

Chương 1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT HÀN ĐIỆN NÓNG CHẢY

1.1 Khái quát chung về hàn.

1.1.1 Lịch sử phát triển nghề hàn.

1.1.2 Thực chất đặc điểm và công dụng của hàn.

a) Thực chất :

Hàn là quá trình công nghệ nối hai hoặc nhiều phần tử (chi tiết, bộ phận) thành một khối thống nhất bằng cách dùng nguồn nhiệt nung nóng chỗ cần nối đến trạng thái lỏng (hoặc dẻo), sau đó kim loại tự kết tinh (hoặc dùng lực ép) tạo thành mối hàn.

b) Đặc điểm và ứng dụng:

- + Liên kết hàn là một liên kết “cứng” không tháo rời được.
- + So với đinh tán tiết kiệm (10 ÷ 20)% khối lượng kim loại, so với đúc tiết kiệm khoảng 50%.
- + Hàn chế tạo được các chi tiết có hình dáng phức tạp, liên kết các kim loại có cùng tính chất hoặc khác tính chất với nhau.
- + Mối hàn có độ bền và độ kín cao, đáp ứng yêu cầu làm việc quan trọng của các kết cấu quan trọng (vỏ tàu, bồn chứa, nồi hơi,..v.v...).
- + Có thể cơ khí hóa và tự động hóa quá trình hàn.
- + Giá thành chế tạo kết cấu rẻ.

Tuy vậy, hàn còn có một số nhược điểm : sau khi hàn tồn tại ứng suất và biến dạng dư, xuất hiện vùng ảnh hưởng nhiệt làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu.

1.1.3 Phân loại các phương pháp hàn.

a) Căn cứ dạng năng lượng sử dụng, hàn được phân ra các phương pháp hàn sau

- * Các phương pháp hàn điện : dùng điện năng biến thành nhiệt năng (hàn điện hồ quang, hàn điện tiếp xúc,..v.v...).
- * Các phương pháp hàn cơ học : sử dụng cơ năng làm biến dạng kim loại tại khu vực hàn (hàn nguội, hàn ma sát, hàn siêu âm,..v.v...).
- * Các phương pháp hàn hóa học : sử dụng năng lượng do các phản ứng hóa học tạo ra để nung nóng kim loại mối hàn (hàn khí, hàn hóa nhiệt,..v.v...).
- * Các phương pháp hàn kết hợp : sử dụng kết hợp các dạng năng lượng nêu trên (hàn các vật liệu có tính hàn khó).

b) Căn cứ vào trạng thái kim loại mối hàn tại thời điểm hàn.

- * Hàn nóng chảy : bao gồm các phương pháp hàn : hàn khí, hàn điện xỉ, hàn hồ quang,..v.v... Kim loại mối hàn ở trạng thái lỏng trong quá trình hàn.
- * Hàn áp lực : bao gồm các phương pháp hàn : hàn siêu âm, hàn nổ, hàn khuếch tán, hàn điện trở tiếp xúc,..v.v... trong quá trình hàn, kim loại mối hàn ở trạng thái chảy dẻo.

1.2 Sự tạo thành mối hàn và tổ chức kim loại mối hàn .

Các yếu tố ảnh hưởng tới sự chuyển dịch KL lỏng từ điện cực vào vùng hàn

1 Tác dụng của trọng lực giọt kim loại lỏng.

Kim loại lỏng dưới tác dụng của trọng lực luôn có xu hướng đi về vùng hàn (có tác dụng lớn đối với hàn bằng).

2 Sức căng bề mặt .

Sức căng bề mặt được tạo nên do tác dụng của lực phân tử. Lực phân tử luôn có xu hướng làm cho bề mặt chất lỏng thu nhỏ lại, tạo cho bề mặt kim loại lỏng có một năng lượng tự do bé nhất.

Sức căng bề mặt làm cho các giọt kim loại lỏng có dạng hình cầu và giữ ở trạng thái này trên suốt đoạn đường chuyển vào vũng hàn, khi vào vũng hàn sẽ bị sức căng bề mặt kéo vào để tạo thành một khối thống nhất (có tác dụng lớn đối với mối hàn trong không gian).

