

Chương V

HỢP KIM MÀU

Bài 18. HỢP KIM NHÔM

Mục tiêu: - Trình bày đặc tính cơ bản của nhôm nguyên chất và phân loại hợp kim nhôm.

- Trình bày đặc tính cơ bản và công dụng của hợp kim nhôm biến dạng và nhôm đúc điển hình.

I. Nhôm nguyên chất và phân loại hợp kim nhôm

1. Các đặc tính của nhôm nguyên chất

- Nhôm là kim loại có màu sáng bạc, khối lượng riêng $2,7\text{g/cm}^3$, nhiệt độ nóng chảy 660°C , dẫn nhiệt và điện rất tốt sau đồng và bạc.

- Chịu ăn mòn tốt trong môi trường không khí ẩm do hình thành trên bề mặt lớp oxit (Al_2O_3) nhôm bền chắc. Lớp này làm cho nhôm có màu trắng.

- Ở trạng thái lỏng, nhôm rất dẻo nên dễ dát mỏng và kéo sợi.

- Nhôm thường có các tạp chất Fe (có hại vì tạo thành hợp chất FeAl_3 , làm xấu tính dẻo của nhôm) và Si (không có hại).

- Khác với đồng, khi nung nóng nhôm ở 77°C , 150 ngày để biến của nhôm không gỉ.

- Tính dẫn nhiệt và dẫn điện cao

- Nhẹ cơ bản

+ Nhiệt độ chảy thấp (660°C) tuy dễ nấu luyện nhưng không chịu được nhiệt độ cao.

+ Độ bền thấp $\sigma_b = 60\text{ N/mm}^2$, $\sigma_{0,2} = 20\text{ N/mm}^2$, mềm. Độ rắn khoảng 25 HB tức chỉ bằng $1/4 \div 1/6$ của thép, song rất dẻo, dễ biến dạng, cắt, kéo. Nên nói chung trong chế tạo máy không dùng nhôm nguyên chất mà chỉ dùng hợp kim nhôm.

2. Phân loại hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm thường được chia thành hai nhóm: hợp kim nhôm biến dạng và hợp kim nhôm đúc.

3. Ký hiệu nhôm nguyên chất (nhôm kỹ thuật)

+ Nga ký hiệu: A999 (99,999% Al); A995 (99,995% Al); A85 (99,85% Al); A8; A7; A5; A0.

+ Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN1659-75 ký hiệu: Al1A (99,99% Al); Al2A (99,95% Al); Al3A (99,90% Al).

Nhôm kỹ thuật được dùng làm các dụng cụ gia đình: xoong, nồi hay các chi tiết ít chịu tải.

II. Hợp kim nhôm

1. **Hợp kim nhôm:** là hợp kim của nhôm và các nguyên tố hợp kim như Al-Cu, Al-Cu-Fe, Mg, Si v.v...

2. Hợp kim nhôm biến dạng

Hợp kim nhôm biến dạng được sản xuất bằng các phương pháp biến dạng dẻo như cán, kéo v.v... Sản phẩm có dạng sợi, thanh, tấm, lá. Gồm hai loại:

1. Hợp kim nhôm biến dạng không hóa bền được bằng nhiệt luyện

- Chỉ có một pha là dung dịch rắn α , không có chuyển biến pha nên không hóa bền được bằng nhiệt luyện. Khi nung nóng lên quá điểm giới hạn hòa tan (520°C), các pha $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ hòa tan vào dung dịch rắn α và khi làm nguội nhanh, ta vẫn được dung dịch rắn quá bão hòa với $\sigma_b = 250 \text{ N/mm}^2$. Nhờ vậy sau khi tôi bền có tăng lên đáng kể.

- Hàm lượng nguyên tố hợp kim thấp.

- Gồm có ba nhóm:

+ Hợp kim có 99%Al; 0,12%Cu, tạp chất Fe, Si; được dùng làm các sản phẩm dạng tấm.

+ Hợp kim Al-Mn có 1,25%Mn, được sản xuất để chế tạo các sản phẩm bằng biến dạng nguội hoặc nóng.

+ Hợp kim Al-Mg có (1-5)%Mg; 0,2%Cr; được dùng làm các sản phẩm có dạng tấm phẳng và cho công nghiệp xe hơi, tàu thủy v.v...

