

HÀN VÀ CẮT KIM LOẠI

Chương 1: KHÁI NIỆM CHUNG

1.1. THỰC CHẤT VÀ ĐẶC ĐIỂM CỦA QUÁ TRÌNH HÀN

1.1.1. Thực chất của quá trình hàn

Hàn là phương pháp nối hai hay nhiều chi tiết kim loại thành một mà không thể tháo rời được bằng cách nung nóng chúng tại vùng tiếp xúc đến trạng thái nóng chảy hay dẻo, sau đó không dùng áp lực hoặc dùng áp lực để ép chi tiết hàn dính chặt với nhau.

Khi hàn nóng chảy, kim loại bị nóng chảy, sau đó kết tinh hoàn toàn tạo thành mối hàn.

Khi hàn áp lực, kim loại được nung đến trạng thái dẻo, sau đó được ép để tạo nên mối liên kết kim loại và tăng khả năng thẩm thấu, khếch tán của các phân tử vật chất giữa hai mặt chi tiết cần hàn làm cho các chi tiết liên kết chặt với nhau tạo thành mối hàn.

1.1.2. Đặc điểm của quá trình hàn

- Tiết kiệm kim loại: so với tán ri về tiết kiệm từ 10÷20 %, so với phương pháp đúc có thể tiết kiệm được từ 30÷50 % lượng kim loại ...
- Giảm được thời gian và giá thành chế tạo kết cấu như dầm, giàn, khung v.v...
- Có thể tạo được các kết cấu nhẹ nhưng khả năng chịu lực cao.
- Độ bền và độ kín của mối hàn lớn.
- Có thể hàn được hai kim loại có tính chất khác nhau.
- Thiết bị hàn đơn giản, vốn đầu tư không cao.
- Trong kết cấu hàn tồn tại ứng suất nhiệt lớn, nên vật hàn dễ bị biến dạng và cong vênh.
- Tổ chức kim loại gần mối hàn bị dòn nên kết cấu hàn chịu xung lực kém.

Hàn được sử dụng rộng rãi để tạo phôi trong tất cả các ngành kinh tế quốc dân, đặc biệt trong ngành chế tạo máy, chế tạo các kết cấu dạng khung, giàn trong xây dựng, cầu đường, các bình chứa trong công nghiệp.

1.2. PHÂN LOẠI CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN

1.2.1. Theo trạng thái hàn

a. Hàn nóng chảy:

Hàn hồ quang, hàn khí, hàn điện xỉ, hàn bằng tia điện tử, hàn bằng tia laze, hàn plasma ... Khi hàn nóng chảy, kim loại mép hàn được nung đến trạng thái nóng chảy kết hợp với kim loại bổ sung từ ngoài vào điền đầy khe hở giữa hai chi tiết hàn, sau đó đông đặc tạo ra mối hàn.

b. Hàn áp lực

Hàn tiếp xúc, hàn ma sát, hàn nổ, hàn siêu âm, hàn khí ép, hàn cao tần, hàn khuếch tán ... Khi hàn bằng áp lực kim loại ở vùng mép hàn được nung nóng đến trạng thái dẻo sau đó hai chi tiết được ép lại với lực ép đủ lớn, tạo ra mối hàn.

c. Hàn nhiệt

Hàn nhiệt là sử dụng nhiệt của các phản ứng hóa học phát nhiệt để nung kim loại mép hàn đến trạng thái nóng chảy đồng thời kết hợp với lực ép để tạo ra mối hàn

1.2.2. Theo năng lượng sử dụng

- a. **Điện năng:** Hàn hồ quang, hàn điện tiếp xúc ...
- b. **Hoá năng:** Hàn khí, hàn nhiệt ...
- c. **Cơ năng:** Hàn ma sát, hàn nguội ...

1.2.3. Theo mức độ tự động hoá

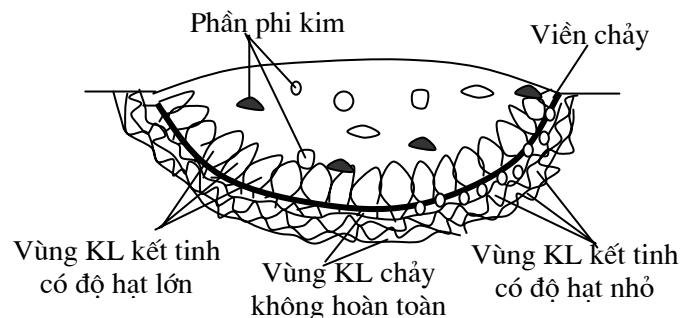
- a. Hàn bằng tay.
- b. Hàn bán tự động.
- c. Hàn tự động.