3 Lực từ trường.

Lực từ trường sinh ra xung quanh điện cực khi có dòng điện chạy qua que hàn và vật hàn. Lực này tác dụng lên kim loại lỏng điện cực làm giảm tiết diện ngang, trong khi đó $I_h = \text{const}$, nên tại chỗ thắt mật độ dòng điện J tăng lên nhanh chóng làm kim loại lỏng đạt đến nhiệt độ sôi, cắt đứt phần kim loại lỏng khỏi điện cực. Mặt khác, vì diện tích vũng hàn lớn nên cường độ từ trường trên bề mặt vũng hàn rất nhỏ và mật độ dòng điện J nhỏ, do đó kim loại lỏng luôn có xu hướng đi về vũng hàn với mọi vị trí hàn.

4 Áp lực khí.

Do nhiệt độ hồ quang cao, các phản ứng hóa học xảy ra rất mạnh, thuốc bọc que hàn (thuốc hàn) nóng chảy sẽ sinh ra nhiều khí tạo nên áp lực đẩy kim loại lỏng từ điện cực vào vũng hàn (có tác dụng lớn đối với mối hàn trong không gian).

1.7 Quá trình luyện kim khi hàn điện nóng chảy.

1.7.1 Khái niệm về vũng hàn, mối hàn và liên kết hàn.

a) Khái niệm vũng hàn.

Vũng hàn là phần kim loại lỏng được tạo ra trong quá trình hàn dưới tác dụng của nguồn nhiệt hàn.

Vũng hàn gồm hai phần :

- + Phần đầu (A) : xảy ra quá trình nóng chảy kim loại cơ bản và kim loại bổ sung.
- + Phần đuôi (B): xảy ra quá trình kết tinh và hình thành mối hàn (hình vẽ).

Hình dạng và kích thước vũng hàn phụ thuộc vào nhiều yếu tố: công suất của nguồn nhiệt, phương pháp và chế độ hàn, tính chất lý nhiệt của kim loại vật hàn, v.v...

b) Mối hàn :

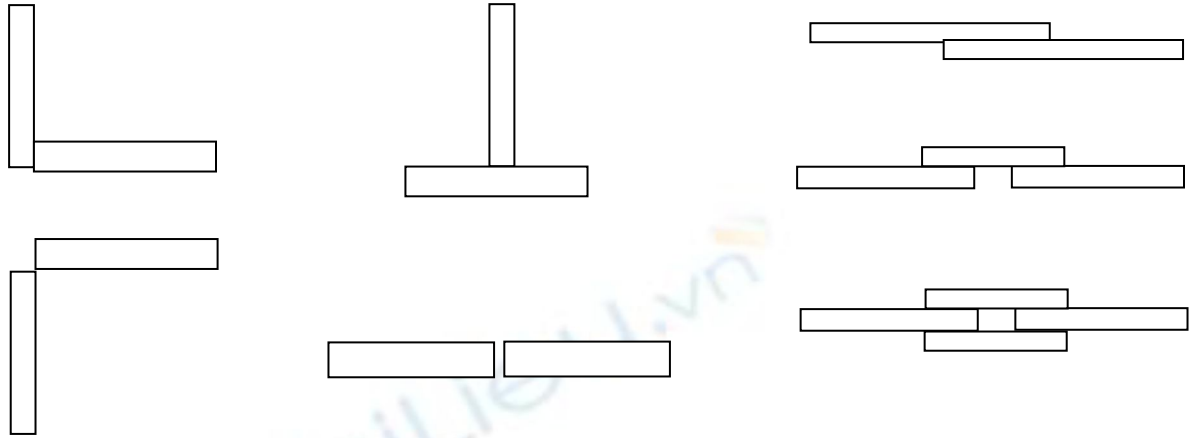
Là phần kim loại lỏng được kết tinh trong quá trình hàn, nó ở trạng thái lỏng. Theo tiết diện ngang, mối hàn phân thành hai loại : mối hàn giáp mối và mối hàn góc.

Hình dạng mối hàn giáp mối được coi là hợp lý khi hệ số ngẫu của mối hàn nằm trong

$$\text{khoảng : } \Psi_n = \frac{b}{h} = (0,8 - 4) \quad \text{và} \quad \Psi_{n/c} = \frac{b}{c} = (7 - 10) .$$

c) Liên kết hàn .

