

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC
TRƯỜNG TRUNG CẤP ĐÔNG SÀI GÒN



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY
VẬT LIỆU HỌC
NGHỀ: CÔNG NGHỆ Ô TÔ
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành theo Quyết định số: /QĐ-ĐSG ngày tháng năm 2023 của
Hiệu trưởng trường trung cấp Đông Sài Gòn)*



NĂM 2023

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
Chương 1 Nhôm và hợp kim nhôm	6
1.1. Giảm đồ 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
Chương 2 Gang và thép	1
2.1 Giảm đồ 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
Chương 3 Vật liệu phi kim loại	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:

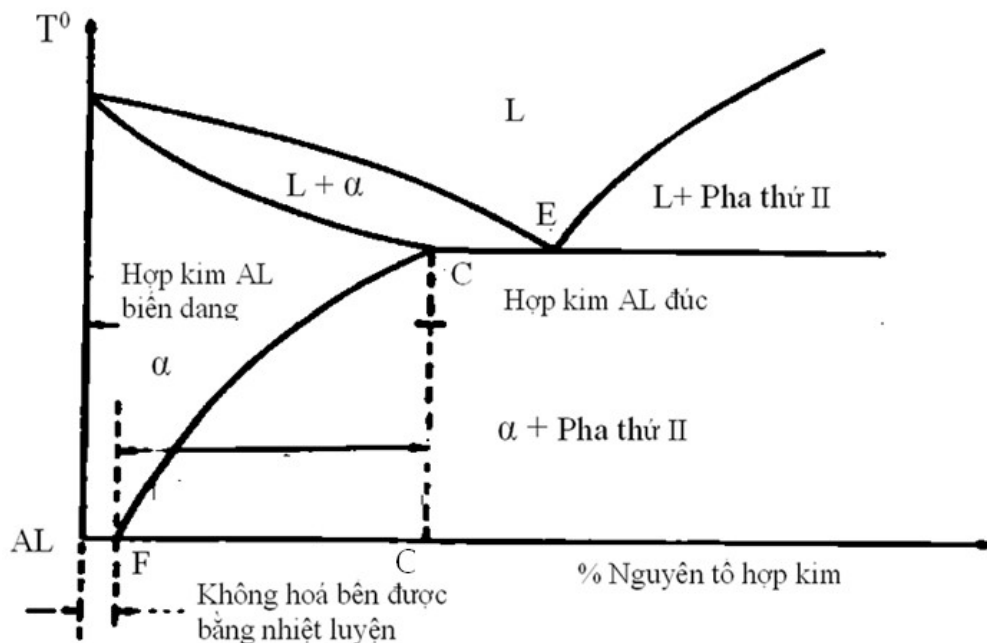
- Vẽ và giải thích được giản đồ nhôm - silic
- Trình bày được đặc điểm, phân loại và ký hiệu các loại hợp kim nhôm
- Nhận dạng hợp kim nhôm
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về vật liệu học.

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 α 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 thiêu 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 Al_2O_3 mỏng (khoảng vài $\text{\AA}$ bao trên bề mặt tiếp xúc 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°C , của oxyt nhôm là 2083°C , nhôm nóng ít thay đổi màu, khi tăng nhiệt độ nhôm dễ bị oxihoá mặt ngoài, dễ bị hydro xâm nhập khi nóng chảy.

- Nhôm là vật liệu khó hàn.

1.2.2 Hợp kim nhôm

1.2.2.1 Silumi (nhôm đúc)

- Là hợp kim nhôm với silic (Al-Si) với một số nguyên tố khác.

- Khối lượng riêng bằng 1/3 thép, có độ bền gần bằng thép; Dễ đúc.

- Ở nhiệt độ thường và nhiệt độ tương đối cao Silumi có cơ tính cao; Độ bền hóa học tốt khi nhiệt luyện; Độ dẫn 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:

Ký hiệu		Thành phần %
TCVN	AA	
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 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°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° 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 lông trên, khi đánh bóng ta phải cho dung dịch mài mẫu lên trên miếng ni lông để miếng ni lông 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 lông mịn. Trong khi đánh bóng mẫu nên thường xuyên quay mẫu 90° 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, graphite, 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 HNO_3 , tạo trên bề mặt tinh thể lớp

ô xít hóa dày, mỏng, lớp ô xít càng dày thì màu càng đậm. Sau khi tẩm thực bề mặt mẫu sẽ lồi lõm và màu sáng tối, đậm nhạt khác nhau tương ứng với các pha và tổ chức. Do đó, có thể nhận biết được hình dáng, kích thước và sự phân bố các pha.

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

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

Câu hỏi

Câu 1) Phân tích Giản đồ nhôm – silic?

Câu 2) Nêu đặc điểm của nhôm và hợp kim nhôm?

Câu 3) Phân loại hợp kim nhôm?

