về độ bền, nói chung thép hợp kim có tính công nghệ kém hơn thép cacbon (trừ tính thấm tôi).

### **2.5.2.2 Tính chịu nhiệt độ cao**

Các nguyên tố hợp kim cản trở sự khuếch tán của cacbon do đó làm mactenxit khó phân hóa và cacbit khó kết tụ ở nhiệt độ cao hơn 200°C, do vậy tại các nhiệt độ này thép hợp kim bền hơn. Một số thép hợp kim với lớp vảy ôxyt tạo thành ở nhiệt độ cao khá xít chặt, có tính bảo vệ tốt.

### **2.5.2.3 Tính chất vật lý, hóa học đặc biệt**

Bằng cách đưa vào thép các nguyên tố khác nhau với lượng lớn quy định có thể tạo ra cho thép các tính chất đặc biệt:

- Không gỉ, chống ăn mòn trong axit, bazo, muối.
- Từ tính đặc biệt hoặc không có từ tính.
- Giãn nở nhiệt đặc biệt,...

Qua đó thấy rằng thép hợp kim là vật liệu cần thiết, không thể thiếu cho những ngành kỹ thuật quan trọng đòi hỏi các tính chất cao hoặc khác với thông thường.

### **2.5.3 Tác dụng của nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép**

Một cách đơn giản có thể xem một thép hợp kim đơn giản (chỉ có một nguyên tố hợp kim) là đưa thêm nguyên tố hợp kim vào hợp kim Fe-C. Vậy hãy xem nguyên tố hợp kim ảnh hưởng như thế nào đến hợp kim Fe-C mà ta đã nghiên cứu, cụ thể là đến các tổ chức chính: các dung dịch rắn ferit, austenit, hợp chất xementit (pha cacbit), tổ chức peclit (hỗn hợp ferit - cacbit)... Các nguyên tố khi đưa vào thép cũng không ngoài hai tác dụng: hòa tan vào sắt thành dung dịch rắn và kết hợp với cacbon thành cacbit. Cũng khó phân loại rạch ròi song có thể tạm chia thành hai dạng nguyên tố hợp kim để tiện khảo sát: dạng chủ yếu hòa tan vào sắt và dạng có ái lực mạnh với cacbon tạo nên cacbit. Hãy xét từng khả năng.

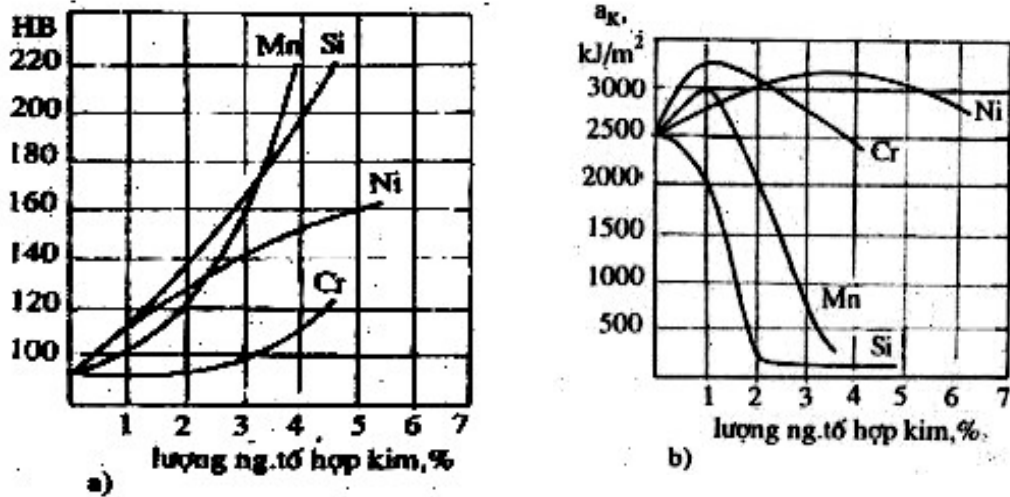
#### **2.5.2.4 Hòa tan vào sắt thành dung dịch rắn**

Đó là trường hợp của phần lớn nguyên tố mà điển hình và thường gặp là Mn, Si, Cr, Ni.

Với lượng ít nguyên tố hợp kim (khoảng vài %) chúng không làm thay đổi đáng kể cấu hình của giản đồ pha Fe-C, chúng hòa tan vào sắt tức ferit ở nhiệt độ thấp và austenit ở nhiệt độ cao.

Khi hòa tan (tất nhiên là ở dạng thay thế) vào ferit, các nguyên tố hợp kim làm xô lệch mạng do đó làm tăng độ cứng, độ bền và thường làm giảm độ dẻo, độ dai. Ảnh hưởng của bốn nguyên tố trên đến hai chỉ tiêu điển hình là độ cứng và độ dai được trình bày trên hình 2.9 Qua đó thấy rõ có hai nhóm khác nhau: Mn và Si, Cr và Ni. Hai nguyên tố Mn và Si làm tăng rất mạnh độ cứng (độ bền) song cũng làm giảm mạnh độ dai (độ dẻo), đặc biệt khi thép chứa 2%Si hoặc 3,5%Mn ferit đã có độ dai rất thấp ( $\leq 500\text{kJ/m}^2$ ) làm thép giòn không cho phép sử dụng. Do vậy mặc dầu có lợi thế là rẻ hơn, khả năng hóa bền cao Mn và Si chỉ được dùng với hàm lượng hạn chế (1 ÷ 2)%. Như thế không thể dùng thép Mn, Si với độ thấm tôi cao vì bị hạn chế bởi lượng đưa vào. Còn Ni và Cr (cho tới hàm lượng 4%) trong khi làm tăng độ cứng chẳng những không làm giảm còn làm tăng chút ít độ dai. Do vậy hợp kim hóa thép bằng Cr, Ni hay đồng thời bằng cả hai là rất tốt vì ngoài làm tăng độ thấm tôi, bản thân chúng nâng cao độ cứng, độ bền mà vẫn duy trì tốt độ dẻo, độ dai của ferit. Vì thế thép có độ thấm tôi cao thuộc nhóm được hợp kim hóa bằng Cr - Ni. Mặc dầu giá thành có cao hơn (do Cr và đặc biệt Ni ngày càng đắt, hiếm) loại thép này vẫn được ưa chuộng trong chế tạo các chi tiết đòi hỏi độ tin cậy cao.

Với lượng nhiều (>10%) Cr, Ni, Mn chúng làm thay đổi hẳn cấu hình của giản đồ pha Fe - C, đặc biệt rõ là làm thay đổi các khu vực của ferit và austenit. Trên hình 2.10 trình bày ảnh hưởng của hàm lượng Mn và Cr đến khu vực  $\gamma$  (austenit) của giản đồ pha Fe - C. Thấy rất rõ Mn (và cả Ni nữa) mở rộng (nhiệt độ tồn tại của) khu vực  $\gamma$  (tương ứng thu hẹp khu vực  $\alpha$ ). Với hàm lượng lớn trong khoảng (10 ÷ 20)% tổ chức austenit tồn tại cả ở nhiệt độ thường (không biểu thị ở hình 2.10a), tức là khi nung nóng hay làm nguội không có chuyển biến pha như thường gặp, thép được gọi là thép austenit. Còn Cr ngược lại thu hẹp khu vực  $\gamma$  (tương ứng mở rộng khu vực  $\alpha$  như ở hình 2.10b). Với hàm lượng Cr đủ lớn (khoảng gần 20%) khu vực  $\gamma$  không còn tồn tại, tổ chức ferit tồn tại cả ở nhiệt độ cao cho tới khi chảy lỏng. Thép này cũng không có chuyển biến pha và được gọi là thép ferit. Những trường hợp như vậy chỉ gặp ở thép đặc biệt. Rõ ràng là các thép này không thể áp dụng hóa bền bằng tôi.



Hình 2.9 Ảnh hưởng của độ hòa tan của các nguyên tố hợp kim chủ yếu trong dung dịch rắn ferit đến độ cứng (a) và độ dai va đập (b).

### 2.5.2.5 Tạo thành cacbit

Trừ các nguyên tố Si, Ni, Al, Cu, Co không tạo thành được cacbit trong thép (chỉ có thể hòa tan vào sắt), các nguyên tố hợp kim còn lại gồm Mn, Cr, Mo, W, Ti, Zr, Nb ngoài khả năng hòa tan vào sắt còn có thể kết hợp với carbon thành cacbit.

Người ta nhận thấy rằng số điện tử của phân lớp nd (3d, 4d, 5d) trong nguyên tử của nguyên tố nào càng bị thiếu thì nguyên tố đó càng có ái lực mạnh với carbon và tất nhiên là trong thép (chủ yếu là sắt) chỉ nguyên tố nào có số điện tử của phân lớp nd ít hơn của Fe (là 6) thì mới có khả năng tạo thành được cacbit.

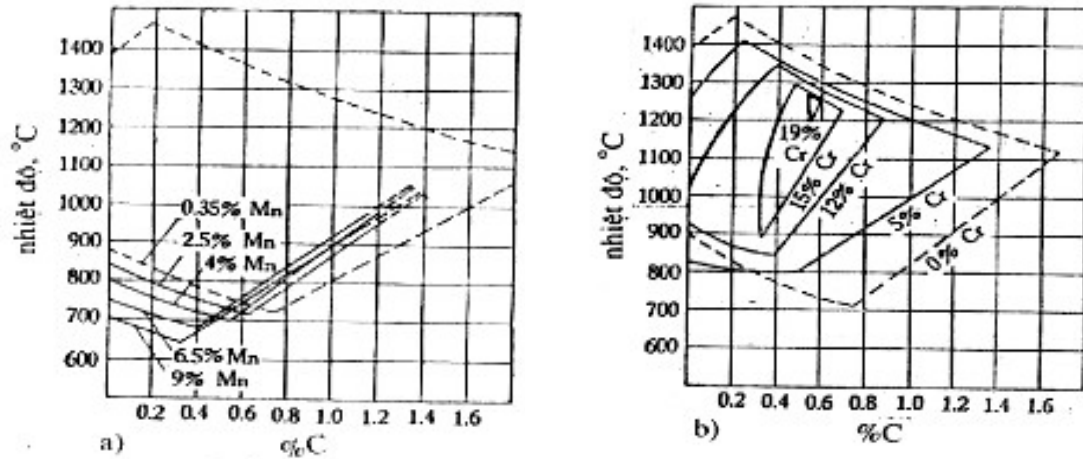
Phù hợp với số thiếu hụt của điện tử, các nguyên tố tạo thành cacbit trong thép theo thứ tự yếu đến mạnh như sau:

Fe (6), Mn (5), Cr (5), Mo (5), W (4), V (3), Ti (2), Zr (2), Nb (2) [số trong ngoặc là số điện tử trong phân lớp nd], trong đó:

- Mn và Cr là các nguyên tố tạo thành cacbit trung bình.
- Mo và W là các nguyên tố tạo thành khá mạnh.
- V là nguyên tố tạo thành cacbit mạnh.
- Ti, Zr, Nb là các nguyên tố tạo thành cacbit rất mạnh.

Khi đưa vào thép các nguyên tố này, carbon sẽ ưu tiên kết hợp với các nguyên tố mạnh trước. Tùy theo nguyên tố hợp kim (Me) đưa vào và hàm lượng của nó, trong thép hợp kim có các pha cacbit sau.





**Hình 2.10** Ảnh hưởng của Mn (a) và Cr (b) đến các vùng a và g trên giản đồ Fe-C.

- Xêmentit hợp kim  $(Fe, Me)_3C$ . Khi thép chứa một lượng ít (1 ÷ 2)% các nguyên tố tạo cacbit trung bình và khá mạnh là Mn, Cr, Mo, W chúng hòa tan thay thế vị trí các nguyên tử Fe trong xêmentit tạo nên xêmentit hợp kim  $(Fe, Me)_3C$ . Xêmentit hợp kim có tính ổn định cao (khó phân hủy, kết tụ khi nung) hơn xêmentit chút ít. Nhiệt độ tôi có tăng đôi chút.

- Cacbit với kiểu mạng phức tạp. Khi hợp kim hóa đơn giản (chỉ bằng một nguyên tố hợp kim) song với lượng lớn (> 10%) Cr hoặc Mn (có  $dC/dMe > 0,59$ ) chúng tạo nên với C loại cacbit với kiểu mạng phức tạp như:  $Cr_7C_3$ ,  $C_{23}C_6$ ,  $Mn_3C$ . Các đặc tính của cacbit này là:

+ Có độ cứng cao (hơn xêmentit một chút).

+ Có nhiệt độ chảy không cao lắm, trong khoảng  $(1550 \div 1850)^\circ C$  (cao hơn xêmentit), nên có tính ổn định cao hơn. Nhiệt độ tôi của thép phải cao hơn  $1000^\circ C$ .