Liên kết hàn được hiểu bao gồm mối hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt và kim loại cơ bản. Các dạng liên kết hàn : liên kết hàn góc, liên kết hàn chồng nối, liên kết hàn giáp mối (hình vẽ).



Các dạng liên kết hàn cơ bản khi hàn hồ quang tay.

1.7.2 Quá trình luyện kim khi hàn nóng chảy.**1 Đặc điểm .**

Quá trình luyện kim khi hàn nóng chảy rất phức tạp, nó khác với quá trình luyện kim thông thường ở một số yếu tố sau :

+ Nhiệt của hồ quang cao hơn nhiều so với nhiệt độ các lò luyện kim thông thường và phân bố ở các vùng của cột hồ quang khác nhau.

+ Sự tương tác hóa lý xảy ra mạnh giữa kim loại lỏng với xỉ, với khí và với kim loại cơ bản.

+ Thể tích kim loại lỏng rất nhỏ và thời gian kim loại tồn tại ở trạng thái lỏng ngắn, do đó các phản ứng hóa học xảy ra trong vũng hàn không đi đến trạng thái cân bằng.

+ Nhiệt độ vũng hàn cao nên tạo điều kiện cho nhiều phản ứng hóa học xảy ra như : sự tương tác giữa kim loại lỏng với xỉ, với khí ; sự ôxy hóa hay hoàn nguyên kim loại, sự phân ly của các hợp chất khí ($H_2 \rightarrow 2H$; $CO_2 \rightarrow CO + O_2$; ..v..v....).

Để nhận được mối hàn có chất lượng theo yêu cầu cần phải tạo ra xung quanh vũng hàn môi trường bảo vệ để bảo vệ kim loại lỏng khỏi tác dụng xấu của không khí, bằng cách hàn bằng que thuốc bọc đầy, hàn trong môi trường khí bảo vệ, hàn dưới lớp thuốc,..v.v....

2 Xỉ hàn.

Xỉ hàn được tạo ra từ que hàn, thuốc hàn nóng chảy, nó mang tính phi kim. Trong xỉ hàn có chứa các ôxit axit : SiO_2 , TiO_2 , P_2O_5 ,... (xỉ hàn axit), hoặc ôxit bazơ : CaO , MnO , BaO ,.....(xỉ hàn bazơ).

Xỉ tạo nên trong quá trình hàn không chỉ bảo vệ kim loại mối hàn khỏi tác dụng xấu của không khí mà còn tác dụng với các nguyên tố trong vũng hàn tạo điều kiện điều chỉnh thành phần hóa học của mối hàn. Do vậy tính chất của xỉ có ảnh hưởng lớn đến chất lượng mối hàn sau khi hàn.

Thực tế cho thấy, chất lượng mối hàn nhận được tốt nhất khi xi có nhiệt độ nóng chảy trong khoảng $1100^{\circ}\text{C} \div 1200^{\circ}\text{C}$. Xi càng loãng, độ nhớt càng nhỏ thì hoạt tính của nó càng mạnh, tạo điều kiện cho các phản ứng hóa học và các quá trình vật lý xảy ra càng nhanh. Tuy nhiên, để đảm bảo phủ kín và đều bề mặt mối hàn thì yêu cầu xi không được có tính chảy loãng quá cao, điều này đặc biệt quan trọng khi hàn ở vị trí hàn đứng và hàn trần.

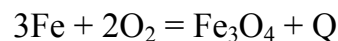
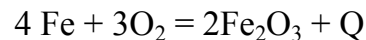
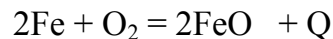
3 Môi trường khí bảo vệ.

Xung quanh hồ quang và vũng hàn có nhiều loại khí gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng mối hàn như : O_2 , N_2 ,..... Vì vậy, để nhận được mối hàn có chất lượng đảm bảo theo yêu cầu cần phải có các biện pháp bảo vệ kim loại lỏng vũng hàn khỏi tác dụng xấu của môi trường không khí bằng cách :

- + Hàn trong môi trường chân không.
- + Hàn bằng que thuốc bọc dây, dây hàn có lõi thuốc hoặc hàn dưới lớp thuốc. Thuốc hàn và thuốc bọc que hàn nóng chảy sẽ tạo ra lớp xỉ và khí bảo vệ vũng hàn, đồng thời cũng là chất trợ dung tốt cho quá trình luyện kim của mối hàn.
- + Hàn trong môi trường khí bảo vệ : Ar , He , CO_2 , và hỗn hợp của chúng để đẩy không khí ra khỏi vũng hàn, ngăn chặn tác hại của nó.