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

Tailieu.vn

CHƯƠNG 2. GANG VÀ THÉP

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 - Fe₃C) 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_γ; PQ - giới hạn hòa tan cacbon trong Fe_α.

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.

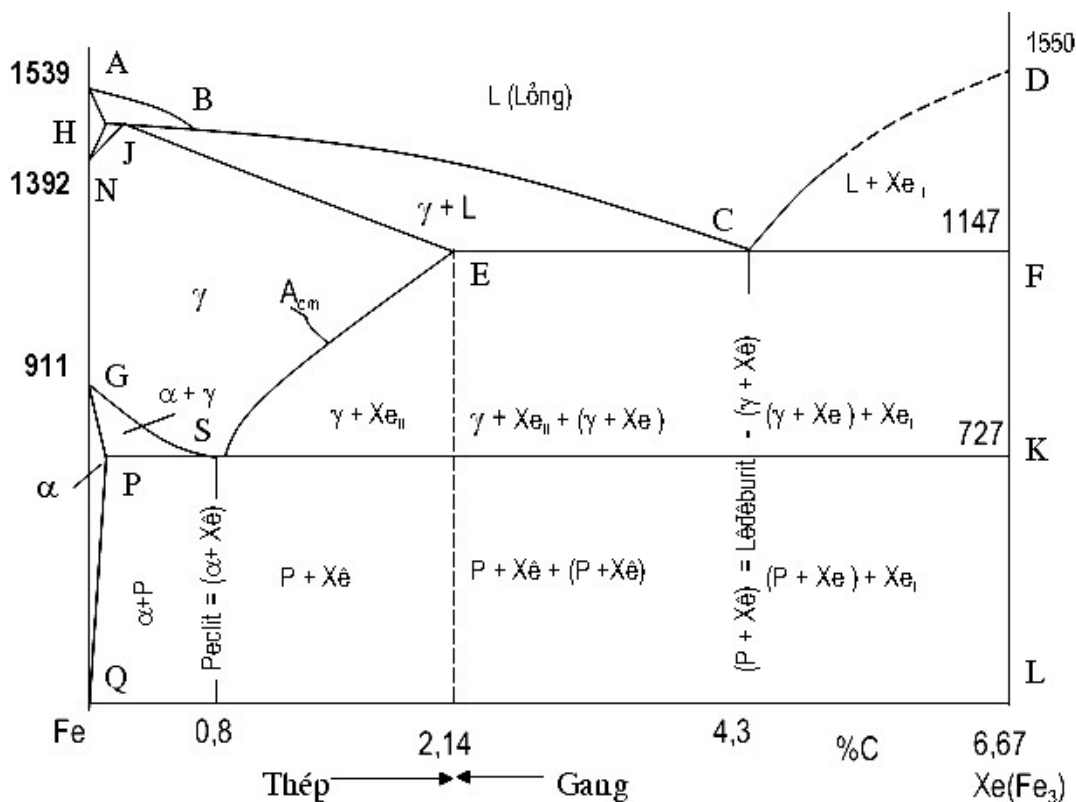
Fe-C có hàm lượng các bon là 6,67 gọi là Xêmentit.

Ferit là dung dịch rắn của C trong Fe_α, mềm, có từ tính, độ bền thấp, độ dẻo và dai cao, độ cứng 80HB.

Austenit là dung dịch rắn của C trong Fe γ , 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.

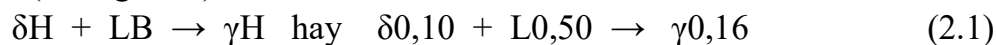


Hình 2.1 Giản đồ pha Fe - C (Fe - Fe₃C).

2.1.2 Các chuyển biến khi làm nguội chậm

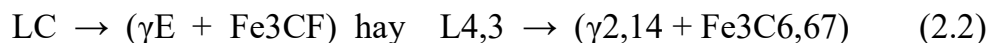
Như đã nói, trong giản đồ này có khá đầy đủ các chuyển biến đã khảo sát ở trên.

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

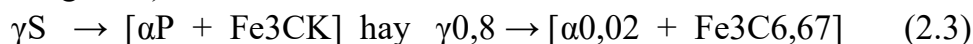


song người ta thường không để ý đến phản ứng này vì xảy ra ở nhiệt độ quá cao và không có ảnh hưởng gì đến tổ chức của thép khi gia công và sử dụng.

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



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



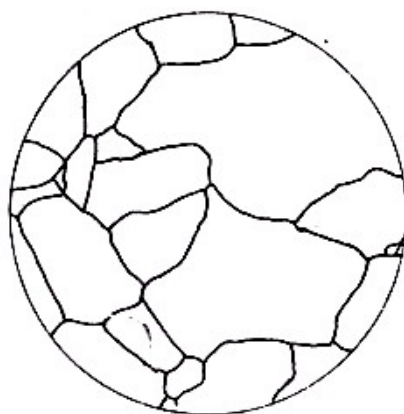
- Sự tiết pha Fe_3C dư ra khỏi dung dịch rắn của cacbon trong các dung dịch rắn: trong $Fe\gamma$ theo đường ES và trong $Fe\alpha$ theo đường PQ.

