

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.

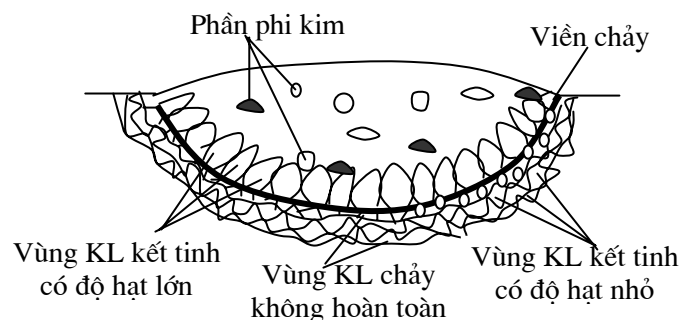
c. Hàn tự động.

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...).

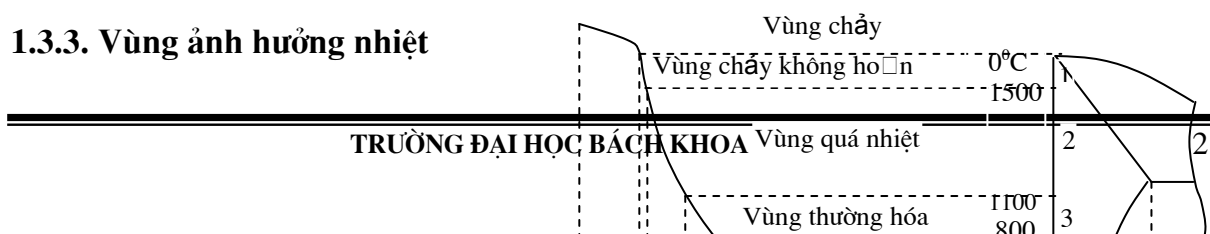


H.1.1. Vùng kim loại mối hàn

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 viên chảy) :

a. Miền quá nhiệt 2: sát với viên 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 dòn 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 pherit 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 dòn 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 TẠY

2.1. KHÁI NIỆM VỀ HỒ QUANG HÀN

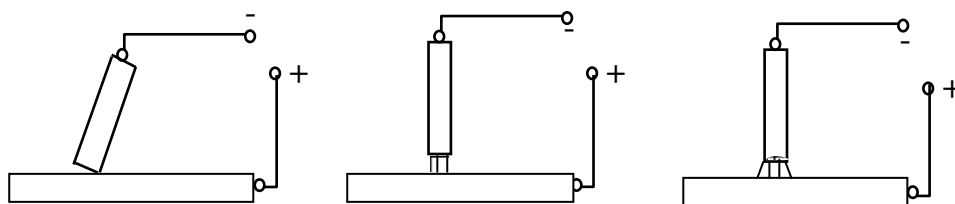
2.1.1. Thực chất của hồ quang hàn

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 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.

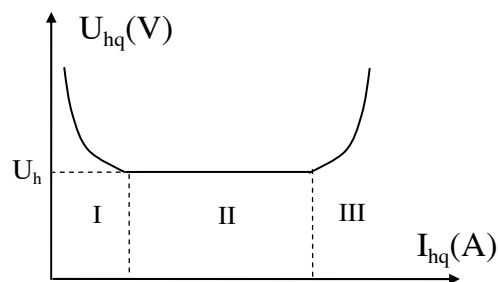
Khi hồ quang cháy ổn định, nhiệt độ trong cột hồ quang đạt tới 6000°C, ở ca-tốt khoảng 2400°C và ở a-nốt khoảng 2600°C.

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 $a = 15 \div 20$ v; với que hàn không nóng chảy $a = 30 \div 35$ 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

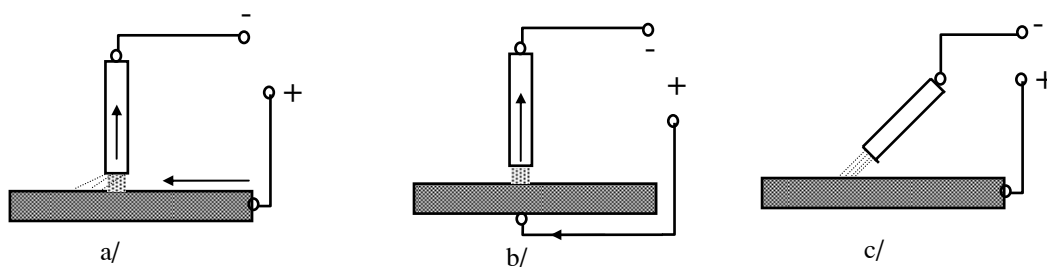
Cột hồ quang có thể xem như là một dây dẫn mềm và dưới tác dụng của điện trường cột hồ quang cũng bị chuyển dịch, hình dáng bị thay đổi.

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.

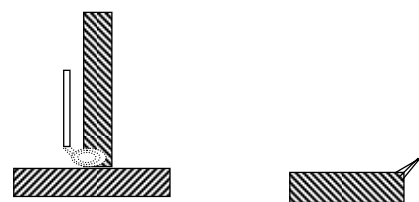
- **Điện trường đối xứng xung quanh hồ quang (b):** hồ quang cân bằng không bị thổi lệch.

- **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.

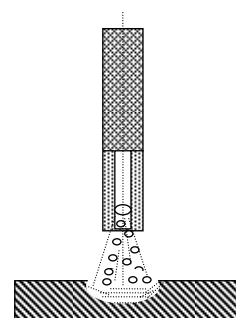
Nhiệt độ cao nhất là ở trung tâm cột hồ quang do sự ion hoá các chất khí; còn nhiệt độ ở các vết cực là do sự bắn phá của các điện tử và ion tạo nên, còn ở vùng lân cận nhiệt độ thấp hơn và kim loại bị quá nhiệt. Nhiệt do hồ quang sinh ra sẽ phân bố qua môi trường, vật hàn, que hàn, kim loại mối hàn.

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:

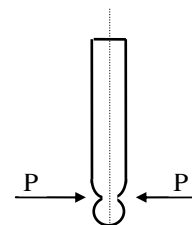
- **Trọng lực của giọt kim loại lỏng:** lực này có khả năng chuyển dịch kim loại lỏng vào vũng hàn khi hàn sấp và có tác dụng ngược lại khi hàn trên.

- **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 cắt 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 TẠY

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.

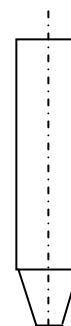
2.2.2. Phân loại theo điện cực

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.

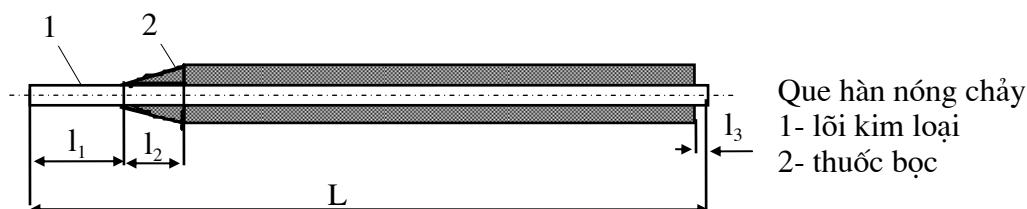
Que hàn không nóng chảy cho hồ quang hàn ổn định, để bổ sung kim loại cho mối hàn phải sử dụng thêm que hàn phụ.

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.

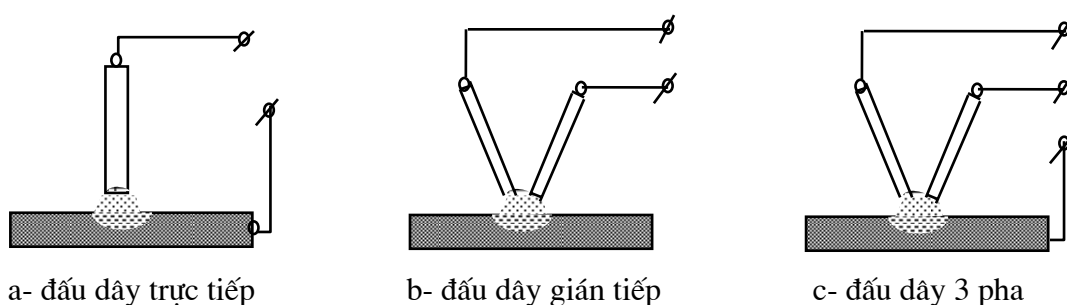


H.2.6. Kết cấu của que hàn điện

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



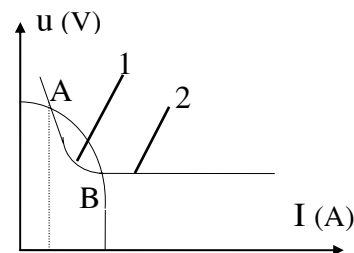
H.2.7. Các cách đấu dây điện cực hàn

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:
 $U_0 = 55 \div 80$ V, $H_h = 30 \div 55$ V.
 - Đối với máy hàn một chiều:
 $U_0 = 25 \div 45$ V, $H_h = 16 \div 35$ V.
- Đường đặc tính động V-A của máy hàn phải là đường dốc liên tục.
- 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.



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

2.3.2. Máy hàn hồ quang điện xoay chiều

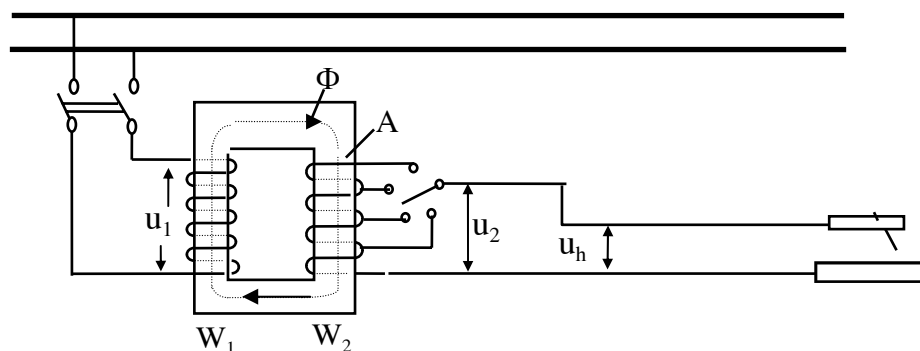
Máy hàn hồ quang dùng dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi trong hàn hồ quang tay vì chúng có kết cấu đơn giản, giá thành chế tạo thấp, dễ vận hành và sửa chữa. Tuy nhiên chất lượng mối hàn không cao vì hồ quang cháy không ổn định so với hồ quang dùng dòng điện một chiều.

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.

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

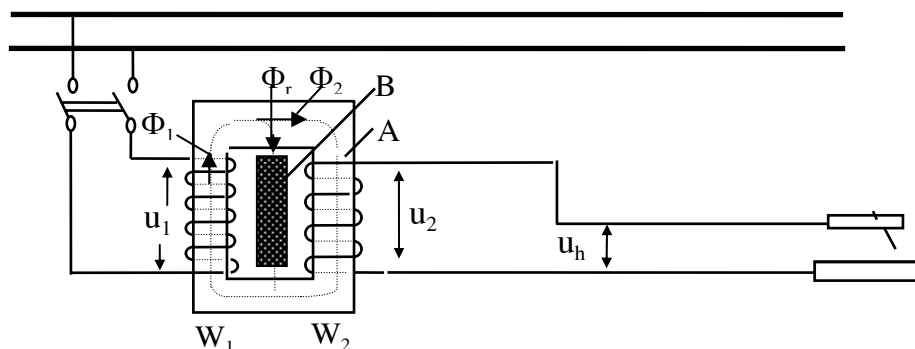


H.2.9. Sơ đồ nguyên lý của máy biến áp hàn xoay chiều

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.

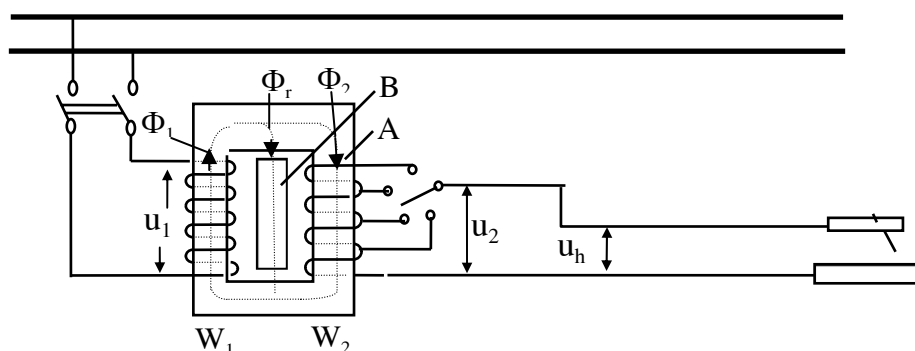
$$\Phi_1 = \Phi_r + \Phi_2$$



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.