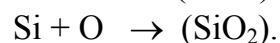
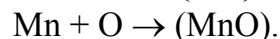
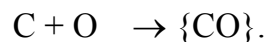
4 Ôxy hóa kim loại vũng hàn.

Mặc dù đã có nhiều biện pháp công nghệ nêu trên nhưng không thể ngăn ngừa triệt để tác dụng của O_2 tới kim loại vũng hàn, kết quả là xảy ra sự hòa tan của ôxy vào sắt tạo ra các ôxit sắt:

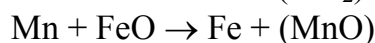
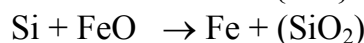
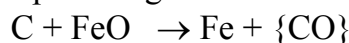


Trong đó, ôxit sắt II (FeO) hòa tan vào kim loại lỏng (còn lại vào xỉ), nồng độ có thể đạt 0,5%, ôxy hòa tan vào sắt nồng độ có thể đạt tới 0,22%.

Ngoài sắt ra, trong vũng hàn còn xảy ra sự ôxy hóa các nguyên tố khác, chủ yếu là C, Si, Mn và xảy ra trong các giọt kim loại lỏng trên đường tới vũng hàn ; phản ứng xảy ra chủ yếu với ôxy nguyên tử :



Trong vũng hàn, xảy ra phản ứng với FeO .

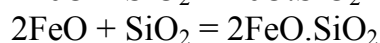
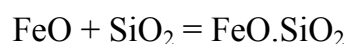


Do có sự ôxy hóa các nguyên tố nên hàm lượng các nguyên tố khác giảm: C giảm (50 ÷ 60)%, Mn giảm (40 ÷ 50)%.

* Các biện pháp khử ôxy :

Để khử ôxy có thể thực hiện bằng hai cách sau :

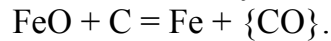
- Khử ôxy bằng xỉ hàn : khi xỉ hàn mang tính axit, sự khử ôxy sẽ xảy ra theo các phản ứng sau :



Các silicat được tạo thành sẽ không hòa tan vào kim loại lỏng mà đi vào xỉ, do vậy hàm lượng FeO trong kim loại mối hàn sẽ giảm đáng kể.

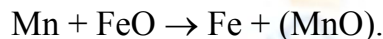
- Dùng nguyên tố có ái lực với oxy mạnh hơn sắt để hoàn nguyên sắt từ ôxit hòa tan của nó. Các chất khử oxy thường là các nguyên tố : C, Si, Mn, Ti,..v.v...

+ Các bon : các bon đi vào vũng hàn từ kim loại cơ bản, dây hàn, thuốc hàn và thuốc bọc que hàn. Ở nhiệt độ hàn, các bon là chất khử oxy mạnh hơn silic, mangan.



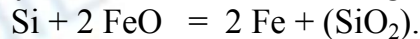
Ôxit các bon (CO) không hòa tan vào thép nhưng nếu hàm lượng quá lớn thì một phần CO sẽ nằm lại trong vũng hàn gây rỗ khí.

+ Mangan : là chất khử oxy mạnh, được đưa vào vũng hàn qua thuốc bọc, thuốc hàn, kim loại cơ bản và dây hàn.



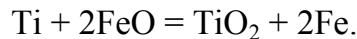
Mangan ôxit thực tế không hòa tan vào kim loại mà liên kết với các ôxit axit tạo thành các hợp chất nhẹ nổi lên thành xỉ. Ngoài việc khử oxy, mangan còn có tác dụng khử lưu huỳnh và làm tăng độ bền mối hàn khi hàm lượng của nó dưới 1%.

+ Silic : là chất khử oxy mạnh, được đưa vào vũng hàn tương tự như mangan:



Ôxit silic không hòa tan vào kim loại lỏng mà đi vào xỉ nổi lên bề mặt vũng hàn. Ngoài tác dụng khử oxy, silic còn có tác dụng làm tăng cơ tính của mối hàn khi hàm lượng của nó vào khoảng (0,2 ÷ 0,3) %.