1.3. TỔ CHỨC KIM LOẠI MỐI HÀN VÀ VÙNG PHỤ CẬN

Sau khi hàn, kim loại lỏng ở vùng hàn sẽ nguội và kết tinh tạo thành mối hàn. Do ảnh hưởng của tác dụng nhiệt nên có sự thay đổi tổ chức và tính chất của vùng mối hàn. Quan sát tổ chức kim loại vùng mối hàn hình chữ V có thể phân biệt ba vùng khác nhau: vùng vũng hàn (1), vùng viền chảy (2) và vùng ảnh hưởng nhiệt (3).

1.3.1. Vùng mối hàn

Trong vùng này, kim loại nóng chảy hoàn toàn, thành phần bao gồm cả kim loại vật hàn và kim loại bổ sung từ ngoài vào, ở lớp biên có hạt nhỏ mịn, lớp tiếp theo có hạt hình nhánh cây kéo dài và vùng tâm có hạt lớn và có lẫn chất phi kim (xỉ v.v...).

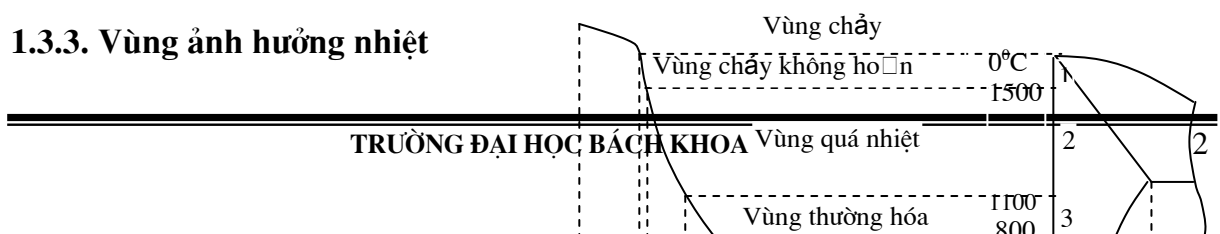


H.1.1. Vùng kim loại mối hàn

1.3.2. Vùng viền chảy

Trong vùng này kim loại nóng chảy không hoàn toàn, do sự thẩm thấu qua lại của kim loại vùng vũng hàn và kim loại vật hàn nên vùng này có thành phần trung gian giữa kim loại vũng hàn và kim loại vật hàn. Chiều dày của vùng này rất hẹp.

1.3.3. Vùng ảnh hưởng nhiệt



Kim loại vật hàn trong vùng này bị nung nóng sau đó nguội cùng mối hàn. Do ảnh hưởng của nung nóng và làm nguội, tổ chức kim loại trong vùng này thay đổi, dẫn đến cơ lý tính thay đổi theo. Tùy thuộc vật liệu hàn, nhiệt độ nung nóng, trong vùng này có thể nhận được nhiều tổ chức khác nhau.

Xét trường hợp khi hàn thép các bon, tổ chức của vùng ảnh hưởng nhiệt có thể chia thành năm miền (từ lớp giáp với viền chảy) :

a. Miền quá nhiệt 2: sát với viền chảy, có nhiệt độ trên 1100°C kim loại bị quá nhiệt mạnh, các hạt ôstenit bắt đầu phát triển mạnh, vùng này có hạt rất lớn có độ dai va chạm và tính dẻo kém, độ bền thấp và tính giòn cao là miền yếu nhất của vật hàn.

b. Miền thường hóa 3: là miền có nhiệt độ $900^{\circ} \div 1100^{\circ}\text{C}$, kim loại có tổ chức có các hạt ferit nhỏ và một số hạt peclit, nó có cơ tính rất cao.

c. Miền kết tinh lại không hoàn toàn 4: là miền có nhiệt độ $720^{\circ} \div 900^{\circ}\text{C}$ có tổ chức hạt lớn của pferit lẫn với hạt ôstenit nhỏ, vì thế cơ tính không đều.

d. Miền kết tinh lại 5: là miền có nhiệt độ $500^{\circ} \div 700^{\circ}\text{C}$. Miền này tổ chức giống tổ chức kim loại vật hàn, nhưng ở nhiệt độ này là nhiệt độ biến mềm làm mất hiện tượng biến cứng, các sai lệch mạng được khắc phục, độ dẻo kim loại phục hồi.

đ. Miền giòn xanh 6: là miền có nhiệt độ $< 500^{\circ}\text{C}$ tổ chức kim loại trong vùng này hoàn toàn giống với tổ chức ban đầu nhưng do ảnh hưởng nhiệt nên tồn tại ứng suất dư nên khi thử mẫu hàn, miền này thường bị đứt.