- Cacbit kiểu  $Me_6C$ . Trong các thép chứa Cr với W hoặc Mo sẽ tạo nên cacbit loại  $Me_6C$  với kiểu mạng phức tạp, trong đó Me là các nguyên tố Cr, W, Mo và cả Fe. Loại cacbit này còn khó hòa tan vào austenit hơn và ổn định hơn loại trên. Nhiệt độ tôi của thép trong khoảng  $(1200 \div 1300)^\circ C$ .

- Cacbit với kiểu mạng đơn giản  $MeC$  ( $Me_2C$ ). Các nguyên tố tạo thành cacbit mạnh và rất mạnh là V, Ti, Zr, Nb khi đưa vào thép với lượng ít (0,1%) cũng có khả năng liên kết hết với cacbon thành cacbit như VC, TiC, ZrC, NbC, chúng chính là pha xen kẽ với kiểu mạng đơn giản (vì  $dC/dMe < 0,59$ ).

### 2.5.2.6 Các đặc tính của loại cacbit này là

- + Có độ cứng cao nhưng ít giòn hơn xêmentit.
- + Có nhiệt độ chảy rất cao (trên dưới  $3000^{\circ}\text{C}$ ) nên rất khó phân hủy và hòa tan vào austenit khi nung. Các nguyên tố này không có tác dụng tăng độ thấm tôi, cacbit của chúng thường đóng vai trò giữ cho hạt nhỏ và nâng cao tính chống mài mòn.

Như vậy các cacbit hợp kim cứng hơn, ổn định hơn, khó hòa tan vào austenite hơn so với xêmentit làm thép hợp kim cứng, bền nóng hơn và có nhiệt độ tôi cao hơn thép cacbon.

Do các nhóm thép sử dụng các loại nguyên tố hợp kim và lượng chứa khác nhau nên nói chung mỗi nhóm thép thường chỉ gặp 1 ÷ 2 loại cacbit kể trên, cụ thể là:

- + Xêmentit hợp kim trong thép kết cấu.
- + Cacbit với kiểu mạng phức tạp trong thép không gỉ và bền nóng (thuộc nhóm thép đặc biệt).
- + Cacbit kiểu  $\text{Me}_6\text{C}$  trong thép gió (thuộc thép dụng cụ).
- + Cacbit với kiểu mạng đơn giản  $\text{MeC}$  được tạo thành với lượng ít trong các nhóm thép khác nhau.

\* Vai trò của cacbit hợp kim:

- Giống như xêmentit, cacbit hợp kim cũng có tác dụng làm tăng độ cứng, tính chống mài mòn của thép song có phần mạnh hơn. Như sau này sẽ thấy thép làm dụng cụ tốt nhất phải là loại thép có cacbon cao và hợp kim cao.

- Do khó hòa tan vào austenit khi nung nóng nên một mặt nâng cao nhiệt độ tôi mặt khác lại giữ được hạt nhỏ khi nung, điều này giúp nâng cao độ dai và cơ tính nói chung.

- Khi ram, cacbit hợp kim tiết ra khỏi mactenxit và kết tụ lại ở nhiệt độ cao hơn so với xêmentit ở trong thép cacbon, do đó giữ được độ cứng cao của trạng thái tôi ở nhiệt độ cao hơn  $200^{\circ}\text{C}$ , đôi khi tới  $(500 \div 600)^{\circ}\text{C}$ , tức có tính cứng hay bền nóng.

### 2.5.4 Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến quá trình nhiệt luyện

Các nguyên tố hợp kim có ảnh hưởng lớn đến quá trình nhiệt luyện, đặc biệt là tôi + ram, do vậy sẽ ảnh hưởng lớn đến cơ tính, đây là đặc tính nổi bật của thép hợp kim. Hãy xét tới từng mặt và từng quá trình của nhiệt luyện.

#### 2.5.4.1 Chuyển biến khi nung nóng để tôi

Trừ một số thép đặc biệt, các thép hợp kim thông thường còn lại vẫn có tổ chức peclit, nên khi nung nóng để tôi vẫn có các chuyển pha: peclit →

austenit, cacbit hòa tan vào austenit, hạt austenit phát triển (như thép cacbon với pha cacbit là xêmentit) song có các điểm đặc trưng sau:

- Sự hòa tan cacbit hợp kim khó hơn, đòi hỏi nhiệt độ tôi cao hơn và thời gian giữ nhiệt dài hơn so với xêmentit trong thép cacbon. Hãy so sánh các thép cùng có 1,00%C nhưng với lượng hợp kim cao thấp khác nhau:

+ Thép cacbon 1,00%C (mác CD100),  $Fe_3C$ , nhiệt độ tôi khoảng  $780^{\circ}C$ .

+ Thép hợp kim thấp 1,00%C + 1,50%Cr (thép ổ lăn),  $(Fe,Cr)_3C$ , nhiệt độ tôi khoảng  $830^{\circ}C$ .

+ Thép hợp kim cao 1,00%C + 12,0%Cr (thép khuôn dập),  $Cr_{23}C_6$ , nhiệt độ tôi  $> 1000^{\circ}C$ .

- Cacbit hợp kim do khó hòa tan vào austenit, nằm ở biên giới hạt, như hàng rào giữ cho hạt nhỏ. Tác dụng này rất mạnh với Ti, Zr, Nb, mạnh với V, tương đối mạnh với W, Mo. Riêng thép có Mn lại có khuynh hướng làm to hạt austenit. Các nguyên tố hợp kim còn lại Cr, Ni, Si, Al được coi là trung tính. Chính vì vậy thép hợp kim thường giữ được hạt nhỏ hơn thép cacbon khi cả hai cùng bị nung nóng ở cùng nhiệt độ (ví dụ khi thấm cacbon).

#### 2.5.4.2 Sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội và độ thấm tôi

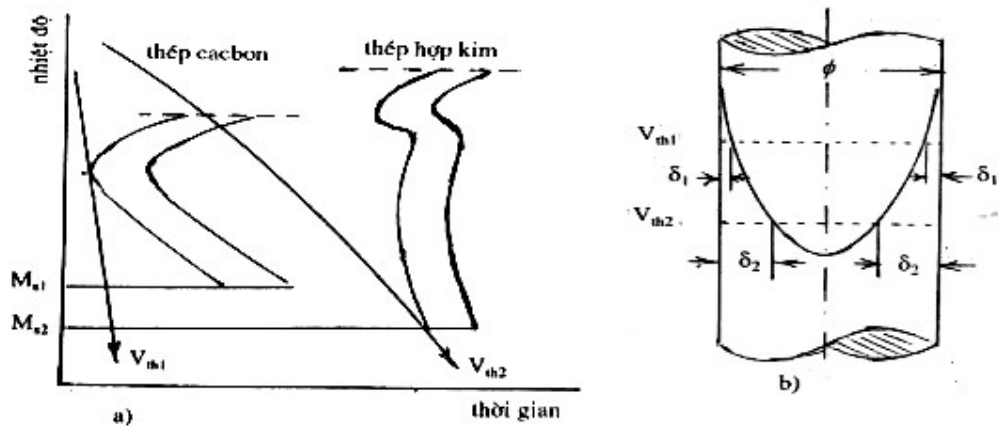
Đây là tác dụng quan trọng nhất và điển hình nhất, cần nắm vững và tận dụng triệt để.

Sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội. Khi hòa tan vào austenit, tất cả các nguyên tố hợp kim (trừ Co) với các mức độ khác nhau đều làm chậm tốc độ phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội tức là làm đường cong chữ "C" dịch sang phải do đó làm giảm tốc độ tôi tới hạn  $V_{t,h}$  (hình 2.13a). Trong đó đáng để ý: các nguyên tố có tác dụng rất mạnh là Mo (khi riêng rẽ) và Cr - Ni (khi kết hợp), mạnh là Cr, Mn, B. Với cùng tổng lượng hợp kim, khi hợp kim hóa phức tạp làm giảm  $V_{t,h}$  mạnh hơn khi hợp kim hóa đơn giản.

Cần chú ý là khi nguyên tố hợp kim không hòa tan vào austenit mà ở dạng cacbit không những không làm tăng mà còn làm giảm tính ổn định của austenit quá nguội, dẫn tới tăng  $V_{t,h}$ .

Độ thấm tôi. Do làm giảm  $V_{t,h}$ , các nguyên tố hợp kim (trừ Co) khi hòa tan vào austenit đều làm tăng độ thấm tôi (hình 2.13b). Như thấy rõ từ hình vẽ, do đường cong chữ "C" trong thép hợp kim dịch sang phải nên có  $V_{t,h2} < V_{t,h1}$  của thép cacbon, tương ứng  $\delta_2$  là độ thấm tôi của thép hợp kim,  $\delta_1$  - độ thấm tôi của thép cacbon, ta luôn có  $\delta_2 > \delta_1$ .

Nhờ hiệu quả này trong thép hợp kim có thể xảy ra các trường hợp sau mà ta không thể gặp trong thép cacbon:



**Hình 2.13 So sánh giản đồ T - T - T, Vt.h.**

a) Độ thấm tôi; b) Giữa thép cacbon và thép hợp kim.

-  $V_{t.h}$  bé đến mức nhỏ hơn cả  $V_{nguội}$  của lõi, do đó sau khi tôi lõi cũng có tổ chức mactenxit, đây là trường hợp tôi thấu.

-  $V_{nguội}$  trong không khí cũng có thể lớn hơn  $V_{t.h}$ , do đó thường hóa cũng đạt được tổ chức mactenxit, đó là hiện tượng tự tôi (trong khi đó thường hóa thép cacbon chỉ đạt được xooxit là cùng).

#### 2.5.4.3 Do độ thấm tôi tăng lên sẽ có hai hiệu quả chính sau đây

a. Hiệu quả hóa bền của tôi + ram tăng lên rõ rệt, đặc biệt khi tôi thấu sẽ đạt tới cơ tính cao và đồng nhất trên toàn tiết diện, nâng cao mạnh sức chịu tải của chi tiết. Ví thế:

- Để phát huy hết khả năng chịu tải của chi tiết bằng thép hợp kim, phải sử dụng nó ở trạng thái tôi + ram, có như vậy mới đạt hiệu quả kinh tế (vì thép hợp kim đắt hơn).

- Với tiết diện càng lớn càng phải dùng thép hợp kim và dùng nó càng hiệu quả. Do vậy phải căn cứ vào tiết diện và cơ tính yêu cầu mà chọn mác thép: tiết diện càng lớn, độ bền đòi hỏi càng cao, lượng hợp kim trong thép càng phải cao để có thể tôi thấu.

b. Khi tôi có thể dùng các môi trường nguội chậm mà vẫn đạt được mactenxit như tôi trong dầu, trong muối nóng chảy (phân cấp hay đẳng nhiệt), điều này dẫn đến các ưu việt sau:

- Chi tiết, dụng cụ với hình dạng phức tạp khi tôi không sợ gãy, nứt. Trong khi đó nếu làm bằng thép cacbon phải tôi trong nước dễ sinh vỡ.

- Dễ biến dạng, trong nhiều trường hợp có độ cong vênh dưới mức cho phép, đặc biệt khi tôi phân cấp hay đẳng nhiệt.

#### 2.5.4.4 Chuyển biến mactenxit

Khi hòa tan vào austenit, các nguyên tố hợp kim (trừ Co, Al, Si) đều hạ thấp nhiệt độ chuyển biến austenit thành mactenxit, do đó làm tăng lượng austenit dư sau khi tôi.

Cứ 1% nguyên tố hợp kim làm giảm  $M_s$  như sau: Mn –  $45^{\circ}\text{C}$ , Cr –  $35^{\circ}\text{C}$ , Ni –  $26^{\circ}\text{C}$ , Mo –  $25^{\circ}\text{C}$ , còn Co làm tăng  $12^{\circ}\text{C}$ , Al làm tăng  $18^{\circ}\text{C}$ , Si không ảnh hưởng gì.

Do austenit dư tăng mạnh ở các thép có cacbon cao - hợp kim cao, độ cứng sau khi tôi có thể bị sụt 1 ÷ 10 đơn vị HRC so với mức cao nhất có thể đạt được. Tuy đây là nhược điểm song hoàn toàn có thể khắc phục được bằng gia công lạnh hay ram nhiều lần ở nhiệt độ thích hợp để austenit dư → mactenxit, độ cứng lại đạt được mức cao nhất.