Máy hàn gồm máy phát điện một chiều (M) có cuộn dây kích từ riêng (2) được cấp điện riêng từ nguồn điện xoay chiều qua bộ chỉnh lưu (1). Trên mạch ra của máy phát đặt cuộn khử từ (3).

Người ta bố trí sao cho từ thông (ϕ_c) sinh ra trên cuộn khử từ luôn luôn ngược hướng với từ thông (ϕ_{kt}) sinh ra trong cuộn kích từ. Ở chế độ không tải, dòng điện hàn $I_h = 0$ nên từ thông $\phi_c = 0$, máy phát được kích từ bởi từ thông (ϕ_{kt}) do cuộn dây kích từ (2) sinh ra:

$$\phi_{kt} = I_{kt} \cdot \frac{W}{R_{kt}}$$

Trong đó I_{kt} là dòng điện kích từ, W và R_{kt} là số vòng dây và từ trở của cuộn kích từ. Khi đó điện áp không tải xác định theo công thức:

$$u_{kt} = C \cdot \phi_{kt}$$

Ở chế độ làm việc, dòng điện hàn $I_h \neq 0$ nên từ thông $\phi_c \neq 0$, máy phát được kích từ bởi từ thông tổng hợp (ϕ) do cuộn dây kích từ (2) và cuộn khử từ (3) sinh ra:

$$\phi = \phi_{kt} - \phi_c$$

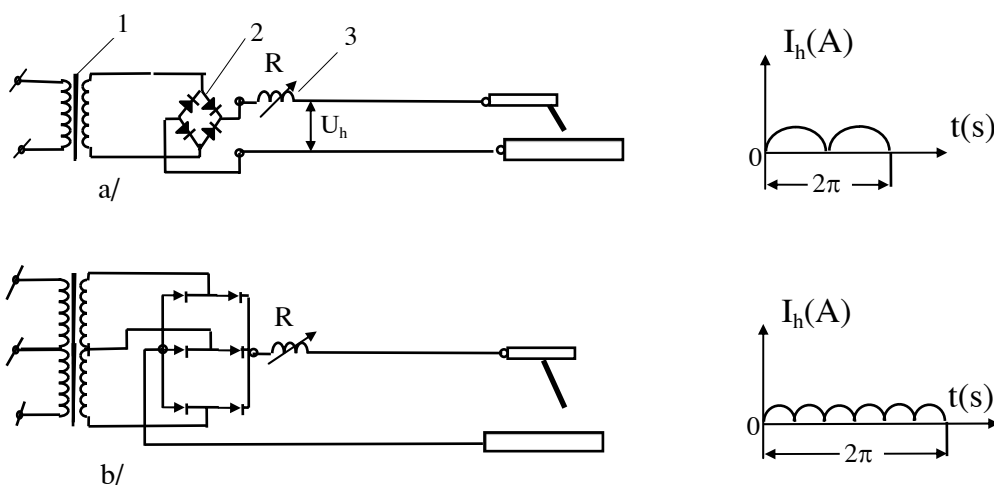
Sức điện động sinh ra trong phần cảm của máy phụ thuộc vào từ thông kích từ:

$$E = C \cdot \phi = C \cdot (\phi_{kt} - \phi_c).$$

Trong đó C là hệ số phụ thuộc vào máy.

b/ Máy hàn dùng dòng điện chỉnh lưu

Máy hàn dùng dòng điện chỉnh lưu có hai bộ phận chính: Biến áp hàn (1) và bộ chỉnh lưu (2), bộ biến trở R (3) dùng để điều chỉnh cường độ dòng điện hàn.



H.2.13. a/ Sơ đồ nguyên lý máy hàn chỉnh lưu ba pha
b/ Sơ đồ nguyên lý máy hàn chỉnh lưu một pha

Máy hàn dùng dòng điện chỉnh lưu có hồ quang cháy ổn định hơn máy hàn xoay chiều, phạm vi điều chỉnh dòng điện hàn rộng, hệ số công suất hữu ích cao, công suất

không tải nhỏ, kết cấu đơn giản hơn. Nhược điểm của máy hàn chỉnh lưu là công suất bị hạn chế, các đi-ốt dễ bị hỏng khi ngắn mạch lâu và dòng điện hàn phụ thuộc lớn vào điện áp nguồn.

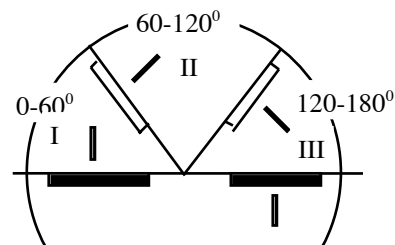
Ngoài ra còn một số loại máy hàn một chiều: máy phát hàn một chiều Diezen, máy phát hàn một chiều động cơ điện v.v...

2.4. CÔNG NGHỆ HÀN HỖ QUANG TAY

2.4.1. Vị trí, phân loại và chuẩn bị mép hàn

a/ Vị trí mối hàn trong không gian

Công nghệ hàn hồ quang tay phụ thuộc rất lớn vào vị trí mối hàn trong không gian và kết cấu mối hàn. Theo vị trí mối hàn trong không gian, người ta phân ra các dạng hàn sau: Hàn sấp, hàn ngang, hàn đứng và hàn trần.



H.2.14. Vị trí mối hàn trong không gian
I- Vị trí hàn sấp; II- Vị trí hàn đứng; III- Vị trí hàn trần

- **Hàn sấp:** mặt phẳng hàn tạo với mặt phẳng ngang một góc từ $0 \div 60^\circ$.
- **Hàn ngang:** phương hàn song song với mặt phẳng ngang và nằm trong mặt phẳng hàn tạo với mặt phẳng ngang một góc từ $60 \div 120^\circ$.
- **Hàn đứng:** mặt phẳng hàn tạo với mặt phẳng ngang một góc từ $60 \div 120^\circ$ trừ phương song song với mặt phẳng ngang.
- **Hàn trần:** mặt phẳng hàn tạo với mặt phẳng ngang một góc từ $120 \div 180^\circ$.

b/ Các loại mối hàn

- **Mối hàn giáp mối (a):** có thể không cần vát mép khi $s \leq 4$ mm và vát mép khi $s > 4$ mm.

- **Mối hàn gấp mép (b):** dùng khi $s \leq 2$ mm.

- **Mối hàn chồng (c):** dùng khi sửa chữa các kết cấu hàn.

- **Mối hàn có tấm đệm (d):** dùng khi sửa chữa các kết cấu hàn.

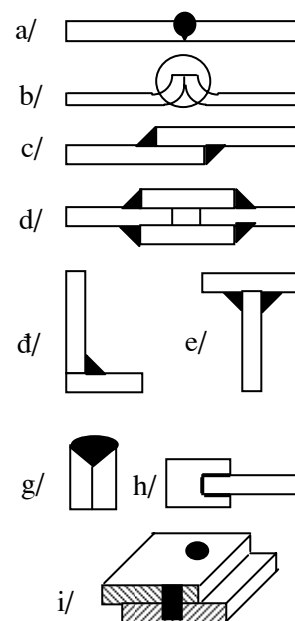
- **Mối hàn góc (đ):** có thể vát mép hoặc không vát mép.

- **Mối hàn chữ T (e):** dùng trong các kết cấu chịu uốn.

- **Mối hàn mặt đầu (g):** dùng khi lắp ghép 2 tấm có bề mặt tiếp xúc nhau.

- **Mối hàn viền mép (h):** dùng trong trường hợp chi tiết hàn không cho phép tăng kích thước.

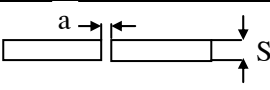
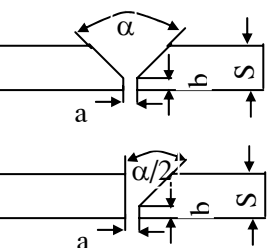
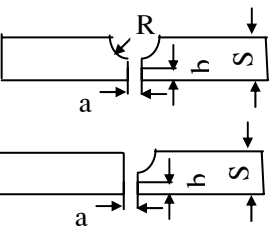
- **Mối hàn kiểu chốt (i):** khoan lỗ lên 2 chi tiết chồng lên nhau, sau đó hàn theo từng lỗ một.



H.2.15. Các loại mối hàn

c/ Chuẩn bị mép hàn

Chất lượng mối hàn phụ thuộc rất lớn vào việc làm sạch và chuẩn bị mép hàn. Tùy thuộc kiểu mối hàn, chiều dày vật hàn... có thể tiến hành chuẩn bị mép hàn trên máy bào hay bằng mỏ cắt khí theo các cách sau:

Kiểu chuẩn bị mép	Dạng vát mép mối hàn	Kích thước
Không vát mép		$S = 5 \div 8$ $a = 1 \div 2$
Gấp mép		$S = 1 \div 3$ $a = 0 \div 1$ $b = S + 2$
Vát mép chữ V và nửa chữ V		$S = 4 \div 26$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $\alpha = 60^0 \pm 5^0$
Vát mép chữ U và nửa chữ U		$S = 20 \div 60$ $a = 2 \pm 2$ $b = 2 \pm 1$ $R = 5 \pm 1$

H.2.16. Các kiểu chuẩn bị mép hàn

2.4.2. Chế độ hàn hồ quang tay

a/ Đường kính que hàn

Đường kính que hàn phụ thuộc vào vật liệu hàn, chiều dày vật hàn, vị trí mối hàn trong không gian, kiểu mối hàn... để chọn có thể tra theo sổ tay công nghệ hàn hoặc xác định theo các công thức kinh nghiệm.

Đối với hàn thép, đường kính que hàn được xác định như sau:

- Hàn giáp mối: $d_q = \frac{S}{2} + 1 \quad [\text{mm}]$

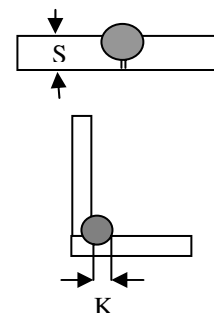
- Hàn góc, hàn chữ T: $d_q = \frac{K}{2} + 2 \quad [\text{mm}]$

Trong đó S là chiều dày vật hàn, K là cạnh của mối hàn.

b/ Cường độ dòng điện hàn (I_h)

Cường độ dòng điện hàn chọn phụ thuộc vào vật liệu hàn, đường kính que hàn, vị trí mối hàn trong không gian, kiểu mối hàn...có thể tra theo sổ tay công nghệ hoặc xác định theo các công thức kinh nghiệm sau đối với khi hàn sắp:

$$I_h = (\beta + \alpha d_q) d_q$$



Trong đó: α và β là các hệ số phụ thuộc vào vật liệu vật hàn, đối với thép $\alpha = 6$; $\beta = 20$; d_q - đường kính que hàn lấy theo mm.

Chú ý: - Khi chiều dày chi tiết $S > 3d_q$ thì nên tăng cường độ dòng điện khoảng 15% còn $S < 1,5d_q$ thì nên giảm 15% so với trị số tính toán.

- Cường độ dòng điện hàn khi hàn đứng nên giảm 10÷15% và khi hàn trần nên giảm 15÷20% so với hàn sấp.

c/ Điện áp hàn: điện áp hàn thường ít thay đổi khi hàn hồ quang tay.

d/ Số lượt cần phải hàn

Để hoàn thành một mối hàn có thể tiến hành trong một lần hàn hoặc một số lần hàn. Khi tiết diện mối hàn lớn, thường tiến hành qua một số lần hàn.

Số lượt hàn có thể tính theo công thức sau:

$$n = \frac{F_d - F_0}{F_n} + 1$$

Trong đó F_d - là diện tích mặt cắt ngang của kim loại đắp.

F_0 - diện tích mặt cắt ngang của đường hàn đầu tiên:

$$F_0 = (6 \div 8)d_q \text{ (mm}^2\text{)}.$$

F_n - diện tích mặt cắt ngang của những đường hàn tiếp theo:

$$F_n = (8 \div 12)d_q \text{ (mm}^2\text{)}.$$

e/ Tốc độ hàn (V_h): Tốc độ hàn được xác định bởi chiều dài mối hàn trong một đơn vị thời gian.

$$V_h = \frac{L}{t} \quad [\text{cm/s}]$$

L - Chiều dài mối hàn (cm).

t - thời gian hàn (giây).