2. Hợp kim nhôm biến dạng hóa bền được bằng nhiệt luyện

Loại hợp kim nhôm này có hàm lượng nguyên tố hợp kim cao hơn nhóm trên.

Nhiệt độ thích hợp, gồm hai pha: pha dung dịch rắn α trên và một pha $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ thứ hai. Khi tăng nhiệt độ lên có chuyển biến pha nên hóa bền được bằng nhiệt luyện (tôi và hóa già).

Duyra là hợp kim Al-Cu-Mg, với khoảng 4,5%Cu, khoảng 1,5%Mg, khoảng 0,6%Mn; sau nhiệt luyện, bền đứt được khoảng $(42-47)\text{KG/mm}^2$. Được dùng làm các loại khung, dầm, ống trong chế tạo máy bay, vận tải, xây dựng v.v...

Hợp kim Al-Mg-Si, khoảng 1%Mg, khoảng 0,6%Si, 0,3%Cu, 0,2%Cr; bền sau nhiệt luyện khoảng 29KG/mm^2 . Thích hợp làm các kết cấu khung, dàn.

Hợp kim Al-Zn-Mg-Cu có 5,6%Zn, 2,5%Mg, 1,6%Cu và 0,25%Cr; có bền sau nhiệt luyện khoảng 51KG/mm^2 . Đây là nguyên liệu chủ yếu trong công nghiệp hàng không.

Ký hiệu Việt Nam (TCVN 1859 – 75) ví dụ như $AlCu_4Mg_2Mn$.

3. Hợp kim nhôm đúc

Có hàm lượng nguyên tố hợp kim cao (hơn hai nhóm trên)

Là hợp kim cùng tinh hoặc gần cùng tinh, có tính đúc cao, có nhiệt độ nóng chảy thấp nhất trong các hợp kim nhôm, dùng để chế tạo các sản phẩm bằng phương pháp đúc. Các hợp kim nhôm đúc thông dụng là Al-Si, Al-Cu, Al-Mg v.v...

Ký hiệu Việt Nam (TCVN 1859 – 75), ví dụ như $AlSi_4Cu_5D$.

Hợp kim nhôm đúc Al-Si, còn gọi là silumin điển hình có (10÷13)%Si; có tính đúc cao, độ bền và độ dẻo khá thấp ($13KG/mm^2$; 3%). Dùng để đúc định hình các chi tiết phức tạp.

Hợp kim nhôm đúc Al-Si có thêm các nguyên tố hợp kim như Cu, Mg, Zn, Mn v.v... có độ bền cao hơn ($20\div 25KG/mm^2$, độ dẻo (1÷6)% (sau nhiệt luyện) dùng làm piston do nhẹ và ít biến dạng hơn piston gang, ví dụ hợp kim nhôm $AlSi_4Cu_4Zn_4$, $AlSi_{12}MgCu_2$, $AlSi_{12}MgCu$.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của nhôm nguyên chất và phân loại hợp kim nhôm.
2. Trình bày đặc điểm và công dụng của hợp kim nhôm biến dạng và nhôm đúc định hình.

Bài 19. HỢP KIM ĐỒNG

Mục tiêu: - Trình bày được đặc điểm cấu tạo nguyên chất và phân loại hợp kim đồng.
- Trình bày được đặc điểm và công dụng của hợp kim Latông và Brông.

I. Đồng nguyên chất và phân loại hợp kim đồng

1. Các tính chất của đồng

Đồng nguyên chất và đồng kỹ thuật có màu đỏ nên gọi là đồng đỏ. Đồng là kim loại không có chuyển biến thù hình với mặt khuếch tán là lớp phản ứng điển tâm.

- Khối lượng riêng lớn ($\gamma=8,94 \text{ g/cm}^3$) hơn ba lần nhôm và đồng đỏ nên chủ dùng trong công nghệ chế tạo.

- Tính chất ăn mòn tốt trong khí quyển.

- Tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao. Nhiệt độ chảy đồng đỏ cao, 1083 °C

- Rút dẻo, độ bền dẻo cao như cán, kéo, cắt, dát mỏng, độ bền khá thấp $\sigma_b=160\text{N/mm}^2$, HB=40 nhưng khi biến dạng nguội thì hóa bền rất mạnh $\sigma_b = 450 \text{ N/mm}^2$, HB=125.

2. Phân loại hợp kim đồng

Các hợp kim đồng có các tính đồng đỏ cao, tính công nghệ tốt và ít ma sát trong khi vận hành được các ưu việt của đồng là tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao, ổn định hóa học tốt, tính dẻo tốt.