Vùng ảnh hưởng nhiệt có chiều rộng thay đổi tùy thuộc rất lớn vào chiều dày vật hàn, nguồn nhiệt hàn, điều kiện thoát nhiệt khỏi vùng hàn.

Chương 2: HÀN HỒ QUANG TAY

2.1. KHÁI NIỆM VỀ HỒ QUANG HÀN

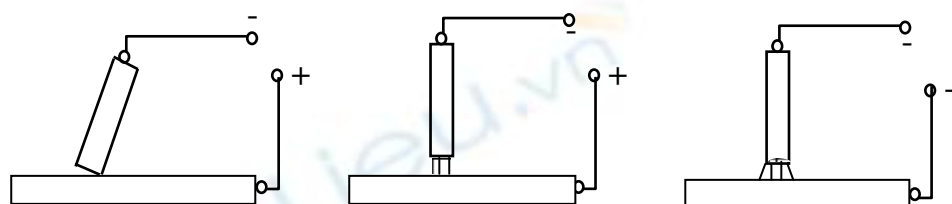
2.1.1. Thực chất của hồ quang hàn

Hàn hồ quang là phương pháp hàn nóng chảy dùng nhiệt của ngọn lửa hồ quang sinh ra giữa các điện cực hàn. Hồ quang hàn là dòng chuyển động của các điện tử và ion về hai điện cực, kèm theo sự phát nhiệt lớn và phát sáng mạnh.

Trong các điều kiện bình thường, không khí không dẫn điện, giữa 2 điện cực của các loại máy hàn hồ quang có điện áp không tải nhỏ thua 80 vôn, vì vậy không có sự phóng điện giữa chúng. Để gây hồ quang, người ta gây ra hiện tượng đoản mạch lúc đó mật độ dòng điện tại chỗ tiếp xúc của 2 điện cực rất lớn, theo định luật Jun-lenc thì

$Q = 0,24 RI^2t$, nhiệt lượng này được các điện tử tự do ở mặt đầu catốt hấp thụ. Sau khi nhận được năng lượng dưới dạng nhiệt các điện tử này có thể năng lớn và bứt ra khỏi quỹ đạo của mình và phóng về anốt, trên đường đi chúng sẽ bắn phá lên các nguyên tử và phân tử chất khí bảo hoà để cho hoặc lấy đi của chúng một vài điện tử (tùy theo hoá trị của chúng) và biến chúng thành những ion. Môi trường ion là môi trường dẫn điện rất tốt cho nên quá trình gây hồ quang chỉ xảy ra ở giai đoạn ban đầu. Như vậy hồ quang hàn là dòng chuyển dịch của các ion dương về catốt; ion âm và các điện tử về anốt. Các hạt này sẽ bắn phá lên các vết cực, cơ năng sẽ biến thành nhiệt năng để làm nóng chảy hoặc hao mòn các điện cực.

Quá trình gây hồ quang khi hàn xảy ra ba giai đoạn:



H.2.1. Quá trình gây hồ quang khi hàn

a. Giai đoạn chạm mạch ngắn (a): cho hai điện cực chạm vào nhau, do diện tích tiết diện ngang của mạch điện bé và điện trở vùng tiếp xúc giữa các điện cực lớn vì vậy trong mạch xuất hiện một dòng điện cường độ lớn, hai mép điện cực bị nung nóng mạnh.

b. Giai đoạn ion hoá (b): Khi nâng một điện cực lên khỏi điện cực thứ hai một khoảng từ 2÷5 mm. Các điện tử bứt ra khỏi quỹ đạo của mình và chuyển động nhanh về phía anốt (cực dương), trên đường chuyển động chúng va chạm vào các phân tử khí trung hoà làm chúng bị ion hóa. Sự ion hoá các phân tử khí kèm theo sự phát nhiệt lớn và phát sáng mạnh.

c. Giai đoạn hồ quang cháy ổn định (c): Khi mức độ ion hoá đạt tới mức bão hòa, cột hồ quang ngừng phát triển, nếu giữ cho khoảng cách giữa hai điện cực không đổi, cột hồ quang được duy trì ở mức ổn định.

Khi hàn, điện áp cần thiết để gây hồ quang khoảng từ 35÷55 V đối với dòng điện một chiều, từ 55÷80 V đối với dòng điện xoay chiều. Điện áp để duy trì hồ quang cháy ổn định khoảng 16÷35 V khi dùng dòng điện một chiều và từ 25÷45 V khi dùng dòng điện xoay chiều.