Tốc độ hàn phụ thuộc vào cường độ dòng điện hàn và tiết diện mối hàn, có thể tính theo công thức kinh nghiệm sau:

$$V_h = \frac{\alpha_d \cdot I_h}{3600 \cdot \gamma \cdot F_d} \quad [\text{cm/s}]$$

Trong đó: α_d là hệ số đắp, $\alpha_d = 7 \div 11$ [g/A.h]

γ - khối lượng riêng kim loại que hàn [g/cm³]

I_h - cường độ dòng điện hàn [A]

F_d - tiết diện đắp của mối hàn [cm²]

f/ Thời gian hàn

Thời gian hàn bao gồm thời gian máy (thời gian hồ quang cháy) và thời gian phụ:

$$t_h = t_m + t_p.$$

$$G_d = \alpha_d \cdot I_d \cdot \frac{t_m}{3600}$$

Mặt khác $G_d = F_d L \cdot \gamma$ cho nên:

$$t_m = 3600 \cdot \gamma \cdot \frac{F_d \cdot L}{\alpha_d \cdot I_h} \quad (\text{s}).$$

Thời gian phụ tính toán rất khó khăn vì vậy khi tính toán dựa vào hệ số điều chỉnh K như sau:

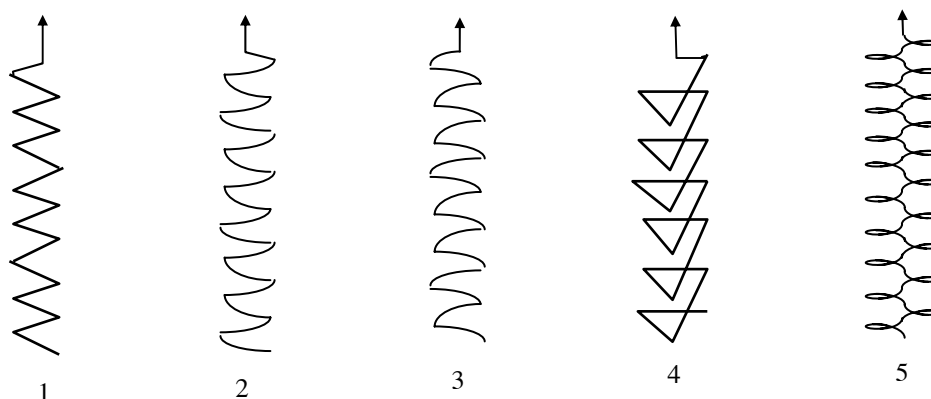
$$t_h = \frac{t_m}{K}$$

- Nếu tổ chức sản xuất khá thì lấy $K = 0,5 \div 0,6$.
- Nếu tổ chức sản xuất trung bình thì lấy $K = 0,3 \div 0,4$.
- Nếu tổ chức sản xuất kém thì lấy $K < 0,3$.

2.4.3. Thao tác hàn

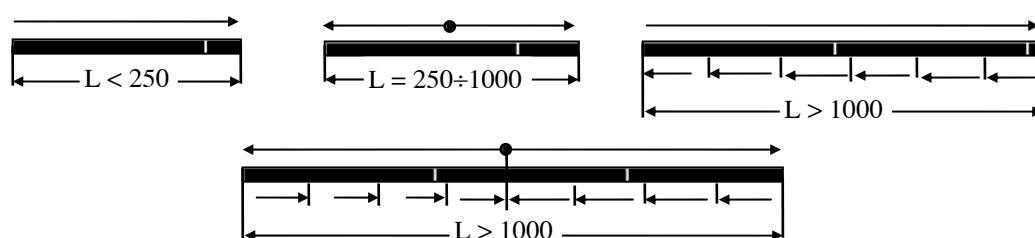
Khi hàn hồ quang tay, góc nghiêng que hàn so với mặt vật hàn thường từ $75 \div 85^\circ$, que hàn được dịch chuyển dọc trục để duy trì chiều dài cột hồ quang, đồng thời chuyển động ngang mỗi hàn để tạo bề rộng mỗi hàn và chuyển động dọc đường hàn theo tốc độ hàn cần thiết.

Khi hàn sắp, nếu mỗi hàn có bề rộng bé, que hàn được dịch chuyển dọc đường hàn, không có chuyển động ngang. Khi mỗi hàn có bề rộng lớn, chuyển dịch que hàn có thể thực hiện theo nhiều cách để đảm bảo chiều rộng mỗi hàn $B = (3 \div 5) \cdot d_q$. Thông thường chuyển động que hàn theo đường dích dắc (1, 2, 3). Khi hàn các mối hàn góc, chữ T nếu cần nung nóng phần giữa nhiều thì dịch chuyển que hàn theo sơ đồ (4) và khi cần nung nóng nhiều hai bên mép hàn như theo sơ đồ (5).



H.2.17. Các phương pháp chuyển động que hàn

Phương pháp hoàn thành mỗi hàn phụ thuộc vào chiều dày và chiều dài của chi tiết hàn :

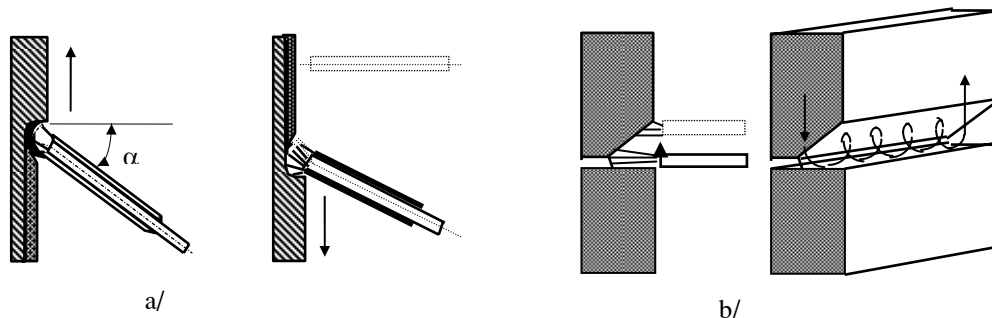


H.2.18. Các phương pháp hoàn thành mỗi hàn

2.5.4. Hàn các vị trí khác hàn sắp

a/ hàn Đứng (H.2.15a)

Hàn đứng rất phức tạp và khó khăn vì kim loại lỏng dễ chảy ra khỏi vùng hàn, có thể hàn từ trên xuống hoặc dưới lên. Khi hàn phải nghiêng que hàn một góc: $\alpha = 10 \div 15^\circ$, chiều dài hồ quang phải ngắn, I_h phải giảm đi so với hàn sấp $15 \div 20\%$; $B = (1,5 \div 2)d_q$; $d_q < 5 \text{ mm}$.



H.2.15. Kỹ thuật hàn đứng và hàn ngang

b/ Hàn ngang (H.2.15b)

Khi hàn ngang kim loại lỏng thường bị chảy nhiều xuống mép dưới. Yêu cầu trình độ thợ hàn phải cao, khi hàn nên vát mép trên để que hàn dễ chuyển động. Các thông số kỹ thuật lấy giống hàn đứng, khi gây hồ quang nên từ mép dưới chuyển lên.

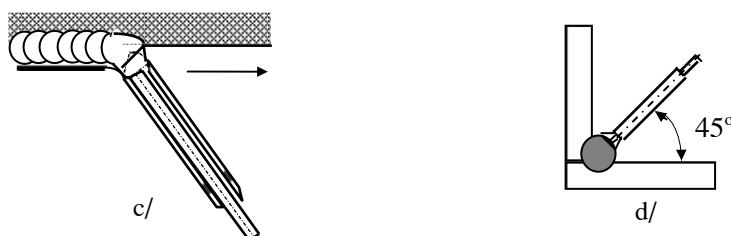
c/ Hàn trần (H.2.16c)

Kim loại lỏng được chuyển từ que hàn vào vùng hàn là nhờ sức căng bề mặt, cường độ điện trường và áp lực khí.

Khi hàn trần nên chọn: $d_q < 4 \text{ mm}$; I_h giảm từ $15 \div 20\%$; chiều dài hồ quang ngắn. Dùng que hàn có thuốc bọc dày và có nhiệt độ nóng chảy cao hơn lõi que hàn để tạo ra hình phễu đỡ lấy kim loại lỏng ở vùng hàn.

d/ Hàn góc (d)

Khi hàn góc, kim loại bao giờ cũng có khuynh hướng chảy xuống mép dưới, nên nếu vật hàn nhẹ thì nghiêng đi 45° để thực hiện mối hàn sấp. Nếu vật nặng thì khi hàn que hàn nên nằm trong mặt phẳng phân giác của kết cấu hàn.



H.2.16. Kỹ thuật hàn trần (c) và hàn góc (d)

Chương 3: HÀN HỒ QUANG TỰ ĐỘNG VÀ BÁN TỰ ĐỘNG

3.1. THỰC CHẤT VÀ ĐẶC ĐIỂM

3.1.1. THỰC CHẤT

Hàn hồ quang tự động là quá trình hàn trong đó các khâu của quá trình được tiến hành tự động bởi máy hàn, bao gồm: Gây hồ quang, chuyển dịch điện cực hàn xuống vũng hàn để duy trì hồ quang cháy ổn định, dịch chuyển điểm hàn dọc mối hàn, cấp thuốc hàn hoặc khí bảo vệ.

Khi chỉ một số khâu trong quá trình hàn được tự động hóa người ta gọi là hàn bán tự động. Thường khi hàn bán tự động người ta chỉ tự động hóa khâu cấp điện cực hàn vào vũng hàn còn di chuyển điện cực thực hiện bằng tay.

3.1.2. ĐẶC ĐIỂM

- Năng suất hàn cao (thường gấp 5 - 10 so với hàn hồ quang tay) nhờ sử dụng dòng điện hàn cao.
- Chất lượng mối hàn tốt và ổn định.
- Tiết kiệm kim loại nhờ hệ số đắp cao.
- Tiết kiệm năng lượng vì sử dụng triệt để nguồn nhiệt.
- Cải thiện điều kiện lao động.
- Thiết bị hàn tự động và bán tự động đắt, không hàn được các kết cấu hàn và vị trí hàn phức tạp.

3.2- HÀN HỒ QUANG DƯỚI LỚP THUỐC BẢO VỆ

3.2.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

a. Thực chất

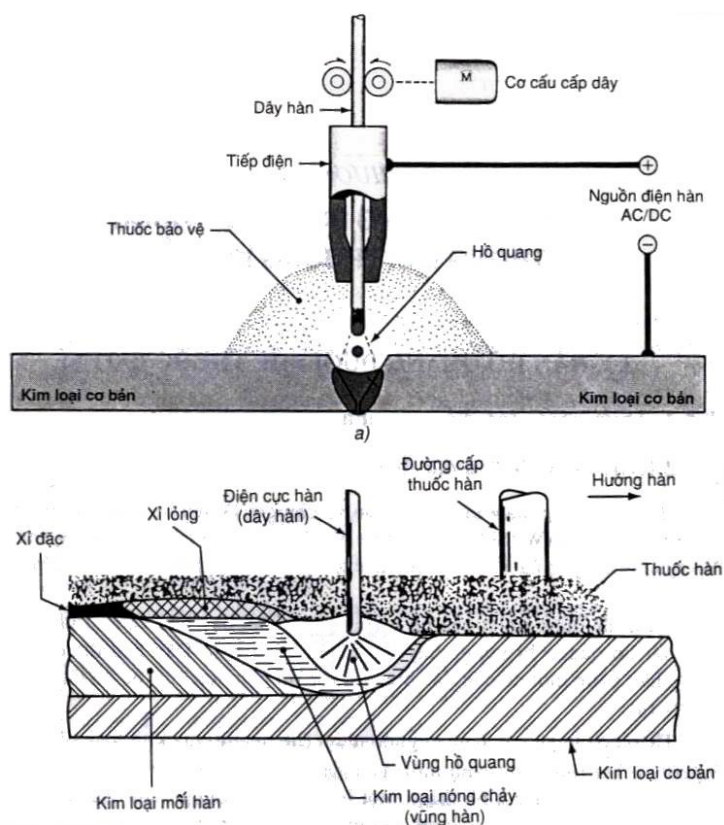
Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ còn gọi là hàn hồ quang chìm, tiếng Anh viết tắt là SAW (Submerged Arc Welding), là quá trình hàn nóng chảy mà hồ quang cháy giữa dây hàn (điện cực hàn) và vật hàn dưới một lớp thuốc bảo vệ.