Theo tính công nghệ các hợp kim đồng cũng được chia ra hợp kim biến dạng và hợp kim đúc, nhưng thông đồng là phân loại theo thành phần hóa học: latông và brông.

3. Ký hiệu đồng và hợp kim đồng

Ký hiệu: Nga M00(99,99%Cu); M0(99,95%Cu); M1(99,9%Cu); M4(99,0%Cu).

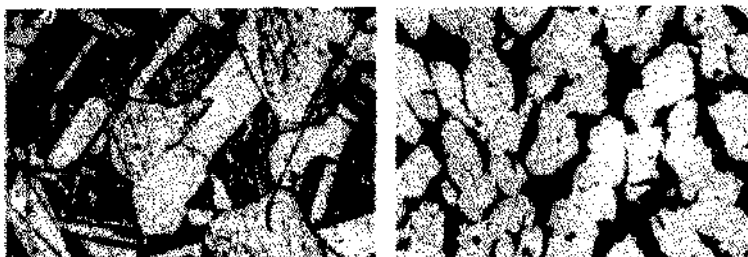
Ký hiệu Việt Nam: Cu1(99,9% Cu); Cu2 (99,7% Cu); Cu3 (99,5% Cu).

II. Latông

Latông là hợp kim của đồng mà hai nguyên tố chủ yếu là đồng (Cu) và kẽm (Zn).

1. Latông đơn giản

Latông đơn giản là hợp kim chỉ có hai nguyên tố Cu và Zn. Hệ đồng trạng thái Cu-Zn là hệ đồng trạng thái rất phức tạp, nên có nhiều pha, song trong thực tế chủ dùng loại có ít hơn 45%Zn nên chỉ gặp hai pha α và β .



Hình 21.1 Tế vi cấu trúc của latông
Pha màu tối là pha α , màu sáng là pha β

Latông mọt pha α có ít hơn 39%Zn với đặc tính là có độ dẻo cao (hơn đồng) độ bền thấp hơn đồng, rất mềm dẻo, thường sử dụng latông mọt pha thay đồng. Do có tính dẻo cao, latông dễ uốn để cán nguội thành các bán thành phẩm làm các chi tiết máy qua dập.

Latông hai pha $\alpha + \beta$ có nhiều hơn 39%Zn, có độ bền độ cứng cao hơn, nhưng độ dẻo thấp hơn loại mọt pha α .

Thường dùng latông hai pha với mác LCuZn40 (Đ60) với 40%Zn để dùng tấm, băng, dùng để làm các chi tiết dập yêu cầu cao.

2. Latông hợp kim

Latông hợp kim là loại hợp kim ngoài Cu, Zn là các nguyên tố chủ yếu ra còn đưa vào các nguyên tố đặc biệt thêm khác để cải thiện một số tính chất của hợp kim, đó là Pb, Zn, Al, Ni.

Cho Pb vào latông để làm tăng tính chống gọt, vì Pb không hòa tan mà nằm riêng biệt riêng biệt làm phoi dễ gãy.

Cho Sn vào latông là để làm tăng tính chống ăn mòn trong môi trường biển, ví dụ LCuZn36AlNi2 dùng làm trục và chi tiết máy của tàu biển.

Cho Al và Ni vào latông là để làm tăng độ cứng (ví dụ mác ĐAH 59-3-2 có 59%Cu, 3%Al, 2%Ni, còn lại 36%Zn) có giới hạn bền cao tới 500 N/mm², $\delta = 42\%$

Vật Nam ký hiệu latông bắt đầu bằng chữ L, tiếp theo là Cu và đến các nguyên tố với thành phần kèm theo.

III. Brông

Brông là hợp kim của đồng với các nguyên tố không phải là Zn.

1. Brông thiếc

Brông thiếc là hợp kim của đồng với nguyên tố hợp kim chủ yếu là thiếc (Sn).

Giới hạn biến dạng thái Cu-Sn rất phức tạp vì tạo nên nhiều pha, song chủ yếu dùng brông thiếc với hàm lượng Sn < 15% nên chủ yếu gồm hai pha α và δ .

Brông thiếc có những đặc điểm sau:

Độ bền cao, độ dẻo thấp (chỉ khi > 8% Sn độ dẻo mới kém) do vậy trong thực tế thường dùng với 4÷8%Sn.