+ Titan : là chất khử oxy rất mạnh, được đưa vào vũng hàn từ thuốc bọc, thuốc hàn dưới dạng ferôtitan.



Thực tế ôxit titan không hòa tan vào sắt, khi kết hợp với nitơ tạo thành nirit titan (cũng không hòa tan vào sắt), có tác dụng làm nhỏ hạt kim loại, do đó làm tăng cơ tính của kim loại mối hàn.

Ngoài các nguyên tố trên, nhôm cũng là chất khử oxy mạnh nhưng ít được sử dụng vì ôxit nhôm có nhiệt độ nóng chảy khoảng 2050⁰C không tan vào thép mà chuyển vào xỉ với tốc độ rất chậm, tạo điều kiện cho sự ôxy hóa các bon, dễ dẫn đến hiện tượng rỗ khí trong mối hàn.

5 Hợp kim hóa kim loại mối hàn

Để đạt được độ bền mối hàn tương đương kim loại cơ bản, trong quá trình hàn phải hợp kim hóa kim loại mối hàn nhằm bù đắp các nguyên tố hợp kim bị mất do tham gia các phản ứng hóa học hoặc đưa vào kim loại mối hàn các nguyên tố mới không có trong thành phần kim loại cơ bản để nâng cao độ bền mối hàn.

Người ta thường đưa các nguyên tố như Cr, Mo, W, V, Ti, .v.v... vào mối hàn thông qua dây hàn, thuốc bọc que hàn và thuốc hàn; trong đó việc hợp kim hóa kim loại mối hàn bằng dây hàn là có hiệu quả nhất.

6 Tạp chất xỉ trong mối hàn.

Thành phần tạp chất xỉ bao gồm các hợp chất hóa học của oxy và nitơ với các nguyên tố kim loại khác nhau, các ferô hợp kim,... có ảnh hưởng xấu đến chất lượng mối hàn, làm cho kim loại mối hàn không đồng nhất. Các ôxit : SiO₂ , Al₂O₃ có trong thuốc bọc que hàn và thuốc hàn bị kẹt lại tác dụng với các ôxit sẵn có trong mối hàn (MnO , FeO,...) tạo thành các tạp chất phức hợp dễ nóng chảy có kích thước khác nhau. Đặc biệt khi hàn thép, trong kim

loại mối hàn chứa một lượng không nhỏ lưu huỳnh từ vật liệu hàn tạo thành FeS làm tăng khả năng nứt nóng của kim loại mối hàn.

Tạp chất xỉ là các nitrit (đặc biệt là Fe_2N) làm tăng độ cứng nhưng lại làm giảm mạnh tính dẻo của kim loại mối hàn. Tạp chất xỉ không những làm giảm cơ tính của kim loại mối hàn mà còn có tác dụng thúc đẩy quá trình ăn mòn. Vì vậy, khi hàn phải ngăn ngừa sự xuất hiện các tạp chất xỉ bằng cách :

- + Làm sạch bản gi, dầu mỡ ở khu vực cần hàn.
- + Hàn nhiều lớp phải vệ sinh sạch xỉ hàn lớp trước.
- + Giảm tốc độ nguội của kim loại đắp (hàn dưới lớp thuốc, chế độ hàn hợp lý,..)
- + Đưa vào vỏ bọc que hàn thành phần có khả năng giảm nhiệt độ nóng chảy của các ôxít và tạo ra các hợp chất dễ bong khỏi mối hàn sau khi nguội.

7 Rỗ khí trong mối hàn

Rỗ khí là sự xuất hiện trong kim loại mối hàn và trên bề mặt mối hàn các lỗ trống và bọt khí, đó là sự thoát khí không triệt để khỏi kim loại mối hàn. Rỗ khí có thể tồn tại ở dạng cầu đơn lẻ hoặc dạng chuỗi kéo dài, do một số nguyên nhân sau :

- + Sự thoát khí ồ ạt khi kim loại mối hàn kết tinh.
- + Vật liệu hàn (dây hàn, que hàn, thuốc hàn,...) bị ẩm.
- + Bề mặt chi tiết không được làm sạch trước khi hàn.
- + Mức độ khử ôxy chưa triệt để.
- + Hàm lượng FeO trong kim loại mối hàn cao.