Dưới tác dụng nhiệt của hồ quang, mép hàn, dây hàn và một phần thuốc hàn sát hồ quang bị nóng chảy tạo thành vũng hàn. Dây hàn được đẩy vào vũng hàn bằng một cơ cấu đặc biệt với tốc độ phù hợp với tốc độ cháy của nó (hình 1.1a).

Theo độ chuyển dịch của nguồn nhiệt (hồ quang) mà kim loại vũng hàn sẽ nguội và kết tinh tạo thành mối hàn (hình 1.1b). Trên mặt vũng hàn và phần mối hàn đã đông đặc hình thành một lớp xỉ có tác dụng tham gia vào các quá trình luyện kim khi hàn, bảo vệ và giữ nhiệt cho mối hàn, và sẽ tách khỏi mối hàn sau khi hàn. Phần thuốc hàn chưa bị nóng chảy có thể sử dụng lại.

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có thể được tự động cả hai khâu cấp dây vào vùng hồ quang và chuyển động hồ quang theo trục mối hàn. Trường hợp này được gọi là “hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc bảo vệ”.

Nếu chỉ tự động hoá khâu cấp dây hàn vào vùng hồ quang còn khâu chuyển động hồ quang dọc theo trục mối hàn được thao tác bằng tay thì gọi là “hàn hồ quang bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ”.



Hình 3.1. Sơ đồ hàn dưới lớp thuốc bảo vệ
a. Sơ đồ nguyên lý; b. Cắt dọc theo trục mối hàn

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có các đặc điểm sau:

- Nhiệt lượng hồ quang rất tập trung và nhiệt độ rất cao, cho phép hàn tốc độ lớn. Vì vậy phương pháp hàn này có thể hàn những chi tiết có chiều dày lớn mà không cần phải vát mép.
- Chất lượng liên kết hàn cao do bảo vệ tốt kim loại mối hàn khỏi tác dụng của oxy và nitơ trong không khí xung quanh. Kim loại mối hàn đồng nhất về hành phân hoá học. Lớp thuốc và xỉ hàn làm liên kết nguội chậm nên ít bị thiên tích. Mối hàn có hình dạng tốt, đều đặn, ít bị khuyết tật như không ngấu, rỗ khí, nứt và bắn toé.
- Giảm tiêu hao vật liệu hàn (dây hàn).
- Hồ quang được bao bọc kín bởi thuốc hàn nên không làm hại mắt và da của thợ hàn. Lượng khói (khí độc) sinh ra trong quá trình hàn rất ít so với hàn hồ quang tay.
- Dễ cơ khí hoá và tự động hoá quá trình hàn.

b. Phạm vi ứng dụng

Hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực cơ khí chế tạo, như trong sản xuất: các kết cấu thép dạng tấm vỏ kích thước lớn, các dầm thép có khẩu độ và chiều cao, các ống thép có đường kính lớn, các bồn, bể chứa, bình chịu áp lực và trong công nghiệp đóng tàu...

Tuy nhiên, phương pháp này chủ yếu được ứng dụng để hàn các mối hàn ở vị trí hàn bằng, các mối hàn có chiều dài lớn và có quỹ đạo không phức tạp.

Phương pháp hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ có thể hàn được các chi tiết có chiều dày từ vài mm cho đến hàng trăm mm.

Bảng 3-1 chỉ ra các chiều dày chi tiết hàn tương ứng với hàn một lớp và nhiều lớp, có vát mép và không vát mép bằng phương pháp hàn tự động dưới lớp thuốc bảo vệ.

Chiều dày chi tiết hàn tương ứng với các loại mối hàn

Bảng 3-1

Chiều dày chi tiết Loại mối hàn	(mm)											
	1,3	1,4	1,6	3,2	4,8	6,4	10	12,7	19	25	51	102
Hàn một lớp không vát mép				←	--	--	--	→				
Hàn một lớp có vát mép							←	--	--	→		
Hàn nhiều lớp									←	--	--	→

3.2.2. Vật liệu, thiết bị hàn hồ quang tự động và bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ

a. Vật liệu hàn

Chất lượng của liên kết hàn dưới lớp thuốc bảo vệ được xác định bằng tác động tổng hợp của dây hàn (điện cực hàn) và thuốc hàn. Dây hàn và thuốc hàn được lựa chọn theo loại vật liệu cơ bản, các yêu cầu về cơ lý tính đối với liên kết hàn, cũng như điều kiện làm việc của nó.

- **Dây hàn:** Trong hàn hồ quang tự động và bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ, dây hàn là phân kim loại bổ sung vào mối hàn, đồng thời đóng vai trò điện cực dẫn điện, gây hồ quang và duy trì sự cháy hồ quang. Dây hàn thường có hàm lượng C không quá 0,12%. Nếu hàm lượng C cao dễ làm giảm tính dẻo và tăng khả năng xuất hiện nứt trong mối hàn. Đường kính dây hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc từ 1,6 ÷ 6 mm, còn đối với hàn hồ quang bán tự động là từ 0,8 ÷ 2 mm.

- **Thuốc hàn:** có tác dụng bảo vệ vùng hàn, ổn định hồ quang, khử ôxy, hợp kim hoá kim loại mối hàn và đảm bảo liên kết hàn có hình dạng tốt, xỉ dễ bong.

b. Thiết bị hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ

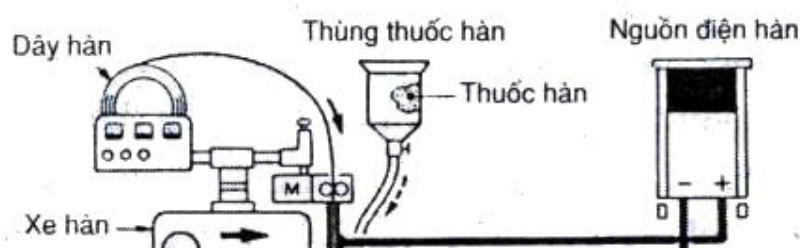
Thiết bị hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ rất đa dạng, song hầu hết chúng lại rất giống nhau về nguyên lý và cấu tạo một số bộ phận chính.

- Cơ cấu cấp dây hàn và bộ điều khiển để gây hồ quang và ổn định hồ quang (đầu hàn).

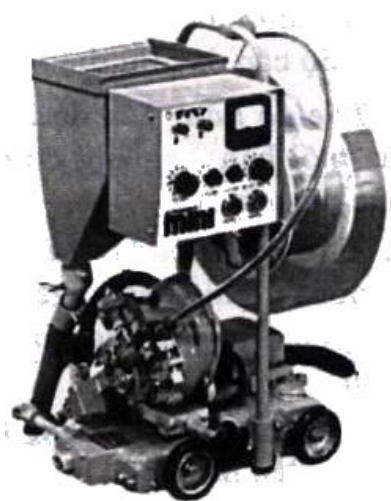
- Cơ cấu dịch chuyển đầu hàn dọc theo trục mối hàn hay tạo ra các chuyển động tương đối của chi tiết hàn so với đầu hàn.

- Bộ phận cấp và thu thuốc hàn.

- Nguồn điện hàn và các thiết bị điều khiển quá trình hàn.



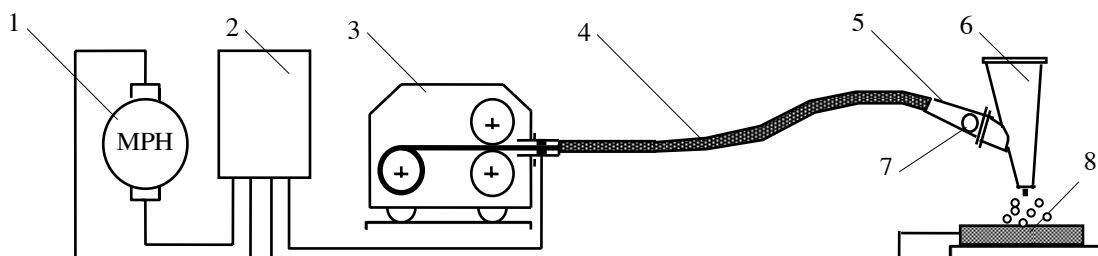
Tùy theo từng loại thiết bị cụ thể, các cơ cấu này có thể bố trí thành một khối hoặc thành các khối độc lập. Ví dụ trong các loại xe hàn hình 3.2 thì đầu hàn, cơ cấu dịch chuyển đầu hàn, cuộn dây hàn, cơ cấu cung cấp thuốc hàn và cả hệ thống điều khiển quá trình hàn được bố trí thành một khối. Nhờ vậy xe hàn có thể chuyển động trực tiếp theo mép rất linh động, nó có thể chuyển động theo các quỹ đạo khác nhau trên kết cấu dạng tấm, thậm chí có thể thực hiện được các mối hàn vòng trên các mặt tròn và đường ống có đường kính lớn.



Đối với máy hàn bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ thì đầu hàn được thay bằng mỏ hàn hay súng hàn nhỏ gọn, dễ điều khiển bằng tay. Cơ cấu cấp dây hàn có thể bố trí rời hoặc cùng khối trong nguồn hàn với các cơ cấu khác. Nguồn điện hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ phải có hệ số làm việc liên tục 100% và có phạm vi điều khiển dòng điện rộng từ vài trăm đến vài ngàn ampe.

Máy hàn bán tự động dưới lớp thuốc

Dây hàn được cấp tự động từ cơ cấu cấp dây (3), qua ống mềm (4) tới tay cầm (5). Thuốc hàn được cấp qua phễu (6).



H.3.3. Sơ đồ thiết bị hàn bán tự động dưới lớp thuốc hàn

- 1/ Máy phát dòng điện hàn, 2/ Tủ điều khiển điện, 3/ Thiết bị cấp dây hàn
4/ ống dẫn dây hàn, 5/ Tay cầm, 6/ Phễu chứa thuốc hàn, 7/ Công tắc, 8/ Vật hàn

Trên tay cầm có công tắc đóng cắt dòng điện hàn và cơ cấu cấp dây. Máy phát hoặc biến áp hàn (1) cấp dòng điện hàn, còn tủ điện (2) điều khiển việc cấp dây và kiểm tra chế độ hàn.

3.2.3. CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG DƯỚI LỚP THUỐC BẢO VỆ

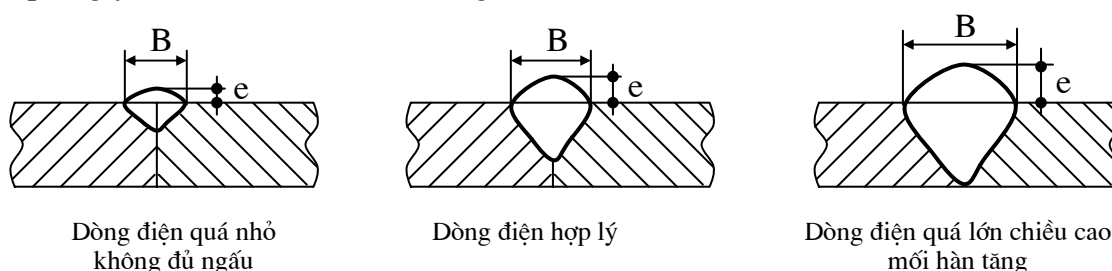
a. Chuẩn bị liên kết trước khi hàn

Chuẩn bị vát mép và gá lắp vật hàn cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ yêu cầu cẩn thận hơn nhiều so với hàn hồ quang bằng tay. Mép hàn phải bằng phẳng, khe hở hàn đều để cho mối hàn đều đặn, không bị cong vênh, rỗ...

Với hàn hồ quang dưới lớp thuốc bảo vệ, những liên kết hàn có chiều dày nhỏ hơn 20 mm không phải vát mép khi hàn hai phía. Những liên kết hàn có chiều dày lớn có thể vát mép bằng mỏ cắt khí, máy cắt plasma hoặc gia công trên máy cắt kim loại. Trước khi hàn phải làm sạch mép trên một chiều rộng $50 \div 60$ mm về cả hai phía của mối hàn, sau đó hàn đính bằng que hàn chất lượng cao.

b. Chế độ hàn

① **Dòng điện hàn:** Chiều sâu ngấu của liên kết hàn tỷ lệ thuận với dòng điện hàn. Tuy nhiên khi tăng dòng điện, lượng dây hàn nóng chảy tăng theo, hồ quang chìm sâu vào kim loại cơ bản nên chiều rộng của mối hàn không tăng rõ rệt mà chỉ tăng chiều cao phần nhô của mối hàn, tạo ra sự tập trung ứng suất, giảm chất lượng bề mặt mối hàn, xỉ khó tách. Nếu dòng điện quá nhỏ thì chiều sâu ngấu sẽ giảm, không đáp ứng yêu cầu (hình 3.3). Thường chọn 100 A/mm.