#### 2.5.5 Chuyển biến khi ram

Nói chung các nguyên tố hợp kim hòa tan trong mactenxit đều cản trở sự phân hóa của pha này khi ram hay nói cụ thể hơn là làm tăng các nhiệt độ chuyển biến khi ram. Sở dĩ như vậy là vì các nguyên tố hợp kim cản trở sự khuếch tán của cacbon. Đặc biệt W, Mo, Cr có ái lực khá mạnh với cacbon có xu hướng giữ cacbon lại trong mactenxit, do đó duy trì độ cứng cao ở nhiệt độ cao hơn. Ví dụ, sự tiết ra cacbit hợp kim ra khỏi mactenxit ở các nhiệt độ sau:

- Xêmentit  $\text{Fe}_3\text{C}$  ở  $200^{\circ}\text{C}$ .
- Xêmentit hợp kim  $(\text{Fe},\text{Me})_3\text{C}$  ở  $(250 \div 300)^{\circ}\text{C}$ .
- Cacbit crôm  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ ,  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$  ở  $(400 \div 450)^{\circ}\text{C}$ .
- Cacbit  $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$  loại  $\text{Me}_6\text{C}$  ở  $(550 \div 600)^{\circ}\text{C}$ .

(VC, TiC, ZrC, NbC không hòa tan khi nung nóng nên không tiết ra).

Nhờ vậy dẫn đến các hiệu ứng sau:

- Nâng cao tính chịu nhiệt độ cao, tính bền nóng, tính cứng nóng.
- Do khuếch tán khó khăn cacbit tạo thành rất phân tán và nhỏ mịn, làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn, được gọi là hóa cứng phân tán. Sự tăng độ cứng khi ram thép hợp kim ở nhiệt độ thích hợp làm cho austenit dư → mactenxit và cacbit tiết ra ở dạng phân tán, nhỏ mịn được gọi là độ cứng thứ hai.

- Cùng ram hay cùng làm việc ở một nhiệt độ, thép hợp kim bao giờ cũng có độ cứng, độ bền cao hơn. Điều này cũng có nghĩa để cùng đạt độ cứng độ bền như nhau, phải ram thép hợp kim ở nhiệt độ cao hơn nên khử bỏ được ứng suất bên trong nhiều hơn vì thế thép có thể bảo đảm độ dai tốt.

Tóm tắt các tác dụng tốt của nguyên tố hợp kim là:

+ Khi hòa tan vào dung dịch rắn:

- Ferit làm tăng xô lệch mạng gây hóa bền (cacbon cũng có tác dụng này song chỉ ở trạng thái tôi, sau khi ram bị giảm rất mạnh).

- Austenit làm tăng tính ổn định của austenit quá nguội, giảm  $V_{t,h}$ , tăng độ thấm tôi, thép tôi ít biến dạng và gãy vỡ hơn nhờ dùng dầu và các môi trường nguội chậm hơn.

+ Khi tạo thành cacbit hợp kim:

- Bản thân pha này cứng và chống mài mòn hơn xêmentit, khó hòa tan khi nung giữ cho hạt nhỏ.

- Khó tiết ra khỏi mactenxit hơn nên gây nên bền nóng và cứng nóng.

- Khi ram được tiết ra dưới dạng phân tử nhỏ mịn, phân tán gây hóa bền.

### 2.5.6 Các khuyết tật của thép hợp kim

Tuy có nhiều ưu việt, thép hợp kim đôi khi cũng thể hiện một số khuyết tật cần biết để phòng tránh.

#### 2.5.6.1 Thiên tích

Thép hợp kim, đặc biệt là loại được hợp kim hóa cao với nhiều thành phần hóa học phức tạp, sau khi kết tinh sẽ có tổ chức không đồng nhất, khi cán sẽ tạo nên tổ chức thớ làm cơ tính chênh lệch mạnh giữa các phương dọc và ngang, có khi chênh lệch tới (50 ÷ 70)% hay hơn nữa. Khắc phục bằng ủ khuếch tán rồi đem cán nóng, song nhiều khi ở các bán thành phẩm có tiết diện lớn vẫn còn thấy dạng khuyết tật này. Rõ ràng tiết diện của sản phẩm cán càng nhỏ dạng khuyết tật này càng ít thể hiện. Tuy các nhà máy luyện kim phải chịu trách nhiệm về loại khuyết tật này song nếu bị lọt lưới, các nhà máy cơ khí phải tiến hành biến dạng nóng lại với mức độ lớn.

#### 2.5.6.2 Đốm trắng

Đó là dạng khuyết tật: trên mặt của một số thép hợp kim có các vết nứt nhỏ ở dạng đốm trắng. Nguyên nhân là hydro hòa tan vào thép lỏng rồi nằm lại trong thép rắn. Ở trạng thái rắn do giảm đột ngột độ hòa tan ở dưới 200<sup>0</sup>C, hydro thoát ra mạnh, gây ra nứt. Đốm trắng là phế phẩm không chữa được, nó chỉ thể hiện trong thép có độ thấm tôi cao như Cr - Ni, Cr - Ni - Mo, Cr - Ni - W khi cán nóng (khi đúc không xuất hiện đốm trắng do các rỗ co phân tán là túi chứa hydro). Ở nhà máy luyện kim người ta ngăn ngừa khuyết tật này bằng cách giảm hơi nước trong khí quyển, sấy khô mẻ luyện (cả mẻ liệu - sắt thép vụn lẫn trợ dung - vôi) và làm nguội thật chậm sau khi cán để hydro kịp thoát ra.

Hai dạng khuyết tật trên phải được khử bỏ ngay ở nhà máy luyện kim, rất ít gặp ở nhà máy cơ khí, nơi chỉ gia công tiếp tục các bán thành phẩm cán thành sản phẩm cơ khí với hình dạng, kích thước, cơ tính theo quy định.

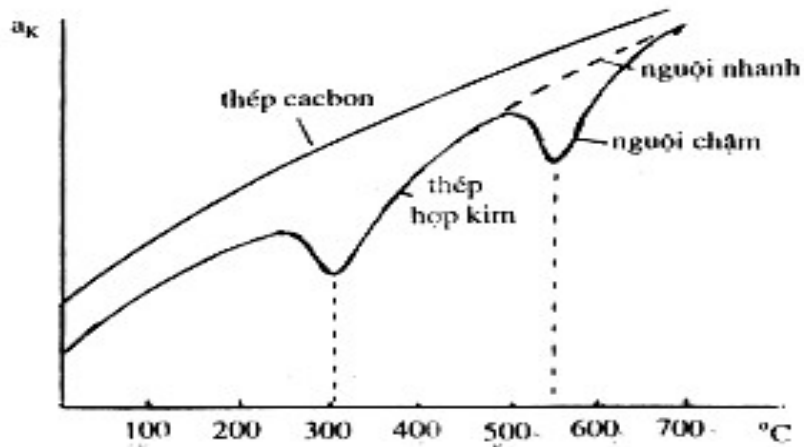
### 2.5.6.3 Giòn ram

Đối với thép cacbon, khi tăng nhiệt độ ram độ dai tăng lên liên tục cho đến  $650^{\circ}\text{C}$  (vượt quá sẽ tạo ra peclit - hỗn hợp ferit - xêmentit thô, độ dai giảm đi), còn đối với thép hợp kim thấy có hai cực tiểu về độ dai ở hai khoảng nhiệt độ ram (hình 2.11) mà ta gọi là giòn ram, ứng với hai cực tiểu đó là hai loại giòn ram. Nguyên nhân của chúng chưa xác định được rõ ràng.

Giòn ram loại I (không thuận nghịch, không chữa được). Loại giòn ram này thể hiện rất rõ ở trong thép hợp kim khi ram ở khoảng  $(280 \div 350)^{\circ}\text{C}$  (mỗi mác có một khoảng hẹp hơn trong phạm vi này), khi đó thấy độ dai rất thấp, đối với một số loại thép nó còn thấp hơn cả ở trạng thái mới tôi. Các thép cacbon cũng bị giòn ram loại này và xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn. Nguyên nhân có thể là do trong khoảng nhiệt độ này cacbit  $\epsilon$  được tiết ra khỏi mactenxit có dạng tấm hay  $\gamma_{\text{dur}} \rightarrow \text{M}$ , làm thép trở nên giòn.

Đây là loại giòn không thể tránh được, tốt hơn cả là tránh ram ở khoảng nhiệt độ gây ra giòn ram này cho mỗi mác (khoảng hẹp hơn, chỉ  $10 \div 20^{\circ}\text{C}$  so với  $70^{\circ}\text{C}$  kể trên).

Giòn ram loại II (thuận nghịch hay có thể chữa được). Loại này chỉ xảy ra trong thép được hợp kim hóa bằng Cr, Mn, Cr - Ni, Cr - Mn khi ram ở khoảng  $(500 \div 600)^{\circ}\text{C}$  với cách làm nguội thông thường sau đó (trong không khí). Cũng ram tại nhiệt độ đó song lại làm nguội nhanh sau đó (trong dầu hay



**Hình 2.11 Ảnh hưởng của nhiệt độ đến độ dai và độ cứng của thép hợp kim (có đối chứng với thép cacbon).**

nước chả hạn) thì cũng không có cực tiểu thứ hai này (đường chấm chấm trên hình vẽ). Nguyên nhân có thể là nguội chậm sau khi ram cao thúc đẩy tiết ra các pha giòn ở biên giới hạt. Giòn ram loại II là thuận nghịch tức là có thể bị

lại nếu đem ram lần nữa cũng với chế độ nhiệt như trên ( $500 \div 600$ )<sup>0</sup>C, nguội chậm).

Đây là loại giòn ram có thể tránh được. Biện pháp phòng tránh như sau:

- Với các chi tiết nhỏ và trung bình: làm nguội nhanh trong dầu, trong nước sau khi ram cao.

- Với các chi tiết lớn làm nguội như vậy vẫn không đủ nhanh để làm mất giòn ram, lúc này phải dùng thép có hợp kim hóa thêm bằng (0,20 ÷ 0,50)%Mo hay (0,50 ÷ 1,00)%W.

### 2.5.7 Phân loại thép hợp kim

Đối với thép hợp kim có nhiều cách phân loại hơn và mỗi loại cũng cho biết một đặc trưng cần biết để sử dụng tốt hơn.

#### 2.5.7.1 Theo tổ chức cân bằng

Theo tổ chức cân bằng (ở trạng thái ủ), với lượng cacbon tăng dần có thể lần lượt được các thép với tổ chức sau:

- Thép trước cùng tích: peclit + ferit tự do.
- Thép cùng tích: peclit.
- Thép sau cùng tích: peclit + cacbit tự do.
- Thép lêđêburit (cacbit): có lêđêburit.

Riêng trường hợp thép được hợp kim hóa cao chủ yếu bằng một trong hai nguyên tố Cr, Mn hay Cr - Ni, sẽ có:

- Thép ferit: loại có Cr rất cao (> 17%) và thường rất ít cacbon.
- Thép austenit: loại có Mn cao (> 13%) và thường có cacbon cao, và loại có Cr (> 18%) + Ni (> 8%).

#### 2.5.7.2 Theo tổ chức thường hóa

Theo tổ chức thường hóa các mẫu nhỏ  $\phi 25$ , theo lượng nguyên tố hợp kim tăng lên sẽ có các thép sau đây (hình 2.12):

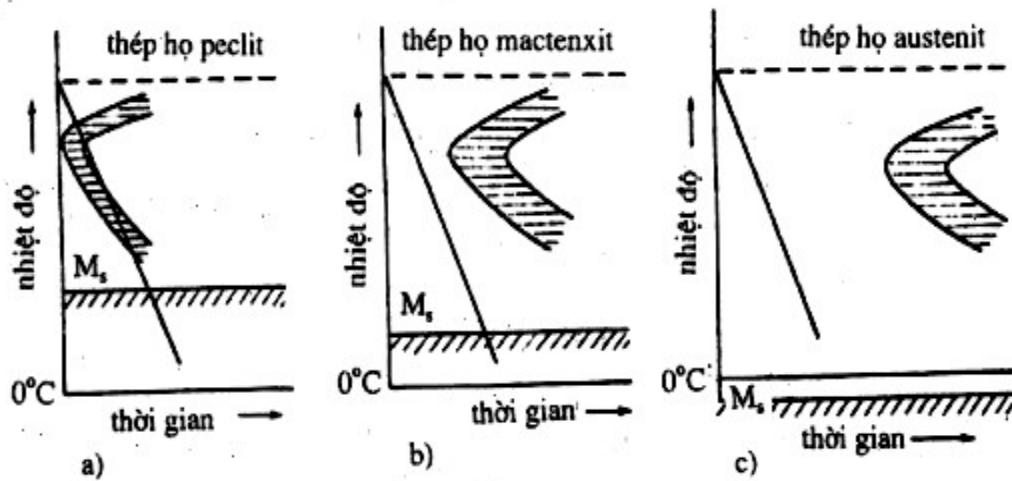
- Thép họ peclit: loại hợp kim thấp, đường cong chữ "C" sát trục tung, nguội trong không khí được hỗn hợp ferit-xêmentit tức peclit, xocbit, trôxtit; phần lớn thép thuộc loại này.

- Thép họ mactenxit: loại hợp kim hóa trung bình (> 4 ÷ 6%) và cao, đường cong chữ "C" dịch sang phải khá mạnh, nguội trong không khí cũng được mactenxit.