2.1.2. Sự cháy của hồ quang

Sự cháy của hồ quang phụ thuộc vào: điện thế giữa 2 điện cực khi máy chưa làm việc, cường độ dòng điện và khoảng cách giữa chúng. Quan hệ giữa điện thế với cường độ dòng điện gọi là đường đặc tính tĩnh của hồ quang.

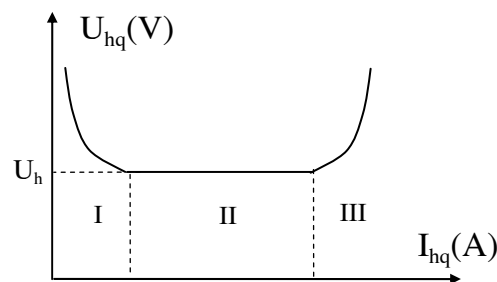
Khi hồ quang cháy ổn định, nhiệt độ trong cột hồ quang đạt tới 6000°C, ở ca-tốt khoảng 2400°C và ở a-nốt khoảng 2600°C.

Đặc tính tĩnh V-A của hồ quang hàn có ba vùng đặc trưng: vùng điện áp giảm (I), vùng điện áp không đổi (II), và vùng điện áp tăng (III). Điện áp không đổi của cột hồ quang có thể xác định theo công thức:

$$U_{hq} = a + b \cdot L_{hq}$$

Trong đó: a - là tổng điện thế rơi trên 2 cực, đối với que hàn nóng chảy a = 15÷20 v; với que hàn không nóng chảy a = 30÷35 V

b - điện thế rơi trên 1 đơn vị chiều dài hồ quang lấy b = 15,7 v/cm. L_{hq} - là chiều dài cột hồ quang.



H.2.2. Đường đặc tính tĩnh của hồ quang hàn

2.1.2. Tác dụng của điện trường đối với hồ quang hàn

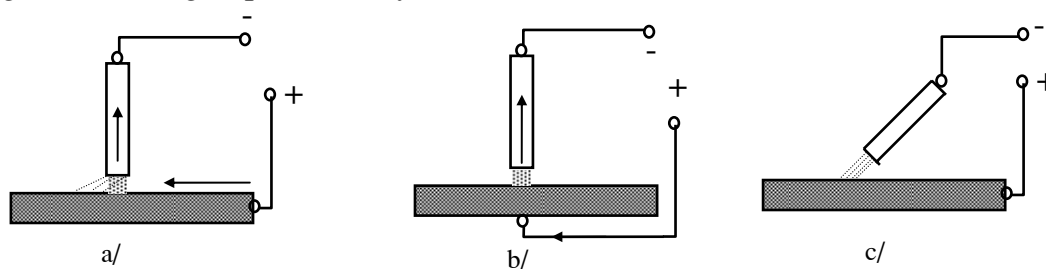
Cột hồ quang có thể xem như là một dây dẫn mềm và dưới tác dụng của điện trường cột hồ quang cũng bị chuyển dịch, hình dáng bị thay đổi.

Khi hàn, lực điện trường tác dụng lên hồ quang gồm có lực điện trường tĩnh của mạch hàn và lực điện trường sinh ra bởi sắt từ làm hồ quang bị lệch đi rất nhiều do đó làm ảnh hưởng xấu đến quá trình hàn.

Đối với dòng xoay chiều do cực thay đổi, do đó chiều của điện trường cũng thay đổi theo và hiện tượng lệch hồ quang không đáng kể. Chúng ta chỉ quan tâm đến ảnh hưởng của dòng một chiều đến hồ quang hàn.

a. Ảnh hưởng của Điện trường tĩnh

Điện trường tĩnh phát sinh khi có dòng điện chạy qua dây dẫn, que hàn và cột hồ quang. Chúng làm cho hồ quang bị thổi lệch đi phá hoại quá trình hàn bình thường. Có 3 trường hợp có thể xảy ra khi nối mạch hàn:



H.2.3. ảnh hưởng của điện trường tĩnh đến hồ quang hàn

- **Hồ quang bị lệch do tác dụng của điện trường không đối xứng (a):** từ phía dòng điện đi vào mật độ đường sức dày hơn, thế điện trường mạnh hơn. Do đó hồ quang bị xô đẩy về phía điện trường yếu hơn.

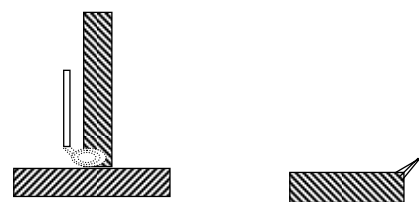
- **Điện trường đối xứng xung quanh hồ quang (b):** hồ quang cân bằng không bị thổi lệch.