Hình.3.3. Ảnh hưởng của dòng điện hàn tới hình dáng mối hàn.

② **Điện thế hồ quang:** Hồ quang dài thì điện thế hồ quang cao, áp lực của nó lên kim loại lỏng giảm, do đó chiều sâu ngấu giảm và tăng chiều rộng mối hàn. Điều chỉnh tốc độ cấp dây thì điện thế cột hồ quang sẽ thấp và ngược lại.

③ **Tốc độ hàn:** Tốc độ hàn tăng, nhiệt lượng hồ quang trên đơn vị chiều dài của mối hàn sẽ giảm, do đó độ sâu ngấu giảm, đồng thời chiều rộng mối hàn giảm. Theo công thức kinh nghiệm, khi hàn thép với chiều dày vật hàn $s = 8 \div 14$ mm được xác định theo công thức sau:

$$V_h = \frac{25.000}{I_h} \quad (\text{m/h})$$

④ **Đường kính dây hàn:** Khi đường kính dây hàn tăng mà dòng điện không đổi thì chiều sâu ngấu giảm tương ứng. Đường kính dây hàn giảm thì hồ quang ăn sâu hơn vào kim loại cơ bản, do đó mối hàn sẽ hẹp và chiều sâu ngấu lớn.

⑤ **Các yếu tố công nghệ khác** (độ dài phần nhô của dây hàn, loại và cực tính dòng điện hàn...): Độ dài phần nhô của dây hàn tăng lên thì tác dụng nung nóng của kim loại điện cực trước khi vào vùng hồ quang tăng lên.

⑥ **Vận tốc cấp dây hàn (V_d):**

$$V_d = \frac{4 \cdot V_h \cdot F}{\pi \cdot d^2} \quad (\text{m/h})$$

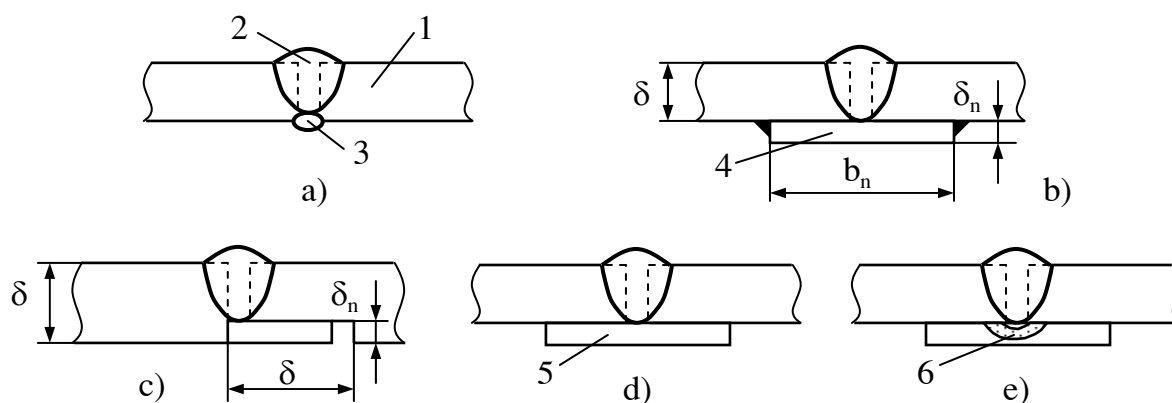
Trong đó F là tiết diện ngang mỗi hàn, d là đường kính dây hàn.

Với các loại hàn đang dùng hiện nay, khi đổi từ nối thuận sang nối nghịch, chiều sâu ngấu sẽ tăng lên. Hàn bằng dòng xoay chiều có chiều sâu ngấu ở mức trung bình so với khi hàn bằng dòng một chiều nối thuận và nối nghịch.

Cỡ của hạt thuốc hàn có ảnh hưởng nhất định đến độ ngấu của mối hàn. Thuốc hàn có cỡ hạt nhỏ sẽ làm giảm bớt tính hoạt động của hồ quang và làm tăng chiều sâu ngấu.

c. Kỹ thuật hàn

Khi hàn giáp mối một lớp, để tránh cháy thủng, để có độ ngấu hoàn toàn và có sự tạo hình tốt ở mặt trái của mối hàn ta có thể áp dụng các biện pháp như: hàn lót phía dưới, dùng đệm thép, đệm thuốc, dùng khoá chân hoặc tấm đệm.



Hình 3.5. Biện pháp chống kim loại chảy khỏi khe hở hàn

$$\delta_n = (0,3 \div 0,5) \delta; b_n = 4\delta + 5$$

1. Chi tiết hàn; 2. mối hàn; 3 mối hàn lót; 4. Đệm thép;

5. Đệm đồng; 6. Đệm đồng + thuốc hàn

Nếu chiều dày vật hàn tương đối lớn, có thể hàn lót bằng phương pháp thủ công, rồi sau đó mối hàn chính thức (hình 3.5a). Trong trường hợp không thể hàn lót được, có thể dùng đệm thép cố định để có thể hàn ngấu hoàn toàn (hình 3.5b).

Khoá chân (hình 3.5c) tương tự như hàn với đệm thép. Khoá chân hay dùng cho mối hàn của các vật hình trụ như ống, bồn chứa, nồi hơi...

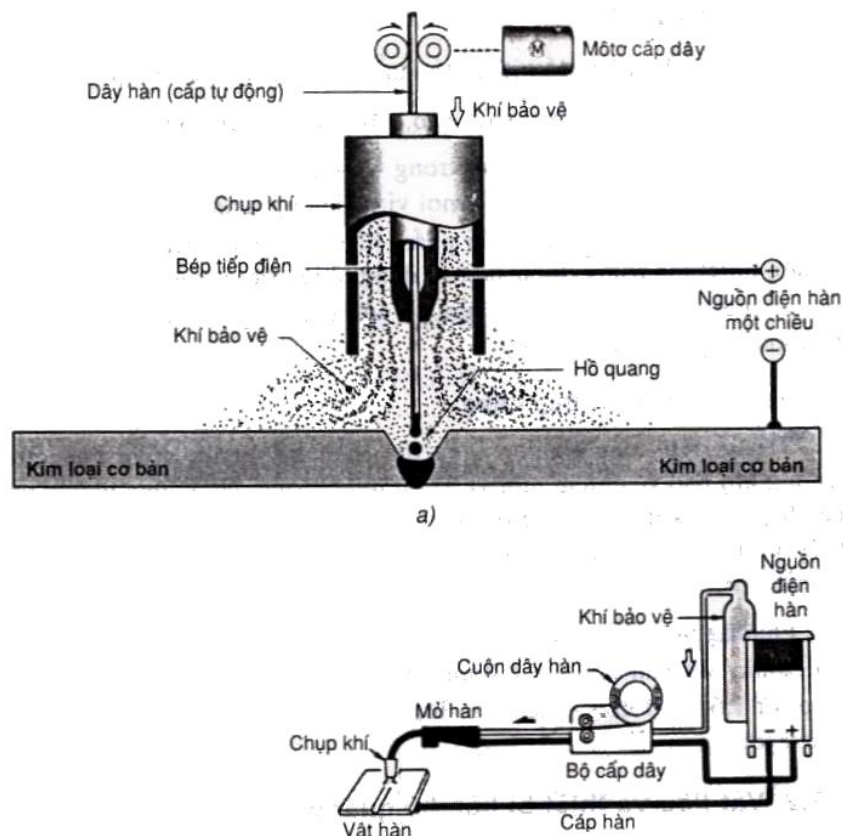
Có thể dùng tấm đệm rồi bằng đồng hoặc đệm đồng kết hợp với thuốc như ở hình 3.5e. Khi hàn hồ quang tự động hoặc bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ, tốt nhất nên dùng đệm thuốc để ngăn kim loại lỏng chảy khỏi khe hở hàn.

3.3. HÀN HỒ QUANG NÓNG CHẢY TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ BẢO VỆ

3.3.1. THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

a. Thực chất và đặc điểm

Hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ là quá trình hàn nóng chảy trong đó nguồn nhiệt hàn được cung cấp bởi hồ quang tạo ra giữa điện cực nóng chảy (dây hàn) và vật hàn; hồ quang và kim loại nóng chảy được bảo vệ khỏi tác dụng của ôxy và nitơ trong môi trường xung quanh bởi một loại khí hoặc một hỗn hợp khí. Tiếng Anh phương pháp này gọi là GMAW (Gas Metal Arc Welding).



Hình 3.6. Sơ đồ hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ

a. Sơ đồ nguyên lý; b. Sơ đồ thiết bị

Khí bảo vệ có thể là khí trơ (Ar; He hoặc hỗn hợp Ar+He) không tác dụng với kim loại lỏng trong khi hàn hoặc là các loại khí hoạt tính (CO_2 ; CO_2+O_2 ; $\text{CO}_2+\text{Ar}...$) có tác dụng đẩy không khí ra khỏi vùng hàn và hạn chế tác dụng xấu của nó.

Khi điện cực hàn hay dây hàn được cấp tự động vào vùng hồ quang thông qua cơ cấu cấp dây, còn sự dịch chuyển hồ quang dọc theo mối hàn được thao tác bằng tay thì gọi là hàn hồ quang bán tự động trong môi trường khí bảo vệ. Nếu tất cả chuyển động cơ bản được cơ khí hoá thì được gọi là hàn hồ quang tự động trong môi trường khí bảo vệ.

Hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong môi trường khí trơ (Ar; He) tiếng Anh gọi là phương pháp hàn MIG (Metal Inert Gas). Vì các loại khí trơ có giá thành cao nên không được ứng dụng rộng rãi, chỉ dùng để hàn kim loại màu và thép hợp kim.

Hàn hồ quang bằng điện cực nóng chảy trong môi trường khí hoạt tính (CO_2 ; $\text{CO}_2+\text{O}_2...$) tiếng Anh gọi là phương pháp hàn MAG (Metal Active Gas). Phương pháp hàn MAG sử dụng khí bảo vệ CO_2 được phát triển rộng rãi do có rất nhiều ưu điểm:

- CO₂ là loại khí dễ kiểm, dễ sản xuất và giá thành thấp.
- Năng suất hàn trong CO₂ cao, gấp hơn 2,5 lần so với hàn hồ quang tay.
- Tính công nghệ của hàn CO₂ cao hơn so với hàn hồ quang dưới lớp thuốc vì có thể tiến hành ở mọi vị trí không gian khác nhau.
- Chất lượng hàn cao, sản phẩm hàn ít bị cong vênh do tốc độ hàn cao, nguồn nhiệt tập trung, hiệu suất sử dụng nhiệt lớn, vùng ảnh hưởng nhiệt hẹp.
- Điều kiện lao động tốt hơn so với hàn hồ quang tay và trong quá trình hàn không phát sinh khí độc.

b. Phạm vi ứng dụng

Trong nền công nghiệp hiện đại, hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ chiếm một vị trí rất quan trọng. Nó không những có thể hàn các loại thép kết cấu thông thường mà còn có thể hàn các loại thép không gỉ, thép chịu nhiệt, thép bền nóng, các hợp kim đặc biệt, các hợp kim nhôm, magiê, niken, đồng, các hợp kim có ái lực hoá học mạnh với oxy.

Phương pháp này có thể sử dụng được ở mọi vị trí trong không gian, chiều dày vật hàn từ 0,4 ÷ 4,8 mm thì chỉ cần hàn một lớp mà không phải vát mép; từ 1,6 ÷ 10 mm hàn một lớp có vát mép; còn từ 3,2 ÷ 25 mm thì hàn nhiều lớp.

1.2.2- VẬT LIỆU, THIẾT BỊ HÀN HỒ QUANG NÓNG CHẢY TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ BẢO VỆ

a. Vật liệu hàn

① Dây hàn

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ, sự hợp kim hoá kim loại mối hàn cũng như các tính chất yêu cầu của mối hàn được thực hiện chủ yếu thông qua dây hàn. Do vậy, những đặc tính của quá trình công nghệ hàn phụ thuộc rất nhiều vào tình trạng và chất lượng dây hàn. Khi hàn MAG, đường kính dây hàn từ 0,8 ÷ 2,4 mm.