Tính đúc tốt, khả năng điền đầy khuôn lớn do ít co (độ co < 1%) tuy mật độ vật đúc không cao nhưng lại thi thoảng đúc rõ nét thành khuôn, nên thường dùng để đúc mẫu nghê, tượng, chuông v.v...

Chống ăn mòn cao đặc biệt trong môi trường nước biển.

Được hợp kim hóa với các nguyên tố như Zn (để làm tăng độ cứng); Pb để làm giảm ma sát và tăng tính chống gọt, ví dụ như BCuSn4Zn4Pb4

Các mác brông thiếc điển hình là BCuSn4Zn4Pb4, BCuSn5Zn2Pb5 v.v... để dùng làm bạc lót, bánh răng.

2. Brông nhôm

Là hợp kim của đồng và nhôm, thường dùng với $\%Al < 10\%$ (chỉ có một pha α , đồng như BCuAl15, BCuAl17, BCuAl10 v.v...)

Có độ bền độ cứng cao nhưng giòn dẻo cao. Khi $\%Al > 10\%$ có thêm pha γ làm tăng độ bền ($\sigma_b = 600 \text{ N/mm}^2$), độ dẻo kém hơn.

Được dùng để chế tạo kim loại hợp Fe, Ni v.v... để nâng cao độ bền, như BCuAl9Fe4 v.v...

Dùng làm các chi tiết máy như bánh răng, trục (tỉ lệ trục nhỏ), máy cán cao su v.v... trong các môi trường ăn mòn như không khí ẩm, nước.



Hình 21.2 Ảnh hiển vi của hai loại hợp kim đồng

- a) Brông nhôm đúc có hai pha với $5\%Sn$ b) Brông nhôm đúc có hai pha với $10\%Sn$

3. Brông chì

Brông chì là hợp kim của đồng với nguyên tố hợp kim chủ yếu là chì (Pb). Pb để làm giảm ma sát và tăng tính dẻo, ví dụ như BCuSn4Zn4Pb4

4. Brông berili

Là loại hợp kim đồng có giới hạn đàn hồi không kém gì thép đàn hồi ($\sigma_{dh} = 1000 \text{ N/mm}^2$), có độ cứng và tính chống ăn mòn cao.

Thường dùng với Be2% với mác BCuBe2. Để đạt được tính đàn hồi và độ cứng cao phải qua tôi và hóa già nhân tạo. Tôi 800 độ C để được dung dịch rắn quá bão hòa, sau đó hóa già ở 320 độ C trong 2 giờ để các pha cứng phân tán được từ từ ra làm cho độ bền tăng lên.

Viet Nam ký hiệu hợp kim đồng bột đầu bằng chữ B, tiếp theo là Cu, đến các nguyên tố với thành phần kèm theo.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của đồng nguyên chất và phân loại hợp kim đồng.
2. Trình bày đặc điểm và công dụng của các loại hợp kim Latông và Brông.

Bài 20. HỢP KIM CHÉP TRẮNG

Mục tiêu: - Trình bày được yêu cầu đối với hợp kim chế tạo.

- Phân loại được hợp kim chế tạo có nhiệt độ nóng chảy thấp, có nhiệt độ nóng chảy cao và phạm vi ứng dụng của chúng.

I. Yêu cầu đối với hợp kim chế tạo

Có hợp kim ma sát như vậy để chế tạo thép. Đây là yêu cầu quan trọng nhất với hợp kim chế tạo.

Ít làm mòn chế tạo thép và chịu được áp lực cao để bôi trơn chế tạo thép.

Tính công nghệ tốt, dễ đúc, khả năng dính bám vào máng thép cao.

Giá thành rẻ.

II. Phân loại

1. Hợp kim chế tạo có nhiệt độ nóng chảy thấp

Hợp kim chế tạo trên cơ sở của kim loại có nhiệt độ chảy thấp như Sn, Pb, Zn, Al có tên chung là babit. Đặc tính chung của các babit là rất mềm, ít làm mòn chế tạo thép, có hợp kim ma sát như và giữ dầu tốt như ng có nhiệt độ điểm là không chịu được áp suất và nhiệt độ cao.

1.1 Babit thiếc

- Babit thiếc là hợp kim của Sn-Sb-Cu gồm:

+ Nền mềm là dung dịch rắn của thiếc trong đồng Cu-Sn, dung dịch rắn của antimon trong đồng Cu-Sb và dung dịch rắn antimon trong thiếc Sn-Sb.