- **Độ nghiêng của que hàn (c):** Chọn góc nghiêng que hàn thích hợp có thể thay đổi tính chất phân bố đường sức và có thể tạo ra dđiện trường đồng đều khắc phục được hiện tượng thổi lệch hồ quang.

b. Ảnh hưởng của sắt từ

Vật liệu sắt từ đặt gần hồ quang thì tăng độ từ thẩm lên hàng ngàn lần so với không khí. Từ thông đi qua sắt từ có độ trở kháng nhỏ sẽ làm cho hồ quang bị thổi lệch về hướng đó.

Vì vậy khi hàn góc, hàn đến đoạn cuối cần chú ý đến vị trí của que hàn cho phù hợp.



H.2.4. ảnh hưởng của sắt từ đến hồ quang

2.1.3. Tác dụng nhiệt của hồ quang

a. Nhiệt và nhiệt độ của hồ quang hàn

Hồ quang hàn là một nguồn nhiệt tập trung rất lớn, điện năng đã biến thành nhiệt năng. Năng lượng này phát ra từ cực dương, cực âm và trong cột hồ quang dùng để nung nóng chảy que hàn, vật hàn ở gần cột hồ quang. Nhiệt độ ở vùng cực dương, cực âm xấp xỉ bằng nhiệt độ sôi và nhiệt độ bốc hơi của vật liệu điện cực.

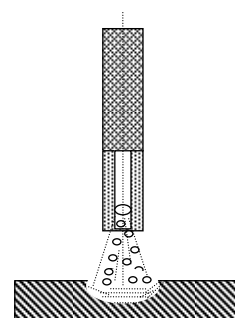
Nhiệt độ cao nhất là ở trung tâm cột hồ quang do sự ion hoá các chất khí; còn nhiệt độ ở các vết cực là do sự bắn phá của các điện tử và ion tạo nên, còn ở vùng lân cận nhiệt độ thấp hơn và kim loại bị quá nhiệt. Nhiệt do hồ quang sinh ra sẽ phân bố qua môi trường, vật hàn, que hàn, kim loại mối hàn.

b. Quá trình chuyển dịch kim loại lỏng từ que hàn vào vũng hàn

Kim loại từ que hàn vào vũng hàn ở dạng những giọt nhỏ có kích thước khác nhau. Khi hàn, ở bất cứ vị trí nào trong không gian kim loại lỏng bao giờ cũng chuyển từ que hàn vào vũng hàn nhờ các lực sau đây:

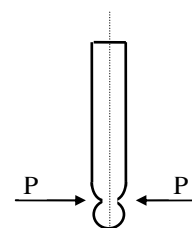
- **Trọng lực của giọt kim loại lỏng:** lực này có khả năng chuyển dịch kim loại lỏng vào vũng hàn khi hàn sấp và có tác dụng ngược lại khi hàn trên.

- **Sức căng bề mặt:** lực này sinh ra do tác dụng của lực phân tử. Lực phân tử luôn luôn có khuynh hướng tạo cho bề mặt chất lỏng một năng lượng nhỏ nhất, nên các giọt kim loại có dạng hình cầu. Những giọt này chỉ mất đi khi rơi vào vũng hàn và bị sức căng bề mặt của vũng hàn kéo vào thành dạng chung của vũng hàn.



Sức căng bề mặt giữ cho kim loại lỏng của vũng hàn khi hàn trên không bị rơi và để hình thành mối hàn.

- **Cường độ điện trường:** dòng điện đi qua que hàn sinh ra xung quanh nó một điện trường ép lên que hàn, lực này cất kim loại lỏng ở đầu que hàn thành những giọt. Do sức căng bề mặt và cường độ



điện trường, ở ranh giới nóng chảy của que hàn bị thất lại, tiết diện ngang giảm xuống, mật độ dòng điện tăng lên. Mặt khác ở đây điện trở cao nên nhiệt sinh ra khá lớn và kim loại lỏng đạt đến trạng thái sôi tạo áp lực đẩy giọt kim loại chạy vào vũng hàn. Mật độ dòng điện giảm dần từ que hàn đến vật hàn, nên không bao giờ có hiện tượng kim loại lỏng chuyển dịch từ vật hàn vào que hàn được.

- **Áp lực trong:** kim loại ở đầu mút que hàn bị quá nhiệt rất lớn, nhiều phản ứng hoá học xảy ra ở đó và sinh ra các chất khí. ở nhiệt độ cao thể tích của các chất khí tăng lên khá lớn và gây nên một áp lực mạnh đẩy các giọt kim loại lỏng tách khỏi que hàn. Ví dụ khi có phản ứng hoàn nguyên ôxyt sắt sẽ tạo ra khí ôxyt cacbon (CO).