- Thép họ austenit: loại có chứa Cr cao và Ni cao (> 8%) hoặc Mn (> 13%) cao, chúng mở rộng khu vực  $\gamma$  và hạ thấp điểm Ms (< 0<sup>0</sup>C) nên làm nguội trong không khí (chỉ đến nhiệt độ thường, cao hơn Ms) cũng không có chuyển biến gì, giữ nguyên tổ chức austenit.

Cách phân loại này cho biết tổ chức của thép ở trạng thái cung cấp (sau cán nóng làm nguội trong không khí).





**Hình 2.12** Tổ chức sau khi thường hóa của các thép với lượng hợp kim tăng dần:  
*a. peclit, b. mactenxit, c. austenit.*

### 2.5.7.3 Theo nguyên tố hợp kim

Dựa vào tên nguyên tố hợp kim chính đưa vào để gọi, như:

- Thép chỉ có một nguyên tố hợp kim chính như Cr, Mn được lần lượt gọi là thép crôm, thép mangan, chúng là các thép hợp kim (hóa) đơn giản.
- Thép có hai hay nhiều nguyên tố hợp kim như Cr - Ni, Cr - Ni - Mo được lần lượt gọi là thép crôm - niken, thép crôm - niken - mômipđen, chúng là các thép hợp kim (hóa) phức tạp.

### 2.5.7.4 Theo tổng lượng nguyên tố hợp kim

Theo tổng (hàm) lượng của các nguyên tố hợp kim có trong thép từ thấp đến cao, người ta chia ra:

- Thép hợp kim thấp: loại có tổng lượng < 2,5% (thường là thép peclit).
- Thép hợp kim trung bình: loại có tổng lượng từ 2,5 đến 10% (thường là thép họ từ peclit đến mactenxit).
- Thép hợp kim cao: loại có tổng lượng > 10% (thường là họ mactenxit hay austenit).

Ở đây dùng theo cách phân loại trên đã quen thuộc ở nước ta, theo ГОСТ. Tuy nhiên các nước trên thế giới quan niệm hợp kim hóa cao thấp không giống nhau. Trung Quốc cũng có ba loại như trên song ranh giới giữa thấp và trung bình là 5% chứ không phải là 2,5%. Các nước Tây Âu chỉ phân biệt hai loại thấp và cao, trong đó hợp kim thấp là loại không chứa nguyên tố hợp kim nào nhiều hơn

5%, còn hợp kim cao là loại có ít nhất một nguyên tố nhiều hơn 5%.

#### 2.5.7.5 Theo công dụng

Theo công dụng người ta chia thép hợp kim ra làm ba nhóm:

- Thép hợp kim kết cấu.
- Thép hợp kim dụng cụ.
- Thép hợp kim đặc biệt.

Trong đó hai nhóm đầu cũng có trong loại thép cacbon, còn nhóm thứ ba thì không có. Đây là nhóm với tính chất vật lý - hóa học đặc biệt, thường chứa tổng lượng hợp kim cao và rất cao (>20%).

Các cách phân loại trên thường có quan hệ với nhau và cho biết một số đặc trưng của thép. Thép austenit, ferit bao giờ cũng là loại thép đặc biệt, hợp kim cao hoặc rất cao, đắt và khó gia công cắt. Thép mactenxit là loại thép rất dễ tôi song rất khó gia công cắt phôi ở trạng thái cung cấp. Thép lêđêburit bao giờ cũng thuộc nhóm hợp kim cao - cacbon cao, rất cứng để làm dụng cụ. Thép Cr - Ni bao giờ cũng là thép kết cấu quý vì có độ thấm tôi cao và độ dai tốt,...

#### 2.5.8 Tiêu chuẩn thép hợp kim

##### 2.5.8.1 Tiêu chuẩn Việt Nam

TCVN 1759 - 75 đã quy định nguyên tắc ký hiệu thép hợp kim theo trật tự như sau:

- Số chỉ hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn, nếu  $\geq 1\%$  có thể không cần biểu thị.

- Các nguyên tố hợp kim theo ký hiệu hóa học và ngay sau đó là hàm lượng theo phần trăm trung bình (thường đã được quy tròn thành số nguyên), khi lượng chứa của nguyên tố khoảng 1% thì không cần biểu thị (bằng số).

Ví dụ:

- Thép có  $(0,36 \div 0,44)\%C$ ,  $(0,80 \div 1,00)\%Cr$  sẽ được ký hiệu là 40Cr.
- Thép có  $(0,09 \div 0,16)\%C$ ,  $(0,60 \div 0,90)\%Cr$ ,  $(2,75 \div 3,75)\%Ni$  sẽ được ký hiệu là 12CrNi3.
- Thép có  $(1,25 \div 1,50) \%C$ ,  $(0,40 \div 0,70) \%Cr$ ,  $(4,5 \div 5,5) \%W$  sẽ được ký hiệu là 140CrW5 hay đơn giản chỉ là CrW5.
- Thép có  $(0,85 \div 0,95)\%C$ ,  $(1,20 \div 1,60) \%Si$ .  $(0,95 \div 1,25) \%Cr$  sẽ được ký hiệu là 90CrSi.

Như vậy trên nguyên tắc rất dễ hiểu này có thể ký hiệu mọi thép theo thành phần của chúng mà không có những trùng lặp quan trọng. Nguyên tắc này được sử dụng để ký hiệu các thép khi cần thiết phải rút gọn cách biểu thị thành phần hóa học.

TCVN chưa phủ hết các thép hợp kim thường dùng.

##### 2.5.8.2 Tiêu chuẩn Nga

ГОСТ ký hiệu thép hợp kim theo trật tự sau đây:

- Số chỉ hàm lượng cacbon trung bình theo phần vạn (nếu là thép kết cấu) và phần nghìn (nếu là thép dụng cụ, loại có cacbon cao), khi  $\geq 1,00\%$  không biểu thị.

- Các nguyên tố hợp kim theo chữ cái Nga (thường là chữ đầu theo tên gọi, nếu trùng phải lấy chữ khác) như sau:

Theo chữ cái đầu tiên có: X cho crôm, H cho niken, B cho vonfram, M cho môlipden, T cho titan, K cho coban.

Theo chữ cái tiếp sau có: Г cho mangan, С cho silic, Ф cho vanadi, Д cho đồng, Ю cho nhôm, Р cho bo.

- Thành phần của từng nguyên tố được biểu thị theo phần trăm đặt ngay sau mỗi chữ cái tương ứng, khi lượng chứa  $< 1,5\%$  không biểu thị.

- Các thép chuyên dùng như thép gió, ổ lăn, kỹ thuật điện... có quy ước riêng.

Theo đó bốn ký hiệu thép trên của TCVN sẽ tương ứng với ГОСТ như sau: 40Cr là 40X, 12CrNi3 là 12XH3, 140CrW5 hay CrW5 là XB5, nhưng 90CrSi là 9XC. Qua đó thấy có những sai khác nhỏ, song cách ký hiệu thép của TCVN về cơ bản là của ГОСТ, rất dễ viết chuyển đổi cho nhau.

### 2.5.8.3 Tiêu chuẩn Hoa Kỳ

Đối với thép hợp kim kết cấu, Hoa Kỳ thường sử dụng AISI và SAE, chúng có cách biểu thị giống nhau bằng bốn số xxxx nên được viết là AISI/SAE xxxx, trong đó hai số cuối biểu thị lượng cacbon theo phần vạn trung bình. Sau đây là một số quy ước:

- Thép cacbon 10xx,
- Thép cacbon có mangan nâng cao 15xx,
- Thép dễ cắt (2 loại) 11xx, 12xx,
- Thép mangan 13xx,
- Thép niken (2 loại) 23xx, 25xx,
- Thép niken-crôm (4 loại) 31xx, 32xx, 33xx, 34xx,
- Thép môlipden (2 loại) 40xx, 44xx,
- Thép crôm-môlipden 41xx,
- Thép niken-crôm-môlipden (11 loại) 43xx, 43BVxx, 47xx, 81xx, 86xx, 87xx, 88xx, 93xx, 94xx, 97xx, 98xx,
- Thép niken-môlipden (2 loại) 46xx, 48xx,
- Thép crôm (2 loại) 50xx, 51xx,
- Thép crôm với 0,50 ữ 1,50%C 501xx, 511xx, 521xx,
- Thép crôm-vanadi 61xx,
- Thép vonfram-crôm 72xx,

- Thép silic-mangan 92xx,
- Thép thép bo xxBxx,

Đối với thép dụng cụ, Hoa Kỳ thường sử dụng AISI với ký hiệu gồm một chữ cái chỉ nhóm thép và số thứ tự. Sau đây các chữ cái (thường lấy theo chữ cái đầu tiên chỉ nhóm thép) đó:

- W cho thép tôi nước (water),
- O cho thép tôi dầu (oil),
- S cho thép dụng cụ chịu va đập (shock),
- T cho thép gió vonfram (tungsten),
- M cho thép gió môlipđen - vonfram,
- H cho thép làm dụng cụ biến dạng nóng (hot),
- D cho thép làm dụng cụ biến dạng nguội (cold),
- A cho thép làm dụng cụ biến dạng nguội, tự tôi, trong không khí (air).

Đối với thép không gỉ và bền nóng, Hoa Kỳ dùng AISI với ký hiệu là nhóm ba số xxx, trong đó: 2xx và 3xx là thép austenit, 4xx là thép ferit, 4xx và 5xx là thép mactenxit.

#### 2.5.8.4 Tiêu chuẩn Nhật Bản

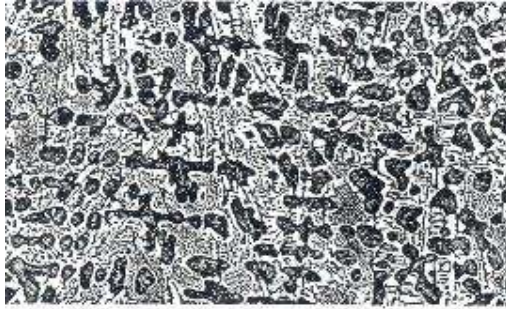
JIS cũng ký hiệu thép hợp kim bắt đầu bằng chữ S song tiếp theo có những chữ cái biểu thị loại thép hợp kim và cuối cùng là ba số xxx (trong đó hai số cuối chỉ phần vạn cacbon trung bình) hay một hoặc hai số theo thứ tự:

- SCrxxx - thép kết cấu crôm, SNCxxx - thép kết cấu niken - crôm,
- SMnxxx - thép mangan, SCMxxx - thép kết cấu crôm - môlipđen,
- SACMxxx - thép nhôm - crôm - môlipđen,
- SNCMxxx - thép kết cấu niken - crôm - môlipđen,
- SUJx - thép ổ lăn, SUMx - thép dễ cắt,
- SUPx - thép đàn hồi, SUSxxx - thép không gỉ (xxx lấy theo AISI),
- SUHx - thép bền nóng, SKx - thép dụng cụ cacbon,
- SKHx - thép gió, SKSx, SKDx, SKTx - thép dụng cụ hợp kim.

## 2.6 QUAN SÁT TỔ CHỨC TẾ VI CỦA GANG VÀ THÉP

\* Gang trắng có tổ chức theo giản đồ trạng thái Fe – Carbon, toàn bộ carbon trong gang trắng ở dạng liên kết với sắt ở dạng  $Fe_3C$ , % C > 2,14. Tùy theo hàm lượng Carbon mà gang trắng chia ra làm 3 loại:

- Gang trắng trước cùng tinh: %C < 4,3 (Tổ chức tế vi P + Xe + Lê) Lê: Lêđêburit có dạng chấm da báo. Hình 2.13.



**Hình 2.13 : Tổ chức tế vi của gang trắng trước cùng tinh (3,8% C)**  
- Gang trắng cùng tinh : %C=4,3 ( Tổ chức tế vi Lê ) Hình 2.14



**Hình 2.14 : Tổ chức tế vi của gang trắng cùng tinh ( %C =4,3 )**

- Gang trắng sau cùng tinh: %C >4,3 (Tổ chức tế vi Lê + Xe) Xe là những đường trắng sáng chạy dài nên gọi là đại lộ Xementit.