Sự ổn định của quá trình hàn cũng như chất lượng của liên kết hàn phụ thuộc nhiều vào tình trạng bề mặt dây hàn. Cần chú ý đến phương pháp bảo quản, cất giữ và biện pháp làm sạch dây hàn nếu dây bị gỉ hoặc bẩn. Một trong những cách để giải quyết là sử dụng dây có bọc lớp mạ đồng. Dây mạ đồng sẽ nâng cao chất lượng bề mặt và khả năng chống gỉ, đồng thời nâng cao tính ổn định của quá trình hàn.

Theo hệ thống tiêu chuẩn AWS, ký hiệu dùng cho dây hàn thép C như sau:

ER 70 S- X

trong đó, ER: ký hiệu điện cực hàn hoặc que hàn phụ.

70: độ bền kéo nhỏ nhất (ksi).

S: dây hàn đặc.

X: thành phần hoá học và khí bảo vệ.

Một số loại dây hàn thép C thông dụng

Bảng 1-2

	Điều kiện hàn	Cơ tính
--	---------------	---------

Ký hiệu theo AWS	Cực tính	Khí bảo vệ	Độ bền kéo của liên kết (min-psi)	Giới hạn chảy của mối hàn (min-psi)	Độ dẫn dài % (min)
E70S-2	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-3	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-4	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-5	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-6	DCEP	CO ₂	72000	60000	22
E70S-7	DCEP	CO ₂	72000	60000	22

DCEP là dây hàn nối với cực dương của nguồn điện (đấu nghịch)

Ký hiệu theo AWS	Thành phần hoá học (%)			
	C	Mn	Si	Các nguyên tố khác
E70S-2	0,6		0,40÷0,70	Ti: 0,05÷0,15; Zr: 0,02 ÷ 0,12; Al: 0,05÷0,15
E70S-3	0,06÷0,15	0,90÷1,40	0,45÷0,70	
E70S-4	0,07÷0,15		0,65÷0,85	Al: 0,50÷0,90
E70S-5	0,07÷0,19		0,30÷0,60	
E70S-6	0,07÷0,15	1,40÷1,85	0,80÷1,15	
E70S-7	0,07÷0,15	1,50÷2,00	0,50÷0,80	

② Khí bảo vệ

Khí Ar tinh khiết (~ 100%) thường dùng để hàn các vật liệu thép. Khí He tinh khiết (~ 100%) thường được dùng để hàn các liên kết có kích thước lớn, các vật liệu có tính giãn nở nhiệt cao như Al, Mg, Cu...

Argon là khí trơ thường chứa trong bình thép với áp suất 150 at, dung tích 40 lít. argon không cháy, không nổ và khi làm việc phải được giảm áp suất từ 150 đến 0,5 at và duy trì không đổi nhờ van giảm áp tự điều chỉnh.

Khí CO₂ dùng để hàn phải có độ sạch đến trên 99,5%, áp suất trong bình khoảng (50 - 60) at. Đây là khí hoạt tính khi ở nhiệt độ cao nó phân ly ra CO và oxy nguyên tử, cho nên CO₂ có tác dụng bảo vệ tốt vì CO ít hoà tan trong kim loại lỏng và có tác dụng khử oxy.

CO₂ được dùng rộng rãi để hàn thép C trung bình do giá thành thấp, mối hàn ổn định, cơ tính của liên kết hàn đạt yêu cầu, tốc độ hàn cao và độ ngấu sâu.

Nhược điểm của hàn trong khí bảo vệ CO₂ là gây bắn toé kim loại lỏng.

Một số loại khí bảo vệ tương ứng với kim loại cơ bản

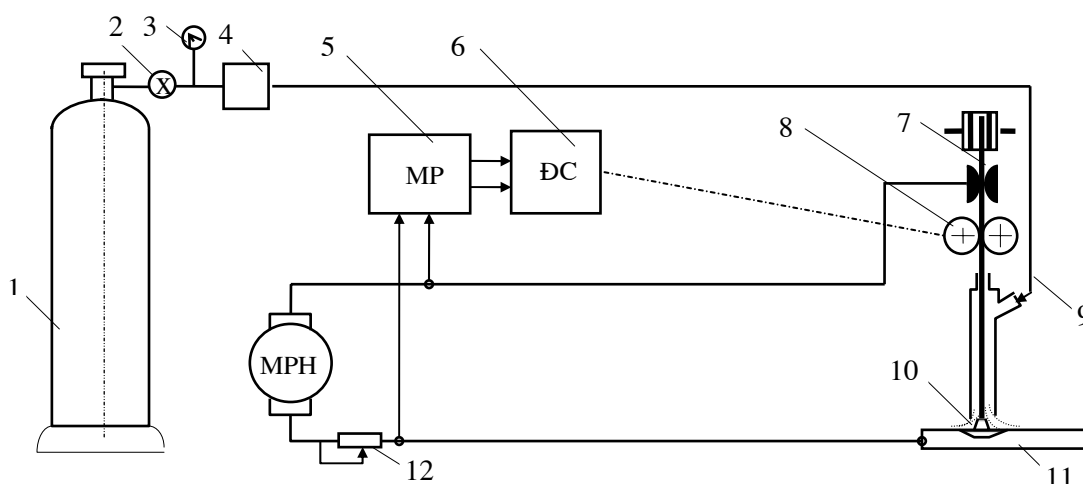
Bảng 3-3

Khí bảo vệ	Kim loại cơ bản
------------	-----------------

Ar (He)	Kim loại và hợp kim không có sắt.
Ar + 1% O ₂	Thép austenit
Ar + 2% O ₂	Thép ferit (hàn đứng từ trên xuống)
Ar + 5% O ₂	Thép ferit (hàn tấm mỏng, hàn đứng từ trên xuống)
Ar + 20% CO ₂	Thép ferit và austenit (hàn ở mọi vị trí)
Ar + 15% CO ₂ + 5% O ₂	Thép ferit và austenit (hàn ở mọi vị trí)
CO ₂	Thép ferit (hàn ở mọi vị trí)

③ Thiết bị hàn

Hình (H.3.6) trình bày sơ đồ một thiết bị hàn hồ quang trong môi trường khí Acgông với điện cực nóng chảy.



H.3.7. Sơ đồ máy hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ

1. Bình khí acgông 2. Van giảm áp 3. Đồng hồ đo áp 4. Van tiết lưu
5. Máy phát một chiều 6. Động cơ quay cơ cấu cấp dây 7. Dây hàn 8. Cơ cấu cấp dây 9. Đường dẫn khí 10. Màn khí bảo vệ 11).Vật hàn 12) Biến trở

Trong quá trình hàn, khí Acgông từ bình chứa (1) qua van giảm áp (2) và van tiết lưu (4) được cấp vào vùng vũng hàn tạo thành màng khí ngăn cách vũng hàn với môi trường khí quyển.

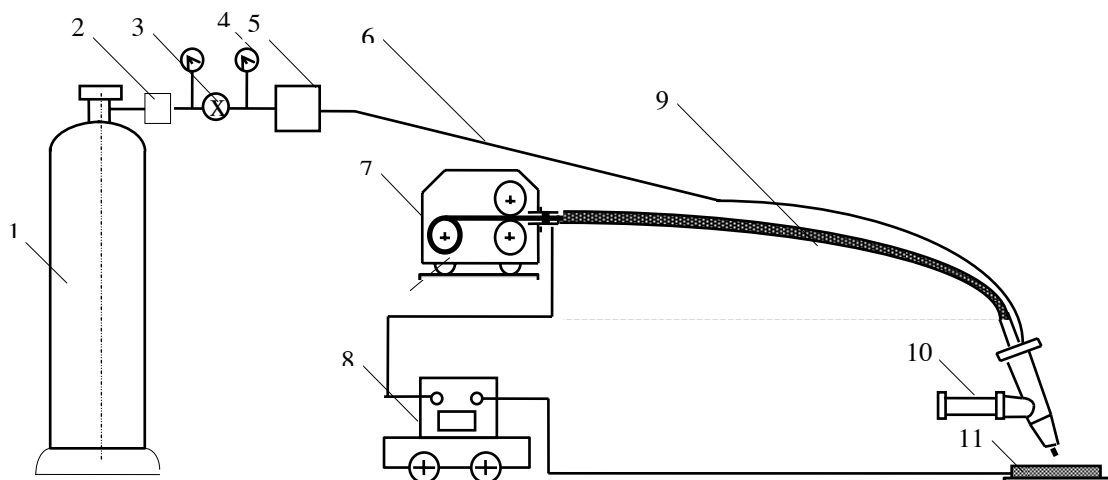
Khi hàn hồ quang tự động trong môi trường khí Acgông, dòng điện hàn từ (30 - 400) A, lượng tiêu thụ khí khoảng (300 - 900) lít/h.

Ưu điểm của hàn khí Acgon là mối hàn đẹp không rỉ, không có xỉ, chất lượng mối hàn tốt, đặc biệt chuyên dùng để hàn thép hợp kim có chiều dày $S < 5$ mm.

Hệ thống thiết bị cần thiết dùng cho hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ bao gồm: nguồn điện hàn, cơ cấu cấp dây hàn tự động, mỏ hàn hay súng hàn đi cùng các đường ống dẫn khí, dẫn dây hàn và cáp điện, chai chứa khí bảo vệ kèm theo bộ đồng hồ, lưu lượng kế và van khí.

Hình sau trình bày sơ đồ thiết bị hàn bán tự động trong môi trường khí CO₂ bằng điện cực nóng chảy. Khi hàn, khí CO₂ được phun vào vùng mối hàn, dưới tác dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang khí bị phân huỷ theo phản ứng: $\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$

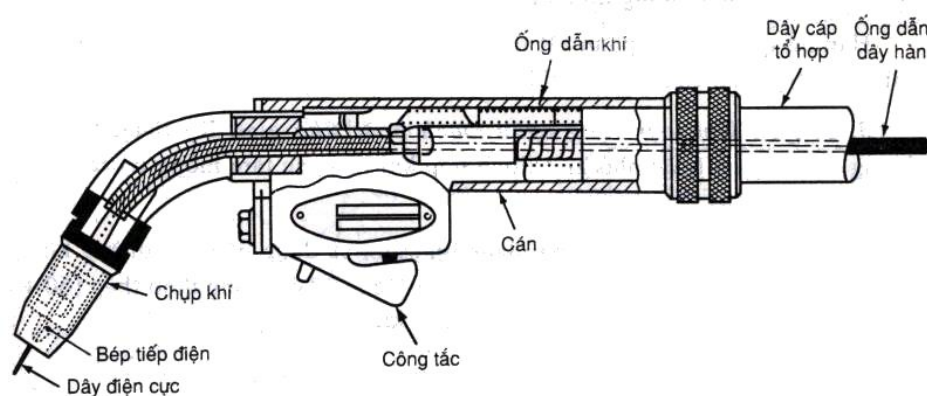
Khí CO không hoà tan vào thép, hình thành môi trường bảo vệ khi hàn, để tránh sự ôxy hóa của ôxy người ta sử dụng que hàn phủ có hàm lượng Mn và Si cao.



H.3.8. Sơ đồ thiết bị hàn bán tự động trong môi trường khí CO₂
 1/ Bình khí; 2/ Thiết bị nung khí; 3/ Van giảm áp; 4/ Áp kế; 5/ Van tiết lưu; 6/ Ống dẫn khí; 7/ Thiết bị cấp dây hàn; 8/ Máy phát điện
 9/ ống dẫn dây hàn; 10/ Tay cầm; 11/ Vật hàn

Mỏ hàn (súng hàn) bao gồm bếp tiết diện để chuyển dòng điện hàn đến dây hàn, đường dẫn khí và chụp khí để hướng dòng khí bảo vệ bao quanh vùng hồ quang, bộ phận làm nguội có thể bằng khí hoặc nước tuần hoàn, công tắc đóng ngắt đồng bộ dòng điện hàn, dây hàn và dòng khí bảo vệ.

Nguồn điện hàn thông thường là nguồn điện một chiều DC. Nguồn điện xoay chiều AC không thích hợp do hồ quang bị tắt nửa chu kỳ và sự chỉnh lưu chu kỳ phân cực ngược làm cho hồ quang không ổn định.