Rỗ khí trong mối hàn gây nên hiện tượng tập trung ứng suất và có ảnh hưởng lớn đến sự phá hủy liên kết hàn, làm tăng độ cứng, độ giòn và giảm tính dẻo của kim loại đắp.

8 Sự kết tinh kim loại mối hàn :

Sự kết tinh của kim loại mối hàn rất khác với sự kết tinh của kim loại vật đúc ở các điểm sau:

- + Quá trình kết tinh xảy ra khi có nguồn nhiệt di động. Tốc độ kết tinh trung bình của mối hàn bằng tốc độ dịch chuyển vũng hàn.
- + Thể tích vũng hàn nhỏ được bao bọc bởi đường đẳng nhiệt và kim loại cơ bản ở trạng thái rắn xung quanh nên nguội rất nhanh. Với vật đúc, sự kết tinh của kim loại xảy ra một cách liên tục cùng với sự giảm nhiệt độ, còn với kim loại vũng hàn xảy ra một cách chu kỳ.

+ Tổ chức kim loại mối hàn sau khi kết tinh gần giống tổ chức của kim loại đúc (gồm có 3 lớp), nhưng chất lượng mối hàn cao do được thực hiện bằng que hàn thuốc bọc đầy, dưới lớp thuốc hoặc trong môi trường khí bảo vệ.

+ Khi kết tinh, vùng nằm sát với kim loại cơ bản (lớp ngoài) do nguội nhanh, tổ chức kim loại nhỏ mịn, lớp tiếp theo vì hướng tỏa nhiệt thẳng góc với bề mặt ngoài và nguội chậm nên tổ chức kim loại có dạng hình trụ, còn ở lớp trung tâm do hướng tỏa nhiệt không rõ ràng, lại nguội chậm hơn nên tổ chức hạt thô to, đồng thời lẫn một số tạp chất phi kim (hình vẽ).

1.7.3 Tổ chức kim loại mối hàn – vùng ảnh hưởng nhiệt

1 Tổ chức kim loại mối hàn.

Khi hàn điện nóng chảy, mối hàn tạo nên có thể chỉ do kim loại cơ bản nóng chảy nếu hàn bằng điện cực không nóng chảy và không dùng que hàn phụ hoặc do cả kim loại điện cực và kim loại vật hàn tạo nên nếu dùng que hàn nóng chảy hay điện cực không nóng chảy có dùng que hàn phụ. Vì vậy thành phần và tổ chức kim loại mối hàn đều khác với thành phần và tổ chức của kim loại cơ bản và kim loại điện cực.

Quá trình kết tinh của kim loại lỏng vững hàn diễn ra qua hai giai đoạn :

+ Kết tinh lần một : kim loại chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái đặc.

+ Kết tinh lần hai : kim loại ở trạng thái đặc nhưng vẫn có chuyển biến tổ chức.

Nghiên cứu tổ chức thứ hai là tổ chức thực của mỗi hàn, nó có ý nghĩa rất lớn trong việc xác định mối quan hệ phụ thuộc giữa cơ tính với thành phần hóa học của mỗi hàn và kim loại cơ bản, sự tác dụng nhiệt trong quá trình hàn.

- Với thép các bon thấp và thép hợp kim thấp là vật liệu có tính hàn tốt, có thể hàn bằng mọi phương pháp mà vẫn nhận được mối hàn có chất lượng tốt, song chất lượng có khác nhau tùy thuộc vào điều kiện hàn.

- Hàn bằng que thuốc bọc mỏng, tổ chức kim loại mối hàn xấu vì cacbon của nó cháy nhiều và các hạt kim loại có dạng hình trụ, tổ chức của nó là ($\alpha + p$) phân bố không đều trong mối hàn.

- Hàn bằng que thuốc bọc dày, tổ chức trong trường hợp này tương đối tốt. Các hạt có dạng hình trụ, song lại nhỏ và peclit phân bố đều, cơ tính tốt.

- Hàn dưới lớp thuốc, tổ chức kim loại trường hợp này rất tốt, các hạt peclit có dạng hình trụ nằm sâu trong tiết diện mối hàn, tổ chức tương đối đồng đều, cơ tính tốt.

2 Tổ chức vùng ảnh hưởng nhiệt.

Vùng ảnh hưởng nhiệt là vùng kim loại cơ bản nằm sát kim loại mối hàn, thay đổi tổ chức và tính chất do tác dụng của nguồn nhiệt hàn.