Hình 6: tổ chức tế vi của gang trắng sau cùng tinh (%C = 5) với đại lộ Xe  
Gang grafit: gang chứa carbon ở trạng thái tự do, tùy theo hình dạng của grafit người ta chia gang grafit làm 3 loại :

### 2.6.1 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của kính hiển vi quang học:

\* Cấu tạo :

Kính hiển vi quang học gồm những bộ phận sau:

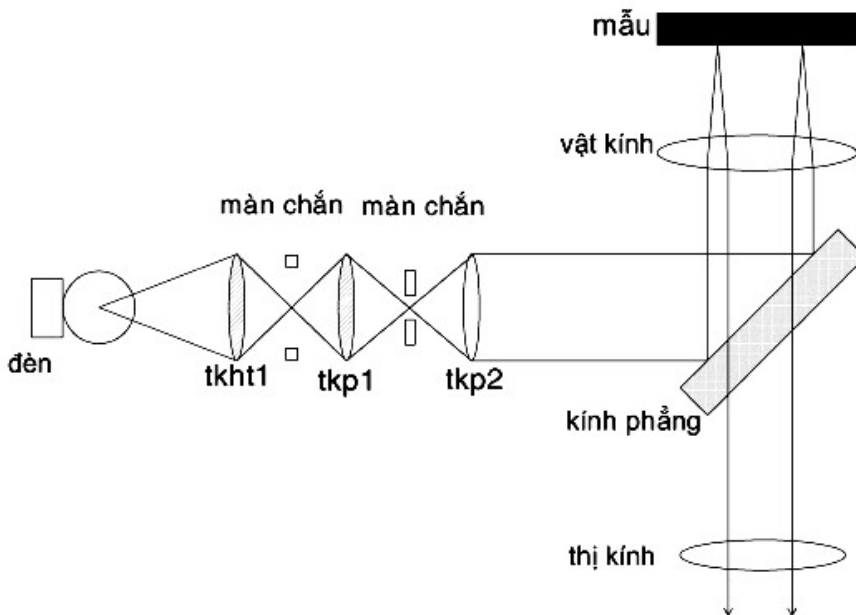
1. Cơ cấu nâng hạ bàn mẫu: Dịch chuyển vị trí thẳng đứng của mẫu đối với vật kính để thay đổi khoảng cách quan sát.
2. Bàn mẫu và các núm chỉnh dọc ngang: thay đổi vùng quan sát của mẫu.
3. Ống kính: gồm vật kính và thị kính.
4. Núm chỉnh thô và chỉnh tinh: chỉnh khoảng cách của mẫu cho trùng với mặt phẳng tiêu diện của vật kính.
5. Vật kính: tạo ảnh thật.
6. Thị kính: phóng đại ảnh thật tạo ra do vật kính lên một lần nữa và ảnh này có thể nhìn thấy bằng mắt khi nhìn vào thị kính.
7. Hệ thống chiếu sáng: Mỗi kính hiển vi quang học có gắn một số vật kính với độ phóng đại khác nhau.

\* Nguyên lý hoạt động :

Ánh sáng phản xạ trên mẫu được tiêu tụ trên mặt phẳng tiêu diện vật kính. Vật kính tạo thành ảnh thật  $M'$  tại một khoảng cách nào đó so với mặt phẳng tiêu diện gọi là độ dài quang trục. Ảnh  $M'$  lớn hơn ảnh  $M$  một đại lượng  $B' = M'/M$  gọi là độ phóng đại riêng của vật kính (5x, 10x, 20x, 50x, 100x, 150x). Ảnh này có thể nhìn thấy bằng mắt qua thị kính  $T$  hoặc được nhìn thấy trên màn hình kỹ thuật số. Độ phóng đại của thị kính  $B''$  được ghi trên vỏ thị kính. Thị kính chỉ phóng đại to lên những gì đã có ở ảnh tạo bởi vật kính chứ không tăng độ phân giải. Độ phóng đại chung của kính hiển vi trong khoảng  $= B' * B''$ . Độ phóng đại càng lớn thì phạm vi quan sát càng nhỏ đi, nhưng sự phân giải các tổ chức sẽ rõ ràng hơn. Chọn vật kính và thị kính: độ phóng đại hữu ích của kính hiển vi chọn trong khoảng (500 – 1000)A. A là khẩu độ của vật kính,  $A = n \sin \alpha$ ,  
 $A = 0,15 ; 0,40 ; 0,65 ; 0,90 ; 1,3 ; 1,66$ .

\* Nguyên lý chiếu sáng:

Nguồn sáng qua một thấu kính hội tụ, qua một màn chắn khẩu số để điều chỉnh cường độ ánh sáng theo ý muốn. Ánh sáng qua các thấu kính phụ 1,2. Sau đó đặt màn chắn nhân trường để điều chỉnh phạm vi chiếu sáng. Phạm vi chiếu sáng vừa đủ lọt vào thị kính để tránh những phản xạ nhiễu loạn của chùm sáng chiếu vào tấm kính phẳng. Vật kính sẽ tiêu tụ phối hợp với thấu kính phụ 2, đưa ánh sáng từ màn chắn nhân trường lên bề mặt mẫu nghiên cứu. Phương pháp này gọi là chiếu thẳng góc (chiếu nhân trường sáng). Trong trường hợp dùng ánh sáng xiên (chiếu nhân trường tối). Phần tổ chức không phẳng sẽ hắt ánh sáng ra ngoài và trong trường quan sát sẽ thấy tối. Lọc sáng: Kính màu gì sẽ cho ánh sáng màu đó đi qua và sẽ hấp thụ những màu còn lại. Một số kính lọc thường dùng là kính màu trắng, màu vàng.



## 2.6.2 Thực hành thí nghiệm

\* Cách chuẩn bị mẫu để xem tổ chức tế vi của kim loại:

Để quan sát được tổ chức của kim loại, hợp kim ta phải mài mẫu, đánh bóng mẫu. Dựa theo nguyên tắc phản xạ ánh sáng từ bề mặt nhẵn của mẫu qua hai hệ thống vật kính và thị kính của kính hiển vi quang học. Các tia tới gặp mặt phẳng ngang sẽ phản xạ lại vuông góc với mặt mẫu qua vật kính, thị kính tới mắt nên ta nhìn thấy sáng, các tia tới gặp mặt nghiêng phản xạ lại sẽ không đi vào vật kính không tới được mắt nên ta thấy tối. Nếu mẫu được mài nhẵn bóng thì toàn bộ ánh sáng được phản xạ lại và ta thấy toàn màu sáng, trừ một số pha không phản xạ ánh sáng như graphit trong gang. Nếu mẫu được tẩm thực thì vùng biên giới và các pha mềm bị ăn mòn nhanh sẽ lõm xuống tạo ra mặt phẳng nghiêng, ánh sáng không đi vào vật kính nên có màu tối. Trên kính hiển vi ta sẽ nhìn được tổ chức của pha sáng, tối và các đường biên giới hạt màu tối. 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,... cưa 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. Nếu mẫu có kích thước nhỏ, mỏng, hoặc phải nghiên cứu lớp bề mặt (thấm carbon, ăn mòn bề mặt,...) thì mẫu cần phải được kẹp vào các giá hoặc đồ khuôn bao quanh. Chất đồ khuôn thường là các hợp kim có nhiệt độ chảy thấp như hợp kim: Bi = 50% Cd = 10% Pb = 27% Sn = 13%  $t_{nc} = 70^{\circ}\text{C}$ , Bi = 56% Cd = 18% Pb = 14% Sn = 14%  $t_{nc} = 56^{\circ}\text{C}$ . Hoặc các chất nhựa dẻo, bakelit,...

- Mài 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. 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. Mài thô cũng có thể tiến hành trên máy. Máy mài đơn giản là một motor trực đứng, trên có gắn một đĩa kim loại phẳng. Ta lần lượt dán các giấy nhám từ thô đến mịn lên đĩa cho motor quay để mài. Chú ý không để nhiệt độ tăng quá nhiệt độ chuyển pha khi mài mẫu (có thể mài trong nước).

- 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  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ , 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  $NaNO_2$ ,  $KNO_2$ .

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.

- Tắm 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,...tắm 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 tắm 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 tắm 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 tắm 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. Tắm thực bề mặt hạt là loại tắm thực mà bản thân từng hạt ăn mòn khác nhau. Màu sắc hạt sau khi tắm thực phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Những chất có tính ô xy hóa mạnh như  $HNO_3$ , tạo trên bề mặt tinh thể lớp ô xy hóa dày, mỏng, lớp ô xy càng dày thì màu càng đậm. Sau khi tắm 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 tắm thực có thể nhúng bề mặt mẫu vào dung dịch tắm thực, hoặc dùng đĩa thủy tinh có quần bông tắm dung dịch rồi thoa đều lên mặt mẫu. Thời gian tắm 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 tắm thực. Nếu để lâu quá mẫu sẽ có màu tối đen không quan sát



được. Tắm 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 cồn và thấm khô trên giấy lọc hoặc sấy khô bằng máy sấy. Nếu sau khi tắm thực, quan sát thấy các đường biên giới hạt đứt đoạn là thời gian tắm thực chưa đủ phải tắm thực lại. Ngược lại đường biên giới quá to đậm, đường tương phản sáng tối không rõ nét là do thời gian tắm thực quá lâu hoặc nồng độ dung dịch tắm thực cao, ta phải đánh bóng mẫu và tắm thực lại.

**Câu hỏi**

**Câu 1)** Trình bày giản đồ sắt - các bon?

**Câu 2)** Nêu đặc điểm của sắt và thép?

**Câu 3)** Nêu một số loại gang điển hình?

**Câu 4)** Nêu các loại thép kết cấu?

**Câu 5)** Nêu các loại thép hợp kim?

**Câu 6)** Quan sát tổ chức tế vi của gang và thép?

## CHƯƠNG 3. VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI

MH 10 - 03

### Mục tiêu

- Trình bày được định nghĩa, tính chất và phạm vi ứng dụng của một số chất dẻo thông thường.
- Trình bày được công dụng, tính chất, phân loại dầu, mỡ bôi trơn, nước làm mát dùng trên ô tô.
- Phát biểu được công dụng, tính chất của xăng, dầu diesel dùng trên động cơ ô tô.
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về vật liệu học.

### Nội dung

#### 3.1 CHẤT DẸO

Là những vật liệu chế tạo từ polime, chất dẻo có tính dẻo rất cao tức là khả năng phục hồi lại hình dạng ban đầu khi chịu lực tác dụng.

##### 3.1.1 Thành phần của chất dẻo

- Polime: Là hợp chất cao phân tử, rắn, không bay hơi, không hoà tan trong nước, khối lượng riêng nhỏ, dẫn điện và dẫn nhiệt kém.
- Chất độn: Làm tăng một số tính năng của chất dẻo. Chất độn có thể là thuỷ tinh, ceramic, kim loại,...
- Phụ gia: Có trong thành phần của chất dẻo với một lượng nhỏ, nhằm tạo màu sắc, chống ôxy hóa, tạo mùi thơm,...

##### 3.1.2 Một số chất dẻo

- \* Ê bô xít, Ba kê lít: Là chất dẻo tổng hợp, cứng, bền, chịu axit, cách điện và cách nhiệt tốt. Ê bô xít dùng chế tạo vỏ ắc qui.
- \* Pôlyclovinyn (PVC): Có độ bền cao, cách nhiệt và cách điện tốt. Thường dùng chế tạo vỏ bọc dây dẫn điện.

#### 3.2 CAO SU – AMIĂNG

##### 3.2.1 Cao su

Là vật liệu có tính đàn hồi cao, cách điện và cách nhiệt tốt.

Cao su tự nhiên: Là một polime có công thức hoá học  $(C_5H_8)_n$ , lấy từ mủ cây cao su. Cao su tự nhiên có tính đàn hồi phụ thuộc vào nhiệt độ (nhiệt độ thấp thì cứng, nhiệt độ cao thì mềm nhão). Khi sử dụng phải lưu hoá (pha thêm lưu huỳnh) và một số chất khác như bồ hóng, cao lanh, đá vôi ( $CaCO_3$ ), chất màu,... Dùng chế tạo xăm, lốp ô tô.

Cao su nhân tạo: Thường sử dụng là cao su Bu na  $(C_4H_6)_n$ , được tổng hợp từ rượu êtylic hoặc từ sản phẩm của dầu mỏ. Cao su nhân tạo có các tính chất như cách điện cách nhiệt tốt, chịu được tác dụng của các chất vô cơ.

*Chú ý: Tránh không để cao su tiếp xúc với xăng dầu.*

### 3.2.2 Amiang ( $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Amiang được khai thác ở các mỏ ở dạng sợi mịn như lụa, màu trắng hoặc xanh lá cây.

Amiang chịu được nhiệt độ cao tới  $1500^\circ\text{C}$ , không cháy, cách nhiệt và cách điện tốt, khó bị phân huỷ theo thời gian nên có hại cho phổi nếu hít phải nó. Amiang dùng chế tạo các gioăng làm kín và chịu nhiệt như gioăng mặt máy, gioăng cổ xả,...

## 3.3 VẬT LIỆU BÔI TRƠN LÀM MÁT

### 3.3.1 Vật liệu bôi trơn

#### 3.3.1.1 Khái quát chung

a. *Sự cần thiết của dầu bôi trơn.*

Các chi tiết máy móc trong quá trình chuyển động tương đối với nhau sẽ sinh ma sát làm cản trở chuyển động của chúng và gây tác hại rất lớn (mài mòn, biến chất vật liệu). Để giảm hệ số ma sát cần bôi trơn cho chúng.