Hình 3.9. Mỏ hàn cổ cong, làm nguội bằng khí

Đặc tính ngoài của nguồn điện hàn thông thường là đặc tính cứng (điện áp không đổi). Điều này được dùng với tốc độ cấp dây hàn không đổi, cho phép điều chỉnh tự động chiều dài hồ quang.

1.2.3. CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG NÓNG CHẢY TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ BẢO VỆ

a. Chuẩn bị liên kết trước khi hàn

Các yêu cầu về hình dáng, kích thước, bề mặt liên kết trong phương pháp hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ tương tự như ở các phương pháp hàn khác. Tuy nhiên, do đường kính của dây hàn nhỏ hơn so với hàn dưới lớp thuốc bảo vệ nên góc vát mép sẽ nhỏ hơn (thường khoảng $45^\circ \div 60^\circ$) do dây hàn có khả năng ăn sâu vào trong rãnh hàn.

b. Các dạng truyền kim loại lỏng vào vùng hàn

① Truyền kim loại dạng cầu

Giọt kim loại hình thành chậm trên điện cực và lưu lại ở đây lâu. Nếu kích thước giọt kim loại lỏng đủ lớn, giọt kim loại lỏng sẽ chuyển vào vùng hàn theo các hướng khác nhau (đồng trục hoặc lệch trục dây hàn) do trọng lực hoặc do sự đoạn mạch.

Kích thước giọt kim loại lỏng dạng cầu phụ thuộc vào loại khí sử dụng, vào vật liệu và kích thước điện cực, điện áp hồ quang, cường độ dòng điện và cực tính. Khi điện áp hồ quang và kích thước điện cực tăng thì đường kính giọt tăng. Cường độ dòng điện tăng sẽ làm giảm đường kính giọt.

Quá trình hàn với sự truyền kim loại dạng cầu được ứng dụng chủ yếu cho các liên kết hàn bằng.

② Truyền kim loại dạng phun

Ở dạng này, kim loại đi qua hồ quang ở dạng giọt rất nhỏ được định hướng đồng trục. Đường kính giọt kim loại bằng hoặc nhỏ hơn đường kính điện cực.

Hàn hồ quang kiểu phun rất thích hợp để hàn các chi tiết tương đối dày với dòng điện cao và hàn ở vị trí hàn đứng từ trên xuống.

③ Truyền kim loại dạng ngắn mạch hoặc nhỏ giọt

Kỹ thuật hàn hồ quang ngắn mạch hoặc nhỏ giọt thích hợp khi hàn các tấm mỏng ở các vị trí hàn khác nhau.

Kỹ thuật hàn truyền kim loại dạng nhỏ giọt sử dụng dây hàn đường kính nhỏ ($0,8 \div 1,6\text{mm}$), điện áp hồ quang thấp ($16 \div 22\text{V}$), dòng điện thấp ($60 \div 180\text{A}$). Kỹ thuật hàn này ít gây ra bắn tóe giọt kim loại lỏng.

c. Chế độ hàn

① Dòng điện hàn

Dòng điện hàn được chọn phụ thuộc vào kích thước điện cực (dây hàn), dạng truyền kim loại và chiều dày của liên kết hàn. Khi dòng điện quá thấp sẽ không đảm bảo ngấu hết chiều dày liên kết, giảm độ bền của mối hàn. Khi dòng điện quá cao sẽ làm tăng sự bắn tóe kim loại, gây ra rỉ xốp, biến dạng, mối hàn không ổn định.

Với loại nguồn điện có đặc tính ngoài cứng (điện áp không đổi) dòng điện hàn

tăng khi tăng tốc độ cấp dây và ngược lại.

② Điện áp hàn

Đây là thông số rất quan trọng trong hàn GMAW, quyết định dạng truyền kim loại lỏng. Điện áp hàn sử dụng phụ thuộc vào chiều dày chi tiết hàn, kiểu liên kết, kích cỡ và thành phần điện cực, thành phần khí bảo vệ, vị trí hàn... Để có được giá trị điện áp hàn hợp lý, có thể phải hàn thử vài lần, bắt đầu bằng giá trị điện áp hồ quang theo tính toán hay tra bảng, sau đó tăng hoặc giảm theo quan sát đường hàn để chọn giá trị điện áp thích hợp.

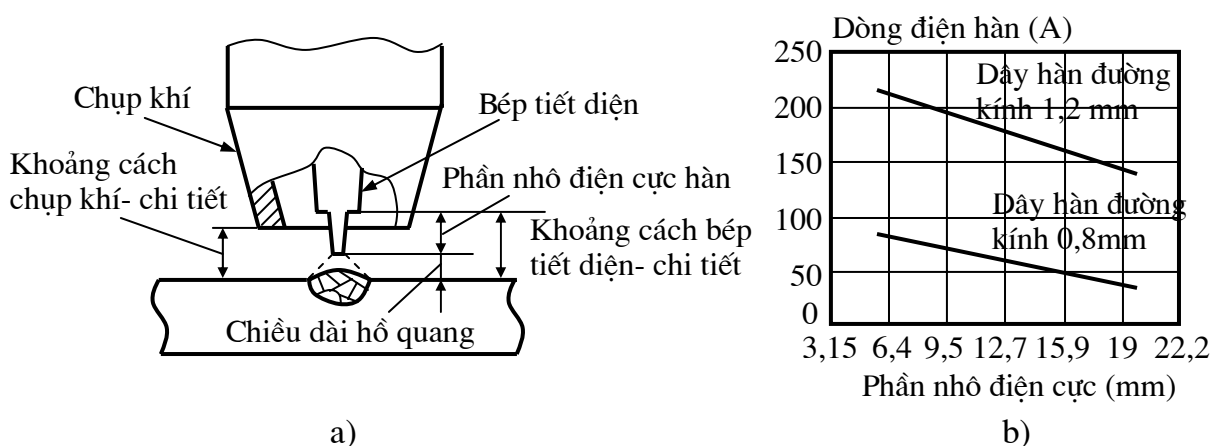
③ Tốc độ hàn

Tốc độ hàn phụ thuộc rất nhiều vào trình độ tay nghề của thợ hàn. Tốc độ hàn quyết định chiều sâu ngấu của mối hàn. Nếu tốc độ hàn thấp, kích thước vũng hàn sẽ lớn và ngấu sâu. Khi tăng tốc độ hàn, tốc độ cấp nhiệt của hồ quang sẽ giảm, làm giảm độ ngấu và thu hẹp đường hàn.

④ Phần nhô của điện cực hàn

Đó là khoảng cách giữa đầu điện cực và mépбет tiết diện (hình 1.9). Khi tăng chiều dài phần nhô, nhiệt nung nóng đoạn dây hàn này sẽ tăng, dẫn tới làm giảm cường độ dòng điện hàn cần thiết để nóng chảy điện cực theo tốc độ cấp dây nhất định. Khoảng cách này rất quan trọng khi hàn thép không gỉ, sự biến thiên nhỏ cũng có thể làm tăng sự biến thiên dòng điện một cách rõ rệt.

Chiều dài phần nhô quá lớn sẽ làm dư kim loại nóng chảy ở mối hàn, làm giảm độ ngấu và lãng phí kim loại hàn. Tính ổn định của hồ quang cũng bị ảnh hưởng. Nếu chiều dài phần nhô quá nhỏ sẽ gây ra sự bắn toe, kim loại lỏng dính vào mỏ hàn, chụp khí làm cản trở dòng khí bảo vệ, gây ra rỗ xốp trong mối hàn.



Hình 3.10. Chiều dài điện cực phía ngoài mỏ hàn (a) và quan hệ dòng điện - phần nhô điện cực (b)

d. Kỹ thuật hàn

Khi hàn một phía, cần phải có đệm lót thích hợp ở dưới đường hàn. Đôi khi có thể thực hiện đường hàn chân (hàn lót) bằng kỹ thuật ngắn mạch để có độ ngấu đồng đều, sau đó các lớp tiếp theo được thực hiện bằng kỹ thuật truyền kiểu phun với dòng

điện cao. Cũng như với mọi phương pháp hàn hồ quang khác, góc độ và vị trí mỏ hàn và điện cực với đường hàn có ảnh hưởng rõ rệt tới độ ngấu và hình dạng mối hàn. Góc mỏ hàn thường nghiêng khoảng $10 \div 20^\circ$ so với chiều thẳng đứng.

1.3- HÀN HỒ QUANG ĐIỆN CỰC KHÔNG NÓNG CHẢY TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ TRƠ

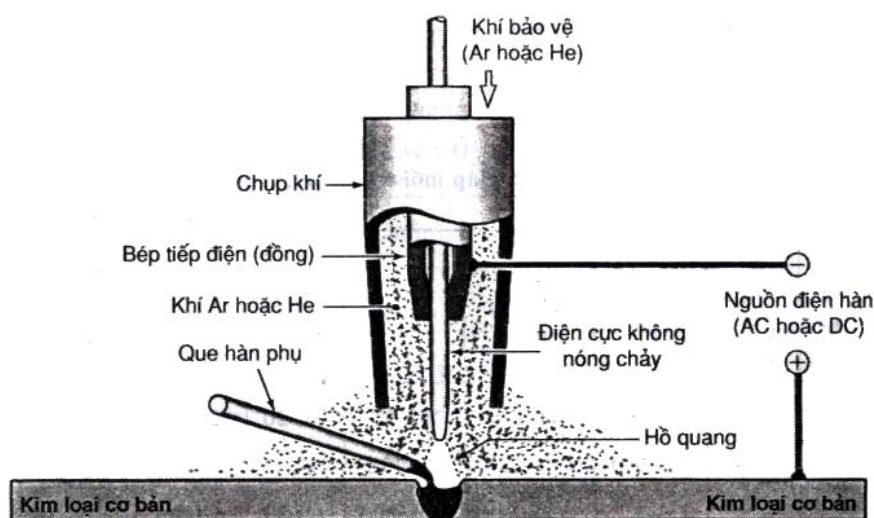
1.3.1- THỰC CHẤT, ĐẶC ĐIỂM VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG

Hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ (GTAW) là quá trình hàn nóng chảy, trong đó nguồn nhiệt cung cấp bởi hồ quang được tạo thành giữa điện cực không nóng chảy và vũng hàn (hình 3.13). Vùng hồ quang được bảo vệ bằng môi trường khí trơ (Ar, He hoặc Ar+He) để ngăn cản những tác động có hại của oxy và nitơ trong không khí. Điện cực không nóng chảy thường dùng là Volfram nên phương pháp hàn này tiếng Anh gọi là TIG (Tungsten Inert Gas).

Vũng hồ quang được chỉ ra trên hình 3.14. Hồ quang trong àn TIG có nhiệt độ rất cao, có thể đạt tới hơn 6100°C . Kim loại mối hàn có thể tạo thành chỉ từ kim loại cơ bản khi hàn những chi tiết mỏng với liên kết gấp mép, hoặc được bổ sung từ que hàn phụ. Toàn bộ vũng hàn được bao bọc bởi khí trơ thổi ra từ chụp khí.

Phương pháp này có một số ưu điểm đáng chú ý:

- Tạo mối hàn có chất lượng cao đối với hầu hết kim loại và hợp kim.
- Mối hàn không phải làm sạch sau khi hàn.
- Hồ quang và vũng hàn có thể quan sát được trong khi hàn.
- Không có kim loại bắn toé.
- Có thể hàn ở mọi vị trí trong không gian.
- Nhiệt tập trung cho phép tăng tốc độ hàn, giảm biến dạng liên kết hàn.

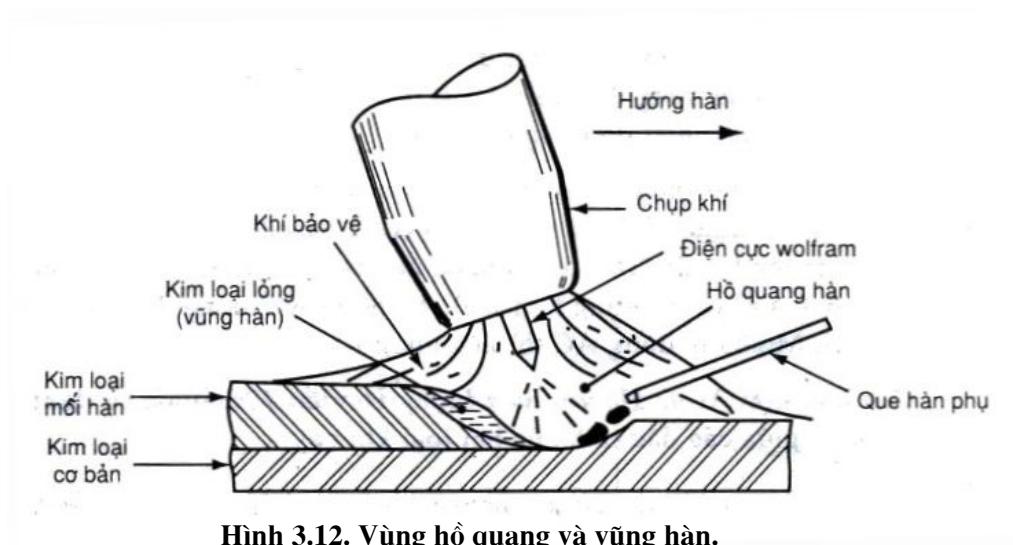


Hình 3.11- Sơ đồ nguyên lý hàn hồ quang nóng chảy trong môi trường khí trơ.