+ Hợp kim là hợp chất SnSb ở đồng nhất đa thành (pha β) khi hàm lượng Sb cao (khoảng 11%). Khi hàm lượng Sb nhỏ hơn (khoảng 7%, không có pha β), hợp kim chỉ là hợp chất CuSn.

- Tính chất

+ Có hợp kim ma sát như, dễ tính và tính chống mài mòn cao như ng được tiến do chứa nhiều thiếc.

- Ứng dụng

Thường dùng cho các chế tạo quan trọng có tốc độ lớn và trung bình như chế tạo tuabin, chế tạo động cơ diesel. Các mác thường dùng là: B83 (Sn83-Sb12-Cu5); B88 (Sn88-Sb7-Cu5).

Là loại chế tạo được dùng đầu tiên có số kết hợp tốt giữa tính ma sát và dễ tính, chống ăn mòn song quá đắt do chứa nhiều thiếc.

1.2 Babit chì

- Babit chì là hợp kim của Sn-Sb-Pb (6÷16%Sn; 6÷16%Sb còn lại là Pb). Thường có của babit này gồm:

Nền mềm là Pb, nền hợp cùng tinh Pb-Sb.

Hợp kim là hợp chất Sn-Sb có tính chất đa dạng.

- Tính chất

Có hệ số ma sát nhỏ, chống mài mòn tốt và rẻ tiền.

- Ứng dụng

Babbit chì B16 ($Pb_{16}Sn_{16}Sb_{16}$) chứa nhiều Sn, Sb nên có nhiều hợp kim và dễ đúc. Dùng thay thế B88 trong điều kiện khô và ẩm.

Babbit chì B6 ($Pb_{6}Sn_{6}Sb_{6}$) chứa Sn, Sb ít hơn nên rẻ hơn và ít giòn. Dùng nhiều trong điều kiện khô, chịu va đập.

1.3 Babbit nhôm

- Babbit nhôm là hợp kim của Al, Sb và Mg với (4-6%)Sb; (1%)Mg. Thành phần chính là Al và các hợp kim AlSb (mức ACM có AlSb6Mg).

Là hợp kim của Al, Sn và Cu với (9÷20%)Sn; (1÷2%)Cu. Thành phần chính là Al và hợp kim là pha AlSn (mức A20 có AlSn20Cu; A09 có AlSn9Cu2NiMg).

- Tính chất

Có hệ số ma sát nhỏ, nhẹ, tính dẻo tốt.

Chống ăn mòn trong dầu cao, có tính cao nhớt bám dính vào máng thép kém.

Babbit nhôm là hợp kim có trọng lượng riêng nhỏ hơn.

- Ứng dụng

Mức ACM (AlSb6Mg) dùng nhiều trong điều kiện khô.

Mức A020-1 (AlSn20Cu) và A09-2 (AlSn9Cu2NiMg) làm vòng trượt trong điều kiện bôi trơn có điều kiện diesel.

2. Hợp kim có tính chất nóng chảy cao

2.1 Gang xám

Gang xám chủ yếu dùng loại gang có niken peclit nhỏ mịn đóng vai trò của niken trong và trong lớp grafit mịn đóng vai trò của hợp kim.

Tuy nhiên để áp dụng cho vòng quay bé.

Cũng có thể dùng gang cầu, gang dẻo làm trọng tải.

2.2 Babbit thiếc

Thiếc dùng để đúc thành thiếc BCuSn4Zn4Pb4 làm trọng tải trong điều kiện. Bề mặt lót với các hợp kim Pb không tan đóng vai trò của hợp kim.

2.3 Babbit chì

Thiếc dùng để đúc thành chì BPb30Cu, các hợp kim chì không tan (niken của hợp kim Cu) là hợp kim. Thành phần phải có các hợp kim Pb phân bố đều trên niken Cu, có tính dẻo (khi đúc lên máng thép) dẻo nhiệt tốt, dễ đổ vào nhiều loại trọng tải trong điều kiện, chịu được áp dụng do có độ bền cao.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày yêu cầu đối với hợp kim nhôm.
2. Phân loại hợp kim nhôm có nhiệt độ nóng chảy thấp và hợp kim nhôm có nhiệt độ nóng chảy cao, tính chất và ứng dụng của chúng.