Một số bộ phận (piston, xy lanh) khi làm việc cần có độ kín cao mà trong trạng thái nhiệt độ cao như vậy bề mặt của chúng khô và không kín, cần có dầu nhớt làm tăng thêm độ kín của chi tiết đó.

Khi làm việc bề mặt các chi tiết nóng lên, đây là điều kiện thuận lợi làm cho sự mài mòn các chi tiết tăng nhanh mà một số chi tiết không thể dùng nước làm mát được, dầu bôi trơn sẽ làm mát cho chúng.

Mạt kim loại là sản phẩm của mài mòn, hạt kim loại là những hạt mài gây mài mòn chi tiết rất lớn, khi mài mòn tạo ra các hạt mài chúng cố tình dính bám lại các bề mặt ma sát vì vậy cần phải có dầu bôi trơn chuyển động vận chuyển các hạt mài này đi để làm sạch các bề mặt.

b. *Phân loại dầu bôi trơn:*

- + Dầu bôi trơn động cơ.
- + Dầu bôi trơn hệ thống truyền động (truyền lực).

c. *Các chỉ tiêu đánh giá dầu bôi trơn*

\* *Độ nhớt:*

Là chỉ tiêu rất quan trọng khi đánh giá dầu bôi trơn, nó đặc trưng cho ma sát trong chất lỏng và sự hình thành dầu bôi trơn.

+ Độ nhớt động lực học  $\mu$  ( $\text{Ns/m}^2$ ): Đặc trưng cho mức độ liên kết với nhau của các phân tử chất lỏng, là lực cản của chuyển động mỗi lớp chất lỏng đối với lớp khác.

+ Độ nhớt động  $\eta$  ( $\text{cm}^2/\text{s} = \text{St}$ );  $\eta = \mu/\rho$

\* *Nhiệt đông đặc:* Đặc trưng cho khả năng tăng độ nhớt của dầu bôi trơn.

\* *Tính bôi trơn:* Khả năng đảm bảo ma sát ở trạng thái giới hạn.

\* *Nhiệt độ bốc cháy*: Đặc trưng cho khả năng an toàn phòng cháy biến chất.

\* *Độ bền hoá học*: Đánh giá khả năng ổn định dưới tác dụng của môi trường làm việc.

### 3.3.1.2 Dầu bôi trơn động cơ

#### a. Điều kiện làm việc của động cơ.

Động cơ đốt trong làm việc ở điều kiện rất phức tạp: *Nhiệt độ cao tải trọng thay đổi.*

Động cơ xăng khởi động ở nhiệt độ thấp, tải trọng không đầy do xăng bay hơi không hết mà còn ở dạng lỏng khi nén sẽ chảy xuống đáy máy làm loãng dầu nhớt.

Động cơ diesel làm việc trong điều kiện tải trọng lớn, áp suất gối đỡ cao, khó tạo màng dầu bôi trơn.

Động cơ 2 kỳ pha nhớt vào xăng theo tỷ lệ dầu/xăng là 1/25 để bôi trơn

Trong điều kiện làm việc hết sức phức tạp, mỗi loại động cơ khác nhau làm cho tính năng làm việc của dầu bôi trơn sẽ bị phá huỷ. Để thoả mãn điều kiện làm việc cho từng loại động cơ, dầu bôi trơn phải có những yêu cầu căn bản sau đây.

#### b. Yêu cầu kỹ thuật của dầu bôi trơn động cơ:

+ Có độ nhớt thích hợp.

Ví dụ: Độ nhớt thích hợp ở nhiệt độ làm việc là 5,5 cSt, còn ở nhiệt độ 100 °C là 15 cSt.

+ Có độ bám cao.

Để tăng khả năng dính bám của dầu phải pha thêm vào dầu những phụ gia như polyacrynat, polyizobutylen,... dầu dính bám trên bề mặt còn tạo khả năng làm kín.

+ Có nhiệt độ cháy cao, nhiệt độ đông đặc thấp.

Đông đặc sẽ gây cản trở sự lưu thông dầu, động cơ khó khởi động hoặc không khởi động được ở trạng thái nguội.

Yêu cầu nhiệt độ tự cháy của dầu động cơ là từ (220 ÷ 250)°C:

+ Có tính ổn định tốt.

+ Có độ sạch cao.

+ Có khả năng chống ô xy hoá, chống ăn mòn

Ví dụ để nâng cao tính chống ăn mòn của một số bộ phận có thể dùng dầu có pha tạp chất ít béo (1,5 ÷ 2) % sẽ chống được gỉ, nếu pha thêm phụ gia như phenol, amin thơm sẽ chống được ô xy hoá dầu.

#### c. Phân loại, ứng dụng.

+ Phân loại dầu bôi trơn động cơ.

\* SNG phân loại theo tốc độ quay của trục khuỷu và theo từng nhóm

- M Dầu nhớt
- A Dầu dùng cho động cơ xăng
- B Dầu dùng cho động cơ Diesel.
- B Động cơ có tải trọng nhẹ.
- B Động cơ công suất và số vòng quay trục khuỷu trung bình.
- Г Động cơ công suất thấp, số vòng quay trục khuỷu > 2000V/F.
- E Động cơ công suất và số vòng quay trục khuỷu nhỏ.
- Д Động cơ có số vòng quay trục khuỷu lớn, làm việc nặng.

1 Động cơ xăng; 2 Động cơ Diesel;

\* Theo hiệp hội kỹ sư Mỹ API - SAE (*American Petroleum Institute - Society of Automotive Engineers*).

+ Dầu dùng cho động cơ xăng có các cấp.

- SA Động cơ xăng tải trọng nhỏ.
- SB Động cơ xăng nhẹ nhàng.
- SC Động cơ xăng xe nhỏ.
- SD Động cơ xăng trung bình (xecon, xe tải trung bình).
- SE Động cơ xăng xe tải lớn, chống ô xy hoá dầu.
- SF Động cơ xăng hiện đại.
- SG Cấp tiêu biểu.

+ Dầu dùng cho động cơ Diesel có các cấp.

- CA Động cơ Diesel tải trọng nhỏ.
- CB Động cơ Diesel nhẹ nhàng.
- CC Động cơ Diesel xe nhỏ.
- CD Động cơ Diesel trung bình (xecon, xe tải trung bình).
- CE Động cơ Diesel xe tải lớn, chống ô xy hoá dầu.

Cấp W Khởi động lạnh.

Không có W phân loại dựa trên cơ sở độ nhớt ở 100<sup>0</sup>C.

Khi phân loại theo độ nhớt (SAE) dựa vào điều kiện làm việc, trạng thái làm việc, môi trường làm việc...bằng thực nghiệm, dựa trên 2 tiêu chuẩn đó là độ nhớt khởi động lạnh và độ nhớt khả năng bơm với mục đích để dầu đừng quá nhớt khi khởi động và duy trì được màng dầu khi động cơ làm việc ở chế độ nhiệt cao.

Ví dụ:

API- SAE-10W/40-SF/CC

Nhớt bôi trơn cho động cơ xăng (S) hiện đại (F) và động cơ Diesel (C) có hàm lượng lưu huỳnh  $S \leq 1\%$  do viện dầu khí Hoa Kỳ qui định bởi hiệp hội ô tô, có độ nhớt 10 cSt ở mùa đông và 40 cSt ở mùa hè.

Viện dầu lửa Mỹ (API) qui định SAE 25W; SAE 60; SAE 10W/30 sử dụng ở nhiệt độ môi trường từ  $(5 \div 38) ^\circ\text{C}$ .

Cấp độ nhớt SC/SD dùng bôi trơn động cơ xe con, xe tải nhỏ

Cấp SE/CC đã được thế giới công nhận và hiện được dùng phổ biến ở Việt Nam.

Việt Nam khí hậu bốn mùa nhiệt độ trên  $0 ^\circ\text{C}$  sự phân loại dầu dựa trên tiêu chuẩn chủ yếu là theo SAE.

- Ứng dụng:

*Bảng đặc tính một số loại dầu nhớt hiện nay.*

Tên gọi	Tỷ khối $\gamma$ ( $\text{g/cm}^3$ )	S; C	Nhiệt độ		Độ nhớt (cSt)		API
			Bốc cháy	Tự cháy	$40 ^\circ\text{C}$	$100 ^\circ\text{C}$	
BP Super V	0,892	S; C	220	- 18	161	18	SAE-20W/50 SF/CC
Energol HDX	0,893 0,904	S C Khác nghiệt	240	9	146 249	14,5 20,0	SAE-40 SAE-50 SE/CC
Power stoke-4T	0,897	Xe gắn máy 4 kỳ	240	- 9	144	14,6	
Power stoke-2T	0,897	Xe gắn máy 4 kỳ	240	- 9	144	9	

*Các loại dầu nhớt động cơ sử dụng hiện nay.*

Loại dầu nhớt	ứng dụng
ENERGOL HD40, HD50	Dùng cho tất cả các loại động cơ xăng và Diesel có tải trọng trung bình hút khí tự nhiên (theo API: SE/CC)
Power stoke-4T	Dùng cho các loại xe gắn máy có động cơ 4 kỳ
Power stoke-2T	Dùng cho các loại xe gắn máy có động cơ 2 kỳ
BP Super V	Dùng cho tất cả các loại động cơ xăng và Diesel kiểu cũ cũng như hiện đại (trừ các động cơ Diesel theo tiêu chuẩn MIL-L-2104 B), theo API: SF/CC

Bảng qui đổi một số loại dầu nhớt.

<i>Loại dầu nhớt</i>	<i>T ương đương</i>	<i>Ứng dụng</i>
SAE-30 HD, Shell Rotella Oil-30 HD, Super Mobil Oil-30 HD, Castrol dizel Special-30, Energol-30 HD	DII 11 DC 11	Động cơ Diesel 4 kỳ, động cơ Diesel 2 kỳ,
SAE-40, Energol-40, Castrol-40, Mobil Oil Special-40, Shell Talpa Oil-40F	AK-15 (Nga)	Động cơ xăng 4 kỳ, động cơ Diesel kiểu cũ, truyền động máy kéo, máy thi công, máy xây dựng.
Shell X-100 Multigrade 20W/40, SAE 20W/30	M 10B AK ZII	Động cơ xăng cường hoá, động cơ Diesel công suất trung bình.
BP Super V (SAE 20W/50)		Động cơ xăng hiện đại động cơ Diesel làm việc có tải trọng nặng.
Vanellus C3		Động cơ Diesel tăng áp.

### 3.3.1.3 Dầu bôi trơn hệ thống truyền động

#### a. Điều kiện làm việc của hệ thống truyền lực.

Hệ thống truyền lực (bánh răng, ổ lăn, ổ trượt, trục) khi làm việc trên bề mặt của chúng chịu áp lực lớn ( $30.000\text{kG/cm}^2$ ) với vận tốc trượt cao và tải trọng phức tạp.

Điều kiện làm việc của các chi tiết trong hệ thống truyền lực là kín ở nhiệt độ không cao. Do vậy thời gian thay dầu được kéo dài (hàng năm hoặc đến lúc sửa chữa), vì thế dầu truyền lực có yêu cầu kỹ thuật không đòi hỏi khắt khe lắm mà chỉ cần đáp ứng được các yêu cầu sau.

#### b. Yêu cầu kỹ thuật của dầu truyền lực.

+ Có độ nhớt thích hợp:

Độ nhớt của dầu truyền lực thường cao hơn độ nhớt của dầu động cơ, thường từ  $(80 \div 250)$  cSt ở  $40^\circ\text{C}$ . Ví dụ SAE - 80, SAE - 90.

+ Có độ sạch cao:



Sạch để không mài mòn và ăn mòn chi tiết máy trong quá trình làm việc và bảo quản nhằm tăng tuổi bền của chi tiết máy.

+ Có một số tính chất khác:

Không ăn mòn kim loại và hợp kim, có khả năng chống ôxy hoá, ổn định về tính chất và không bị biến chất.

*c. Phân loại và ứng dụng.*

Hiện nay sự phân loại dầu truyền lực cơ bản theo độ nhớt ở 40 °C.

Theo SAE độ nhớt cho dầu truyền động là 90 cSt ở 40 °C.

Theo SNG khi chế tạo có pha thêm một số tạp chất chống ăn mòn, như: (2,5 ÷ 3) %S; (2 ÷ 2,5) %Ba; (1 ÷ 1,5) %Zn; (1,4 ÷ 1,7) %P.

Các nước khi chế tạo dầu truyền động thường ký hiệu thêm bởi chữ EP, GX, MP,... để dễ phân biệt. Ví dụ SAE-90-EP; GX-90,...

### **3.3.1.4 Mỡ Bôi Trơn**

*a. Khái quát chung.*

Mỡ bôi trơn là chất nhão màu hổ phách, một hỗn hợp của dầu khoáng hoặc dầu tổng hợp có pha thêm 6% đến 25% chất làm đặc, nhiệt độ làm việc từ (20 ÷ 25) °C.