Phương pháp hàn TIG được áp dụng trong nhiều lĩnh vực sản xuất, đặc biệt rất

thích hợp trong hàn thép hợp kim cao, kim loại màu và hợp kim của chúng...

Phương pháp hàn này thông thường được thao tác bằng tay và có thể tự động hoá hai khâu di chuyển hồ quang cũng như cấp dây hàn phụ.



Hình 3.12. Vùng hồ quang và vùng hàn.

1.3.2- VẬT LIỆU VÀ THIẾT BỊ HÀN TIG

a. Vật liệu

Vật liệu sử dụng trong phương pháp hàn TIG bao gồm: khí bảo vệ, điện cực Wolfram và que hàn phụ.

① Khí bảo vệ (khí trơ)

Ar là khí được điều chế từ khí quyển bằng phương pháp hoá lỏng không khí và tinh chế đến độ tinh khiết 99,99%. Khí này được cung cấp trong các bình dưới áp suất cao hoặc ở dạng lỏng với nhiệt độ dưới -184°C trong các thùng chứa lớn.

He có trọng lượng riêng bằng khoảng 1/10 so với Ar được lấy từ khí tự nhiên, thường được chứa trong các bình dưới áp suất cao.

Sau khi ra khỏi chụp khí ở mỏ hàn, Ar tạo thành lớp bảo vệ phía trên vùng hàn. Do nhẹ hơn, He có xu hướng dâng lên tạo thành cuộn xoáy xung quanh hồ quang. Để bảo vệ hiệu quả, lưu lượng He phải gấp $2 \div 3$ lần so với Ar.

Đặc tính quan trọng khác của He là đòi hỏi điện áp hồ quang cao hơn với cùng chiều dài hồ quang và dòng điện so với Ar. Hồ quang He nóng hơn so với Ar; He thường dùng để hàn các vật liệu có chiều dày lớn, có độ dẫn nhiệt cao (như Cu) hoặc nhiệt độ nóng chảy cao.

Điểm khác biệt nữa là Ar cho tính ổn định hồ quang như nhau đối với dòng điện xoay chiều (AC) và một chiều (DC) và có tác dụng làm sạch tốt với dòng AC. Trong lúc đó, He tạo hồ quang ổn định với dòng điện DC nhưng tính ổn định hồ quang và tác dụng làm sạch với dòng AC tương đối thấp. Do đó khi cần hàn Al, Mg bằng dòng AC thì nên dùng Ar.

Các hỗn hợp Ar và He với hàm lượng He đến 75% được sử dụng khi cần sự cân bằng giữa các đặc tính của hai loại khí này.

Có thể bổ sung H₂ vào Ar khi hàn cáchk Ni, Ni-Cu, thép không gỉ.

② Điện cực Wolfram

Wolfram được dùng làm điện cực do có tính chịu nhiệt cao (nhiệt độ nóng chảy là 3410⁰C), phát xạ điện tử tương đối tốt, làm iôn hoá hồ quang và duy trì tính ổn định hồ quang. Wolfram có tính chống ôxy hoá rất cao.

Bảng 3-4 Thành phần hoá học của một số loại điện cực Wolfram

Tiêu chuẩn AWS	W (min) %	Th %	Zr %	Tổng tạp chất (max) %
EWP	99,5	-	-	0,5
EWTh-1	98,5	0,8 ÷ 1,2	-	0,5
EWTh-2	97,5	1,7 ÷ 2,2	-	0,5
EWTh-3	98,95	0,35 ÷ 0,55	-	0,5
EWZr	99,2	-	0,15 ÷ 0,40	0,5

Các điện cực Wolfram có đường kính 0,25 ÷ 6,4 mm với chiều dài 76 ÷ 610 mm. Các điện cực Wolfram có thêm Thori (Th) có tính phát xạ điện tử, dẫn điện và chống nhiễm bẩn tốt, môi hồ quang tốt hơn và hồ quang ổn định hơn.

Các điện cực Wolfram có thêm Zircon (Zr) có các tính chất trung gian giữa điện cực W và điện cực W-Th.

Màu nhận diện một số loại điện cực thông dụng

Bảng 3-5

Ký hiệu	Thành phần	Màu nhận diện
EWP	Wolfram tinh khiết	Xanh lá cây
EWCe-2	97,3% W, 2% oxit ceri	Da cam
EWLan-1	98,3% W, 1% oxit lantan	Đen
EWTh-1	98,3% W, 1% oxit thori	Vàng
EWTh-2	97,3% W, 2% oxit thori	Đỏ
EWZa-1	99,1% W, 0,25% oxit zircon	Nâu
EWG	94,5% W	Xám

Một số yêu cầu khi sử dụng điện cực Wolfram:

- Cần chọn dòng điện thích hợp với kích cỡ điện cực được sử dụng. Dòng điện quá cao sẽ làm hỏng đầu điện cực, dòng điện quá thấp sẽ gây ra sự ăn mòn, nhiệt độ thấp và hồ quang không ổn định.

- Đầu điện cực phải được mài hợp lý theo hướng dẫn kèm theo điện cực.

- Điện cực phải được sử dụng và bảo quản cẩn thận, tránh nhiễm bẩn.

- Dòng khí bảo vệ phải được duy trì không chỉ trước và trong khi hàn mà cả sau khi ngắt hồ quang cho đến khi điện cực nguội.

- Phần nhô điện cực ở phía ngoài mỏ hàn (chụp khí) phải được giữ ở mức ngắn nhất, tùy theo ứng dụng và thiết bị để đảm bảo được bảo vệ tốt bằng dòng khí trơ.

- Cần tránh sự nhiễm bẩn điện cực, sự tiếp xúc giữa điện cực nóng với kim loại mối hàn.

- Thiết bị, đặc biệt là chụp khí phải được bảo vệ và làm sạch. Đầu chụp khí bị bẩn sẽ ảnh hưởng tới khí bảo vệ, ảnh hưởng tới hồ quang hàn; do đó làm giảm chất lượng mối hàn.

③ Que hàn phụ

Que hàn phụ có các kích thước tiêu chuẩn theo ISO/R564 như sau: chiều dài từ 500 ÷ 1000 mm với đường kính 1,2; 1,6; 2; 2,4; 3,2 mm.

Các loại que hàn phụ gồm có: đồng và hợp kim đồng, thép không gỉ Cr cao và Cr-Ni, nhôm và hợp kim nhôm, thép C thấp, thép hợp kim thấp...

b. Thiết bị dùng cho hàn TIG

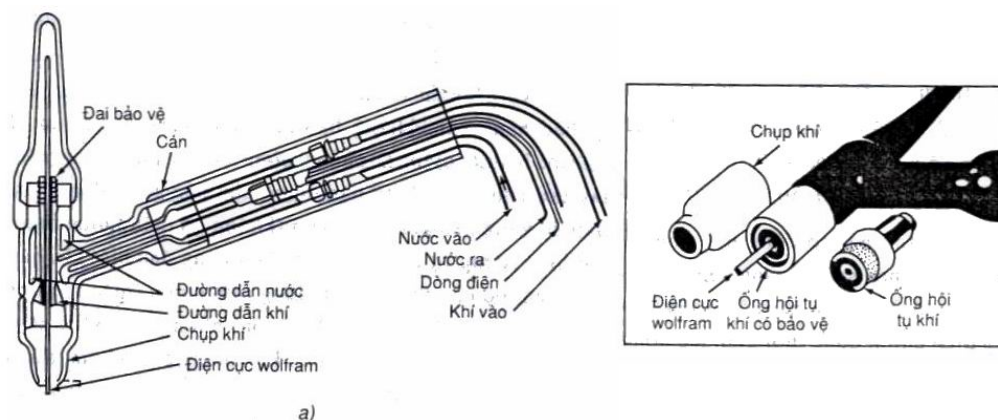
Thiết bị dùng cho hàn TIG có các bộ phận chính sau (hình 1.13):

- Nguồn điện hàn, bao gồm cả hệ thống điều khiển khí bảo vệ, nước làm mát, dòng điện và điện áp hàn.

- Mỏ hàn; - Chai chứa khí trơ và van điều khiển lưu lượng khí.

① Mỏ hàn TIG

Chức năng của mỏ hàn TIG là dẫn dòng điện và khí trơ vào vùng hàn. Điện cực Wolfram dẫn điện được giữ chắc chắn trong mỏ hàn bằng đai giữ với các vít lắp bên trong thân mỏ hàn.



Hình 3.13. Cấu tạo mỏ hàn TIG.

a) Mỏ hàn TIG làm mát bằng nước; b) Mỏ hàn TIG có ống hội tụ khí.

Các đai này có kích thước phù hợp với đường kính điện cực. Khí được cung cấp vào vùng hàn qua chụp khí. Chụp khí có ren được lắp vào đầu mỏ hàn để hướng và phân phối dòng khí bảo vệ. Mỏ hàn có các kích thước và hình dáng khác nhau phù hợp với từng công việc hàn cụ thể.

Mỏ hàn TIG được phân làm 2 loại theo cơ cấu làm mát:

- Mỏ hàn làm mát bằng khí - tương ứng với cường độ dòng điện hàn < 120A.

- Mỏ hàn làm mát bằng nước - tương ứng với cường độ dòng điện hàn > 120A.

② Nguồn điện hàn

Nguồn điện hàn cung cấp dòng hàn một chiều hoặc xoay chiều, hoặc cả hai. Tùy ứng dụng, nó có thể là biến áp, chỉnh lưu, máy phát điện hàn. Nguồn điện hàn cần có đường đặc tính ngoài đặc (giống như cho hàn hồ quang tay).

Để tăng tốc độ ổn định hồ quang, điện áp không tải khoảng $70 \div 80V$. Bộ phận điều khiển thường được bố trí chung với nguồn điện hàn và bao gồm bộ contactor đóng ngắt dòng hàn, bộ gây hồ quang tần số cao, bộ điều khiển tuần hoàn nước làm mát (nếu có) với hệ thống cánh tản nhiệt và quạt làm mát, bộ khống chế thành phần dòng một chiều (với máy hàn xoay chiều, một chiều).

* ***Nguồn điện hàn xoay chiều:*** thích hợp cho hàn nhôm, magiê và hợp kim của chúng. Khi hàn, nửa chu kỳ dương (của điện cực) có tác dụng bắn phá lớp màng ôxit trên bề mặt và làm sạch bề mặt đó. Nửa chu kỳ âm nung kim loại cơ bản. Hiện nay có hai loại nguồn xoay chiều chính dùng cho hàn bằng điện cực không nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ.

* ***Nguồn điện hàn một chiều:*** không gây ra vấn đề lẫn W vào mối hàn hay hiện tượng tự nắn dòng (như khi hàn nhôm bằng nguồn hàn xoay chiều). Tuy nhiên, điều quan trọng cần lưu ý khi sử dụng nó là việc gây hồ quang và khả năng cho dòng hàn sẽ tối thiểu. Hầu hết máy một chiều đều sử dụng phương pháp nối thuận (nên 2/3 lượng nhiệt của hồ quang đi vào vật hàn). Điện cực W tinh khiết như trong trường hợp máy xoay chiều ít được dùng để hàn một chiều cực thuận vì khó gây hồ quang. Thay vào đó là điện cực W + 1,5 ÷ 2%ThO₂ hoặc ZrO₂ hoặc oxít đất hiếm LaO...

Các nguồn điện hàn TIG thông dụng ở Việt Nam là máy hàn TG 160 của hãng WIM (Malaysia), máy hàn KEPMI 2500 của hãng Kempfi (Phần Lan).