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 $Fe\alpha$) là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon trong $Fe\alpha$ với mạng lập phương tâm khối ($a = 0,286 \div 0,291 \text{ mm}$) song do lượng hòa tan quá nhỏ (lớn nhất là $0,02\% C$ ở $727^\circ C$ điểm P, ở nhiệt độ thường thấp nhất chỉ còn $0,006\% C$ điểm Q) nên có thể coi nó là $Fe\alpha$ (theo tính toán lý thuyết, cacbon không thể chui vào lỗ hổng của $Fe\alpha$, 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 $768^\circ C$. Trên giản đồ nó tồn tại trong vùng GPQ (tiếp giáp với $Fe\alpha$ 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 ($< 727^\circ C$), 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 γ , A, $\text{Fe}_\gamma(\text{C})$ là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon trong Fe_γ 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°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°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_γ 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°C). Vì thế có thể tiến hành biến dạng nóng mọi hợp kim Fe - C với $\text{C} < 2,14\%$ 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 $> 4,3\%\text{C}$. 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 $2,14\%\text{C}$. 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.

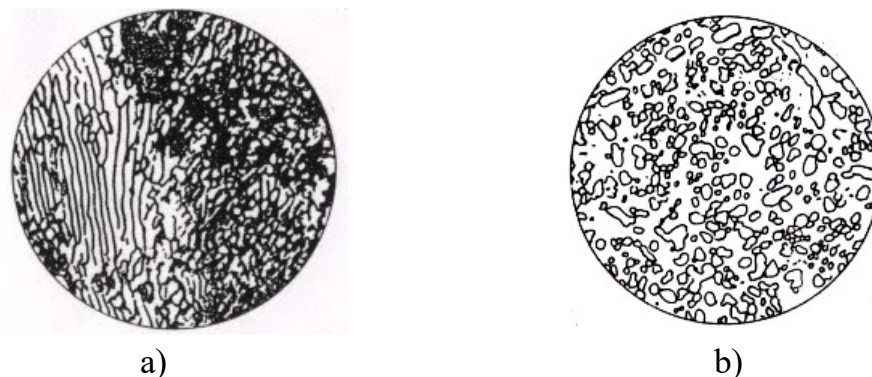
2.1.4 Các tổ chức hai pha

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°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°C đến 727°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°C, ôstenit có thành phần cacbon 0,8% ứng với điểm S. Sự tiết ra ferit từ ôstenit.

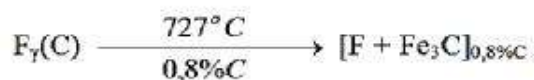
Các hợp kim có thành phần cacbon nhỏ hơn 0,8% khi làm nguội từ 911°C ở 727°C, ôstenit của nó sẽ tiết ra ferit là pha ít cacbon, do vậy ôstenit

còn lại giàu cacbon theo đường GS. Cuối cùng ở 727°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°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°C ôstenit có thành phần 0,8%C sẽ chuyển biến thành peclit là hỗn hợp của hai pha ferit và xêmentit.



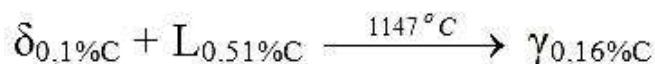
Như đã nói ở trên, chuyển biến này có ở trong mọi hợp kim Fe-C.

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°C (ứng với đường HB), hợp kim có hai pha là dung dịch rắn δ 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 δ và khi làm nguội tiếp, pha này tiếp tục chuyển biến thành pha γ .

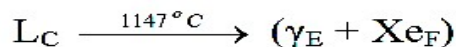
Các hợp kim có (0,16 ÷ 0,51)%C sau phản ứng bao tinh còn thừa pha lỏng L, và sau khi làm nguội tiếp theo pha lỏng tiếp tục chuyển biến thành pha γ . Như vậy, cuối cùng hợp kim (0,10 ÷ 0,51)%C khi làm nguội xuống dưới đường NJE chỉ có tổ chức một pha ôstenit.

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°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 ÷ 6,67)%C (kết tinh ra xêmentit thứ nhất).

Phần hợp kim (4,3 ÷ 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°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 δ (< 0,51%C) và phản ứng cùng tinh (2,14 ÷ 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 ÷ 1,0%;	Si: 0,5 ÷ 0,8%;	Ni: 0,2 ÷ 0,6%;
W: 0,1 ÷ 0,6%;	Mo: 0,05 ÷ 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.