Mỡ bôi trơn làm trong điều rất khác nhau, theo từng vị trí.

Mỡ chịu tải trọng lớn, khả năng tích trữ lại trên bề mặt làm việc kém, môi trường làm việc kín, ít tiếp xúc với nước,... Vì thế mỡ cần có một số yêu cầu sau.

*b. Một số yêu cầu của mỡ bôi trơn.*

- Nhiệt độ nhỏ giọt cao:

Nhiệt độ nhỏ giọt là nhiệt độ mà tại đó mỡ có thể nhỏ được 1 giọt hoặc kéo được một sợi dài đầu tiên xuống đáy ống nghiệm khi làm thí nghiệm

Muốn đạt được yêu cầu giữ được lâu trên bề mặt cần bôi trơn thì độ nhỏ giọt của mỡ phải cao hơn nhiệt độ sử dụng từ (10 ÷ 20) °C.

- Có độ xuyên kim thích hợp:

Độ xuyên kim được xác định bằng độ lún sâu của một quả chì hình nón nặng 150 gam đặt trên bề mặt mỡ sau 5 giây. Độ xuyên kim liên quan tỷ lệ nghịch với độ nhỏ giọt.

Độ xuyên kim đặc trưng cho tính quán tính của mỡ, là điều kiện cần thiết để mỡ lưu trữ được trên bề mặt làm việc lâu.

- Có tính ổn định tốt:

Là khả năng mỡ bảo toàn được tính chất của mình khi làm việc trong các môi trường (*ổn định khi gặp nước và nhiệt độ, ổn định hoá học, ổn định mạng tổ ong hay thể keo, không bị vón cục,...*) để thích ứng với môi trường làm việc

- Có độ sạch cao:

Sạch về cơ học lẫn hoá học để bảo đảm không ăn mòn và mài mòn chi tiết máy khi làm việc.

c. *Phân loại và ứng dụng:*

\* Phân loại:

- Theo thành phần cấu tạo (trước đây Liên xô cũ):

*Mỡ gốc canxi* (xô li đôn): Có khả năng chịu nước tốt, nhiệt độ nhỏ giọt trên 85 °C, thường dùng bôi trơn các bộ phận làm việc ở nơi có độ ẩm cao (moay ơ, bơm nước,...)

*Mỡ gốc Natri* (constalin): Có khả năng chịu nhiệt cao, độ nhỏ giọt cao nên thích ứng với vị trí bôi trơn mà không tiếp xúc với nước

*Mỡ gốc Can xi Natri*: Với chất làm đặc là xà phòng mang đặc tính của 2 loại mỡ trên

- Phân loại theo phạm vi sử dụng:

Mỡ vạn năng YC-1; YC-2,... Mỡ chuyên dùng xiatim-201, YCc-A "phần chì",... Mỡ bảo quản K-15, xiatim-215,... Mỡ đặc biệt AC.

- Theo ngày nay phân loại mỡ xà phòng và mỡ không phải xà phòng:

Có trên 300 loại mỡ với tên gọi đặc trưng cho từng hãng. Ví dụ Graphit, VP, GP,...

\* Ứng dụng:

Trên thị trường Việt Nam ngày nay có rất nhiều loại mỡ, song trên ô tô xe máy sử dụng phổ biến các loại mỡ sau:

<i>Mỡ</i>	<i>Ứng dụng</i>
GREASEL	Bôi trơn các ổ lăn/ổ trượt có tải trọng nặng, cao tốc trong ô tô xe máy, máy công cụ, mô tơ điện, ổ lăn đầu trục láp ô tô,... ( <i>mỡ có màu hổ phách</i> )
GREASEL L21-M L2-M	Bôi trơn các khớp nối, các điểm treo, các gầm trục thông thường ( <i>mỡ màu đen hoặc nâu, hoặc xám tối</i> )
GREASEL L EP	Bôi trơn các ổ lăn/ổ trượt có tải trọng nặng, cao tốc trong ô tô xe máy, máy công cụ, mô tơ điện, ổ lăn đầu trục láp ô tô,... chịu nước.

### 3.3.1.5 Các loại dầu khác

a. *Khái quát chung:*

Trên ô tô xe máy ngoài sử dụng nhiên liệu dầu mỡ kể trên, còn sử dụng một số dầu khác với những chức năng cụ thể như sử dụng trong hệ thống thủy lực, hệ thống phanh, giảm sóc,... Ngoài chức năng riêng chúng còn có chức

năng khác như làm mát và bôi trơn. Khi sử dụng các dầu có công dụng riêng này cần chú ý đến một số yêu cầu sau.

*b. Yêu cầu kỹ thuật:*

- *Yêu cầu chung:* độ nhớt thích hợp, chống ăn mòn và có tính ổn định cao.

- *Yêu cầu riêng:* khả năng chịu nén tốt để truyền lực. Có tính lưu động tốt để dẫn truyền trong đường ống tốt. Không hoà tan với không khí để đẩy khí ra khỏi chất lỏng trong các đường ống dẫn ổn định trượt, thích hợp với một số phi kim loại để không phá hỏng các loại gioăng đệm, không độc.

*c. Tính chất và ứng dụng:*

- *Dầu dùng cho hệ thống thuỷ lực* (dầu thuỷ lực).

Trên các ô tô xe máy ngày nay hệ thống thuỷ lực được dùng rất nhiều (trợ lực lái, nâng hạ ben, nâng hạ cần, hộp số,...) các hệ thống này làm việc có độ chính xác truyền lực cao do đó đòi hỏi phải có một số loại dầu thích ứng với những tính chất không ăn mòn kim loại và hợp kim, có khả năng chịu nén cao và ổn định tốt.

*Yêu cầu kỹ thuật:* Độ nhớt 15 cSt, chịu áp lực (120 ÷ 150) MPa, nhiệt độ làm việc từ (50 ÷ 100) °C.

Khi sử dụng rất linh hoạt, nếu hệ thống thuỷ lực có liên quan đến cơ cấu hệ thống nào thì sử dụng luôn dầu bôi trơn của cơ cấu hệ thống ấy. Hệ thống thuỷ lực độc lập thường dùng dầu tuốc bin 22 hoặc dầu công nghiệp 20, nếu liên quan đến động cơ thì dùng luôn dầu động cơ, liên quan đến hệ thống truyền lực thì dùng dầu truyền lực.

- *Dầu dùng cho giảm sóc* (dầu giảm sóc)

*Yêu cầu* có độ nhớt tương đối cao, linh động, ít gây hỏng các gioăng đệm, không độc đối với con người thường pha chế 50% dầu biến áp và 50% dầu tuốc bin.

- *Dầu dùng cho hệ thống phanh* (dầu phanh);

*Yêu cầu đặc biệt:*

Độ nhớt thích hợp (700 ÷ 1100) cSt ở 50 °C.

Không làm mủn các cao su, gioăng, đệm.

Bôi trơn tốt, ổn định cao, ít bốc hơi.

Thường được pha chế bởi 50% dầu thầu dầu và 50% rượu butylen.

- *Dầu biến áp*

Làm việc trong điều kiện có độ cách điện cao (15 ÷ 200) KV/mm, không bắt lửa, có khả năng dẫn nhiệt tốt, không ăn mòn và ổn định rất tốt để làm việc lâu dài.

Một số dầu có công dụng đặc biệt.

<i>Tên gọi</i>	<i>Ứng dụng</i>
Donax AI (Shell); Castrol chockol; Esso hydraulic oil; Energol shock absorber oil (Bp)	Dùng cho giảm sóc
SAE-70 R1,2; Donax B (Shell); Esso brake Fluid...	Dùng cho phanh thủy lực
Super Disc Brake Fluid	Dùng cho hệ thống phanh thủy lực (màu đỏ)
Energol HLP (dầu thượng hạng)	Dùng cho hệ thống thủy lực
Super Trans (dầu biến thế)	Dùng cho máy biến thế

### 3.3.2 Nước làm mát

#### 3.3.2.1 Nước làm mát động cơ

Để duy trì nhiệt độ làm việc của động cơ bảo đảm không quá nóng. Nước làm mát là chất lỏng không mùi không vị, có tỷ khối  $\gamma = 1 \text{ g/cm}^3$ , nhiệt độ đóng băng là  $0^\circ\text{C}$  và nhiệt độ sôi là  $100^\circ\text{C}$ .

Yêu cầu nước làm mát động cơ phải là nước mềm, tức là nước chứa ít các ion  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ .

Để làm mềm nước có nhiều cách.

- Pha (6 ÷ 7) g NaOH/10 lít nước, để lắng và gạn lấy phần nước trong.
- Đun sôi nước từ (20 ÷ 30) phút, để nguội lắng và gạn lấy phần nước trong.
- Dùng nước mưa ở vùng trong sạch.
- Đổ 1 kg tro thực vật/10 lít nước, khuấy (4 ÷ 5) tiếng, để lắng và gạn lấy nước trong.

#### 3.3.2.2 Nước dùng pha dung dịch axit

Yêu cầu phải tinh khiết nguyên chất để bảo đảm giữ được các đặc tính kỹ thuật của ắc qui.

Khi sử dụng phải dùng nước nguyên chất bằng chưng cất hoặc dùng nước mưa hứng tại mái nhà ngói và chứa vào các thiết bị không phải là kim loại hay á kim và để lắng ít nhất 1 tuần.

## 3.4 NHIÊN LIỆU

### 3.4.1 Xăng dùng cho động cơ

#### 3.4.1.1 Khái niệm về xăng

Xăng là chất lỏng, nhẹ hơn nước với tỷ khối  $\rho = (0,70 \div 0,75) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ở  $15^\circ\text{C}$  có màu tùy từng loại (vàng, đỏ, biếc, không màu),...xăng có nhiệt độ bốc cháy thấp hơn Diesel nhưng lại có nhiệt độ tự cháy cao hơn,

ngay cả ở nhiệt độ bình thường xăng cũng bay hơi khá mạnh gây ô nhiễm môi trường lớn.

Các yêu cầu của xăng ô tô như sau:

+ Tỷ lệ xăng và không khí là 1/15, nếu tỷ lệ hỗn hợp lớn hơn thì hỗn hợp là giàu xăng và ngược lại.

Áp suất đạt được trong buồng đốt ở cuối kỳ nén là  $(5 \div 9) \text{ KG/cm}^2$  và nhiệt độ là  $(250 \div 300)^\circ\text{C}$ .

+ Kích nổ trong động cơ xăng.

Sự cháy với tốc độ khoảng  $(20 \div 40) \text{ m/s}$ . Nếu sự cháy quá nhanh khoảng  $2000 \text{ m/s}$  tạo lên sóng áp suất đó là hiện tượng kích nổ.

Cháy kích nổ gây tiếng gõ kim loại mạnh, khí xả có khói đen, nhiệt độ động cơ cao hơn bình thường, công suất động cơ giảm và chi phí nhiên liệu tăng cao. Cháy kích nổ gây hao mòn cơ cấu trục khuỷu thanh truyền nhanh.

Có rất nhiều nguyên nhân gây ra hiện tượng này, một trong những nguyên nhân là dùng xăng không đúng chủng loại, kém phẩm chất... Để đánh giá khả năng chống kích nổ trong động cơ xăng người ta dùng chỉ số ốctan.

#### 3.4.1.2 Trị số ốctan (chỉ số ốctan C8H16)

Izô ốctan là có khả năng chống kích nổ tốt nhất nếu quy ước là "100" và Heptan có khả năng chống kích nổ kém nhất là "0", nếu đem trộn Izô ốctan và Heptan với một tỷ lệ nào đó và chọn % Izô ốctan làm chỉ số ốctan. Loại xăng có khả năng cháy giống như vậy ta cũng gọi xăng có chỉ số ốctan như vậy, chỉ số ốctan càng cao thì xăng có khả năng chống kích nổ càng tốt, tuy vậy giá thành xăng càng đắt và xăng bay hơi càng nhanh, để tăng khả năng chống kích nổ của xăng người ta thường pha thêm phụ gia Tetraetil chì ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ).

#### 3.4.1.3 Các yêu cầu của xăng

##### a. Bay hơi tốt:

Động cơ xăng hoạt động theo nguyên tắc chế hoà khí, sự hoà trộn không khí cơ bản 2 lần, nhưng chủ yếu ở chế hoà khí, vì thế để sự cháy của động cơ được tốt, phát huy hiệu quả cao cần xăng dễ bay hơi dễ hoà trộn, sự cháy của động cơ sẽ hoàn hảo hơn, công suất động cơ được phát huy, khí thải sẽ không độc. Tuy nhiên để đáp ứng được yêu cầu này thì việc bảo quản xăng sẽ hết sức khó khăn. Khi tính toán động cơ thực nghiệm cho thấy (*lượng xăng nạp vào động cơ phải bay hơi trước  $80^\circ\text{C}$  là 10% để đảm bảo cho động cơ dễ khởi động, phải bay hơi trước  $145^\circ\text{C}$  là 50% để hoà trộn nhanh khi động cơ tăng tốc và phải bay hơi ở  $250^\circ\text{C}$  là 100% để đảm bảo cháy hết*).