2.2. PHÂN LOẠI HÀN HỒ QUANG TAY

2.2.1. Phân loại theo dòng điện hàn

a/ Hàn bằng dòng điện xoay chiều

Hàn bằng dòng điện cho ta mối hàn có chất lượng không cao, khó gây hồ quang và khó hàn song thiết bị hàn dòng xoay chiều đơn giản và rẻ tiền nên trên thực tế hiện có khoảng 80% là máy hàn xoay chiều.

b/ Hàn bằng dòng điện một chiều

Hàn bằng dòng điện một chiều tuy máy hàn đắt tiền nhưng dễ gây hồ quang, dễ hàn và chất lượng mối hàn cao. Hàn bằng dòng điện một chiều có 2 cách nối dây:

- **Nối thuận:** là nối que hàn với cực âm của nguồn điện, còn vật hàn nối với cực dương của nguồn. Do nhiệt độ ở vật hàn lớn nên dùng để hàn thép có chiều dày lớn. Khi dùng điện cực không nóng chảy thì nên dùng cách nối này để điện cực đỡ bị mòn.

- **Nối nghịch:** que hàn nối với cực dương, vật hàn nối với cực âm của nguồn điện. Cách này thường dùng khi hàn vật mỏng, kim loại màu hoặc gang bằng que hàn thép.

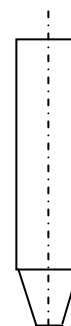
2.2.2. Phân loại theo điện cực

a. Điện cực hàn không nóng chảy

Điện cực hàn không nóng chảy được chế tạo từ các vật liệu có khả năng chịu nhiệt cao như grafit, vonfram. Đường kính que hàn $d_q = 1\div 5$ mm đối với que hàn vonfram và $d_q = 6\div 12$ mm đối với que hàn grafit, chiều dài que hàn thường là 250 mm, đầu vát côn.

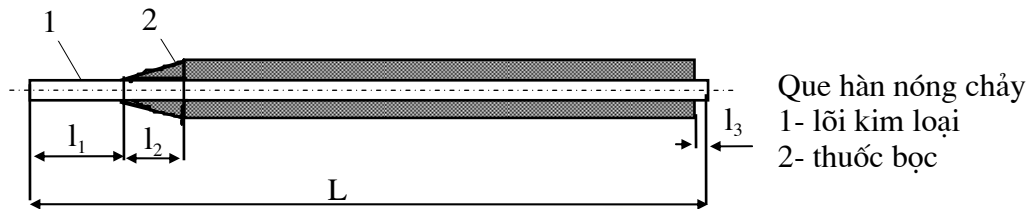
Que hàn không nóng chảy cho hồ quang hàn ổn định, để bổ sung kim loại cho mối hàn phải sử dụng thêm que hàn phụ.

b. Điện cực hàn nóng chảy



Điện cực hàn nóng chảy (que hàn) được chế tạo từ kim loại hoặc hợp kim có thành phần gần với thành phần kim loại vật hàn.

Lõi que hàn có đường kính theo lý thuyết $d_q = 6 \div 12$ mm. Trong thực tế thường dùng $d_q = 1 \div 6$ mm. Chiều dài của que hàn $L = 250 \div 450$ mm; chiều dài phần kẹp $l_1 = 30^{+5}$ mm; $l_2 < 15$ mm; $l_3 = 1 \div 2$ mm.

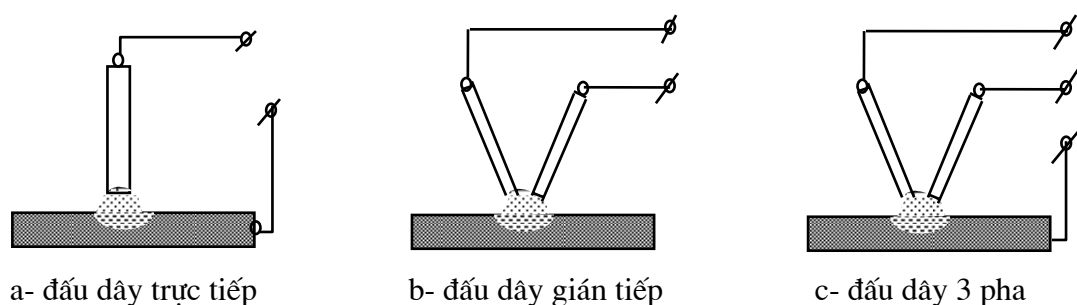


H.2.6. Kết cấu của que hàn điện

Lớp thuốc bọc được chế tạo từ hỗn hợp gồm nhiều loại vật liệu dùng ở dạng bột, sau đó trộn đều với chất dính và bọc ngoài lõi có chiều dày từ 1-2 mm. Tác dụng của lớp thuốc bọc que hàn:

- Tăng khả năng ion hóa để dễ gây hồ quang và duy trì hồ quang cháy ổn định. Thông thường người ta đưa vào các hợp chất của kim loại kiềm.
- Bảo vệ được mối hàn, tránh sự ôxy hoá hoà tan khí từ môi trường.
- Tạo xỉ lỏng và đều, che phủ kim loại tốt để giảm tốc độ nguội của mối hàn tránh nứt.
- Khử ôxy trong quá trình hàn. Người ta đưa vào trong thành phần thuốc bọc các loại phe-rô hợp kim hoặc kim loại sạch có ái lực mạnh với ôxy có khả năng tạo ôxyt để tách khỏi kim loại lỏng.

2.2.3. Phân loại theo cách đấu dây các điện cực khi hàn



H.2.7. Các cách đấu dây điện cực hàn

2.3. NGUỒN ĐIỆN VÀ MÁY HÀN

2.3.1. Yêu cầu chung đối với nguồn điện và máy hàn

Nguồn điện hàn trong hàn hồ quang tay có thể là nguồn điện xoay chiều hoặc một chiều. Nhìn chung nguồn điện hàn và máy hàn phải đảm bảo các yêu cầu chung sau:

- Điện áp không tải phải $H_h < U_0 < 80$ v.

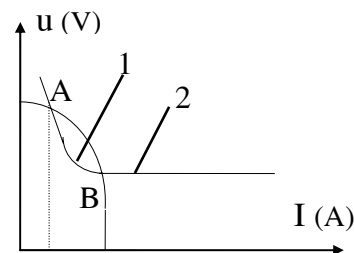
- Đối với máy hàn xoay chiều:

$$U_0 = 55 \div 80 \text{ V}, H_h = 30 \div 55 \text{ V.}$$

- Đối với máy hàn một chiều:

$$U_0 = 25 \div 45 \text{ V}, H_h = 16 \div 35 \text{ V.}$$

- Đường đặc tính động V-A của máy hàn phải là đường dốc liên tục.



H.2.8.1- đường đặc tính tĩnh của hồ quang
2- đường đặc tính động của máy hàn

- Có khả năng chịu quá tải khi ngắn mạch $I_d = (1,3 \div 1,4)I_h$.
- Có khả năng điều chỉnh dòng điện hàn trong phạm vi rộng.
- Máy hàn phải có khối lượng nhỏ, hệ số hữu ích lớn, giá thành rẻ, dễ sử dụng và dễ sửa chữa.

2.3.2. Máy hàn hồ quang điện xoay chiều

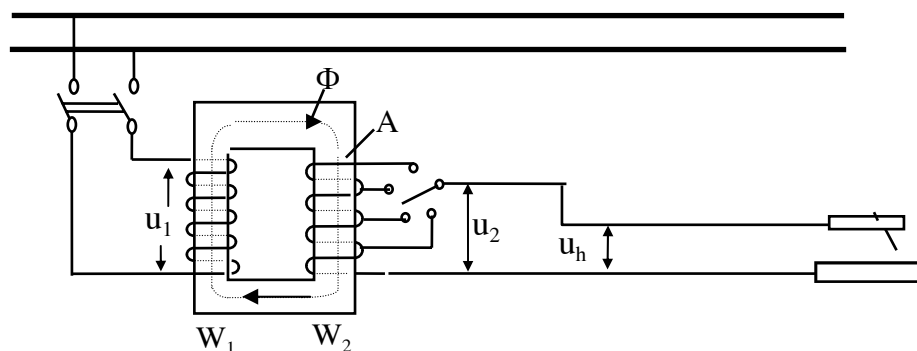
Máy hàn hồ quang dùng dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi trong hàn hồ quang tay vì chúng có kết cấu đơn giản, giá thành chế tạo thấp, dễ vận hành và sửa chữa. Tuy nhiên chất lượng mối hàn không cao vì hồ quang cháy không ổn định so với hồ quang dùng dòng điện một chiều.