Có thể chia vùng ảnh hưởng nhiệt thành sáu vùng sau :

a) *Vùng nóng chảy không hoàn toàn (viên chảy)* : có kích thước rất nhỏ, là vùng chuyển tiếp giữa kim loại vững hàn và kim loại cơ bản, được giới hạn bởi đường đẳng nhiệt lỏng và đặc. Vùng này có tổ chức là ôstenit và pha lỏng, kích thước hạt kim loại sau khi hàn khá mịn và có cơ tính rất cao.

b) *Vùng quá nhiệt* : kim loại cơ bản bị nung nóng từ 1100°C đến xấp xỉ nhiệt độ nóng chảy. Vùng này xảy ra quá trình kết tinh lại (biến đổi thù hình). Tổ chức hạt ôstenit thô to, cơ tính kém (độ dai va đập và độ dẻo thấp, dễ bị gãy). Có thể nói đây là vùng yếu nhất của liên kết hàn.

c) *Vùng thường hóa* : Kim loại bị nung nóng từ 900°C đến 1100°C . Tổ chức gồm những hạt ferit nhỏ và peclit, vì thế vùng này có cơ tính tổng hợp cao (đôi khi cao hơn kim loại cơ bản).

d) *Vùng kết tinh lại không hoàn toàn* : kim loại bị nung nóng từ $720^{\circ}\text{C} \div 900^{\circ}\text{C}$. Kim loại có sự kết tinh lại từng phần, tổ chức là ôstenit và ferit. Hai dạng hạt này không đồng đều, ferit hạt to còn ôstenit hạt nhỏ vì thế cơ tính vùng này kém hơn.

e) *Vùng kết tinh lại hoàn toàn (vùng hóa già)* : kim loại bị nung nóng từ $500^{\circ}\text{C} \div 700^{\circ}\text{C}$. Kim loại qua biến dạng dẻo được kết tinh lại hoàn toàn, tổ chức kim loại đồng đều, cơ tính tốt.

f) *Vùng giòn xanh* : kim loại bị nung nóng từ $100^{\circ}\text{C} \div 500^{\circ}\text{C}$. Tính chất kim loại vùng này nói chung không có gì thay đổi, nhưng ở nhiệt độ $400^{\circ}\text{C} \div 500^{\circ}\text{C}$ ôxy và nitơ có khả năng khuếch tán vào, do vậy độ dẻo giảm đi một ít.

Kích thước vùng ảnh hưởng nhiệt phụ thuộc vào phương pháp hàn, chế độ hàn, thành phần hóa học cũng như tính chất lý nhiệt của kim loại. Công suất của hồ quang hoặc ngọn lửa hàn khí càng lớn thì kích thước vùng ảnh hưởng nhiệt càng tăng. Ngược lại, tăng vận tốc hàn

(giữ nguyên công suất nhiệt) thì kích thước vùng ảnh hưởng nhiệt sẽ giảm. Vật liệu có tính dẫn nhiệt thấp, nhiệt dung càng cao thì kích thước vùng ảnh hưởng nhiệt càng giảm (*nhật dung là lượng nhiệt cần thiết để làm tăng nhiệt độ của kim loại lên 1⁰C*).

1.7.4 Tính hàn của kim loại và hợp kim.

a. Khái niệm :

Tính hàn dùng để chỉ mức độ dễ hàn hay khó hàn đối với một vật liệu cơ bản nào đó, nó là tổ hợp các tính chất của kim loại hay hợp kim cho phép nhận được liên kết hàn có chất lượng thỏa mãn theo yêu cầu.

b. Phân loại tính hàn.

- Vật liệu có tính hàn tốt : bao gồm các loại vật liệu cho phép hàn được bằng nhiều phương pháp hàn khác nhau, chế độ hàn điều chỉnh được trong phạm vi rộng, không cần sử dụng các biện pháp công nghệ phức tạp (như nung nóng sơ bộ, nhiệt luyện sau khi hàn,...) mà vẫn đảm bảo nhận được mối hàn có chất lượng theo yêu cầu. Thép các bon thấp và phần lớn thép hợp kim thấp đều thuộc nhóm này.