##### b. Chống kích nổ tốt:

Xăng có chỉ số ốc tan phù hợp. Khi sử dụng phải chọn xăng sao cho có chỉ số ốc tan phù hợp chứ không nhất thiết phải chọn xăng có chỉ số ốc tan cao.

*c. Bốc cháy tốt (cháy cưỡng bức):*

Một yêu cầu của động cơ xăng là cháy cưỡng bức (cháy khi có tia lửa), xăng có nhiệt độ bốc cháy thấp hơn Diesel, chỉ số ốc tan phù hợp sẽ tạo cho xăng chỉ cháy khi có tia lửa, vì thế trong sử dụng phải chọn xăng có chỉ số ốc tan phù hợp với động cơ.

Động cơ có tỷ số nén ( $5 \div 7$ ) thì phải chọn chỉ số ốc tan từ ( $70 \div 80$ ).

Động cơ có tỷ số nén ( $8 \div 10$ ) thì chọn chỉ số ốc tan  $> 80$ .

*d. Ổn định tốt:*

Để bảo được các tính chất trên của xăng, bảo đảm xăng không được biến chất vì biến chất gây ra các tạp chất cơ học và hóa học ăn mòn kim loại do vậy nếu sử dụng xăng biến chất sẽ gây ra phá hỏng máy móc.

*e. Độ sạch cao:*

Một trong các yêu cầu của nhiên liệu là phải không lẫn nước, các tạp chất... vì chúng là nguyên nhân ăn mòn các chi tiết như Piston, xéc măng,... làm giảm tuổi thọ của động cơ, các tạp chất như S, P cần có mặt trong xăng với hàm lượng ( $0,1 \div 0,5$ ) %S; 0,2 %P để nâng cao hiệu suất của xăng, tuy nhiên nếu có nhiều quá chính S & P sẽ tạo ra các Axít ăn mòn động cơ.

Khi sử dụng phải chú ý lọc sạch các tạp chất cơ học và hoá học không cần thiết, trong sử dụng phải tôn trọng yêu cầu kỹ thuật.

### **3.4.1.4 Phân loại và sử dụng xăng**

*a. Phân loại xăng:*

- Trên thị trường Việt Nam ngày nay có rất nhiều hãng cung cấp xăng Petrolimex, Mỹ, Anh, SNG... tuy nhiên việc phân loại xăng cơ bản dựa theo chỉ số ốc tan.

Phương pháp mô tơ (Motor) ký hiệu MON.

Phương pháp nghiên cứu (*Research*) ký hiệu RON.

+ Xăng của SNG gồm 3 loại A76, AI93, AI 95 với trị số ốc tan (theo MON: 76; 85; 85. Theo RON: 0; 93; 95).

+ Xăng MOGAS 83, MOGAS 92 với trị số ốc tan (theo MON: 76; 83. theo RON 83; 92).

- Trên thị trường Việt Nam còn có một số loại xăng phân loại theo hàm lượng chì.

+ Xăng Trung Quốc.

Xăng cao cấp có chì hàm lượng chì tới 0,13 g/l, trị số ốc tan là 91 theo RON.

Xăng cao cấp không có chì hàm lượng chì 0,001 g/l, trị số ốc tan là 92 theo RON.

Xăng đặc biệt RON 95 có hàm lượng chì 0,001 g/l, trị số ốc tan 94, 96 theo RON.

+ Xăng Nhật Bản.

Xăng cao cấp không chì, hàm lượng chì 0,001 g/l, trị số ốc tan là 91 theo RON và 81 theo MON.

b. *Ứng dụng:*

Một số loại xăng thông dụng hiện nay.

<i>Danh mục</i>	<i>Loại Xăng</i>		<i>Ứng dụng</i>
	<i>MOG 90</i>	<i>MOG 92</i>	
Trị số ốc tan theo MON theo RON	83,0 90,0	83,0 92,0	<u>MOG 90</u> : Sử dụng cho động cơ đời cũ trước những năm 1998 Zil 130, Gaz 53, Uát... các loại xe gắn máy đời cũ
Hàm lượng chì (g/l) max	0,04	0,04	
Hàm lượng lưu huỳnh	max 0,1	max 0,1	
Khối lượng riêng ở 15 °C (g/cm <sup>3</sup> )	0,7 ÷ 0,74		<u>MOG 92</u> : Sử dụng cho động cơ đời mới TOYOTA, LANDA, NIVA, các loại động cơ phun xăng hiện đại, xe gắn máy hiện đại
Dùng cho động cơ có tỷ số nén	$\epsilon = 5 \div 7$	$\epsilon = 7 \div 10$	

Các loại xăng có trị số ốc tan càng lớn càng đắt tiền và sử dụng các động cơ có tỷ số nén cao hoặc dùng cho các loại động cơ phun xăng hiện đại.

Để thống nhất cho việc quản lý và sử dụng công ty xăng dầu bộ thương mại quy định danh mục xăng hiện hành đang có bán trên thị trường.

c. *Bảo quản:*

- + Phòng cháy.
- + Phòng độc.
- + Chống ô nhiễm môi trường.

### 3.4.2 Diesel dùng cho động cơ

#### 3.4.2.1 Khái niệm về sử dụng Diesel

a. *Khái niệm về Diesel:*

Diesel là chất lỏng có màu nâu biếc, nhẹ hơn nước  $\rho = 0,85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ở 15°C nhiệt độ bốc cháy cao hơn xăng nhưng nhiệt độ tự cháy lại thấp hơn xăng (50 ÷ 200)°C.

b. *Hòa trộn hỗn hợp trong động cơ Diesel:*

Không khí sạch được nén trong buồng đốt của động cơ với áp suất và nhiệt độ rất cao ở cuối kỳ nén có thể đạt tới  $(35 \div 45)$  at và nhiệt độ là  $(500 \div 700)^{\circ}\text{C}$ , khi đó vòi phun phun nhiên liệu vào buồng đốt dưới dạng sương mù với áp suất cao  $(75 \div 125)$   $\text{KG}/\text{cm}^2$  đối với buồng đốt ngăn cách,  $(210 \div 230)$   $\text{KG}/\text{cm}^3$  đối với buồng đốt thông nhất.

*c. Kích nổ trong động cơ Diesel:*

Đôi khi sự tự cháy của Diesel không xảy ra theo mong muốn, khi đó sự cháy tạo lên sóng áp suất đó là hiện tượng kích nổ. Kích nổ trong động cơ Diesel xảy ra do Diesel tự cháy muộn, do kết cấu của buồng đốt chưa hoàn chỉnh nên nhiên liệu được tích trong buồng đốt và đột ngột cháy trong thời gian ngắn.

*d. Trị số xêtan (chỉ số xêtan):*

Xêtan ( $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ ) có khả năng tự cháy tốt qui ước là 100 còn Mentinnaptanel ( $\text{C}_{16}\text{H}_7\text{-CH}_3$ ) có tính tự cháy kém qui ước là 0, như vậy nếu đem trộn xêtan với  $\alpha$  mentinnaptanel ta có tỷ lệ hỗn hợp lấy theo chỉ số xêtan nếu Diesel nào có khả năng tự cháy giống các hỗn hợp trên trong thí nghiệm thì gọi là Diesel có chỉ số xêtan như thế.

### **3.4.2.2 Yêu cầu kỹ thuật của Diesel**

*a. Có tính bay hơi tốt:*

Nguyên tắc tạo hỗn hợp đốt trong động cơ Diesel chỉ tạo 1 hoặc 2 lần trực tiếp trong động cơ, với tốc độ động cơ rất cao do đó thời gian trộn cực kỳ ngắn, mặc dù Diesel được tạo với một áp suất rất cao và phun tới sương vào buồng đốt song với thời gian hoà trộn như vậy hỗn hợp vẫn chưa hoàn hảo, bay hơi tốt sẽ tạo điều kiện cho sự hoà trộn tốt hơn.

*b. Có tính tự cháy tốt:*

So với xăng, Diesel có nhiệt độ tự cháy thấp hơn (Diesel thông dụng là  $60)^{\circ}\text{C}$ , nhưng với nhiệt độ và áp suất cuối kỳ nén trong động cơ Diesel rất cao đòi hỏi Diesel phải có tính tự cháy tốt để đảm bảo cho sự cháy đúng thời điểm. Khả năng tự cháy của Diesel được đánh giá bằng chỉ số Xêtan, Chỉ số xêtan thông thường từ  $(35 \div 60)$ .

*c. Có tính chống kích nổ tốt:*

Nếu trị số xêtan không phù hợp sẽ sinh quá trình cháy không bình thường (hoặc kéo dài thời gian cháy trước, hoặc kéo dài thời gian cháy trễ) điều này làm công suất động cơ giảm, tổn nhiên liệu động cơ nóng rung động lớn...tức là động cơ có hiện tượng kích nổ, vì thế cần phải chống kích nổ cho động cơ bằng cách chọn Diesel có chỉ số xêtan phù hợp.

*d. Có tính ổn định tốt:*



Cũng như xăng để đạt được các tính chất trên của Diesel, yêu cầu Diesel không được biến chất trong quá trình bảo quản.

*e. Có độ sạch cao.*

Cần giữ sạch cho Diesel, nước và các tạp chất hoá học (P, S) có mặt trong Diesel tạo ra các axit hữu cơ các axit ăn mòn kim loại mạnh hơn ở xăng, các tạp chất cơ học gây tắc nghẽn vòi phun bơm cao áp. Do vậy phải lắng lọc Diesel cẩn thận (48 hoặc 96 giờ) mới đem sử dụng, khi sử dụng cần phải tuân thủ đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật.

*g. Có độ nhớt thích hợp:*

Diesel trong động cơ ngoài chức năng làm nhiên liệu đốt còn có chức năng phụ là bôi trơn & làm sạch căn bản của bộ phận như bơm cao áp vòi phun... vì thế độ nhớt thấp quá sẽ gây rò rỉ nhiều, áp suất phun bị giảm, các bộ phận như bơm cao áp, vòi phun chóng mòn,... còn độ nhớt cao quá sẽ gây cản trở tia phun nhiên liệu, cản trở sự hoà trộn hỗn hợp.

Độ nhớt thích hợp với từng loại động cơ thường (3,5 ÷ 5) cSt ở 20 °C.

### **3.4.2.3 Phân loại và sử dụng**

*a. Phân loại Diesel:*

Thị trường Việt Nam chủ yếu sử dụng Diesel "mùa hè", phân loại Diesel theo hàm lượng S. Trong Diesel thường chứa (2 ÷ 4)%S.

Theo TCVN có 2 loại Diesel.

+ D1 : Có trị số xêtan là 45, hàm lượng S = 1% .

+ D2 : Có trị số xêtan là 50, hàm lượng S = 1% .

Theo SAE:

+ Diesel thông dụng trị số xêtan là 45, hàm lượng S = 1%.

+ Diesel cao tốc trị số xêtan là 48, hàm lượng S = 0,5%.

Diesel thông dụng chứa 1%S, dùng cho động cơ có  $n_{dc} = (400 \div 1000)$  V/F.

Diesel cao cấp chứa 0,5% S, dùng cho động cơ có  $n_{dc} > 1000$  V/F.

*b. Ứng dụng:*

D1: thường dùng cho các động cơ Diesel công suất nhỏ, trung bình kiểu cũ như ô tô, máy kéo sản xuất từ những năm 1980 về trước IFA, MTZ 50/80, DT 75, T 100, BELLA, Động cơ máy thi công các công trình thủy lợi.

D2: S thường dùng cho các động cơ Diesel công suất lớn làm việc trong môi trường nặng nhọc như ô tô, máy kéo, tàu thủy,... hiện đại, ô tô Toyota, Hyundai,...

*c. Bảo quản & sử dụng:*

Tránh nhầm lẫn các loại Diesel khi sử dụng.

Lắng lọc trước khi sử dụng, tùy theo thời gian lắng lọc mà có các lớp Diesel như sau:

<i>Số ngày lắng lọc</i>	<i>Lớp Diesel sạch</i>	<i>Số tạp chất lắng</i>
2 ngày	S = 0,20 m	65 %
3 ngày	S = 0,25 m	85 %
10 ngày	S = 1,60 m	98%

**Câu hỏi**

- Câu 1)** Trình bày một số loại chất dẻo?
- Câu 2)** Nêu một số chất cao su - amiăng?
- Câu 3)** Nêu một số loại vật liệu bôi trơn và làm mát?
- Câu 4)** Nêu các loại thép kết cấu?
- Câu 5)** Nêu các loại nhiên liệu điển hình ?