Máy hàn một chiều có nhiều loại, mỗi loại có tính năng và những đặc điểm riêng, sau đây giới thiệu một số máy hàn xoay chiều được sử dụng nhiều nhất trong thực tế công nghiệp.

a. Máy biến áp hàn xoay chiều:

Loại máy hàn này điều chỉnh cường độ dòng điện hàn bằng cách thay đổi điện áp hàn nhờ vào sự thay đổi số vòng dây của cuộn thứ cấp. Máy hàn loại này đơn giản, dễ chế tạo, giá thành rẻ tuy nhiên chỉ thay đổi dòng vài được một vài cấp gọi là điều chỉnh thô.

$$P = U \cdot I = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

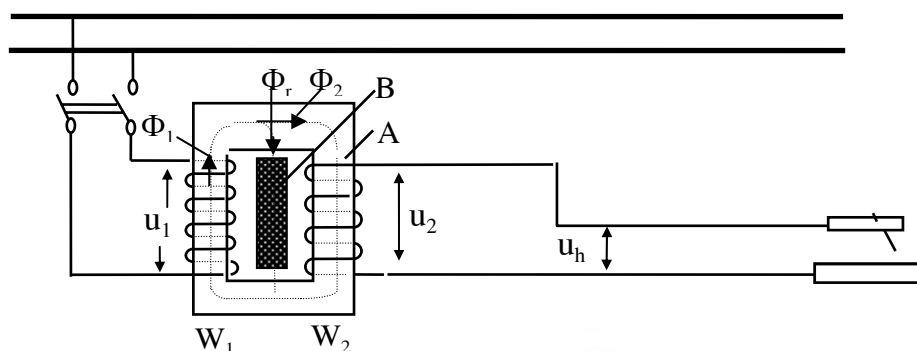


H.2.9. Sơ đồ nguyên lý của máy biến áp hàn xoay chiều

b. Máy hàn xoay chiều với lõi từ di động

Loại máy hàn này có thể điều chỉnh tinh cường độ hàn (I_h) bằng cách thay đổi từ thông móc vòng vào cuộn W_2 nhờ vào sự thay đổi vị trí của lõi từ trong khung từ.

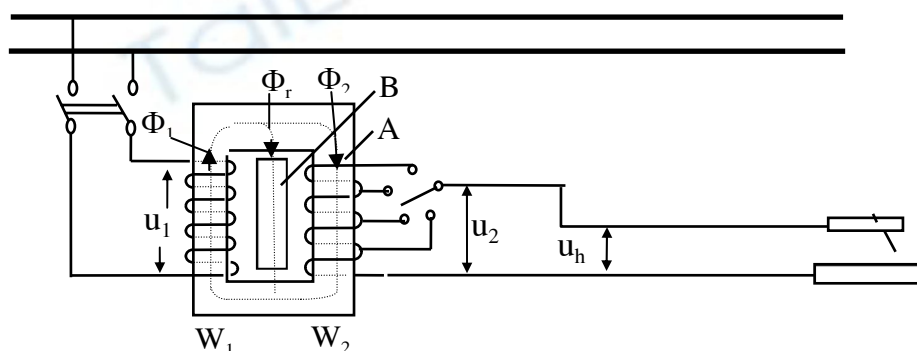
$$\Phi_1 = \Phi_r + \Phi_2$$



H.2.10. Sơ đồ nguyên lý của máy hàn xoay chiều với lõi từ di động

c. Máy hàn tổ hợp

Máy hàn tổ hợp là loại máy thông dụng nhất hiện nay vì có thể điều chỉnh I_h bằng tổ hợp vừa thô vừa tinh của 2 phương pháp trên được trình bày như hình vẽ sau:



H.2.11. Sơ đồ nguyên lý của máy hàn xoay chiều tổ hợp

Máy hàn kiểu này có một lõi từ di động (A) nằm trong gông từ (B) của máy biến áp. Khi lõi từ (A) nằm hoàn toàn trong mặt phẳng của gông từ (B) thì từ thông do cuộn sơ cấp sinh ra có một phần rẽ nhánh qua lõi từ làm cho từ thông đi qua cuộn thứ cấp giảm, do đó điện áp trên cuộn thứ cấp (u_2) giảm. Khi di động lõi từ (A) ra ngoài (theo phương vuông góc với mặt phẳng của gông từ B), khe hở giữa lõi từ và gông từ tăng, từ thông rẽ nhánh giảm làm cho từ thông qua cuộn thứ cấp tăng và điện áp trên cuộn thứ cấp tăng. Máy hàn này có thể điều chỉnh cường độ dòng điện hàn bằng 2 cách:

- Thay đổi điện áp của mạch thứ cấp bằng cách thay đổi số vòng dây W_2 . Cách này chỉ thay đổi được cường độ dòng điện hàn phân cấp.
- Thay đổi vị trí lõi từ trong khung từ có thể điều chỉnh dòng điện hàn vô cấp.

2.3.3. Máy hàn hồ quang điện một chiều

a/ Máy phát hàn hồ quang

Hình sau trình bày sơ đồ nguyên lý của một máy hàn một chiều dùng máy phát có cuộn kích từ riêng và cuộn khử từ mắc nối tiếp.