- Vật liệu có tính hàn thỏa mãn : gồm các loại vật liệu chỉ thích hợp với một số phương pháp hàn nhất định, các thông số của chế độ hàn chỉ có thể dao động trong phạm vi hẹp, yêu cầu về vật liệu hàn chặt chẽ hơn. Khi hàn có thể phải sử dụng một số biện pháp công nghệ như : nung nóng sơ bộ, xử lý nhiệt sau khi hàn, v.v... để nâng cao chất lượng mối hàn. Một số mác thép hợp kim thấp, thép các bon và hợp kim trung bình thuộc nhóm này.

- Vật liệu có tính hàn hạn chế : Yêu cầu về công nghệ và vật liệu hàn chặt chẽ hơn. Phải sử dụng các biện pháp xử lý nhiệt, hàn trong môi trường khí bảo vệ đặc biệt (khí trơ, chân không,...), chế độ hàn nằm trong phạm vi rất hẹp. Liên kết hàn có khuynh hướng bị nứt và dễ xuất hiện các loại khuyết tật làm giảm chất lượng kết cấu hàn. Thép các bon cao và thép hợp kim cao thuộc nhóm này.

- Vật liệu có tính hàn xấu : phải hàn bằng các công nghệ phức tạp, tốn kém. Tổ chức kim loại mối hàn xấu, dễ bị nứt nóng và nứt nguội, do đó cơ tính và khả năng làm việc thấp hơn kim loại cơ bản. Phần lớn các loại gang và hợp kim đặc biệt thuộc nhóm này.

c. Đánh giá tính hàn của kim loại và hợp kim .

Các chỉ tiêu đánh giá :

- Hàm lượng cacbon tương đương C_E : đặc trưng cho tính chất của vật liệu, biểu hiện tính hàn của nó. Đối với thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp :

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}.$$

Trong đó C, Mn, Cr, v.v... là hàm lượng các nguyên tố hợp kim trong thép (%).

Trong công thức trên, Cu và P chỉ tính khi $Cu > 0,5\%$ và $P > 0,05\%$.

Nếu $C_E < 0,45\%$: thép không cần nung nóng sơ bộ trước khi hàn.

Nếu $C_E \geq 0,45\%$: phải nung nóng sơ bộ trước khi hàn. Hàm lượng C_E càng lớn thì nhiệt độ nung nóng sơ bộ càng cao. Với thép có chiều dày $S = (6-8)\text{mm}$ thì chỉ cần nung nóng sơ bộ trước khi $C_E > 0,55\%$.

- Thông số đánh giá nứt nóng H_{cs} : với thép cacbon trung bình và hợp kim trung bình có thể xác định bằng công thức :

$$H_{cs} = \frac{C \left[P + S + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right] 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

Trong đó : C, S, P,là thành phần hóa học của các nguyên tố có trong thép. Khi $H_{cs} \geq 4$, thép có khuynh hướng tạo nứt nóng.

- Thông số đánh giá nứt nguội P_L : là thông số biểu thị sự ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim tới sự hình thành nứt nguội, công thức tính :

$$P_L = P_{CM} + \frac{H_D}{60} + S \frac{K}{40.10^4} [\%]$$

P_{CM} là thông số biểu thị sự biến dòn của vùng ảnh hưởng nhiệt.

Tailieu.vn

Đối với thép hợp kim thấp :

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{V}{10} + 5B + \frac{Mo}{15}$$

Trong đó K : hệ số.

H_D : hàm lượng hiđrô có trong kim loại (ml/100g).

Khi $P_L \geq 0,286$ thì thép có khuynh hướng tạo nứt nguội.

- Xác định nhiệt độ nung nóng sơ bộ T_P : Khi thép phải nung nóng sơ bộ, có thể tính nhiệt độ nung nóng sơ bộ theo hàm lượng các bon tương đương toàn phần :

$$|C_E| = |C|_X + |C|_P$$

$|C|_X$: đương lượng hóa học cacbon.

$|C|_P$: đương lượng có thứ nguyên của cacbon.

$$360|C|_X = 360|C| + 40|Mn| + 40|Cr| + 20|Ni| + 28|Mo|$$

$$|C|_P = 0,005.S.|C|_X$$

$$C_E = |C|_X (1 + 0,005S)$$

$$T_P = 350 \cdot \sqrt{|C_E| - 0,25}$$